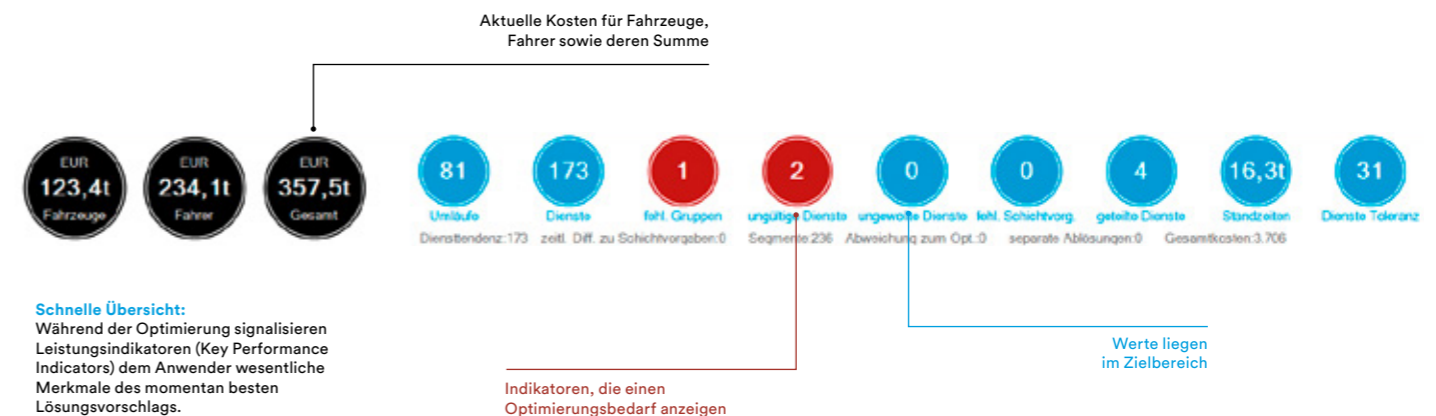


VOM PLANER ZUM DESIGNER

Der Dienst- und Umlaufplan eines Verkehrsunternehmens legt fest, wie die Fahrten eines Betriebstags auf das Fahrpersonal und die Fahrzeuge verteilt werden. Natürlich sind Verkehrsbetriebe daran interessiert, diese Pläne möglichst optimal zu gestalten. Denn schlechte Dienst- und Umlaufpläne können einerseits unnötige Kosten für Personal und Ressourcen verursachen, andererseits zur Unzufriedenheit bei der Belegschaft führen, zum Beispiel wegen geteilter Dienste, zu vieler Ablösungen oder langer Fußwege. Eine rein manuelle Optimierung ist zeitaufwendig, und es ist nicht garantiert, dass eine gute Lösung gefunden wird – in der Regel unterstützen daher Computerprogramme die Planer. MENTZ hat nun einen neuen, integrierten Dienst- und Umlaufplaner entwickelt, der sich deutlich von Produkten der Mitbewerber abhebt. Mit ihm wird der Planer zum Designer – die Arbeit erledigt die Software.



(R)evolution:

Auch Algorithmen und Rechenoperationen können sich an der Natur orientieren. MENTZ hat mit bionischer Mathematik nach dem Vorbild der Evolution und Zootaten ähnlich der Gentechnik eine Software geschaffen, die mit hoher Geschwindigkeit Dienst- und Umlaufpläne optimiert.

Entwicklungsprojekt

Produkt

Software für das Design von Dienst- und Umlaufplänen

Funktionen

Optimierung mit integriertem White-Box-Verfahren, Dashboard-Ansicht mit Schlüsselparametern u.a.

Ansprechpartner

info@mentz.net

Statt Black-Box eine White-Box mit immer aktuellen Kennzahlen

Viele andere Optimierer arbeiten nach dem Black-Box-Prinzip: Nachdem man sie mit Input-Daten und Parametern gefüttert hat, rechnen sie möglicherweise eine ziemlich lange Zeit vor sich hin und spucken dann – im besten Fall – einen Lösungsvorschlag aus. Was während der Optimierung passiert, bleibt dem Anwender verborgen. Der MENTZ Optimierer ist dagegen eine White-Box: Ab der ersten Sekunde erhält der Anwender die momentan besten Lösungsvorschläge grafisch präsentiert, inklusive eines Dashboards, das die wesentlichen Eigen-

schaften der Lösungen auf einige wichtige Leistungsindikatoren (Key Performance Indicators) reduziert.

Kontrolle mit der MENTZ Dienstanalyse

Der Ablauf der Optimierung ist jederzeit steuerbar, Optimierungsparameter können auch während des Laufs angepasst werden, und die Auswirkungen sind sofort sichtbar. Auch können jederzeit vorher abgespeicherte oder anderweitig generierte Vorschläge in das Verfahren eingebracht und verglichen werden. Ein Direktzugriff auf die MENTZ Dienstanalyse erlaubt es, einzelne Dienste in einem Vorschlag genauer unter die Lupe zu nehmen. Hier kann vom Anwender im Detail untersucht werden,

warum der Optimierer gewisse Dienste bildet, andere Dienste aber nicht.

Integrierte Optimierung führt zu zahlreichen Alternativvorschlägen

Viele herkömmliche Optimierer erarbeiten nur einen Lösungsvorschlag. Der MENTZ Optimierer erarbeitet dagegen eine Menge von Alternativvorschlägen und bietet dem Anwender auch die Möglichkeit, diese zu visualisieren und zu vergleichen. Nicht zuletzt plant der MENTZ Optimierer Dienste und Umläufe integriert – im Gegensatz zum zweistufigen Ansatz, den viele andere Optimierer verfolgen (s. Kasten nächste Seite).

Integrierte Optimierung: ein Ansatz für alle Szenarien

Die zahlreichen schnellen Alternativvorschläge des MENTZ Optimierers können deshalb erzeugt werden, weil eine zweistufige Rechenoperation zur sogenannten Integrierten Optimierung zusammengeführt wurde.

Alter Rechenweg

Der herkömmliche Ansatz bei der Dienst- und Umlaufplanung besteht darin, die Suche nach einem guten Dienst- und Umlaufplan in zwei Teilprobleme aufzuspalten, die dann sequenziell abgearbeitet werden:

1. Umlaufplanung: „Bilde aus den vorgegebenen Fahrten Umläufe“
2. Dienstplanung: „Schneide die Umläufe an möglichen Ablösepunkten und bilde aus den Umlaufstücken Dienste“

Dieser Ansatz hat einen entscheidenden Nachteil: Bei der Umlaufplanung können Parameter für die spätere Dienstbildung wie maximale Lenkzeit, Regelungen zu Pausenzeiten usw. nur schlecht berücksichtigt werden. Die Umläufe lassen sich daher selten so schneiden, dass optimale Dienste gebildet werden können.

Neu: Integrierte Optimierung

Beim integrierten Ansatz, den MENTZ verfolgt, werden Dienste und Umläufe nicht sequenziell, sondern gleichzeitig gebildet.

Dieser Rechenweg ist zwar sehr viel komplizierter, verspricht jedoch die besseren Ergebnisse, da alle Bedingungen und Parameter jederzeit einbezogen werden. Es entstehen bereits während der Berechnung zahlreiche Alternativvorschläge, die vom Planer bewertet werden können.

Der integrierte Ansatz lässt sich auf die Szenarien und Bedürfnisse aller Verkehrsunternehmen anwenden: Neben der integrierten Planung können zum Beispiel auch Szenarien wie „reine Dienstplanoptimierung auf bestehenden Umläufen“ und Vorgaben wie „Dienst = Umlauf“ sowie „möglichst geringe Änderungen von vorgegebener Startlösung“ behandelt werden.

Kombinatorisches Optimierungsproblem – ein Millennium-Problem der Mathematik
Die Dienst- und Umlaufoptimierung gehört zu den sogenannten schweren Kombinatorischen Optimierungsproblemen, und es gilt in der Mathematik als sicher, dass es für diese Problemklasse keinen allgemein anwendbaren effizienten Algorithmus gibt. Wenn man einen finden würde, wäre damit – gleichzeitig mit dem P-NP-Problem – eines der Millennium-Probleme der Mathematik gelöst.

Evolutionäre Algorithmen – die Natur als Vorbild

Das klingt erst einmal nicht so vielversprechend. Das Ziel ist ja ein effizienter Problemlöser, der zudem möglichst allgemein anwendbar ist. An dieser Stelle lohnt sich ein Blick auf die Prinzipien der Natur: Über Jahrmillionen hinweg ist es der Evolution offenbar gelungen, eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Arten hervorzubringen,

die an ihre jeweiligen Lebensbedingungen außerordentlich gut angepasst sind – und das ohne intelligente Steuerung. Die Evolution lässt sich also als zufallsbasiertes Verfahren zur „Optimierung von Arten“ ansehen und basiert im Wesentlichen auf zwei Prinzipien:

Mutation und Rekombination

Neue Individuen entstehen, indem das Genmaterial, und damit der Bauplan, bestehender Individuen zufällig vermischt und verändert wird.

Selektion

Je besser Lebewesen an ihre Umgebung angepasst sind, desto häufiger können sie sich reproduzieren. Auf lange Sicht setzt sich damit das „bessere“ Genmaterial durch.

Evolutionäre Algorithmen funktionieren ähnlich: Am Anfang stehen zufällig generierte Lösungsvorschläge („Ausgangspopulation“). Der Algorithmus bewertet diese Vorschläge mit einer Kostenfunktion (Selektionskriterium) und sortiert die schlechtesten Lösungen aus. Die besseren werden zufällig verändert und kombiniert („Mutation“ und „Rekombination“) und bilden so eine neue Generation von Vorschlägen. Diese werden erneut bewertet, verändert und kombiniert, sodass nach und nach immer bessere Lösungsvorschläge entstehen.

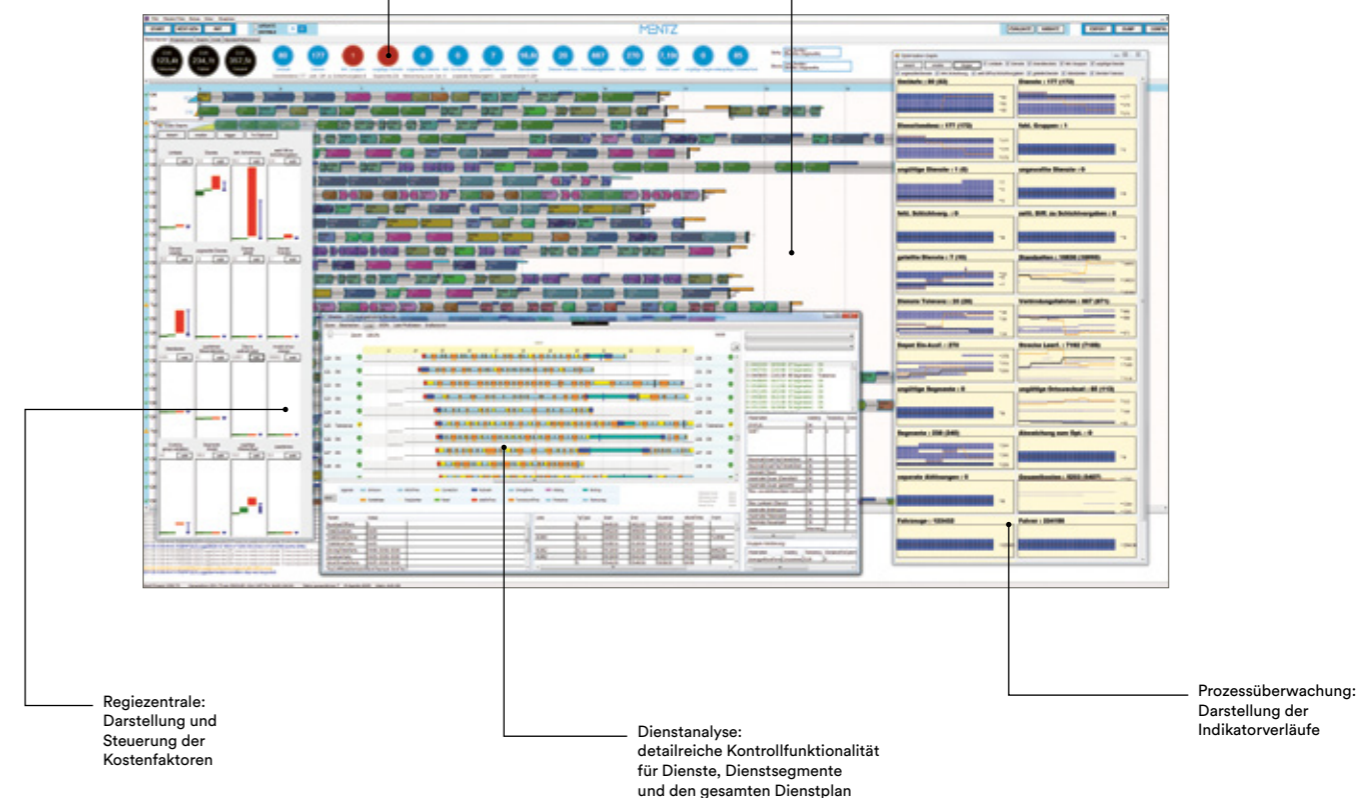
Das Framework „Genetic Conference“ – Intelligente Evolution

Einen Nachteil haben klassische evolutionäre Algorithmen: Sie sind langsam, da Veränderungen immer nur in zufällige Richtungen gehen. An dieser Stelle setzt MENTZ an: Unser Framework „Genetic Conference“ bringt der Evolution das Denken bei!

Im Cockpit des MENTZ Optimierers:
schneller Blick auf die Zielwerte,
Visualisierung der Dienste und aller
wichtigen Parameter

Dashboard:
die wichtigsten
Indikatoren
des Vorschlags

Hauptansicht:
Visualisierung eines
Vorschlags mit
Diensten und Umläufen



Regiezentrale:
Darstellung und
Steuerung der
Kostenfaktoren

Dienstanalyse:
detaillierte Kontrollfunktionalität
für Dienste, Dienstsegmente
und den gesamten Dienstplan

Prozessüberwachung:
Darstellung der
Indikatorverläufe

Es gibt mehr als „gut“ und „schlecht“
und die Genetische Konferenz versteht das.

Schneller zu guten Lösungsvorschlägen durch das Multi-Agenten-System

Um Tempo in die Dienst- und Umlaufplanung zu bringen, haben die Ingenieure von MENTZ den Evolutionären Algorithmus um ein Multi-Agenten-System erweitert. Statt die Vorschläge rein zufällig zu verändern, suchen die Agenten in einem Vorschlag aktiv nach Stellen mit Verbesserungspotenzial (z.B. einem Umlauf mit langer Standzeit) und setzen Modifikationen vorrangig an solchen Stellen an. Dabei versuchen die Agenten den Vorschlag so zu verändern, dass das Verbesserungspotenzial auch ausgeschöpft wird (z.B. Verkürzen der Standzeit durch Hinzunahme weiterer Fahrten zum Umlauf). Durch das gezielte Eingreifen der Agenten generiert der MENTZ Optimierer viel schneller gute Lösungsvorschläge.

Die Bedeutung für den Anwender

Kann sich die Arbeit von Dienst- und Umlaufplanern im Alltag verbessern? Auf jeden Fall! Neben Erleichterungen, etwa

der Berücksichtigung von Dienstbildungsparametern bei einer reinen Umlaufoptimierung, hat der Planer ganz neue Möglichkeiten, Pläne zu gestalten. Bisher ist es oft das Ziel, Kosten zu senken, Fahrzeuge optimal auszulasten und Fahrern „gute Dienste“ bieten zu können. MENTZ geht weiter: Sind einem die Gesamtkosten wichtiger als perfekte Umläufe? Möchte man nicht ganz so günstige Kombinationen von Linien im Umlauf vermeiden? Es gibt mehr als „gut“ und „schlecht“, und die Genetische Konferenz versteht das.

Der Planer wird zum Designer

MENTZ bietet dem Anwender die Möglichkeit, am Optimierungsprozess teilzuhaben und die Richtung jederzeit mitzubestimmen. Durch die hohe Performance können Alternativplanungen in einer praxistauglichen Zeitspanne von Minuten umgesetzt werden. Die Sichtweise auf die Arbeit wird sich drastisch ändern, und der Planer wird zum Designer.