

# MENTZ

# MAGAZIN

## 1/17

### **Mobil**

Zufriedene Kunden: das neue E-Ticketing von MENTZ

### **(R)evolutionär**

Effizienz: schneller zu perfekten Dienst- und Umlaufplänen

### **Gerecht**

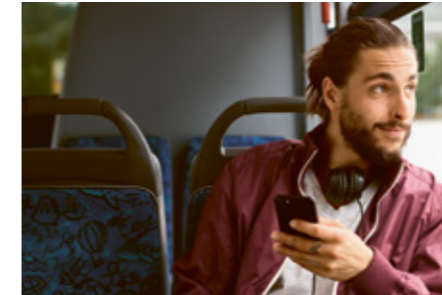
Fusion von Tarifregionen: leichter als gedacht



Kurznachrichten und  
Veranstaltungen Seite 9  
MENTZ Worldwide Seite 18



**Mobil**  
Zufriedene Kunden: das neue  
E-Ticketing von MENTZ



**(R)evolutionär**  
Effizienz: schneller zu perfekten  
Dienst- und Umlaufplänen



**Gerecht**  
Fusion von Tarifregionen:  
leichter als gedacht



## VON DARWIN ZUM DIENSTPLAN

Schon satt?

Ist der E-Ticket-Markt vor allem in Deutschland schon aufgeteilt? Oder ist noch Raum für Innovationen und damit neue Anbieter? Diese Fragen hatten wir uns vor etwas mehr als einem Jahr gestellt. Schnell haben wir gelernt: Tatsächlich ist der Hunger noch immer groß – sowohl auf Innovation als auch auf qualitativ bessere Lösungen. Denn aus Sicht der Anbieter und Endkunden schneiden viele E-Ticket-Systeme bei den entscheidenden Merkmalen Integration und Usability schlecht ab.

Was lag also näher, als die ausgeprägte Expertise von MENTZ in den Bereichen EFA, DIVA, Tarif, mobile Anwendungen usw. in die Waagschale zu werfen und die Expedition „E-Ticketing“ zu starten. Das Ergebnis dieser konsequenten Produkterweiterung nach lediglich neun Monaten ist zukunftsweisend: Seit dem Launch unseres ersten Projekts im Sommer 2017 steigen die wöchentlichen Verkaufszahlen im Schnitt um zehn Prozent. Wie das erreicht wurde, lesen Sie im Projektbericht ab Seite 4.

Als im 19. Jahrhundert Charles Darwin seine Ideen zur Evolution niederschrieb und Mendel in seinem Klostergarten die Grundlagen der Vererbungslehre entschlüsselte, konnten beide nicht ahnen, dass ihre Erkenntnisse sogar die Umlauf- und Dienstplanung im ÖPNV revolutionieren würden. Ein Team von Entwicklern bei MENTZ hat sich die Prinzipien der Evolution zunutze gemacht. Was dahintersteckt, lesen Sie ab Seite 10.

Dass Föderalismusreformen nicht zwangsläufig scheitern müssen, führt die Region Westfalen-Lippe vor. Dort haben sich fünf unabhängige Verkehrsverbände auf einen Tarif geeinigt und damit den zweitgrößten Tarifraum Deutschlands geschaffen. Und MENTZ sorgt mit seiner technischen Entwicklung für Tarifgerechtigkeit. Wie diese Herausforderungen gelöst wurden, beschreibt der dritte Beitrag „Verbindungen schaffen“ ab Seite 14.

Ihnen wird auffallen, dass sich das MENTZ Magazin verändert hat. Wir möchten Sie ab sofort noch übersichtlicher, attraktiver und – Zeit ist Luxus – schneller über die Welt des technischen Mobilitätsmanagements und die Innovationen von MENTZ informieren. Wenn Ihnen gefällt, was Sie in den Händen halten, empfehlen Sie uns weiter! Wenn es Ihnen nicht gefällt, sagen Sie es mir! Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen,

**Christoph Mentz**  
Geschäftsführer  
MENTZ GmbH



# DAS HANDY- TICKET VON MENTZ

## Kundenprojekt

Handy-Mobilität auch beim Ticketkauf: Kaum war die mobile Fahrplanauskunft eingeführt, wünschten sich die Kunden des Regensburger Verkehrsverbunds einen Shop für E-Tickets. MENTZ hat ihn verwirklicht.

## Deutschland, Regensburg

**Produkt** E-Ticketing-API in Kombination mit ÖPNV Companion von MENTZ

**Funktionen** Companion-App, Fahrplanauskunft, Ticketkauf und Bezahlsystem

**Ansprechpartner** schingnitz@mentz.net



Schnell. Unkompliziert. Aus einem Guss. In nur neun Monaten verwirklichte MENTZ das Handy-Ticket für den Regensburger Verkehrsverbund (RVV). Oft besteht mobiles Ticketing aus einer Kombination von Modulen verschiedener Anbieter – mit der Gefahr technischer Brüche. MENTZ aber schuf für die Region Regensburg eine harmonische One-Stop-Lösung. Von ihr können nun auch Fahrgäste in anderen Regionen weltweit profitieren.



Weltkulturerbe Regensburg an der Donau. Studierende, Touristen, Shopping-Begeisterte, Geschäftsreisende: Regensburg zieht viele verschiedene Typen von Fahrgästen an. Sie alle finden mit der neuen E-Ticketing-App von MENTZ schnell und unkompliziert den richtigen Tarif zum Wunschziel.

**RVV** Regensburger  
Verkehrsverbund

## Der Regensburger Verkehrsverbund (RVV)

Rund 37 Millionen Fahrgäste nutzen jährlich in Stadt und Landkreis Regensburg sowie in den angrenzenden Nachbarlandkreisen das Angebot des RVV. Neben den Regensburger Verkehrsbetrieben und der landkreiseigenen Nahverkehrsgesellschaft GFN erkennen über 30 weitere Verkehrsunternehmen den Verbundtarif an. Der RVV kümmert sich über die Tarifgestaltung hinaus auch um den gesamten Vertrieb des Verbundtarifes. Hierzu gehören Ticketautomaten im Stadtgebiet, zahlreiche Kooperationen mit Vorverkaufsstellen sowie der Betrieb eines eigenen Kundenzentrums am Hauptbahnhof Regensburg. Mit der App in Verbindung mit dem neuen Handy-Ticketing bietet der RVV seinen Kunden nun eine umfassende und leicht zugängliche Informationsplattform für den gesamten ÖPNV in der Region an. Zur Beauskunftung der Echtzeitdaten wurden durch Stadt und Landkreis Regensburg alle Busse im Verkehrsverbund mit neuen Bordrechnern ausgestattet.



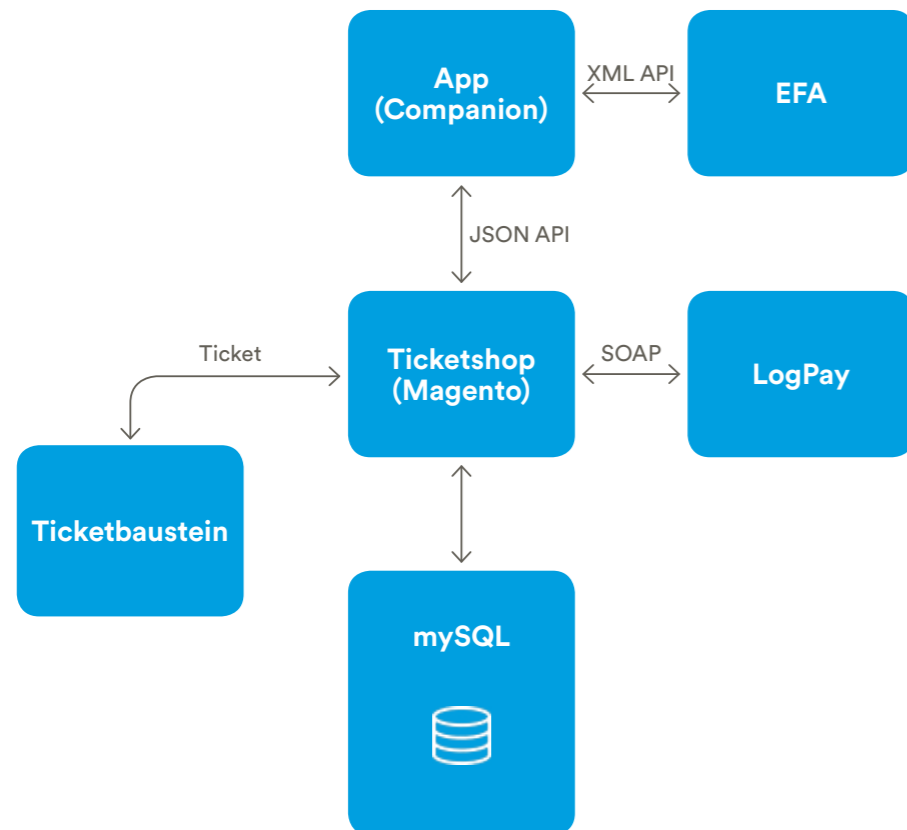
## DAS PROJEKT

# Das Ziel: ein reibungs- loses System

Im Juli 2016 gab RVV-Geschäftsführer Kai Müller-Eberstein den Startschuss für die RVV-App, mit der Kunden die Verkehrswegekunft im oberpfälzischen Regierungssitz, dem Landkreis und darüber hinaus nutzen können. Doch kaum gestartet, wünschten sich viele Fahrgäste auch das Handy-Ticket. Im Oktober wurde die MENTZ GmbH mit der Entwicklung des E-Ticketing-Systems beauftragt – nur neun Monate später, am 26. Juli 2017, ging das System online. Das Bezahlssystem wurde in den RVV-Companion integriert – seitdem arbeitet es sehr zuverlässig. „Die zeitlichen und technischen Vorgaben waren höchst anspruchsvoll“, erzählt Dr. Christoph Schingnitz, Projektleiter bei dem Münchner IT-Unternehmen, das seit den 70er-Jahren auf Softwareentwicklungen im Verkehrsmanagement spezialisiert ist. Er berichtet aus der Projektwerkstatt:

„Das E-Ticketing-System für den RVV bedeutete für uns: eine neue technische Produktentwicklung. MENTZ bietet schon seit einiger Zeit Apps mit Fahrplanauskunft an. Aber die Verwendung von fremden Ticketing-Systemen führte zu einem unvermeidlichen Bruch in der Benutzerführung beim Wechsel aus der App in den Ticketshop. Die Lösung bestand darin, ein eigenes System zu entwickeln, das sich nahtlos integriert. Die Anforderungen: Das System muss mindestens über die gleichen Funktionalitäten verfügen wie Systeme anderer Anbieter, sehr flexibel auf neue Anforderungen reagieren, eine einfache Benutzerführung besitzen und sich harmonisch in unseren Companion mit der Fahrplanauskunft einfügen. Der Kauf eines E-Tickets soll über die Fahrplanauskunft und über eine

Sortimentsliste möglich sein. Und natürlich muss das System über eine vollständige Kundenverwaltung mit Registrierungsmöglichkeit und Account-Verwaltung verfügen. Das Ticketsortiment, das den Kunden angeboten wird, reicht von Einzel-Tickets in unterschiedlichen Ausprägungen und Gültigkeiten über Tages-Tickets bis hin zum Kauf und zur Guthabenverwaltung von Streifen-Tickets. Als Bezahldienstleister entschied sich der RVV für LogPay, eine Tochter der DBV-Bank SE, ein sehr erfahrenes Unternehmen in diesem Markt, das jederzeit professionell mit MENTZ zusammenarbeitete. Bereits nach einem guten halben Jahr, im April 2017, begannen intensive Prüfungen einer Testversion, Mitte Juni 2017 starteten die Feldtests mit externen Benutzern im RVV. Ende Juli waren wir online.“



**Die technische Lösung**  
Die Einbindung des Ticketing erfolgt über eine dynamische API, die von unserem Hintergrundsystem zur Verfügung gestellt wird. Das entspricht dem aktuellen Stand der Technik und hat viele Vorteile.

Änderungen am Ticketsortiment oder an der Preisstruktur können nach Freigabe durch den Verbund oder Betrieb direkt in der App dargestellt werden.

Der Verbund kann eigenständig neue Tickets anlegen, in einer Testumgebung sorgfältig testen und nach der Freigabe auf das Live-System übertragen. Das alles ist ohne ein Update der App möglich.

Die Lösung über eine dynamische API erlaubt auch die Integration mehrerer Ticketing-Systeme innerhalb einer App, eine Anforderung, die gerade von großen Verbänden gestellt wird.



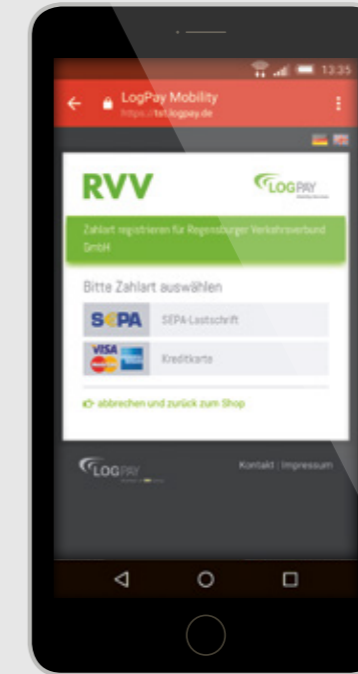
## DAS PRODUKT

# Einfacher geht es nicht: So bucht der Fahrgast das Handy-Ticket



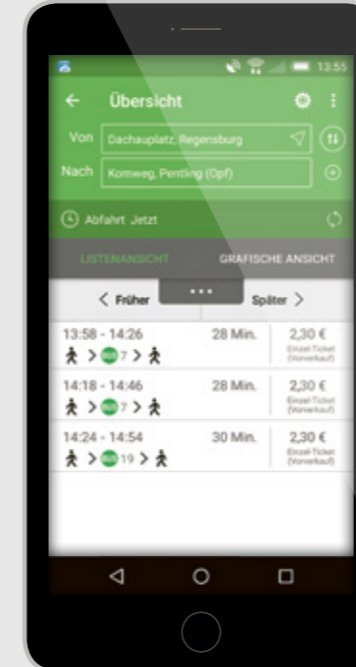
### 1 Registrierung als Neukunde in der App

Zunächst müssen sich die Kunden am Ticketshop registrieren. Dies geschieht in einem dreistufigen Verfahren, in dem Benutzerdaten, persönliche Daten und Adress-Informationen abgefragt werden.



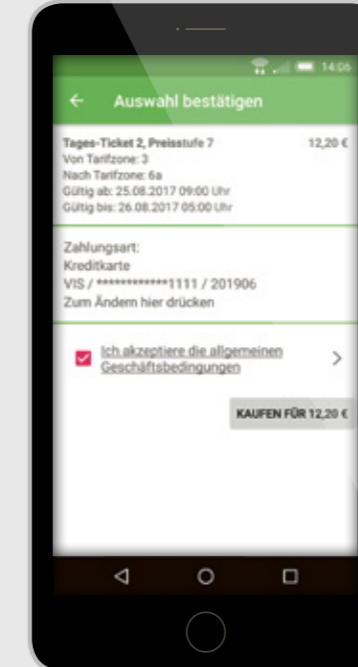
### 2 Kundenkonto und Registrierung bei LogPay

Nach Eingabe dieser Daten bekommt man eine Registrierungs-Mail mit einem Link zur LogPay-Registrierung, wo man das Bezahlverfahren wählen und seine Bankdaten eingeben kann. Damit ist die Registrierung abgeschlossen, und man wird zur App zurückgeleitet. Der Nutzer kann nun Tickets kaufen.



### 3 Auswahl des Tickets über Fahrplanauskunft oder Sortimentsliste

Der Ticketkauf erfolgt über die Fahrplanauskunft oder über die Sortimentsliste. Beim Kauf aus der Fahrplanauskunft heraus werden zu einer oder mehreren Fahrten die jeweils gültigen Tickets und Preisstufen ermittelt. Der Kunde kann dann das passende Ticket wählen.



### 4 Bonitätsprüfung bei LogPay und Auslieferung des E-Tickets

Kauft der Kunde das Ticket, erfolgt eine Bonitätsprüfung durch LogPay. Erst wenn die Bonität des Kunden bestätigt wurde, wird das Ticket ausgeliefert. Der Kunde erhält per E-Mail eine Bestellbestätigung und die Möglichkeit, direkt über einen Link die Rechnung herunterzuladen.



DER KUNDE

# Alles in einer Hand



## Der RVV hat im Juli 2016 seine App gestartet. Welchen Stellenwert hat sie?

Bei digitalen Informationsmedien war der RVV in den vergangenen Jahren eher zurückhaltend. Dafür hatten wir jetzt die Chance, bereits am Markt erhältliche Systeme zu vernünftigen Konditionen zu verwenden. Der überwältigende Zuspruch und die positiven Rückmeldungen auf unsere App zeigten sehr schnell, dass wir mit der Verknüpfung von Echtzeit-, Fahrt- und Tarifauskunft unsere Kunden erobern. Nun fehlte nur noch das Handy-Ticket.

## Was war ausschlaggebend für eine Zusammenarbeit mit der Firma MENTZ?

Sicherlich die bisherige Zusammenarbeit, aber auch, dass wir bereit waren, die Firma MENTZ bei der Entwicklung der neuen App fachlich zu unterstützen – und das daraus resultierende, finanziell interessante Angebot. Eine klassische Win-win-Situation.

## Der Zeitplan von neun Monaten war recht sportlich ...

Ja, tatsächlich kam etwas Skepsis auf, als wir in den ersten Wochen praktisch keinen Fortgang im Projekt wahrnehmen konnten. Nur zu gut erinnere ich mich noch an unseren Auftaktworkshop in München. Ein Mitarbeiter der Firma MENTZ hatte versucht, meinem Projektleiter und mir auf

abstrakter Ebene die Implementierung des geplanten Shopsystems näherzubringen. Zumindest für mich schien zu diesem Zeitpunkt die Fertigstellung des Handy-Tickets in weite Ferne gerückt zu sein. Als wir aber dann bereits nach wenigen Wochen eine erste Testversion erhielten, atmete nicht nur unser Projektleiter wieder auf. Wir waren nun zuversichtlich, dass der Plan eingehalten wird.

## Wie ist die Akzeptanz bei den Kunden?

Insbesondere für die gute Bedienbarkeit der App wurden wir von den Fahrgästen gelobt. Die Integration des Ticketkaufes ist sehr gut gelungen. 60.000 Downloads der App zeigen die Zustimmung. Die stetig wachsende Anzahl an Registrierungen für den Kauf von Handy-Tickets zeigt, dass der Bedarf für diesen bequemen Vertriebsweg gegeben ist. Wir gehen davon aus, dass die Anzahl der Ticketkäufe signifikant ansteigen wird.

## Denken Sie an Ihre Kollegen in anderen Regionen, die ein E-Ticketing einführen wollen: Was würden Sie ihnen raten?

Wenn die Investitionen überschaubar bleiben sollen, sollte man vorhandene externe Systeme für Beauskunftung und Ticketkauf nutzen. Wir haben praktisch auch bei null begonnen und konnten dank der DEFAS-Initiative des Freistaats Bayern auf

ein funktionierendes Hintergrundsystem zurückgreifen – ohne den Aufbau eines aufwendigen Auskunftss- und Tarifservers.

## Wie geht es jetzt beim RVV beim mobilen Ticketing weiter?

Die Regensburger lieben ihr Streifen-Ticket! Ohne ist eine RVV-App nur eine halbe App. Darum wollen wir es bald integrieren, eine Testversion liegt bereits vor. Die Weltkulturerbe-Stadt Regensburg ist bei Touristen sehr gefragt; für diese Klientel möchten wir gerne die Bezahlungsmöglichkeit über PayPal integrieren.

## Wo sehen Sie den RVV beim mobilen Kundenservice in fünf Jahren?

Der RVV entwickelt sich immer mehr zum Mobilitätsdienstleister für die Region. RVV ist sozusagen Mobilität. Die App wird hierbei die wesentliche Rolle spielen. Für die geplante Verkettung der Verkehrsmittel Bus, Schiene, Fahrrad und Car-Sharing soll der Kunde nur eine App benötigen – und keine konkurrierenden Systeme wie in anderen Ballungsräumen.

## KURZNACHRICHTEN

### Die DIVA aus München für METRA in Chicago

Nach der Verpflichtung von Bastian Schweinsteiger beim Fußballclub Chicago Fire kommt auch das MENTZ Produkt „DIVA Dienstplanung und Disposition“ in der Windy City im Norden der USA zum Einsatz. In der internationalen und hart umkämpften Ausschreibung entschied sich METRA, die Northeast Illinois Regional Commuter Railroad Corporation, erneut für Qualität aus München. Gepunktet hat das Dialoggesteuerte Verkehrsmanagement DIVA unter anderem mit den in den vergangenen Jahren neu entwickelten automatischen Dispositionshilfen und der Optimierung.

METRA ist mit mehr als 80 Millionen Fahrgästen und 800 Kilometer Strecke nach New York das zweitgrößte SPNV-Netz der USA. Mit zahlreichen Besonderheiten: Die METRA-Züge benötigen neben einem Fahrer einen Hilfsfahrer, den Assistant Conductor, und einen Techniker, um sich fortzubewegen. In Europa unbekannt sind die sogenannten Seniority Moves. Demnach kann ein Fahrer mit mehr Dienstjahren einen jüngeren Fahrer aus seinem Wunschdienst verdrängen. Kein Problem für die DIVA aus Bayern: Alle diese Spezialitäten können im Datenmodell und in der Optimierung abgebildet werden.

### Schutzengel des Nutzers – Indoor-Orientierungshilfe beim VRR

Barrierefreie Wege durch Gebäude für mobilitätseingeschränkte und sehbehinderte Kunden: MENTZ erweitert die App des Verkehrsverbunds Rhein-Ruhr (VRR) um eine Bluetooth-gestützte Indoor-Orientierungshilfe zur Fußgänger-navigations in den zahlreichen Bauwerken der großen Städte in der Rhein-Ruhr-Region.

Dazu werden in den Gebäuden Bluetooth-Beacons installiert, die Signale für die VRR-App aussenden. Diese errechnet daraus die Position des Nutzers und führt ihn. Im ersten Schritt wird die Ruhrbahn GmbH (Essen, Mülheim) die Gebäude der Stadtbahn ausrüsten, der VRR ist für die Bauwerke des Schienenpersonenverkehrs zuständig. Zusätzlich zu den Haltestellen wird die Ruhrbahn auch Beacon-Sender in den Fahrzeugen verbauen, die über Bluetooth zusätzlich Linie/Kurs und die nächsten Haltestellen mitteilen.

MENTZ ergänzt die VRR-App, sodass die Signale empfangen und in der neuen Reisebegleitungsfunktion dem Nutzer zur Verfügung gestellt werden können. Die Reisebegleitung wird sozusagen zum „Schutzengel des Nutzers“, der ihn sofort auf Störungen seiner Fahrt hinweist und Alternativen empfiehlt. Beim Umsteigen findet die App den für den Benutzer optimalen Weg durch die Bauwerke und begleitet ihn, indem sie die Wegabschnitte ansagt. Bei Bedarf zeigt sie die Wege für die einzelnen Stockwerksebenen auf Detailkarten.

### 61. User-Group in Paderborn

Vom 27. bis 29. September fand die 61. DIVA/EFA-User-Group in Paderborn statt. Die 60 aus ganz Deutschland und der Schweiz angereisten Gäste konnten diesmal gleich zwei Neuigkeiten bestaunen. Die integrierte Optimierung für Umlauf- und Dienstplanung (siehe auch Seite 10 in diesem Heft) wurde erstmals live vorgeführt. Am zweiten Tag wurde dann das neue Ticketing-System gezeigt, anhand des bereits seit acht Wochen im Betrieb befindlichen RVV-Systems und mit einem Ausblick auf dem bei VRR stattfindenden CiCo POC.

Am Abend gab es eine Reise in die Vergangenheit der Computer und damit auch in die Firmengeschichte von MENTZ. Im Nixdorf Museum entdeckten sowohl ältere Kunden als auch Kollegen das eine oder andere Gerät, mit dem sie vor Jahrzehnten die ersten Schritte in das digitale Zeitalter des ÖPNV unternommen hatten. Ja, so lange ist das schon her.

Gastgeber war dieses Jahr die PaderSprinter GmbH, die dafür sorgte, dass alle Gäste exzellent versorgt waren.

## VERANSTALTUNGEN

### AK EFA

17.–18. Oktober 2017, Tübingen  
Veranstalter: naldo

### 1. Mobile Day

07. November 2017, München  
Hotel Maritim

### IT TRANS 2018

06.–08. März, Karlsruhe

### AK Print

30.–31. Januar 2018, Karlsruhe  
Veranstalter: KVV

### AK GIS

02.–03. Mai 2018, Nürnberg  
Veranstalter: VGN

### 62. DIVA/EFA User Group

14.–15. Juni 2018, München  
Veranstalter: MENTZ

### InnoTrans 2018

18.–21. September 2018, Berlin

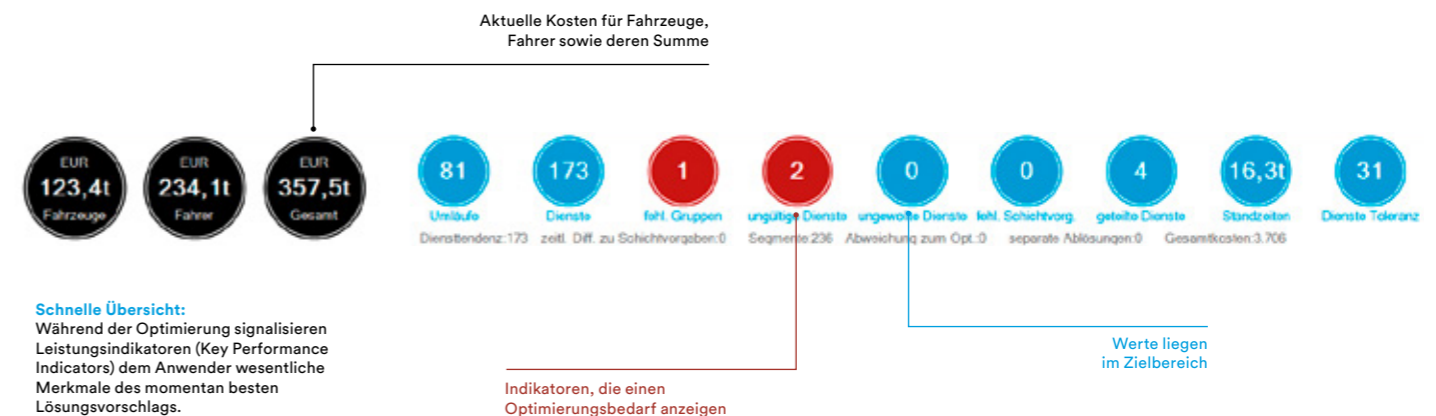


### Einladung zur IT TRANS 2018

MENTZ ist auch 2018 mit einem eigenen Stand auf der IT TRANS vom 6. bis 8. März in Karlsruhe vertreten. Die IT TRANS ist die zweitgrößte Messe der Transportindustrie in Deutschland und eines der wichtigsten Branchentreffen im süddeutschen Raum. MENTZ wird auch 2018 wieder viele spannende Innovationen präsentieren können. Das Team freut sich schon auf Ihr Kommen am Stand B5. Eintrittskarten können unter [info@mentz.net](mailto:info@mentz.net) vorbestellt werden.

# 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 Zutatens 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.

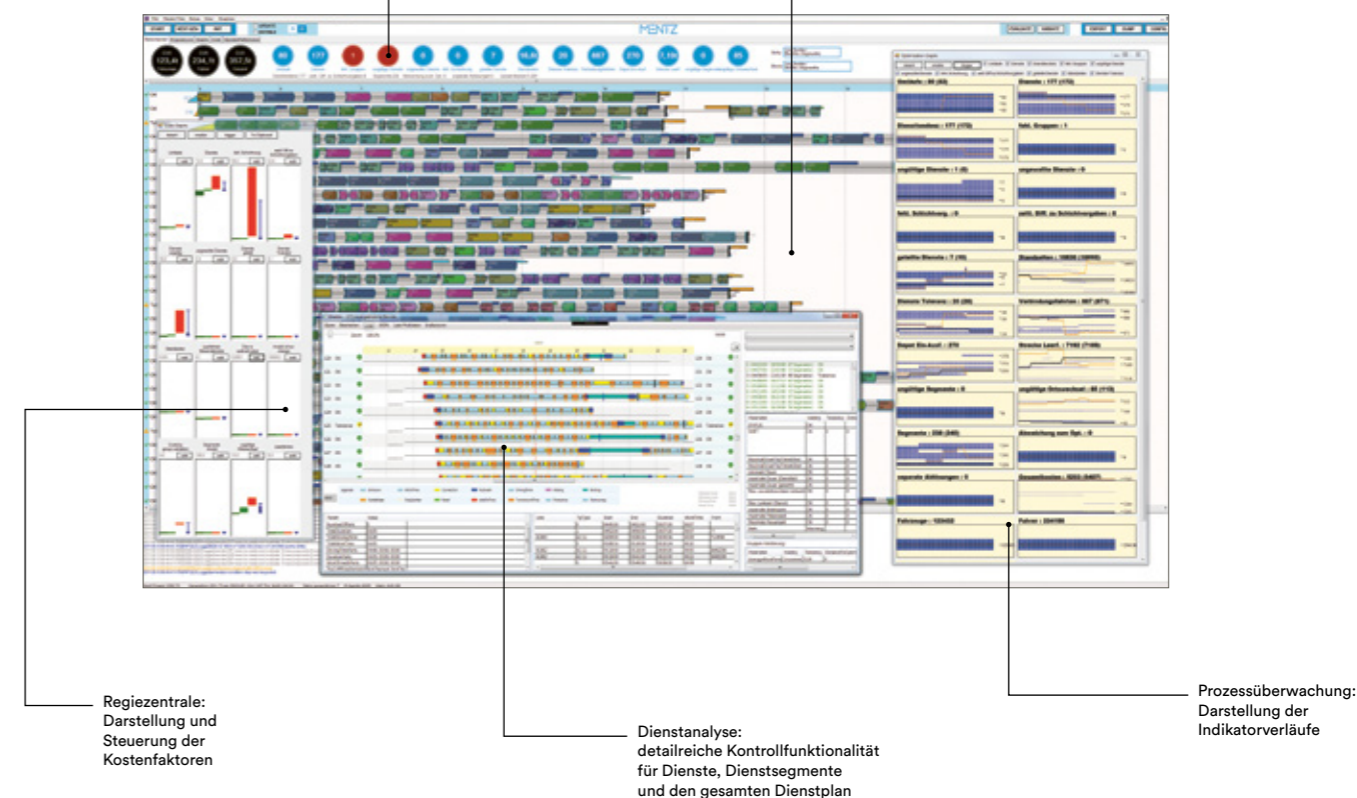
### Das Framework „Genetic Conference“ – Intelligente Evolution

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.

# VERBIN- DUNGEN SCHAFFEN



## Deutschland, Westfalen-Lippe

### Produkt

DIVA-Tarif: Integrierte Tarifberechnung bei Zusammenlegung von mehreren Tarifzonen in der Elektronischen Fahrplanauskunft EFA

### Funktionen

Berechnung der möglichen Fahrstrecken und gerechte Tarifiermittlung nach Streckenlänge bzw. Geltungsbereichen

Ansprechpartner mentzh@mentz.net

In Westfalen-Lippe können sich 7,2 Millionen Einwohner freuen. Die Region im Bundesland Nordrhein-Westfalen hat fünf Tarifräume zu einem einzigen zusammengelegt. Entstanden ist der zweitgrößte Gemeinschaftstarif in Deutschland. MENTZ sorgt mit DIVA-Tarif für Gerechtigkeit: Der Fahrgast zahlt den Ticketpreis nach Strecke, die beteiligten Verkehrsbetriebe erhalten den Umsatz genau nach Nutzung ihrer Tarifzone. Gerechtigkeit ist bekanntlich ein hohes Gut und hat ihren Preis: hier in Form einer riesigen Datenmenge und ihrer Darstellung als Flächen. Mit einigen mathematischen Kniffen ist eine einfache Lösung entstanden. Für alle Tarifregionen weltweit, die eine Verschmelzung mit ihren Nachbarn planen.

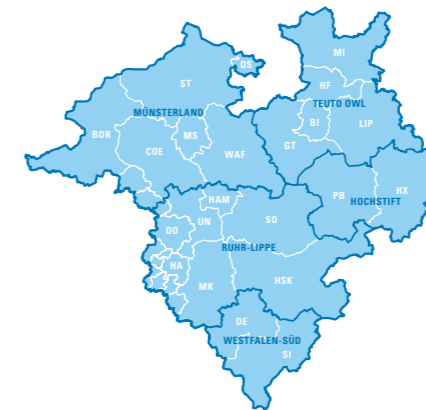
### Der zweitgrößte Tariframe in Deutschland

Der Westfalentarif fasst eine Fläche von mehr als 19.000 Quadratkilometern mit 7,2 Millionen Einwohnern zusammen und ist damit der zweitgrößte Tariframe in ganz Deutschland, in dem sich rund 28.600 Haltestellen befinden. Er gilt in 16 Kreisen und drei kreisfreien Städten in Westfalen-Lippe. Beteiligt sind mehr als 60 Verkehrsunternehmen, ein Aufgabenträger des Schienenpersonenverkehrs (SPNV) und 27 Aufgabenträger des Öffentlichen Straßenpersonenverkehrs (ÖSPV). Der neue Tariframe ersetzt den Münsterland-, Hochstift-, Ruhr-Lippe-, Westfalen-Süd- und Sechser-Tarif.



WESTFALENTARIF

### Aus fünf mach eins Tarifräume bis 31.7.2017



### Tarifräume seit 1.8.2017



„Der Eine für Bus und Bahn“, so lautet der Slogan des Westfalentarifs, der am 1. August 2017 die fünf bisherigen regionalen Tarifräume hat verschmelzen lassen. Für den Fahrgast gestaltet sich die Reiseplanung in Zukunft deutlich einfacher. Der Ticketpreis errechnet sich aus Start, Ziel und Fahrweg. Eine Kenntnis der Preisstufen ist beim Ticketkauf nicht notwendig. Nordrhein-Westfalen hat fast 18 Millionen Einwohner und ist damit das mit Abstand bevölkerungsreichste Land der Bundesrepublik Deutschland. Bis 2011 gab es in dem Bundesland noch neun Tarife, bis Juli 2017 noch acht, jetzt sind es nur noch vier – und in einigen Jahren vielleicht nur noch einer. Der Trend

zur Zusammenlegung von Tarifräumen geht weiter, befördert von EU-Vorgaben und ökonomischen Überlegungen. In den kommenden Jahren sollen auch große Flächenbundesländer einheitliche Tarife besitzen, so wie sie heute schon etwa im Raum Berlin-Brandenburg umgesetzt sind. Bei allen Fusionen ist ein Aspekt wichtig: Wie erreicht man Tarifgerechtigkeit, sowohl aus Sicht der Fahrgäste als auch aus Sicht der Verbundpartner, die ihre befahrene Strecke in Umsatz umrechnen wollen? Die Lösung ist eine entfernungsabhängige Preisgestaltung in Geltungsbereichen. Was so einfach klingt, erfordert aufwendige Rechenoperationen.





Die Tendenz geht stark zur Vereinheitlichung von Tarifräumen in den Bundesländern. Eine gerechte Tarifberechnung kann technisch gelöst und elegant visualisiert werden.«

Dr. Hans-Joachim Mentz

### Die Tarifauskunft aus Sicht des Kunden

Der Westfalentarif wurde in das Auskunftssystem EFA (Elektronische Fahrplanauskunft von MENTZ) integriert. Speziell der Tarifberater hilft dem Nutzer, das für ihn passende Angebot zu finden und zu kaufen. Der Fahrgast informiert sich inzwischen hauptsächlich über internetbasierte Medien. Für den Gelegenheitsnutzer ist es relativ einfach: Er rechnet eine Auskunft von A nach B, kauft ein Ticket und fährt.

Doch mehr als 80 Prozent aller Fahrten gehören zu Verkehren von der Wohnung zur Arbeit oder zur Schule und werden mit Zeitkartentariifen durchgeführt. Wer pendelt und dafür höhere Beträge ausgeben muss, kann mit der Tarifauskunft sehr genau hinschauen und abwägen, denn es gibt es oft mehrere Wege, das Ziel zu erreichen.

Die Tarifauskunft von MENTZ zeigt dafür auf einer übersichtlichen Karte die möglichen Wege an: Manche dieser Wege werden verschieden häufig angeboten, sind verschieden lang und können auch unterschiedlich viel kosten. Will etwa ein Pendler quer durch Westfalen, von Münster nach Bielefeld fahren, dann wird ihm angezeigt, welche sogenannten Geltungsbereiche er durchquert. Grün ist das Startgebiet, rot das Zielgebiet, und blau sind die Flächen, die zusätzlich genutzt werden können. In Westfalen wird der Tarif nach Geltungsbereichen verkauft. Das Beispiel illustriert, welche Entscheidungen der Fahrgast nun treffen kann (s. Abb.).

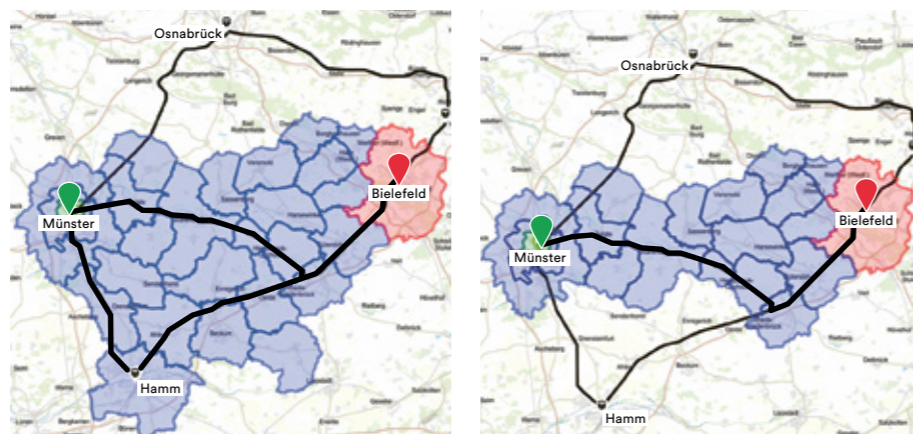
Mit dieser Technik kann man dem Nutzer zeigen, was er für sein Geld bekommt. Das Verfahren funktioniert auch im Nahbereich. Dort gibt es kleinere Tarifflächen, sogenannte Tarifzonen, während man bei regionalen Verbindungen die größeren Flächen, die Tarifgebiete, zeigt. Für jeden Geltungsbereich gibt es ein Ticketsorti-

### Was bekomme ich für mein Geld?

Mehr Optionen, höherer Preis – und vice versa: So funktioniert die entfernungsabhängige Tarifauskunft des Westfalentarifs.

**Das volle Programm** (Karte links): Wer von Münster (grün) im Westen nach Bielefeld im Osten (rot) pendeln will, dem werden bei der Ticketauswahl zwei Wege angezeigt: Einer davon führt über Hamm, einer nicht. Über Osnabrück zu fahren ist mit dem Ticket nicht möglich, weil es außerhalb des Geltungsbereichs (blau) liegt. Zum Beispiel ein „Abo übertragbar“ kostet im umfassenden Geltungsbereich 239,10 Euro pro Monat mit insgesamt 49 Fahrmöglichkeiten an einem Tag.

**Das reduzierte Programm** (Karte rechts): Neben der Karte erhält der Fahrgast für die Wahl des richtigen Tickets die verschiedenen Produktoptionen angezeigt. Der Fahrgast hat sich in unserem Beispiel für die kürzeste Strecke entschieden. Jetzt ist es in Zukunft für ihn zwar ausgeschlossen, über Hamm zu pendeln, und er hat mit 14 Fahrten am Tag weniger Verbindungen zur Verfügung – dafür erhält er sein Abo aber zu einem günstigeren Preis von 230 Euro.



### DAS KONZEPT

**Letztendlich verkauft der Tarifraum Flächen in Form von Geltungsbereichen. Diese Geltungsbereiche braucht man auch, um die Einnahmen auf die Verbünde und Dienstleister gerecht aufzuteilen.**

ment, das angeboten wird. Dieses Sortiment unterscheidet nach Ticketart und Preisstufe. Zusammen mit dem Geltungsbereich hat man alle Elemente für den Ticketkauf.

Zwar läuft das System auch auf mobilen Endgeräten, doch das E-Ticketing wird erst in einem nächsten Schritt eingeführt. MENTZ bietet auch Ticketshops an. In Zukunft soll der Nutzer, der sich bei einem Verkäufer hat registrieren lassen, auf mobilen Endgeräten mit seiner Registrierung beliebige Tickets einkaufen können. Dazu soll ein Ticket-Broker eingesetzt werden.

**Herausforderungen für die Entwickler**  
Jeder Tarif hat eine räumliche und zeitliche Ausprägung, er hat Tarifprodukte und ein Regelwerk, das die zeitliche Nutzung beschreibt, in dem die Personengruppen für die Tarifprodukte bestimmt sind sowie Mitnahmeregeln. Die Tarifdaten werden in verschiedenen Anwendungen genutzt: in der Tarifauskunft – hier in der EFA –, in den Verkaufsgeschäften der Betriebe und sonstiger Kundenvertragspartner sowie in den Kontrollgeräten der entsprechenden Dienstleister. Dafür werden in Westfalen die Daten in sogenannte Produkt- und Kontrollmodule (PKMs) eingespielt, für die es inzwischen auch vom Verband Deutscher Verkehrsunternehmen Spezifikationen gibt. Diese Module werden in Verkaufsgeschäften und Kontrollgeräten genutzt.

### Tariffächen mit exakter räumlicher Auflösung

Letztendlich verkauft der Tarifraum Flächen in Form von Geltungsbereichen. Diese Geltungsbereiche braucht man auch, um die Einnahmen auf die Verbünde und Dienstleister gerecht aufzuteilen. Um diese Flächen zu erfassen und zu visualisieren, musste das DIVA-System um das Modul DIVA-Tarif von MENTZ erweitert werden. Bei der Visualisierung fallen die

größten Datenvolumen an. Dazu kommt noch die Einteilung in Tarifgebiete, die wiederum in kleinere Tarifzonen untergliedert sind. Dazu müssen im Westfalentarif auch rund 28.600 Haltestellen berücksichtigt werden. Um die Tarifprodukte nach Flächen verkaufen zu können, mussten alle Haltestellen korrekt erfasst werden. Manche Haltestellen liegen auf Zonengrenzen und können zu mehreren Tarifzonen gehören.

Dieses komplexe System muss nun visualisiert werden. Dies geschieht mit Voronoi-Diagrammen. Damit man sie betrachten kann, mussten Tarifzonen und Tarifgebiete noch eingefärbt werden. Auch hier hilft die Mathematik: Der 4-Farben-Satz besagt, dass man eine beliebige Landkarte, die in Flächen zerteilt ist, mit vier Farben so einfärben kann, dass sich nie Flächen mit derselben Farbe berühren (siehe Abbildung). Mit dieser mathematischen Methode für DIVA-Tarif ist nun eine äußerst hohe Auflösung gegeben: Derzeit gibt es im Westfalentarif rund 54.000 Relationen, und die stellen nur die Halbmatrix dar. Insgesamt können also rund 108.000 verschiedene Geltungsbereiche verkauft werden.

### Der letzte Schritt – angrenzende Tarifzonen einbinden

Auch wenn in Westfalen die fünf Tarifgebiete zusammengefasst wurden, gibt es zahlreiche Nachbarn. Westfalen grenzt an den Verkehrsverbund Rhein-Ruhr (VRR), an den Verkehrsverbund Rhein-Sieg (VRS), an den Verkehrsverbund Rhein-Mosel (VRM), die Verkehrsgemeinschaft Osnabrück (VOS), den Nordhessischen Verkehrsverbund (NVV), den Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV) sowie weitere Gebiete in Niedersachsen und Holland. Vom Fahrgast kann man nicht verlangen, dass er die Grenzen genau kennt. Das Auskunftssystem, das die Fahrt berechnet,



Westfalen-Lippe, das sind mittelalterliche Städte und alte Kulturlandschaften. Zwischen Stadt und Land pendeln täglich Millionen von Einwohnern. Ihre Wege führen durch fünf ehemalige Tarifgebiete, die jetzt im Westfalentarif vereint sind.

muss herausfinden, welcher Tarif gerade gilt. Dazu kommt, dass sich die Tarife oft überlappen. So hat der Verkehrsverbund Rhein-Ruhr Kragenbereiche zu den Nachbarn und der Westfalentarif Kragenbereiche in den VRR. Das führt dazu, dass es Reisen gibt, bei denen sich der Fahrgast zwischen zwei Tarifen entscheiden kann. Mit dem Westfalentarif kann man in die östlichen Tarifgebiete des VRR fahren. Datentechnisch ist das eine Herausforderung, denn die Bearbeiter des Westfalentarifs wollen nicht alle Haltestellen der zugelassenen VRR-Gebiete erfassen. Das Problem lässt sich nur lösen, wenn es eine Zuordnung der Tarifzonen und Gebiete des VRR zu denen von Westfalen gibt. DIVA-Tarif erlaubt es, solche Zuordnungen zu verwalten und darzustellen. Zusammen mit der EFA kann dann auch ein grenzüberschreitender Tarif errechnet werden. Für eine landesweite Tarifauskunft müssen alle Tarife des Auskunftsbereichs in dieser Technik erfasst werden. Teilweise ist das schon geschehen, teilweise steht das noch an.

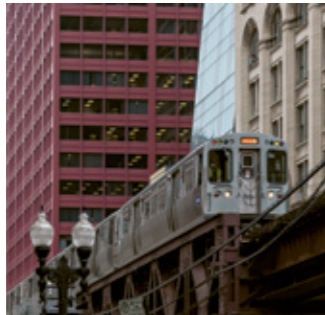
**DUBAI**  
L:55.2707828  
B:25.2048493



**Dubai:** 75 Kilometer ohne Fahrer. Das macht die Dubai METRO zum längsten führerlosen Transportsystem der Welt. Nur eine von mehr als 100 Eintragungen dieser Stadt im „Guinness-Buch der Rekorde“.

**Chicago:** Die Stadt im Herzen des Rust Belt ist heute Vordenker in Sachen Multimodalität. Wenn Sie mal nach Chicago kommen, erkunden Sie unbedingt die grün gestrichenen Fahrrad-Highways auf einem Divy Bike. Die EFA-App sagt Ihnen, wo Sie eines finden – in Echtzeit.

**CHICAGO**  
L:-87.6297982  
B:41.8781136



**Sydney:** Wer hier das ÖV-Netz von Ost nach West erkunden will, braucht viel Sitzfleisch und darf nicht vergessen, seine Uhr umzustellen, schließlich geht es durch drei Zeitzonen.

**SYDNEY**

**London:** Von allen Stars wird in der Stadt ein Wachsausschnitt gegossen und ins Museum gestellt. Wir sind der Meinung, mit über 3 Millionen berechneten Fahrten pro Tag wäre es auch für die Damen EFA und DIVA langsam mal an der Zeit.



L:151.206990  
B:-33.867487

**LONDON**  
L:-0.1277583  
B:51.5073509

**MENTZ**

**Capetown:** Ob man die Grenze zwischen Atlantik und Indischem Ozean wirklich sieht? Schauen Sie nach. Die Busse von DIVA-Anwender MyCITI bringen sie pünktlich zum südlichsten Punkt Afrikas.



L:18.424055  
B:-33.924869

**CAPETOWN**



**MENTZ  
WORLD  
WIDE**

#### Sie erhalten noch kein MENTZ Magazin?

Schreiben Sie uns einfach eine E-Mail an [info@mentz.net](mailto:info@mentz.net) mit dem Hinweis, dass Sie das MENTZ Magazin in Zukunft erhalten möchten. Vergessen Sie nicht Ihre Postadresse.

#### Impressum

##### Herausgeber

MENTZ GmbH  
Grillparzerstraße 18  
D-81675 München  
Tel.: +49 (0) 89 41 868-0  
Fax: +49 (0) 89 41 868-160  
E-Mail: [info@mentz.net](mailto:info@mentz.net)  
Internet: [www.mentz.net](http://www.mentz.net)

##### Redaktion

albertZWEI Media GmbH  
Rosemarie Mentz

##### Design

mattweis GmbH

##### Bildnachweis

iStock S. 2, 3, 10, 12, 17  
RVV S. 3-8  
Westfalenarif S. 3, 14-17  
MENTZ GmbH S. 3, 9, 18

##### Unsere Niederlassungen

MENTZ GmbH  
Am Mittelhafen 10  
D-48155 Münster  
Tel.: +49 (0) 2501 70330-0  
Fax: +49 (0) 2501 70330-300

MENTZ GmbH  
Rotebühlstraße 121  
D-70178 Stuttgart  
Tel.: +49 (0) 711 61 55 43-0  
Fax: +49 (0) 711 61 55 43-30

MENTZ GmbH  
Georgenstraße 22  
D-10117 Berlin  
Tel.: +49 (0) 30 206 73 56-606  
Fax: +49 (0) 30 206 73 56-70

##### Unsere Tochterfirmen

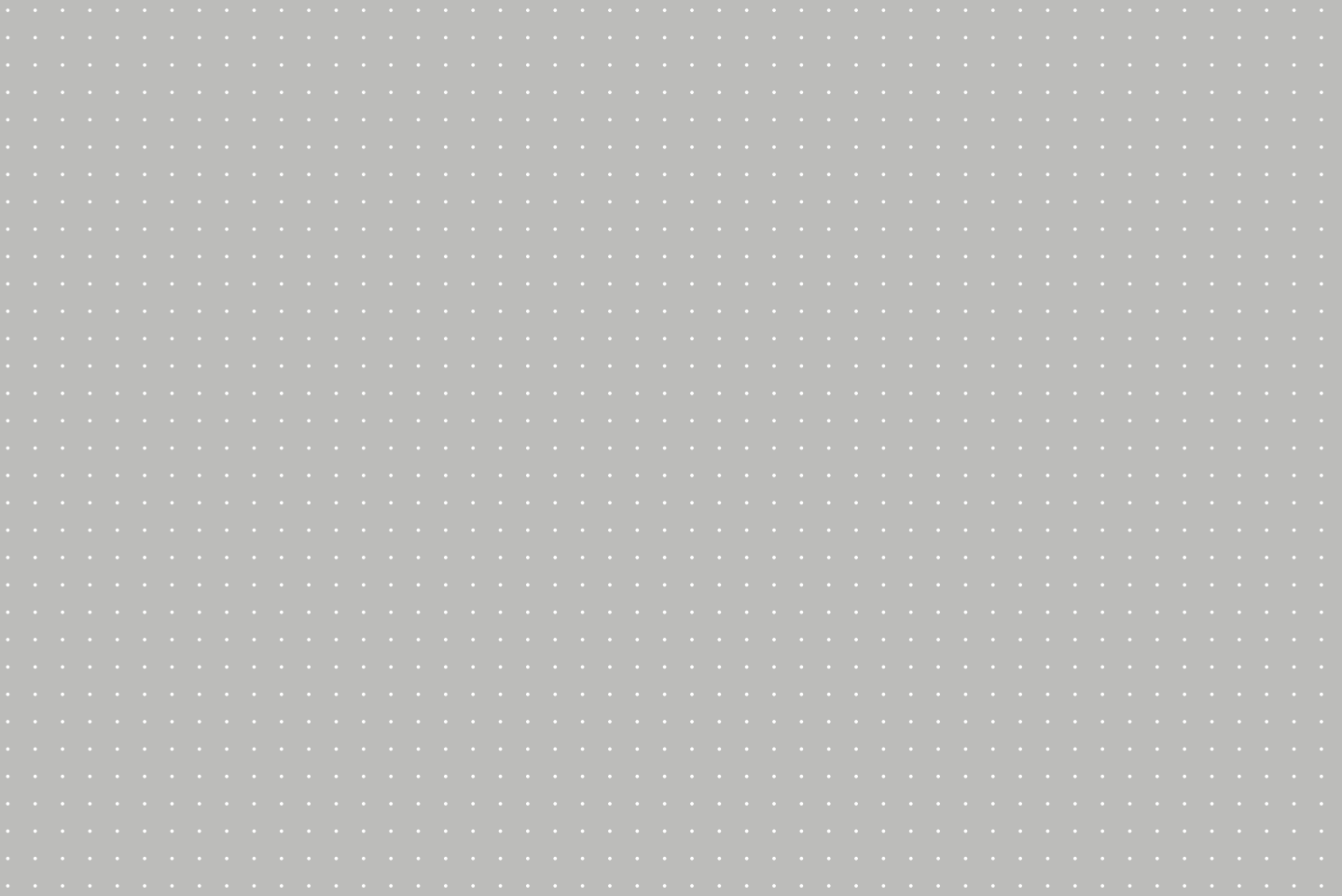
MENTZ Datenverarbeitung  
Austria GmbH  
Mariahilfer Straße 77-79  
1060 Wien, Österreich  
Tel.: +43 (0) 1 5 81 30 42-10  
Fax: +43 (0) 1 5 81 30 42-20  
E-Mail: [mdv@mentz.net](mailto:mdv@mentz.net)

MENTZ Datenverarbeitung  
Schweiz GmbH  
Badenerstrasse 530  
8048 Zürich, Schweiz  
Tel.: +41 (0) 43 81863-11  
E-Mail: [mdv@mentz.ch](mailto:mdv@mentz.ch)

mdv Australia Pty. Ltd.  
ABN 22134144326  
PO Box 682,  
Templestowe, 3106  
Australia  
Tel.: +61 (0) 437 241 927  
E-Mail: [rowlands@mentz.net](mailto:rowlands@mentz.net)

mdv software for public  
transport Ltd.  
PO Box 192  
Felixstowe  
IP11 1 BF  
United Kingdom  
Tel.: +44 (0) 1223 91 1031  
E-Mail: [gray@mentz.net](mailto:gray@mentz.net)

MENTZ Middle East FZE  
PO Box 371123  
E1-411 (DAFZA), Al Tawar 1  
Deira, Qusais,  
Dubai, UAE  
Tel.: +971 52 835 1926  
E-Mail: [baigh@mentz.net](mailto:baigh@mentz.net)



[mentz.net](https://www.mentz.net)