

Investitions- und Instandhaltungsstrategie von Personenbahnhöfen

Fortschreibung und strategische Neuausrichtung des amp-Modells für die Verkehrsstationen und die Empfangsgebäude der DB Station&Service AG



Großprojekt Berliner Hauptbahnhof, Bauphase 2005

Quelle: DB, Andreas Taubert

CHRISTOPHER SCHUBERT | MARK HECKMANN | STEFFEN HÖHN | JULIEN VON PAPPRITZ | LEA ELFERT

Allein 2019 wurden bei der DB Station&Service AG (DB S&S) rund 1,3 Mrd. EUR in Bau- und Instandhaltungsmaßnahmen investiert, um den rund 21 Mio. Reisenden pro Tag den bestmöglichen Service zu bieten [1]. Vor diesem Hintergrund ist eine optimale Investitions- und Instandhaltungsstrategie und Planung eine unerlässliche Voraussetzung für einen nachhaltigen Geschäftserfolg. Das Modell Anlagenmanagement Personenbahnhöfe (amp-Modell) umfasst diese strategischen Vorgaben für die wesentlichen Anlagenklassen in den Verkehrsstationen und Empfangsgebäuden und hat den Substanzerhalt sowie den wirtschaftlich-technischen optimalen Betrieb der Bahnhöfe zum Ziel.

Ausgangslage und Ziel

Seit 2008 bildet das amp-Modell die Grundlage der Investitions- und Instandhaltungsstrategie für die wesentlichen Anlagenklassen der Personenbahnhöfe. Das amp-Modell baut auf anlagenspezifischen Lebenszyklusmodellen auf, aus denen sich die Bedarfsermittlung für die Budgetplanung ableiten lässt. Nach zehn Jahren Umsetzungszeit bei DB S&S wurde im Jahr 2018 eine grundlegende Weiterentwicklung und Strategieneuausrichtung begonnen.

Ziel des Projektes „Weiterentwicklung amp-Modell“ war es:

- die jährlichen Investitions- und Instandhaltungskosten des Anlagenportfolios in Verkehrsstationen und Empfangsgebäuden transparent herzuleiten,
- die wirtschaftlich-technisch optimale Bewirtschaftung der wesentlichen Anlagenklassen fortzuschreiben,
- um damit eine integrierte Planung von Investitionen und Instandhaltung über den gesamten Lebenszyklus zu gewährleisten.

Projektbeschreibung

Die inhaltliche Arbeit erfolgte entlang der nachfolgend aufgeführten vier Themenschwerpunkte.

Aktualisierung & Fortschreibung

Im ersten Schritt wurden die strategischen Grundlagen neu ausgerichtet und die Erfahrungen aus der Praxis in das Modell integriert. Darauf aufbauend erfolgte die Ermittlung der notwendigen Modellprämissen, wie zum Beispiel Nutzungsdauern, Ersatzinvestitionskosten, LifeCycleCost-Analysen (LCC) und die Herleitung der anlagenspezifischen Instandhaltungsmaßnahmen und -kosten.

Investitionsstrategie

Im zweiten Schritt wurde die aktuelle Investitionsstrategie bewertet und angepasst. Insbesondere die Erreichung des sog. „Eingeschwungenen Zustandes“ (Erläuterung folgt), das Vorgehen zum Abbau des „Nachholbedarfes“ oder auch die Priorisierungslogiken für die

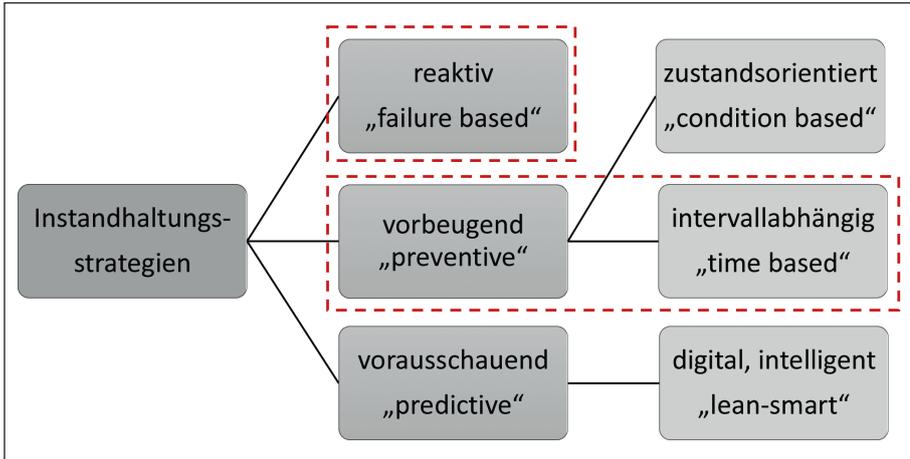


Abb. 1: Gängige Instandhaltungsstrategien (rot eingekreist: Anwendung DB S&S) [2]
 Quelle aller Abb.: DB S&S

bundesweite Projektplanung waren Inhalte dieses Paketes.

Zusammenhänge simulieren

Zur Simulation und Berechnung der Mittelbedarfe wurde im dritten Schritt ein entsprechendes Simulations-Tool entwickelt und programmiert. Die Wechselbeziehungen der Eingangsgrößen „input“ (Investitionsmittel, Anlagenqualität etc.), der Modellwirkung „throughput“ (Ersatzzeitpunkte, Instandhaltungsroutinen etc.) und der Ergebnisparameter „output“ (Qualitätskennzahlen, Invest- und Instandhaltungsbudgets etc.) wurden transparent dargestellt und dienen als Planungsgrundlage.

Migration & Rückkopplung

Das vierte Arbeitspaket überführte die Ergebnisse aus den beiden ersten Schritten in die entsprechenden IT- und Steuerungssysteme. Zusätzlich wurde ein institutionalisierter, jährlicher Fortschreibungsprozess definiert und eingeführt.

Strategische Grundlagen

Instandhaltungsstrategie der DB S&S AG

Die Lebenszykluskosten und somit die Wirtschaftlichkeit einer Anlage hängen stark von der Art der Anlage, der geforderten Leistungsfähigkeit und der technischen Nutzungsdauer ab. Eine optimale Instandhaltungsstrategie

stellt somit die Grundvoraussetzung dar und sichert dauerhaft die Qualität, Funktionalität und Kosteneffizienz. Die in der Literatur gängigsten Instandhaltungsstrategien [1] sind in der Abb. 1 dargestellt. Je nach Anlagenklasse wird bei DB S&S eine Kombination aus reaktiver und zeitabhängiger Instandhaltung angewandt:

- die Strategie der **reaktiven, schadensabhängigen Instandhaltung („failure based maintenance“)** ist auch als ausfallbedingte oder korrektive Instandhaltung bekannt. Erst wenn ein Ausfall bzw. Schaden an einer Anlage entsteht, werden Instandhaltungsmaßnahmen angewendet, um ihn zu beseitigen. Der Abnutzungsvorrat soll in erster Linie vollständig ausgeschöpft werden [2]. Diese Strategie hat sich bei kurzlebigen oder wartungsarmen Anlagen mit niedrigen Ausfallrisiken oder Ersatzinvestitionskosten als zielführend herausgestellt (z.B. ITK Anlagen oder Wetterschutz-/Ausstattungs-elemente). Der Aufwand und die Häufigkeit für Erhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen erhöhen sich mit steigendem Alter der Bauwerke.

- die **vorbeugende, zeitabhängige Instandhaltungsstrategie („preventive, time based maintenance“)** der DB S&S verfolgt einerseits das Ziel, Ausfallzeiten zu vermeiden und andererseits die technische Nutzungsdauer von Anlagen zu erreichen. Die Instandhaltungsmaßnahmen erfolgen in festgelegten Zeitabständen und werden anhand der zu erwartenden Lebensdauer der einzelnen Bauteile geplant und durchgeführt [2]. Eine zeitabhängige Instandhaltung findet Anwendung, wenn entweder die Funktionsfähigkeit stark von einzelnen Bauteilen abhängt oder Folgeschäden das Erreichen der geplanten Nutzungsdauer gefährden (z.B. Dächer oder Aufzüge) bzw. mit hohen Ausfallkosten verbunden sind (z.B. Brückenbauwerke). Neben den reaktiven und vorbeugenden Betriebsinstandsetzungen wird im Rahmen der Instandhaltung bei DB S&S noch zwischen den Bereichen Wartung (z.B. Bauwerksprüfungen), Inspektion (z.B. Routineinspektionen) und Ent-störung (z.B. Höhenfördertechnik) differenziert.

wtO-Logik und „Eingeschwungener Zustand“

Die Kombination der oben genannten Instandhaltungsstrategien verfolgt das Ziel, das wirtschaftlich-technische Optimum (wtO) einer Anlage zu erreichen. Das wtO beschreibt denjenigen Zeitpunkt, bis zu dem eine Anlage unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten optimal betrieben werden kann. Einflussfaktoren sind unter anderem die gewünschte Leistungsfähigkeit (z.B. in Form von Zustand oder Verfügbarkeit), die Investitionsmittel für die Erstellung/den Ersatz der Anlage sowie die notwendigen Instandhaltungsmittel zum Erhalt der gewünschten Leistungsfähigkeit [3, 4]. Die ermittelten durchschnittlichen technischen Nutzungsdauern entsprechen dem

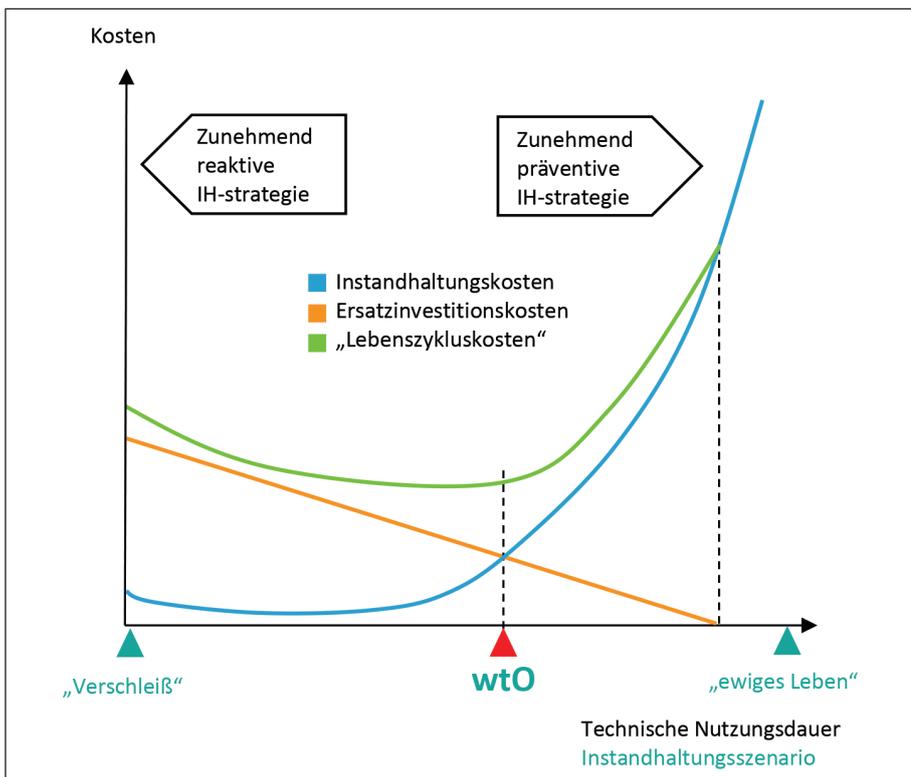


Abb. 2: Darstellung des wirtschaftlich-technischen Optimums (wtO)

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DB Station&Service AG /
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten
 genehmigt von DVV Media Group GmbH 2020

wtO. Hierfür wurden für jede Anlage zunächst die folgenden theoretischen Extrem-Ansätze für die Instandhaltungsstrategie ausgearbeitet, verglichen und kombiniert (Abb. 2):

- „Verschleiß“ ist ein rein reaktiver Instandhaltungsansatz, der nur kleinere Instandsetzungen an einer Anlage vorsieht. Ist ein Bauteil oder eine Anlage defekt, wird sie ausgetauscht. Das bedeutet auf kurze Sicht weniger Instandhaltungskosten, aber eine erheblich reduzierte Nutzungsdauer.
- „Ewiges Leben“ ist ein vorbeugender Instandhaltungsansatz, der geplante Instandsetzungen von signifikanten Bauteilen der Anlage vorsieht, bevor diese defekt gehen und die Leistungsfähigkeit der Anlage einschränken oder weitere Bauteile beeinträchtigen. Dies ist kostenintensiver, ermöglicht aber eine deutlich längere Nutzungsdauer.

Für die sowohl baulich als auch technisch sehr unterschiedlichen Anlagenklassen wurden die jeweiligen Instandhaltungsszenarien untersucht und das wtO ermittelt (vgl. Schnittpunkt der Graphen in Abb. 2).

Diese optimalen Lebenszykluskosten kann ein Anlagenportfolio erst im sogenannten „Eingeschwungenen Zustand“ erreichen. Der eingeschwungene Zustand stellt den Status des Anlagenbestandes dar, bei dem kein technischer Nachholbedarf mehr besteht. Dies bedeutet, dass alle Anlagen nach Ablauf ihrer technischen Nutzungsdauer ersetzt werden und in den je nach Anlagenklasse definierten Zyklen instandgehalten werden [4].

Mit dem Zeitpunkt des eingeschwungenen Zustands reduzieren sich absehbar reaktive Instandhaltungsmaßnahmen, während präventive Instandhaltungsmaßnahmen vermehrt in den Instandhaltungsregimen zum Einsatz

	Verkehrsstation	Empfangsgebäude
Bauliche Anlagen	Beispiele: Bahnsteigdächer, Bahnsteigunterführungen, Rampen	Beispiele: Empfangsgebäude Flachdächer, Fenster, Fassadenverkleidungen
Technische Anlagen	Beispiele: Fahrtreppen, Personenaufzüge, Beleuchtungsanlagen	Beispiele: Wärmeerzeugungsanlagen, Kälteerzeugungsanlagen, Abwasseranlagen
IT-Technische Anlagen	Beispiele: Beschallungsanlagen (ELA), Fahrgastinformationsanlagen (FIA), Uhrenendgeräte	

Abb. 3: Übersicht der wesentlichen (wtO-)Anlagenklassen

kommen. Es besteht kein Investitions- oder Instandhaltungsstau mehr.

Fortschreibung und Berechnung

Wesentliche Anlagenklassen und Prämissen

Im amp-Modell wurden 22 Anlagenklassen der Verkehrsstation und 19 Anlagenklassen des Empfangsgebäudes als wtO-Anlagenklassen definiert und einer dezidierten Lebenszyklusanalyse unterzogen. Diese lassen sich wiederum nach baulichen, technischen und informationstechnischen Anlagen unterscheiden. Eine Übersicht zu der Systematik der Anlagenklassen findet sich in Abb. 3. Die im Folgenden aufgeführten Prämissen mussten für die Lebenszyklusanalyse der oben genannten Anlagenklassen untersucht und hergeleitet werden. Hierfür wurden über 15 Fachexpertenteams aus Regionen und Zentrale gebildet und mit der Herleitung beauftragt.

Wiederbeschaffungskosten (WBK)

Die spezifischen WBK beinhalten alle Kosten, die bei einer Ersatzinvestition (EIS) einer Anlage anfallen. Hierunter fallen u. a. die Bereiche Rückbaukosten, Herstellkosten, Baunebenkosten, Planungskosten und Kosten für bahnspezifische Zusammenhangsmaßnahmen und neue gesetzliche Vorgaben. Grundlage für die durchschnittlichen WBK pro Anlagenklasse waren Systemauswertungen abgerechneter Projektkosten, Kosten aus Rahmenverträgen oder Einzelprojektauswertungen. Von den zuständigen Fachexperten wurden weitere Validierungsschritte vorgenommen und ein durchschnittlicher Erwartungswert abgeleitet.

Technische Nutzungsdauer (tND)

Die technische Nutzungsdauer beschreibt den durchschnittlichen Zeitraum, in dem Anlagen einer Bauart technisch in der Lage sind, ihren Verwendungszweck zu erfüllen. Die tND dieser Anlagen wird bestimmt durch ihre Qualität,

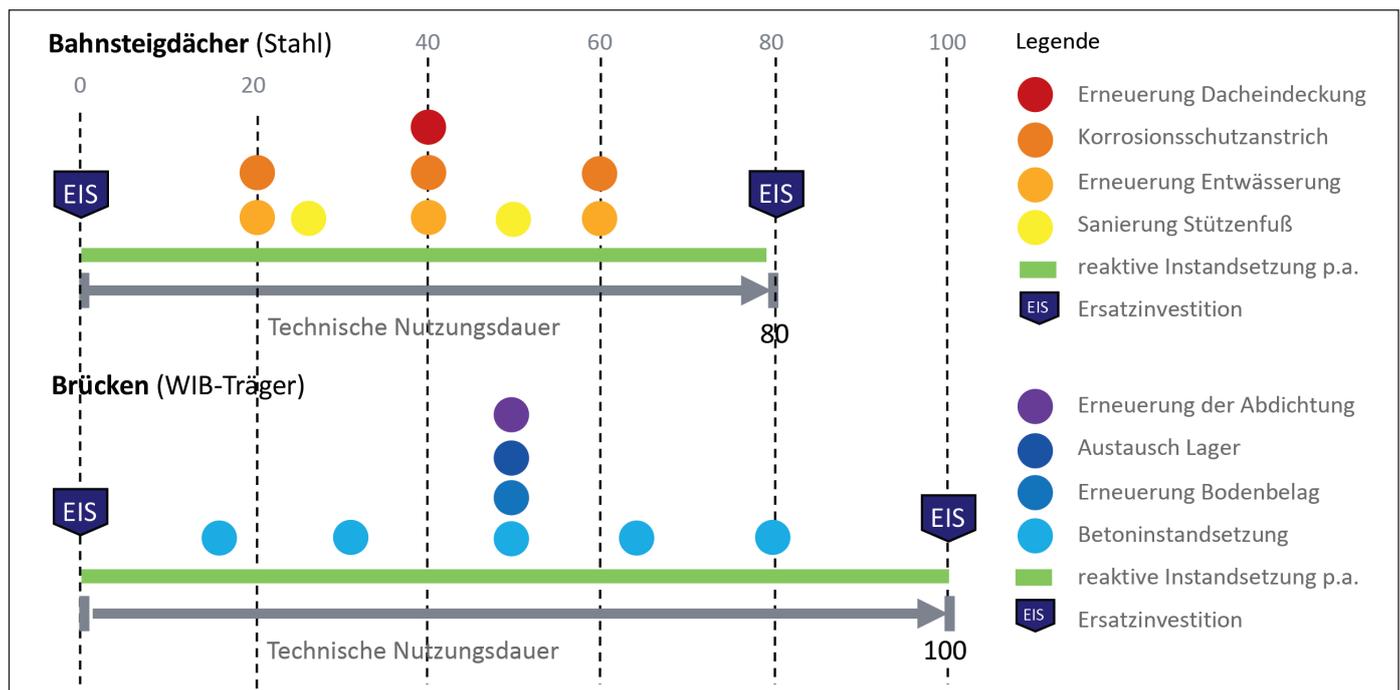


Abb. 4: amp-Modell, Lebenszyklusmodelle für Bahnsteige und Brücken (Auszug)

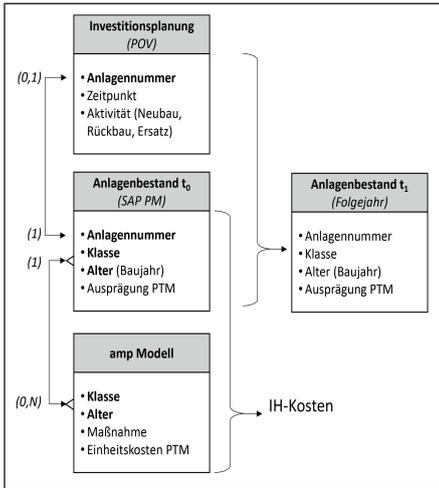


Abb. 5: Datenmodell des amp-Tools

Nutzungsintensität und Instandhaltungsmaßnahmen. Um den Zeitpunkt der tND erfolgt die Ersatzinvestition der Anlagen, da dann das wtO erreicht ist und die Instandhaltungskosten bzw. Ausfallzeiten stark ansteigen. Die tND wurden auf Grundlage von externer Fachliteratur (Forschungsberichte, Lebensdauerkataloge, Bundesrichtlinien), Systemauswertungen und Erfahrungen aus der Praxis ermittelt. Zum Teil wurden die Komponenten einer Anlage dabei getrennt betrachtet und anschließend in eine Gesamtnutzungsdauer überführt.

Maßnahmen und Zeitpunkte der Betriebsinstandsetzung (BIS) Für das anlagenspezifische Instandhaltungsregime wurden diejenigen Instandsetzungs-

maßnahmen festgelegt, welche notwendig sind, um den Soll-Zustand der Anlage wiederherzustellen bzw. um die technische Nutzungsdauer zu erreichen. Hierfür wurden Art, Zeitpunkt und Häufigkeit der Maßnahmen durch die Anlagenexperten bestimmt und in Instandsetzungsroutinen gebündelt. Unterschieden wurde dabei zwischen reaktiven und zeitabhängigen (präventiven) Maßnahmen.

Kosten der BIS

In einem letzten Schritt wurden die Kosten sowohl für die reaktiv anfallenden als auch für die planbaren Instandsetzungsmaßnahmen ermittelt und auf eine einheitliche Berechnungsgröße pro Anlagenklasse heruntergebrochen (z. B. EUR pro m² Dachfläche für Bahnsteigdächer). Die Kosten wurden anhand interner und externer Quellen hergeleitet. Im Wesentlichen beinhaltet dies abgerechnete Maßnahmen der vergangenen Jahre, Leistungspositionen aus Rahmenverträgen, vergleichbare Positionen aus externen Baukostenkatalogen (BKI, SIRADOS, STLK) und Preisindikationen ausführender Baufirmen.

Bedarfsberechnung

Durch die Herleitung der oben genannten Prämissen für jede einzelne Anlagenklasse war es nun möglich, die eingangs erwähnten Lebenszyklusmodelle zu erarbeiten und zu berechnen. Ein beispielhaftes Lebenszyklusmodell ist in Abb. 4 für die Anlagenklassen Bahnsteigdächer und Brücken dargestellt. Verteilt über die Nutzungsdauer von z. B. 80 Jahren für Stahldächer sind die notwendigen Instandsetzungsmaßnahmen wie

beispielsweise der Ersatz der Dacheindeckung (nach 40 Jahren) oder die Erneuerung der Korrosionsschutzschicht (alle 20 Jahre) zu sehen. Durch die Hinterlegung eines oder mehrerer Lebenszyklusmodelle pro wtO-Anlagenklasse ist jeder einzelnen Anlage des Gesamtportfolios, in Abhängigkeit des Alters, ein spezifischer Investitions- und Instandhaltungsbedarf zugewiesen. Durch Aufsummierung dieser Werte lässt sich der Gesamtbedarf des kompletten Anlagenbestandes aufzeigen. Verknüpft mit der zukünftigen Projektplanung (bundesweite Ersatzinvestitionen) ergibt sich somit die Grundlage für die mittelfristige Budgetierung, Planung und Steuerung. Aufgrund der Komplexität dieser Berechnungsmethodik wurde hierfür ein Simulationstool programmiert.

amp-Simulationstool

Die zukünftigen Instandhaltungskosten werden von mehreren Input-Größen beeinflusst. Diese stammen aus unterschiedlichen IT-Systemen und fließen über einen Datenbankelexport in die Software ein:

- **SAP PM:** Aktueller Anlagenbestand in den amp-relevanten Anlagenklassen
 - **Planung- und Objektverwaltung (POV):** Anlagenscharfe Investitionsplanung mit zeitlicher Terminierung des Neubaus, Rückbaus und Ersatz von Anlagen
 - **amp-Modell:** Zeitpunkte und Einheitskosten reaktiver und präventiver Instandhaltungsmaßnahmen aller wtO-Klassen.
- Die Software sollte die zukünftigen Instandhaltungsbudgets ableiten und zusätzlich aufzeigen, welche Variation der Inputgrößen (z. B. Projektplanung oder Änderungen in den Kosten im

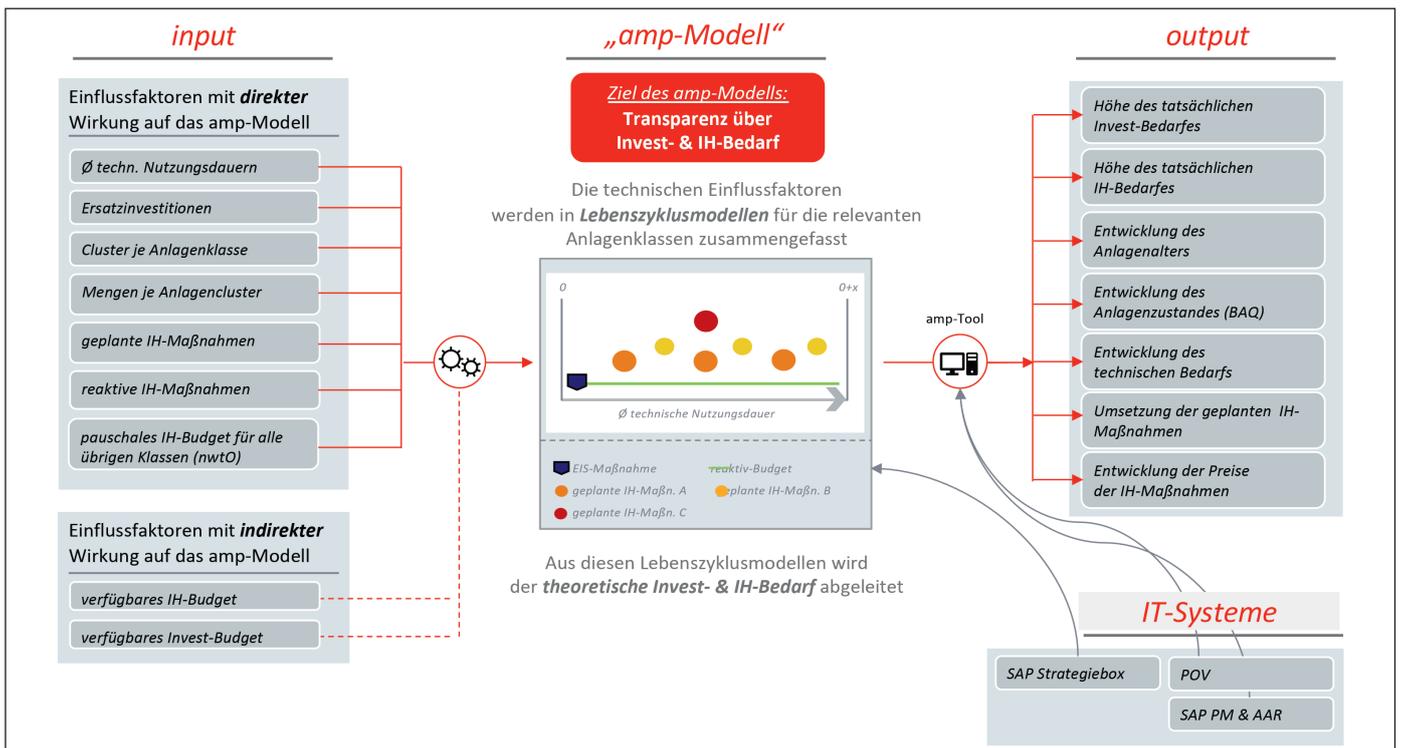


Abb. 6: Schematische Darstellung des amp-Modells, Input- und Output Faktoren

amp-Modell), welchen Output zur Folge hat. Die Software wurde in der Programmiersprache R erstellt (R Core Team, 2019). Die Skriptsprache ist speziell für statistik- und datenbasierte Projekte gut geeignet. Weiterhin verfügt sie über eine ausgereifte Webframework-Bibliothek, die eine webbasierte Bereitstellung der Software ermöglicht (Abb. 5 zeigt einen Screenshot der Software).

Datenmodell und Programmierung

Die unter den Eingangsdaten beschriebenen Daten werden in der Software verrechnet. Eine schematische Darstellung des Datenmodells findet sich in Abb. 5.

Die Grundlage für die Berechnung der Instandhaltungskosten eines Jahres bilden der Anlagenbestand sowie die zugehörigen Stammdaten. Zu den Stammdaten gehören die Anlagennummer, die amp-Klasse, das Baujahr (und folglich Alter) sowie die anlagenspezifische Menge (z. B. die Größe eines Bahnsteigdaches in m²). Bei Kenntnis der Klasse sowie des Anlagenalters kann eine 1 zu N-Verknüpfung mit den für das Altersjahr hinterlegten Maßnahmen (d. h. eine Anlage kann für das jeweilige Alter keine, eine oder mehrere Maßnahmen hinterlegt haben) aus dem amp-Modell erfolgen (z. B. Anstrich der Stahlkonstruktion eines Bahnsteigdaches bei einem Alter von 50 Jahren). Die Kosten für die konkrete Maßnahme in dem Betrachtungsjahr ergibt sich aus der Multiplikation der Menge (z. B. das Dach hat 2000 m²) mit dem Einheitspreis pro Mengeneinheit (z. B. Anstrich der Stahlkonstruktion = 13,70 EUR pro m²).

Der zweite Teil der Berechnung umfasst die Fortschreibung des Anlagenbestand basierend auf der Investitionsplanung (POV). Für jedes Equipment ist der Zeitpunkt einer geplanten Aktivität (Ersatz, Neubau, Rückbau) hinterlegt. Ausgehend von dem Anlagenbestand im Betrachtungsjahr wird dieser für die der Folgejahre entsprechend fortgeschrieben. Anschließend erfolgt erneut die Berechnung der Instandhaltungskosten wie oben beschrieben.

Zusammenfassung

Als Ergebnis lässt sich festhalten, dass auf Basis direkter und indirekter Einflussfaktoren im amp-Modell anlagenspezifische Lebenszyklusmodelle erstellt wurden. Aus diesen LLC-Modellen lassen sich die jährlichen Investitions- und Instandhaltungsbedarfe ableiten. Durch die Programmierung eines Simulationsstools und die Integration der Vorgaben in die IT-Systeme lassen sich diese berechnen und für das Gesamtportfolio transparent aufzeigen. Das weiterentwickelte amp-Modell bildet somit die Planungsgrundlage für den wirtschaftlich und technisch optimalen Betrieb der DB Personenbahnhöfe. Die Zusammenhänge des Modells sind in der Abb. 6 nochmal verdeutlicht. ■

QUELLEN

- [1] <https://www.bahnhof.de/bahnhof-de/ueberuns/profil-519186>, 03.07.2020, 11 Uhr
 [2] Strunz, M.: Planung und Optimierung von Instandhaltungsstrategien für Elemente und Systeme, 2012, Springer Verlag, Berlin
 [3] Ostheimer, B.; Schwickert, A.; Schreiber, F.: Mean Time Between Failures: Grundlagen, Konzept, Methoden, Werkzeuge, Universität Gießen, Nr. 4/2013
 [4] amp Anwenderhandbuch, DB Station&Service AG, Facilitymanagement, Februar 2020



Dr. Mark Heckmann

Data Scientist
 DB Station&Service AG, Berlin
 mark.heckmann@deutschebahn.com



Dipl.-Kaufm. Julien von Pappritz

Projektleiter amp 2.0
 DB Station&Service AG, Berlin
 julien.von-pappritz@deutschebahn.com



Christopher Schubert, M.Eng.

Referent Konstruktiver Ingenieurbau
 DB Station&Service AG, Berlin
 christopher.schubert@deutschebahn.com



Dipl.-Betriebsw. Steffen Höhn

Arbeitsgebietsleiter
 Grundsätze Facility Management
 DB Station&Service AG, Berlin
 steffen.hoehn@deutschebahn.com



Lea Elfert, M.Sc.

Fachreferentin LuFV-Management
 und FM-Projekte
 DB Station&Service AG, Berlin
 lea.elfert@deutschebahn.com

**GÜNZBURGER
 STEIGTECHNIK**



Innovative Steigtechnik made in Germany

Dacharbeitsstände und motorisch verstellbare Arbeitsbühnen, Stirnkopfbühnen, Tankwagenleitern, Laufstege, Rollgerüste oder Leitern: Für sämtliche Arbeiten in der Höhe haben wir die passende Lösung, auch in individueller Fertigung.

Unser Partner ist der Fachhandel.

www.steigtechnik.de

