

Schadwagenmanagement: Via App die optimale Auswahl von Werkstätten steuern

DB Cargo hat gemeinsam mit Unternehmensberatern der Detecon eine App entwickelt, die verschiedene Reparatur Szenarien für schadhafte Güterwagen erprobt und damit die Wahl für das optimale Szenario erleichtert. Dabei werden verschiedene Ansätze simuliert (zum Beispiel, immer die nächstgelegene Werkstatt zuzuordnen) und überraschende Erkenntnisse abgeleitet und visualisiert. Der folgende Artikel beschreibt sowohl die zugrunde liegenden Herausforderungen als auch die dafür entwickelte Lösung und gibt Einblicke in die Entwicklungszusammenarbeit.



Innovation bedeutet häufig die Verknüpfung von scheinbar unzusammenhängendem und wirft ein neues Licht auf bisherige Fragen. Ein Beispiel: Wenn ein Güterwagen oder ein PKW kaputt gehen, wirkt es oft sinnvoll, ihn in die nächste Werkstatt zu schicken. Wenn sich die Schäden jedoch in einer Region konzentrieren, dann könnte genau diese Werkstatt überlastet sein. Dann wiederum wäre es geschickter, eine weiter entfernte aber weniger ausgelastete Werkstatt aufzusuchen. Wie sähe das für alle Güterwagen und in Echtzeit aus?

Algorithmen können hier helfen. Die Berater des Digital Engineering Center der Detecon nutzen und entwickeln etwa zur prototypischen Umsetzung von Use Cases verschiedene Analytics-Algorithmen, die sich iterativ optimalen Lösungen nähern. Generell unterstützt Detecon die DB Cargo seit einigen Jahren in vielen Projekten, etwa beim Aufbau eines Asset Intelligence Center wie auch bei der Realisierung eines digitalisierten, intelligenten Schadwagenmanagements (iSWM). In diesem Zusammenhang wurde deutlich, dass sich auch die Frage nach der Zuordnung einer Reparaturwerkstatt mit der Approximation einer Verteilung kombinieren lässt.

Bei DB Cargo stellt sich beispielsweise Reparaturbedarf bei mehreren hundert Güterwagen pro Tag ein, wobei ungefähr

30 Reparaturwerkstätten in der Region Deutschland angefahren werden.

Zunächst wurde vereinbart, dass jeder Güterwagen in die nächste Werkstatt am Verkehrsstrom zur Reparatur fährt. Dadurch minimiert sich die Anzahl der zurückgelegten Kilometer eines defekten Güterwagens.

Allerdings ist die Anzahl der defekt zurückgelegten Kilometer keine betriebswirtschaftlich interessante Größe. Wenn man bedenkt, dass die Schäden (zum Beispiel durch ein besonderes Ereignis wie Hochwasser in einer bestimmten Region) in einem Zusammenhang stehen, dann würden alle Güterwagen mehr oder weniger zur selben Werkstatt geroutet. Die Überlastung der entsprechenden Werkstatt hat mehrere unerwünschte Randeffekte:

1. Aufgrund der Überlastung dieser Werkstatt können die Schäden nicht zeitgleich behoben werden, d.h. Güterwagen müssen auf die Reparatur warten.
2. Angenommen, Reparaturmaterial wäre in bestimmten Kontingenten je Werkstatt verfügbar, dann könnte aufgrund der lokalen Intensität der Schäden das Reparaturmaterial in der entsprechenden Werkstatt zur Neige gehen. Wiederum müssten Güterwagen auf ihre Reparatur warten.
3. Über mehrere Werkstätten betrachtet, ist die Auslastung der Fachkräfte sehr



Christian Kühnast

Projektleiter iSWM, DB Cargo AG
christian.kuehnast
@deutschebahn.com



Igor Schnakenburg

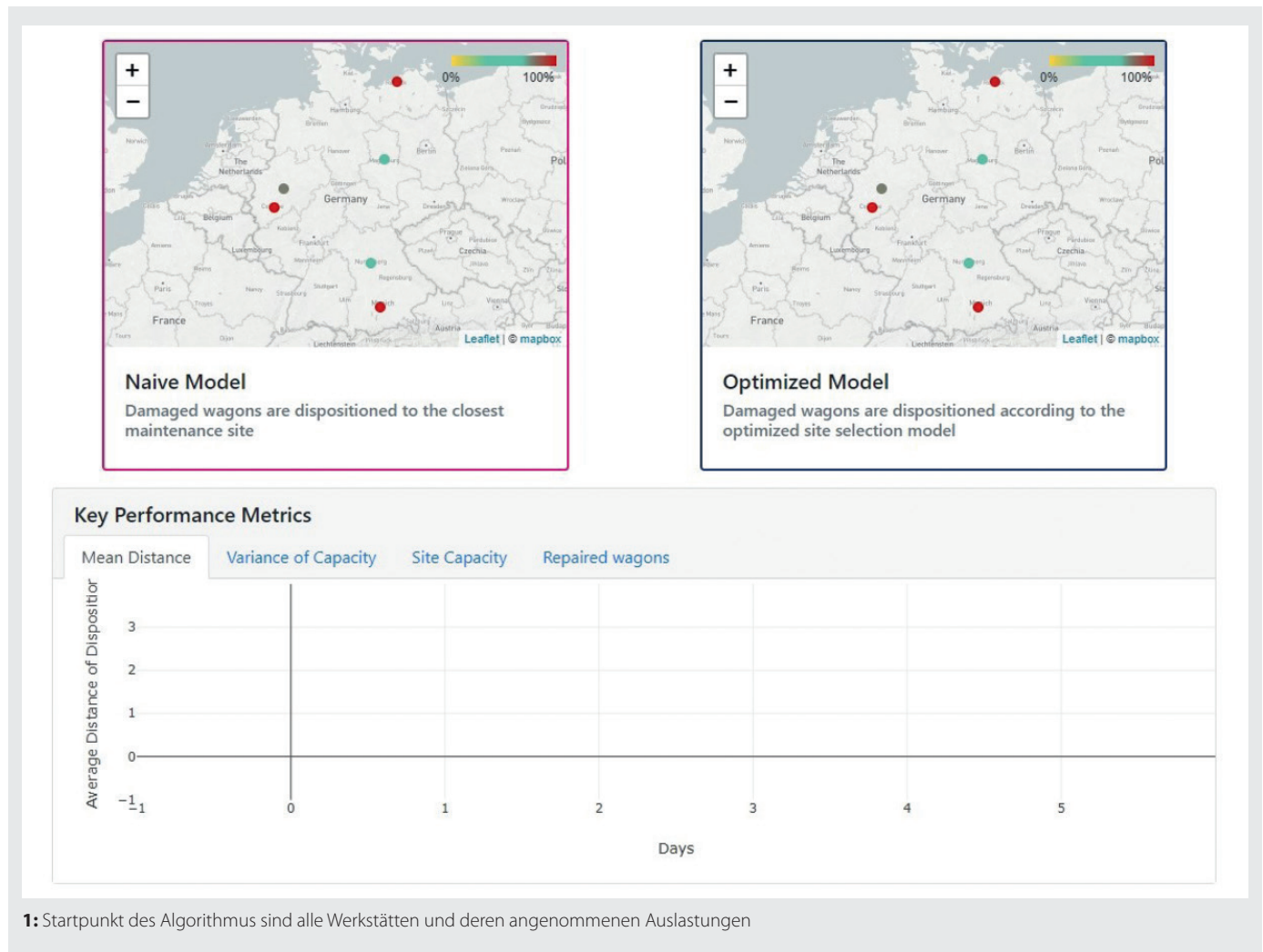
Experte für AI & Data Science im Digital Engineering Center der Managementberatung Detecon
Igor.Schnakenburg
@detecon.com



Tim Herbstrith

Experte für Data Analytics im Digital Engineering Center der Managementberatung Detecon
Tim.Herbstrith@detecon.com

inhomogen: Während aufgrund der Schäden einer Region die entsprechenden Fachkräfte überlastet sind, können Fachkräfte anderer Regionen nicht zum Einsatz gebracht werden. Eine kontinuierliche Einsatzplanung wird also zur Herausforderung.



Letztlich sind alle drei Randeffekte dem Fakt geschuldet, dass das Routing der Güterwagen keine Auslastungsinformation der jeweiligen Werkstatt berücksichtigt. Das bedeutet, dass die Auslastung einer Werkstatt ein wesentlicher Parameter bei der Zuordnung der Reparaturwerkstatt sein muss.

Anstatt nun mit einer Heuristik aufzuwarten, etwa: „Der Güterwagen sollte zur nächsten Werkstatt fahren, wenn sie die entsprechende Kapazität hat“, sollte man direkt einen Algorithmus entwickeln. Das könnte beispielsweise eine Scorefunktion sein, die bei Reparaturbedarf eines Güterwagens alle Werkstätten mit einem Zahlenwert versieht. Dann könnte diejenige Werkstatt ausgesucht werden, bei der dieser Zahlenwert optimal ist. Die einfachste Scorefunktion, die die Entfernung und die freie Kapazität berücksichtigt, wäre:

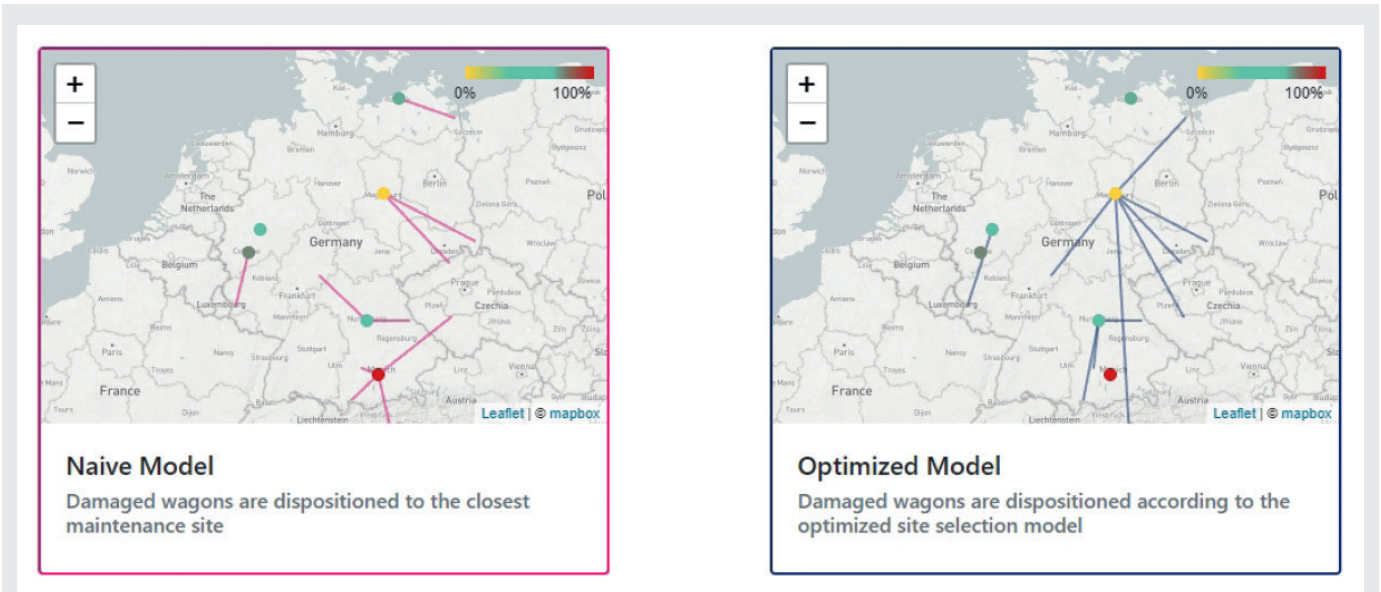
$$Score = -koeffi1 * Entfernung\ zur\ Werkstatt + koeffi2 * freie\ Kapazität\ der\ Werkstatt$$

Abgesehen von der Gewichtung der beiden Koeffizienten würde eine große Entfernung des defekten Güterwagens zur Werkstatt den Score aufgrund des Minuszeichens verringern, während eine hohe freie Kapazität ihn vergrößert. Dementsprechend wäre für einen kaputten Waggon diejenige Werkstatt zu disponieren, die den höchsten Score aufweist. Die Koeffizienten optimal zu gestalten, wird zu einer statistischen Aufgabe, wenn man die Verteilung der kaputtgehenden Güterwagen approximieren kann. Durch die Optimierung der Koeffizienten können nun verschiedene Szenarien simuliert werden.

Detecon hat um diesen Algorithmus herum eine App entwickelt (Bild 1). Sie besteht aus zwei Hauptansichten: den beiden Karten im oberen Teil (diese sind synchronisiert und zeigen daher denselben Ausschnitt) und diverse Grafiken im unteren Teil, die später beschrieben werden. In beiden Kartenansichten sind Werkstätten eingezeichnet, wobei ein Farbcode angibt,

wie hoch die aktuelle Auslastung der jeweiligen Werkstatt ist. Hierbei wurde beachtet, dass eine Auslastung von 100% (diese Zahl kann sogar größer als 100% werden, wenn mehr Wagen zur Werkstatt fahren als verarbeitet werden können – die Farbe bleibt allerdings rot) schlecht für einen schnellen Reparaturerefolg ist. Eine Auslastung von 0% ist aber ebenso wenig wünschenswert (gelber Farbton), weil dies letztlich Ressourcenverschwendung bedeutet. Der grüne Bereich liegt daher deutlich zwischen diesen beiden Werten.

Eine zweite Komponente kommt hinzu: Ein Simulationsalgorithmus lässt in realistischer Rate Güterwagen in der Region Schweiz, Österreich, Deutschland kaputt gehen. Diese defekten Güterwagen werden nun einer Werkstatt zugeordnet. Ist dies geschehen, entsteht in der App eine Linie vom Standpunkt des kaputten Güterwagens zu einer der Werkstätten. Im linken Fenster wird nach der klassischen Werkstattzuordnung agiert, das heißt, der



2: Die unausgelastete Werkstatt (gelb) zieht durch den Algorithmus bedingt Güterwagen aus einem größeren Umfeld an. Im Gegenzug wird die überlastete Werkstatt (rot) vermieden: Kaputte Güterwagen aus deren Umfeld werden an die nächstgelegene Werkstatt mit freien Kapazitäten geleitet. Die ursprünglich München zugeordneten Güterwagen im linken Bild fahren nun stattdessen im rechten Bild nach Nürnberg oder Magdeburg

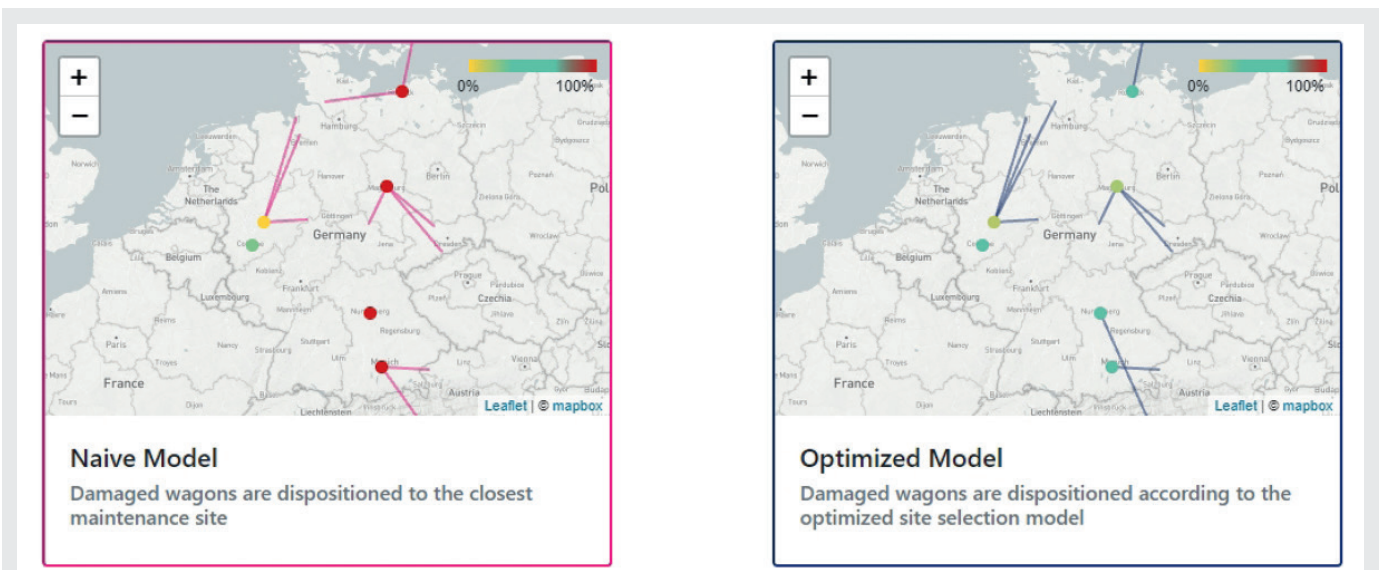
defekte Güterwagen wird zur nächsten Werkstatt überführt. Auf der rechten Seite übernimmt der mit der neuen Scorefunktion (inklusive Koeffizienten) versehene Algorithmus die Zuordnung. Beide Bilder zeigen dennoch dieselben (kaputten) Güterwagen als Linienanfänge und dieselben Werkstätten als potenzielle Linienenden an. Nur die tatsächlichen Verbindungslinien sind unterschiedlich.

Durch Betätigung des PLAY-Buttons oben links startet die Simulation: Im lin-

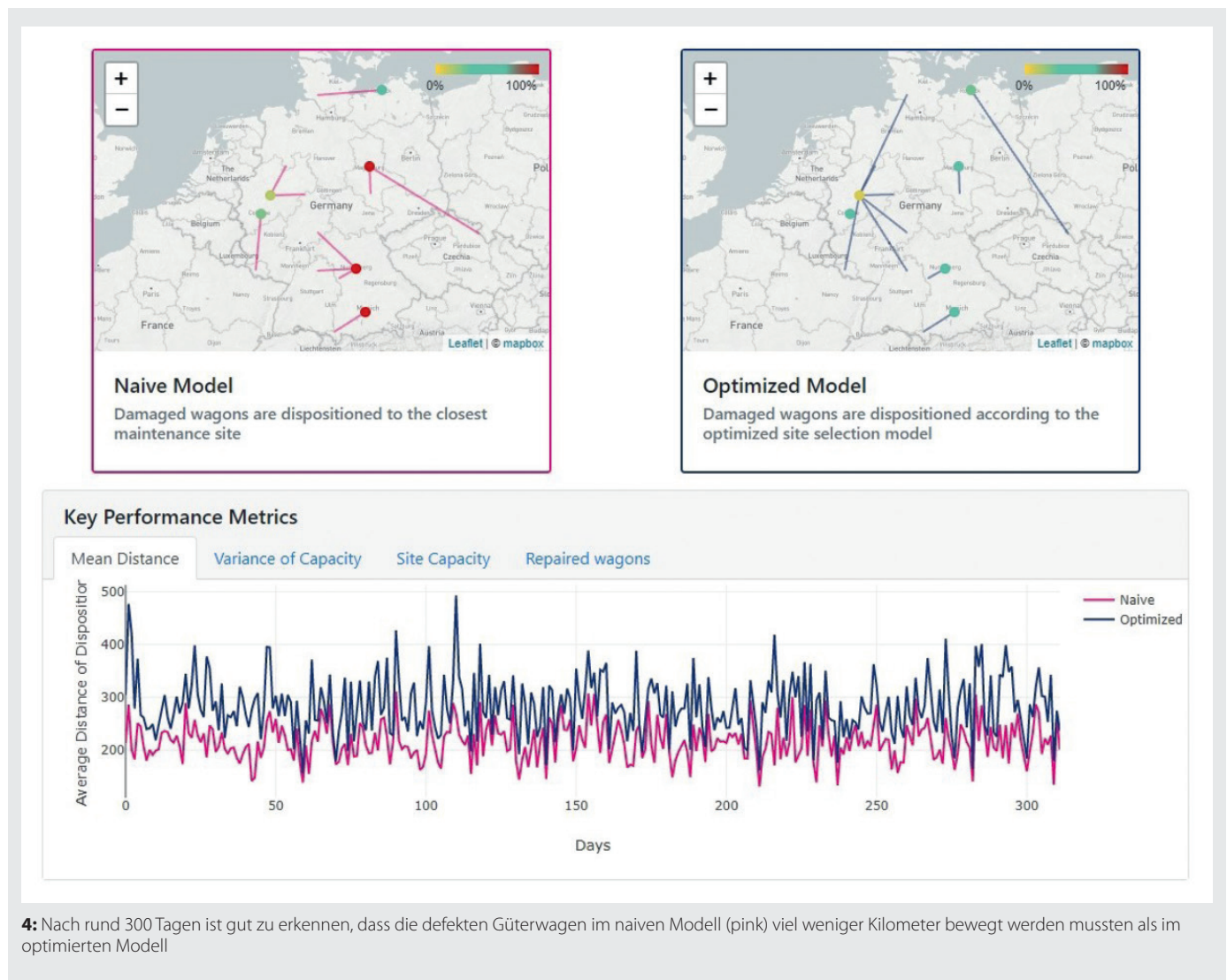
ken Teil wird die nach Schienenkilometern nächste Werkstatt zugeordnet - dieses Modell wird als „Naives Modell“ bezeichnet (roter Rahmen in Bild 2). Das „Optimierte Modell“ mit blauem Rahmen rechts hingegen berücksichtigt die Entfernung und die Auslastung der betreffenden Werkstatt entsprechend der Scorefunktion. Rechts in Bild 2 ist der magnetartig wirkende gelbe Punkt zu sehen, der Wagen „außerhalb seines eigentlichen Wirkradius“ anzieht. In Bild 2 ebenfalls gut zu sehen ist, wie die

vollausgelastete rote Werkstatt im Süden von der Aufnahme weiterer Güterwagen verschont bleibt (im linken Bild sieht man, dass ihr zwei weitere Güterwagen zugeordnet werden, während dieselben beiden Wagen im rechten Bild nach Norden disponiert werden – eine doppelte Linie ist schwach erkennbar).

Der volle Nutzen der entwickelten App zeigt sich dadurch, dass dieses Szenario über mehrere Tage fortgesetzt werden kann, wobei sowohl die Werkstattzuord-



3: Das optimierte Modell berücksichtigt die Auslastung der Werkstätten und sorgt dafür, dass Werkstätten weder völlig unausgelastet (gelb) noch hoffnungslos überfordert (rot) bleiben



nungen als auch die Kapazitäten (bzw. Auslastungen) der Werkstätten beobachtet werden können. In der visuellen Darstellung war wichtig, dass die Vergleichbarkeit zwischen dem naiven und dem optimierten Modell zu jedem Zeitpunkt gewährleistet ist. Man sieht daher bereits nach wenigen Tagen, dass die anfänglich zufällig gewählte Auslastung der Werkstätten viel gleichmäßiger geworden ist, was eine deutlich verbesserte Ressourcenplanbarkeit bedeutet. Bild 3 unterstreicht diesen Punkt: Während das linke Bild nach wie vor gelbe, grüne und rote Werkstätten zeigt, hat sich die Lage im rechten Bild nach 20 Tagen eingeegelt: Alle Werkstätten sind – wenngleich unterschiedlich – grün.

Es ist bekannt, dass das menschliche Auge ein sehr guter Statistiker ist und dass es bestehende Muster sehr schnell erkennen kann. Ebenso bekannt ist, dass dies

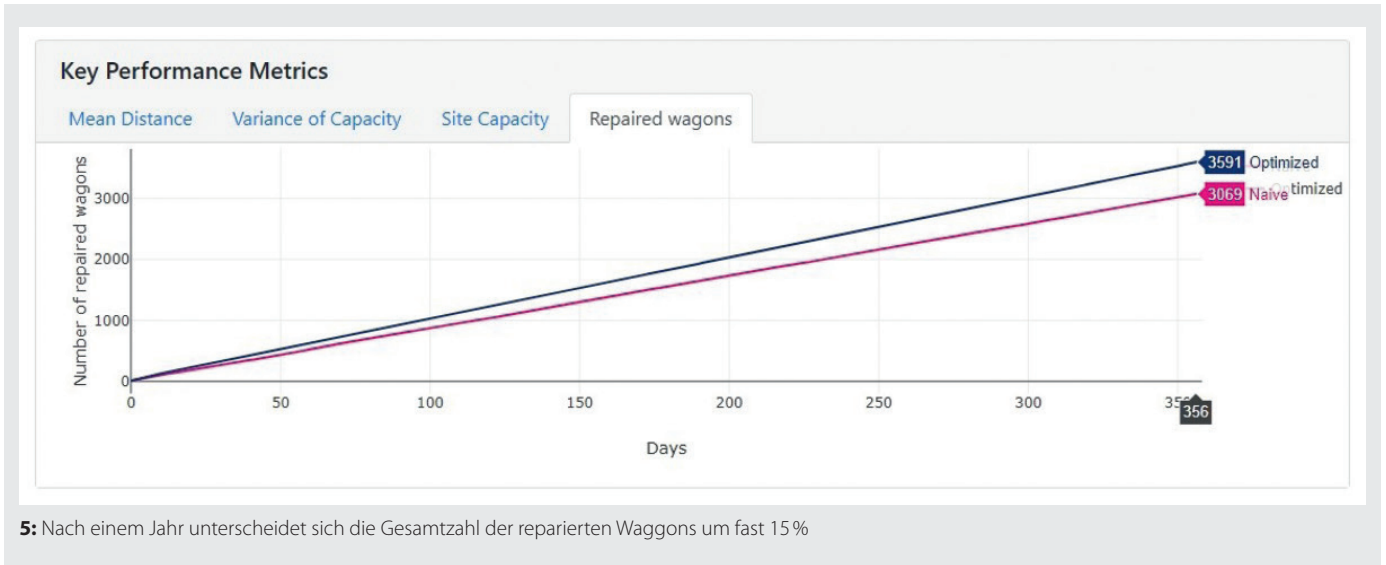
nicht heißt, dass entsprechende Muster auch gut beschrieben werden können. Es ist daher wichtig, die entsprechenden Indikatoren abzuleiten, zu messen und diese Größen wiederum zu visualisieren. Die Visualisierung der wesentlichen Parameter war wichtig, um die Sinnhaftigkeit des neuen Algorithmus in messbare und erwartbare Optimierung umzumünzen. Daher sind im unteren Teil der App die wesentlichen Messgrößen optisch dargestellt. Zum Beispiel die insgesamt gefahrenen Kilometer („Mean Distance“). Hier hat das naive Modell die Nase vorn (bzw. unten), weil es so eingestellt ist, dass jeder Güterwagen in die nächste Werkstatt überführt wird (Bild 4).

Durch die anderen Kenngrößen komplettiert sich dieses Bild aber um relevante Aspekte, nämlich um die Varianz der Auslastung (Reiter „Variance of Capacity“ in Bild 4), d.h. die Frage: „Sind an jedem

einzelnen Tag Werkstätten gleichermaßen völlig unausgelastet oder völlig überlastet (dann ist die Varianz hoch), oder sind die Werkstätten viel gleichmäßiger ausgelastet und damit im grünen Bereich (dann ist die Varianz gering)?“ Da Überlastungszustände für einzelne Werkstätten vermieden werden, steigt auch die freie Kapazität jeder einzelnen Werkstatt (Reiter „Site Capacity“ in Bild 4).

Im Sinne der Kunden der DB Cargo geht es schlussendlich um die Frage, wie viele Güterwagen schneller und daher, wie viel mehr Güterwagen repariert werden können, aufgrund dieser Optimierungsidee. Diese Frage beantwortet das Diagramm auf dem letzten Reiter „Repaired wagons“, und zwar nach Ablauf eines ganzen Jahres (Bild 5).

Bild 5 bestätigt, dass durch den Einsatz von moderner Algorithmik bestehen-



5: Nach einem Jahr unterscheidet sich die Gesamtzahl der reparierten Wagons um fast 15%

de Prozesse ohne allzu großen Aufwand optimiert werden können. Ein in der Anwendung integrierter, sogenannter „Fast Forward Button“ rechnet die zugrunde liegenden Verkehrsstromanalysen auf lange Zeiträume wie etwa ein Jahr hoch, so dass für Anwender der verbundene betriebswirtschaftliche Nutzen sofort ersichtlich wird. In der Simulation legen somit zehntausende Güterwagen innerhalb weniger Sekunden mehrere Millionen Kilometer zurück.

Die Ergebnisse der einfachen Scorefunktionen lassen sich leicht um andere Aspekte erweitern. Ein Detail wäre hier die Spezialisierung verschiedener Werkstätten auf bestimmte Reparaturen. Die Scorefunktion fügt dann werkstattspezi-

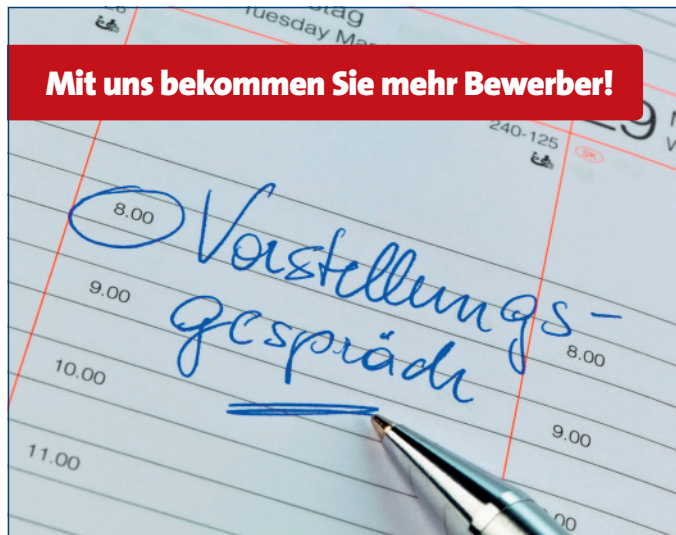
fische Aspekte hinzu und rechnet sie in Sekundenschnelle auf ein Jahr hoch. Die Auswirkungen auf die zurückgelegten Kilo-

meter, die Werkstattauslastungen oder die Gesamtzahl reparierter Güterwagen lassen sich dann sofort erkennen.

Summary

Damaged vehicle management: Control the best selection of garages via app

DB Cargo, together with management consultants from Detecon, has developed an app, which tested different repair scenarios for damaged freight vehicles and hence simplifies the choice for the optimized scenario. For this, different approaches are simulated (e.g. always allocating the nearest garage) and surprising results are derived and visualized. The following article describes both the basic challenges and the developed solution and provides insights into the development cooperation.



Ihr Fachmann für Stellenanzeigen:

Tim Feindt
 tim.feindt@dvvmedia.com
 +49 40 237 14 220

