



Foto: Volker Emersleben

Стратегия концерна DB AG по цифровизации. График движения, техническое обслуживание, эксплуатация «Умная» железная дорога Коллоквиум

DB Netz AG | Себастиан Наундорф | руководитель программы «Будущее ж.д. сети (I.NVE 2) | Москва | 25.04.2017

Общая информация о DB AG

Основные сферы цифровизации в DB Netz AG

Благодаря своим восьми направлениям деятельности

DB присутствует во всех сегментах транспортного



Пассажирские перевозки:

Мобильность для людей – в Германии и по всей Европе

■ DB Fernverkehr

Перевозка пассажиров в поездах дальнего следования

■ DB Regio

Перевозка пассажиров пригородным ж.д. транспортом в Германии

■ DB Arriva

Перевозка пассажиров приг. ж.д. транспортом в Европе¹

Грузовые перевозки и логистика:

Интеллектуальное логистическое обслуживание с использованием наземного, водного и воздушного транспорта

■ DB Cargo

Грузовые перевозки ж.д. транспортом в Европе

■ DB Schenker

Логистические услуги по всему миру

Инфраструктура:

Эффективная и перспективная ж.д. инфраструктура в Германии

■ DB Netze Fahrweg

Железнодорожная сеть

■ DB Netze Personenbahnhöfe

Вокзалы и станции

■ DB Netze Energie

Тяговое электроснабжение

1 В Великобритании перевозка пассажиров пригородным ж.д. транспортом осуществляет компания CrossCountry, дочернее предприятие подразделения DB Arriva;

DB Netze Fahrweg – самое крупное предприятие железнодорожной инфраструктуры в Европейском Союзе



DB Netze Fahrweg в 2016 году

Оборот ПДПН	5,228 млрд евро
	561 млн евро
Кол-во сотрудников (в т.ч. временных)	43 974
Эксплуатационная работа	1,068 млрд составо-км
Протяженность сети ¹	33 380 км ²
Кол-во стрелочных переводов ¹	66 935
Кол-во мостов ¹	25 139

DB Netze Fahrweg

- отвечает за сеть железных дорог и все необходимое для ее эксплуатации оборудование.
- обеспечивает свободный от дискриминации доступ к сети для примерно 400 официально допущенных транспортных железнодорожных компаний, субъектов пригородного сообщения, а также экспедиторов и грузоперевозчиков.
- обеспечивает бесперебойное движение по ж.д. сети в Германии посредством семи региональных диспетчерских центров и главного центра управления перевозками.
- составляет графики движения в тесном сотрудничестве с клиентами, занимается эксплуатацией, управлением строительными работами и техническим обслуживанием.
- финансирует собственную деятельность за счет поступлений от уплаты маршрутного сбора, установленного Федеральным сетевым агентством Германии в рамках регулируемой им полностью прозрачной системы маршрутных тарифов.
- координирует свыше 65 000 заявленных маршрутов в сетевом графике движения, а наряду с этим примерно 950 000 ежедневных микромаршрутов (так называемые нерегулярные перевозки), в первую очередь, в грузовом движении.

1 С учетом Infra Silesia S.A. и UBB Usedomer Bäderbahn GmbH; 2 Из них электрифицированных: 20 095 км

Цифровизация помогает DB Netz и ее клиентам при планировании и осуществлении ж.д. перевозок

Влияние проектов цифровизации



Общая информация о DB AG

Основные сферы цифровизации в DB Netz AG

График движения

Эксплуатация

Техническое обслуживание

Общая информация о DB AG

Основные сферы цифровизации в DB Netz AG

График движения

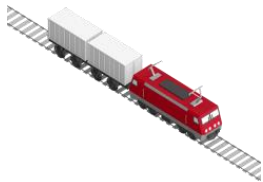
Эксплуатация

Техническое обслуживание

Цифровизация графика движения позволяет бронировать маршруты в режиме онлайн

Цифровизация графика движения (neXt)

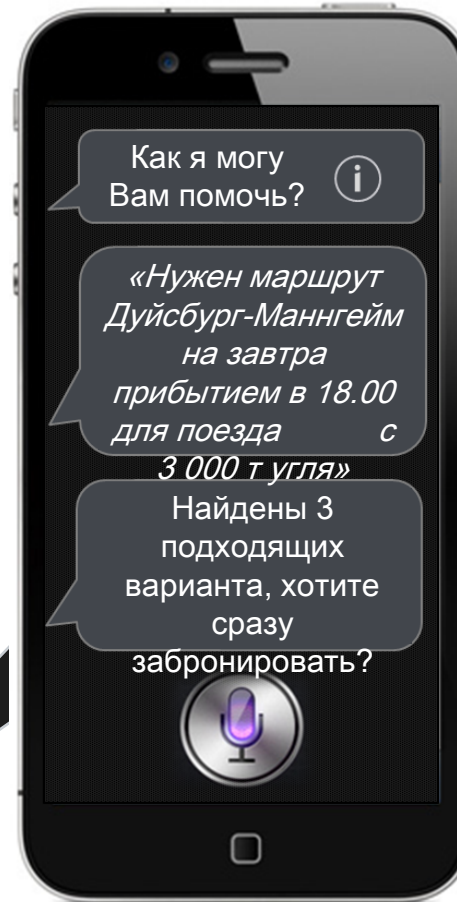
«Цифровизация» системы железных дорог



Преимущества:

- Отличная возможность для планирования (каждый состав получают свой график)
- Одно из самых надежных средств транспорта
- Положительный экологический баланс по сравнению с легковым и грузовым автотранспортом

- Быстрый и простой доступ и высокая прозрачность информации



- Прямой онлайн доступ клиентов к свободным маршрутам
- Высокий уровень актуальности информации («в режиме реального времени») и скорости обработки данных
- Практически мгновенный выбор маршрута и дополнительного рейса





Цифровой график движения основывается на предварительном планировании и оптимальной межрегиональной загрузке

Двухступенчатая основная идея

Внесение в график движения предварительного плана оптимизированных «системных маршрутов» для грузовых перевозок

«Умный» выбор оптимальных «системных маршрутов» по всей сети для отправления конкретного состава (вместо сегодняшнего ручного и только местами оптимизированного планирования)

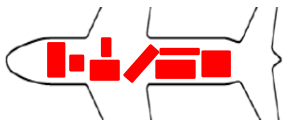
Результаты

-  Более высокая провозная способность за счет более полной и прозрачной информации о неиспользуемых на сети участках, особенно при частых изменениях по причине строительных работ
-  Более высокая скорость грузового движения за счет «умного» выбора системных маршрутов и отказа от обгонов
-  Более высокая пунктуальность за счет использования предусмотренных графиком движения резервов и возможности эффективного перепланирования в случае нарушений
-  Большая ориентация на клиентов за счет использования мобильного приложения с функцией бронирования маршрутов в режиме реального времени («click & ride»)

Стандартизация и гармонизация увеличивают пропускную способность

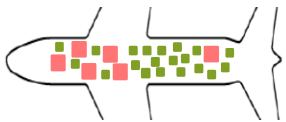
Аналогия для сравнения

Исходная ситуация



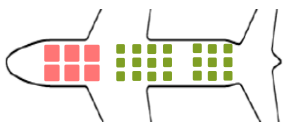
- Пассажир приходит с билетом и выбирает любое место

Стандартизация



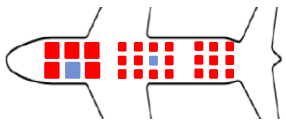
- Вводятся стандартные размеры для кресел (например, широкие и узкие)

Гармонизация



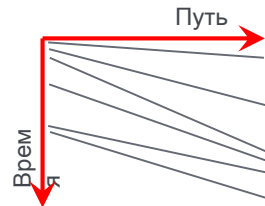
- Упорядочивание расположения кресел

Загрузка

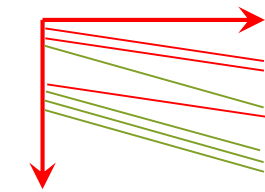


- Занятие кресел в зависимости от предпочтения (дороже: например, больше места, позднее бронирование)

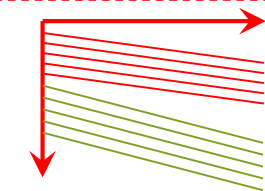
Систематизация графика движения



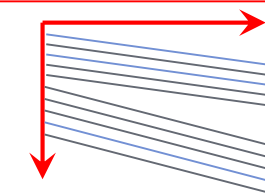
- Клиент обращается с запросом на отправку состава и может выбирать любое время



- Задаются характеристики маршрутов (например, быстрые, медленные)



- Задаются временные параметры маршрутов



- Выбор заранее сформированного маршрута в зависимости от предпочтения (дороже: например, быстрый маршрут, позднее бронирование)

Технологическая индустриализация

от

- **Make-to-order – Разработка под заказ**
 - Формирование маршрута происходит только по запросу клиента: большие «сроки поставки» и плохое использование пропускной способности

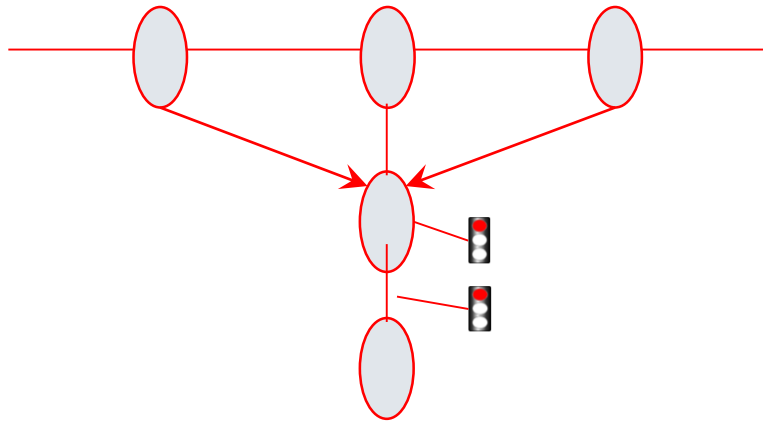
к

- **«Стандартные модули в серийном производстве»**
 - Стандартные системные маршруты («модули») позволяют осуществлять эффективное предварительное формирование («серийное производство»)
- **Assemble-to-order – Компоновка под заказ**
 - При поступлении запроса от клиента происходят привязка системных маршрутов к общей маршрутной сетке и «назначение» конкретного состава: короткие «сроки поставки» и хорошее использование пропускной способности

«Умный» выбор системных маршрутов означает использование свободных участков сети

Наглядная визуализация всей сети

Чрезмерная загруженность на участках сети



- На нижнем участке нет доступных свободных системных маршрутов, поэтому в результате его чрезмерной загруженности возникает «пробка» на узловой станции по середине
 - Снижение качества организации движения по причине пробок и дополнительного ожидания на узловых станциях
 - Возможность отказа транспортным компаниям в предоставлении желаемых маршрутов

← Изначальный маршрут состава

← - - - Изначальный маршрут с увеличением времени в пути

← - - - Измененный маршрут

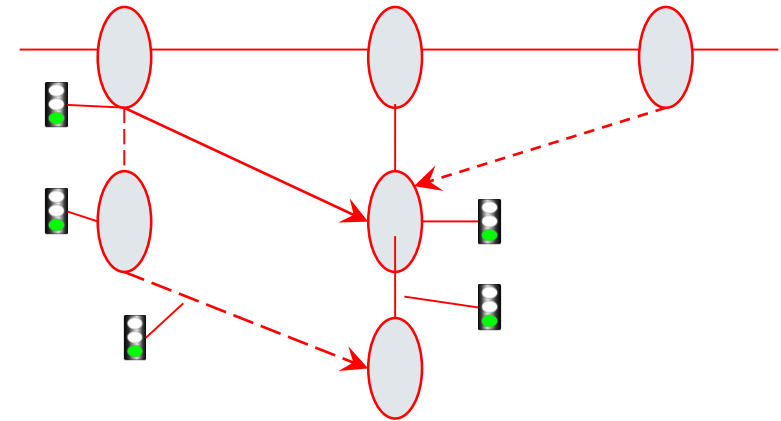


Чрезмерная загруженность сети



Достаточная пропускная способность

Выбор системных маршрутов на основе пропускной способности



- Благодаря наглядной визуализации всей сети можно осуществить оптимизацию текущего использования ее пропускной способности
 - Часть составов идет иными свободными системными маршрутами
 - А другая часть в случае необходимости сохраняет изначальный маршрут, но с увеличением времени в пути

План выступления

Общая информация о DB AG

Основные сферы цифровизации в DB Netz AG

График движения

Эксплуатация

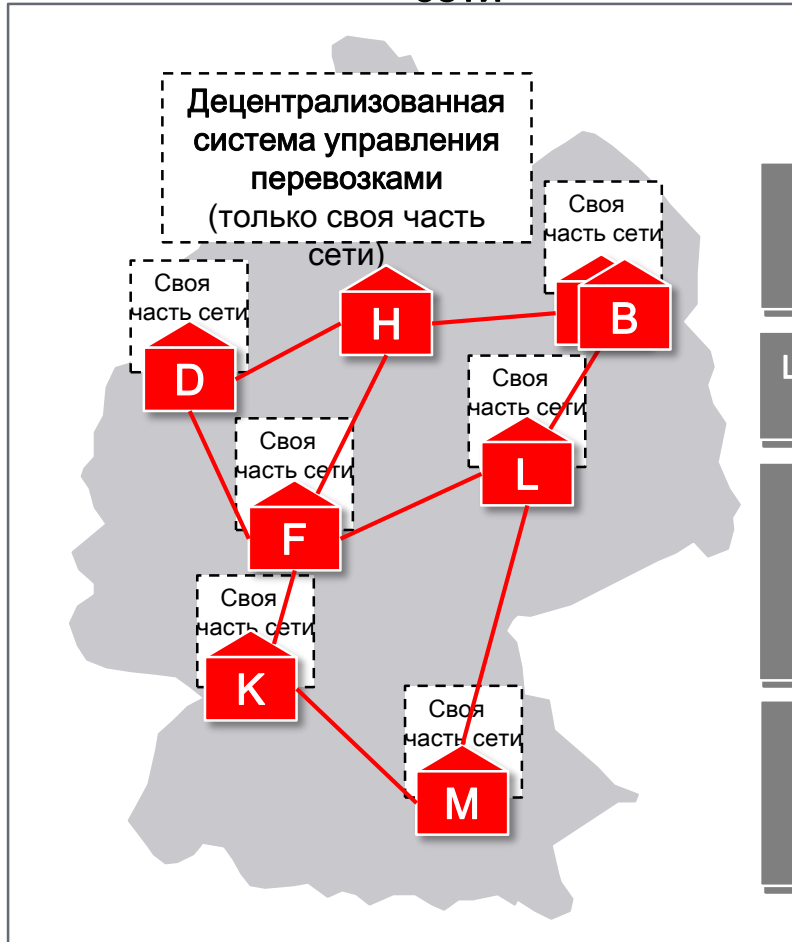
Техническое обслуживание

Интегрированная система управления перевозками (iDIS) позволяет осуществлять контроль за работой всей сети из любого диспетчерского центра

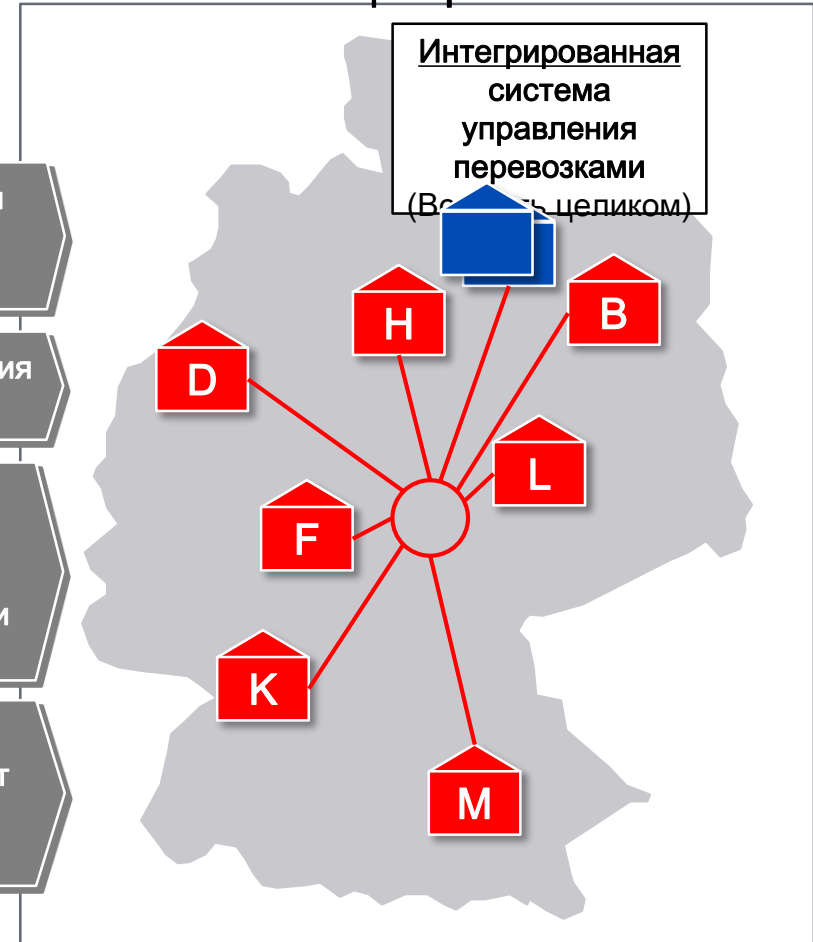
Сегодня: в каждом из 8 диспетчерских центров отображается только своя часть

В будущем: отображение всей сети в каждом диспетчерском центре

сети



центре



- Отображение всей сети целиком вместо 8 отдельных частей
- Централизация управления в 2 центрах вместо 8
- Консолидация 2 функционально дублирующих систем управления перевозками (LeiDis-S/K и -N)
- Более качественное прогнозирование за счет отображения всей сети целиком

Своевременное выявление и устранение несоответствий помогает в управлении перевозками



Цели для KE/KL

- Выявление дополнительных несоответствий
- Отображение различных вариантов устранения несоответствий
- Последовательные алгоритмические предложения по устранению несоответствий

Цели для ZLR

- Формирование и передача рекомендаций по движению в полностью автоматическом режиме
- Меньше задержек при передаче сигналов

План выступления

Общая информация о DB AG

Основные сферы цифровизации в DB Netz AG

График движения

Эксплуатация

Техническое обслуживание

С помощью системы диагностики осуществляется предварительное выявление неисправностей, например, в работе стрелочных переводов

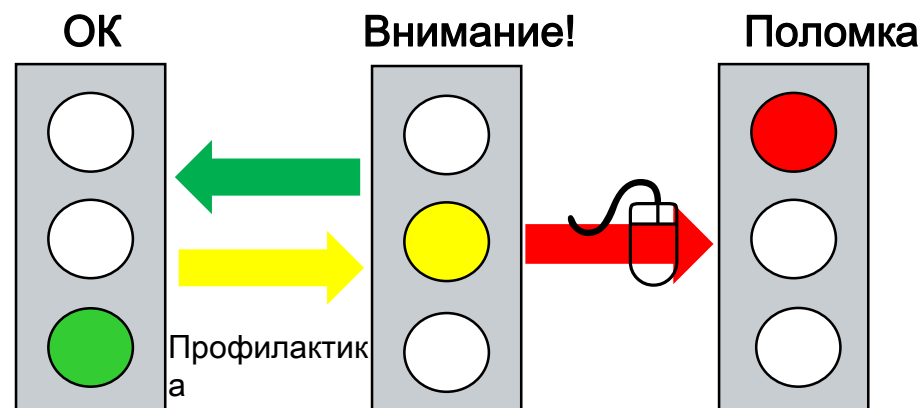
Без диагностического оборудования

Без диагностики существуют только два рабочих состояния



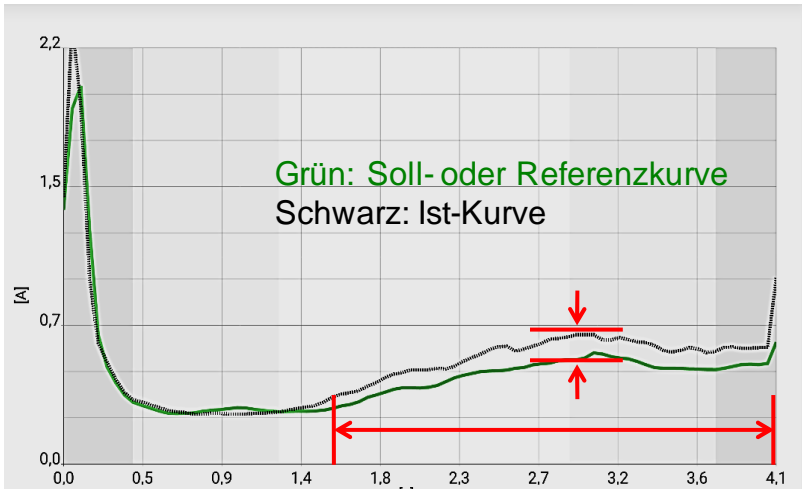
С диагностическим оборудованием

Благодаря диагностике появляется состояние «Внимание!», позволяющее устранить неисправность до ее возникновения



Диагностика – это отличный инструмент для контроля состояния стрелочных переводов в реальном времени

Диагностика позволяет...



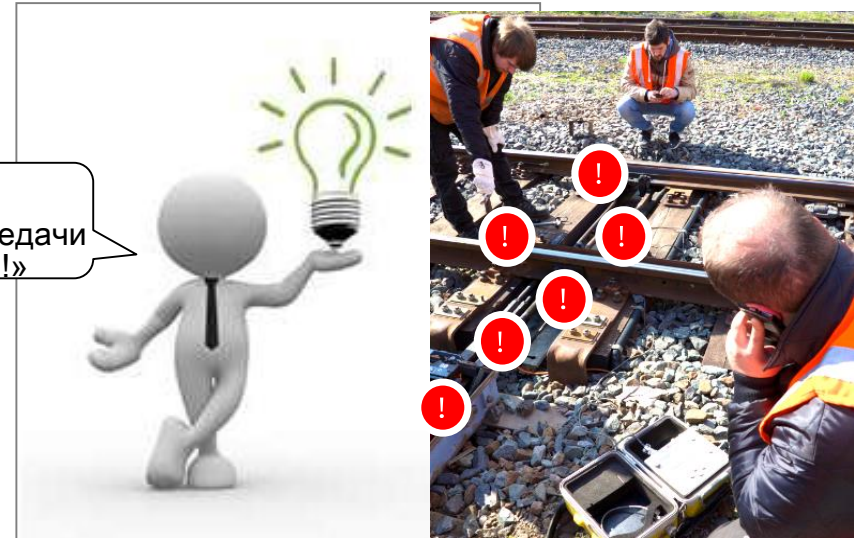
... определять отклонения от заданных параметров и указывать на плохое состояние (например, тяжелый ход)

Зеленый график: заданное или эталонное состояние

Черный график: фактическое состояние

Диагностика – это основа для...

«Исправить механизмы поперечной передачи и защелкивания!»

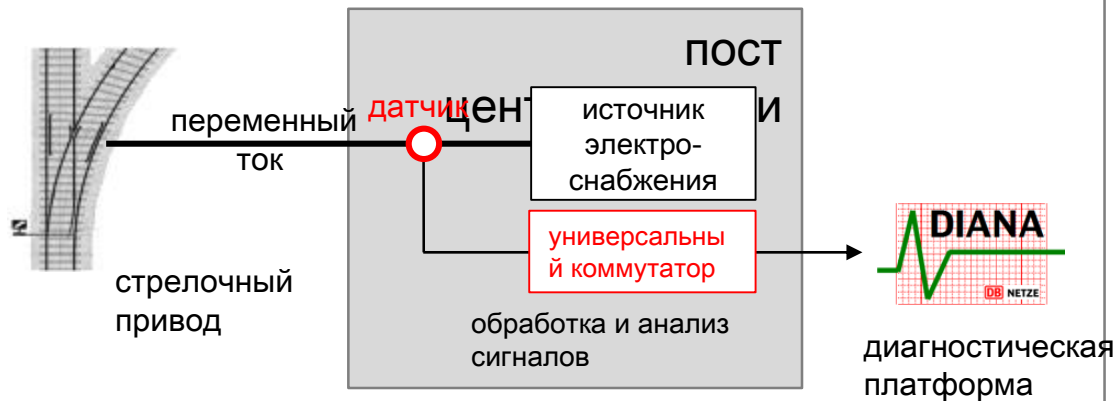


... выявления причин и принятия необходимых мер в целях недопущения возникновения неисправностей

При диагностике стрелочного привода обязательно проводится анализ показателей рабочего тока

Принцип проведения диагностики и основные составляющие

Как производится диагностика стрелочного привода?



Основной принцип:

- Датчик устанавливается на посту централизации (а не на стрелочном переводе!)
- Датчик производит бесконтактное измерение тока привода
- Осуществляется регистрация данных по току и времени полного оборота
- ➔ Данные по току необходимы для проверки легкости механического хода

Разработано по заданию DB NETZ AG



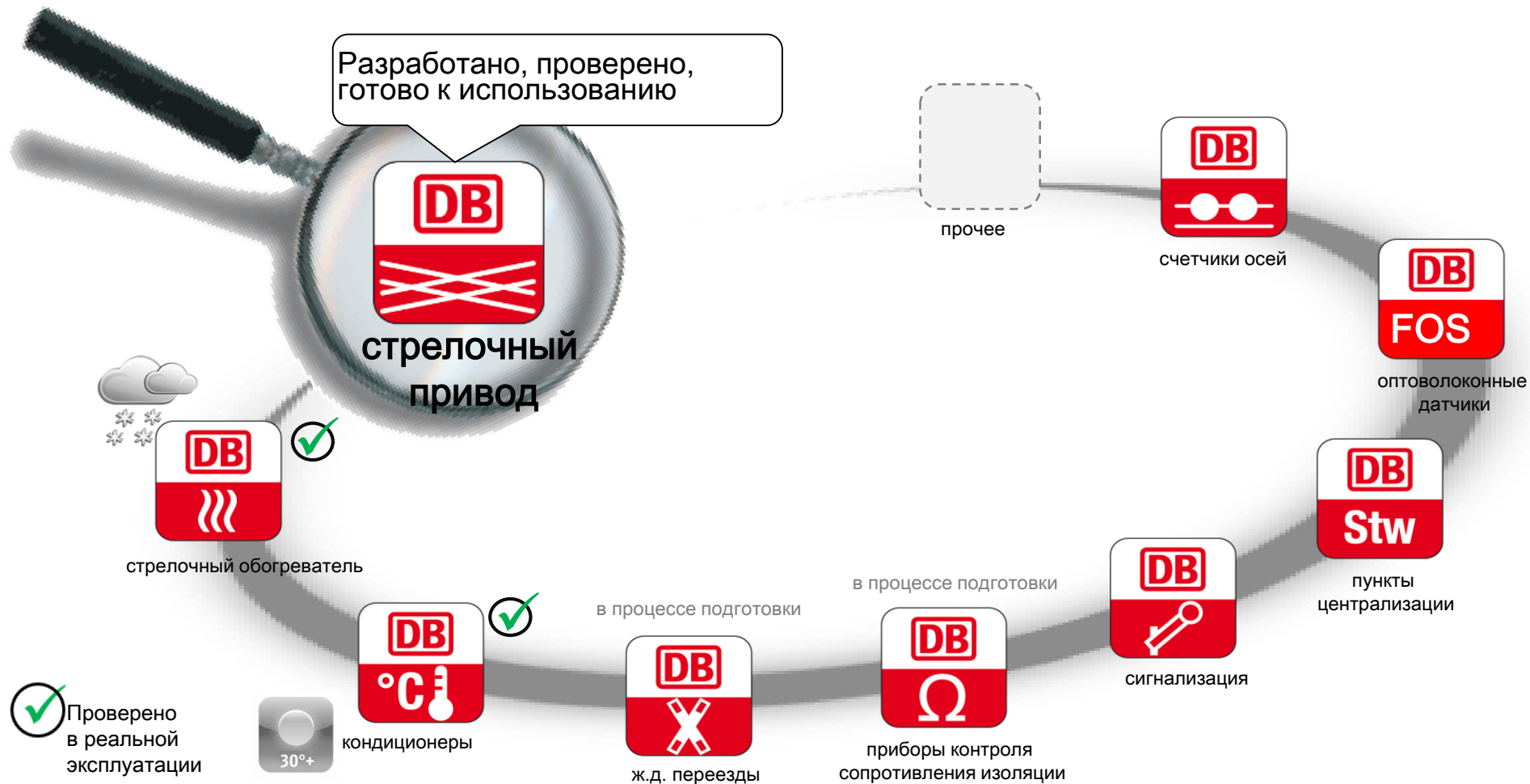
Датчик DIANA

на посту централизации



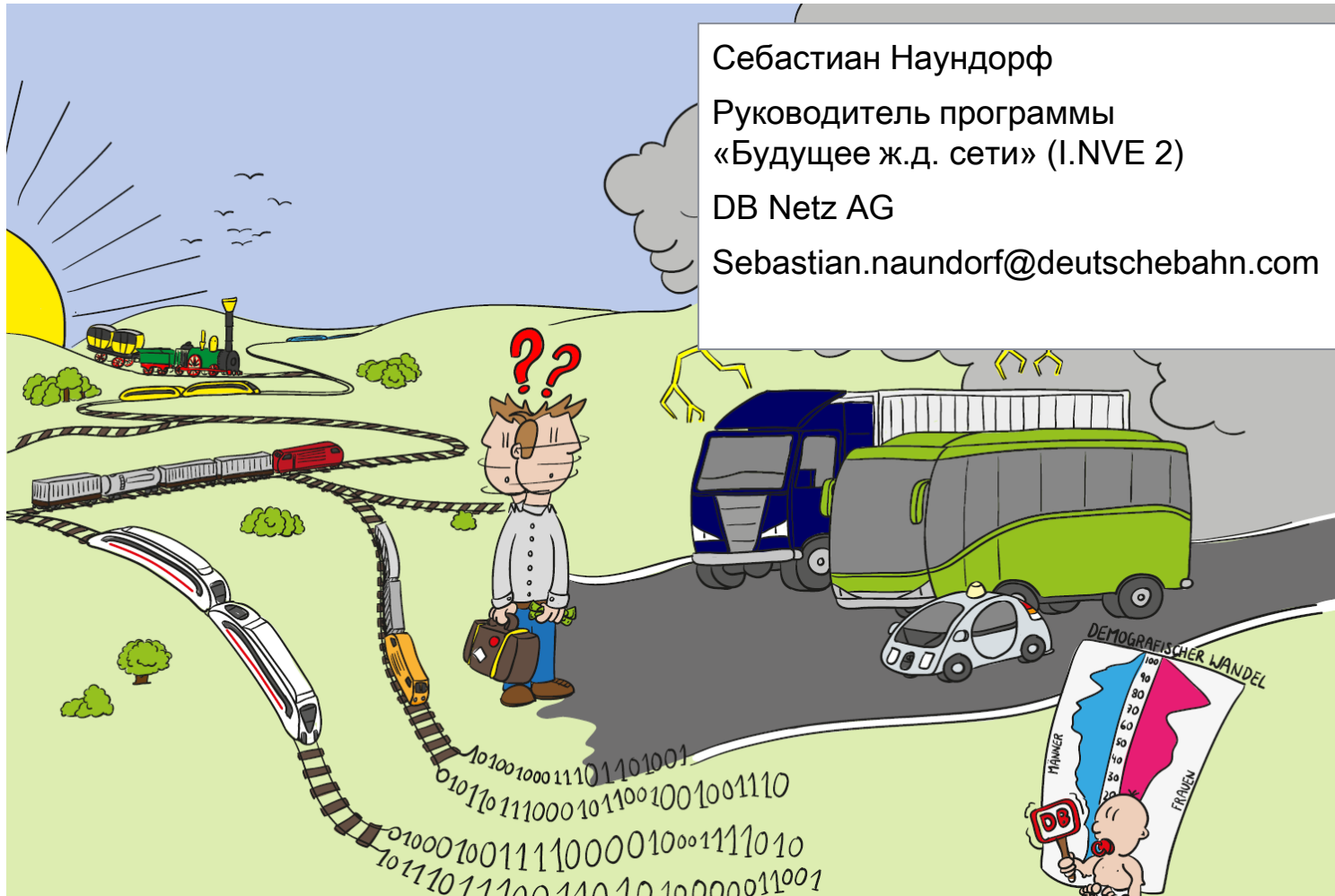
Коммутатор DIANA для IP и GSM связи

Диагностика стрелочных приводов – это только первое звено в цепочке управления основными фондами



Благодаря цифровизации компания DB AG показывает своим клиентам, что такое привлекательная железная

дорога
Заключение



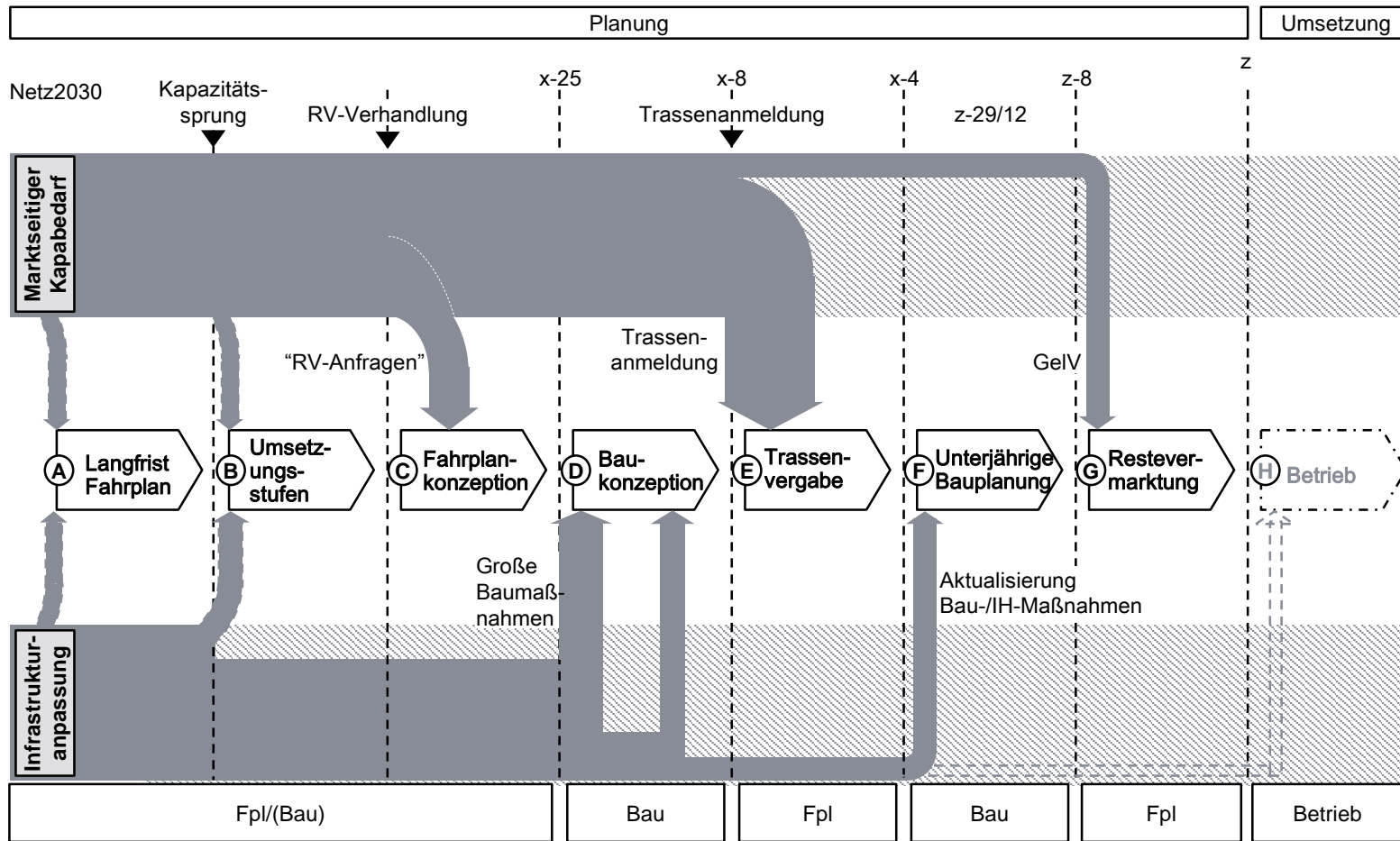
Überblick über die DB AG

Digitale Schwerpunkte der DB Netz AG

Backup

Der zukünftige Planungsprozess wird angebotsorientiert und sequentiell durchführbar sein

Übersicht Prozess Gesamtfahrplan



Grundsätze:

- Etablierung und Anwendung des Regelkreises für jede Prozessphase in der Fahrplan-erstellung



- Transparenz
- Kapazitätssteuerung und -monitoring
- Durchgängigkeit
- Effizienzsteigerung

* Schätzung

Mit KE/KL+ZLR sollen Konflikte teilautomatisch lösen und Fahrempfehlungen (FE) an Tf versenden können

KE/KL: Konfliktbehandlung mit Assistenzsystem


Konflikte erkennen und darstellen

 Konflikt auswählen und Lösung anfordern


Mögliche Konfliktlösungen finden

Anzahl der vorzuschlagenden Konfliktlösungen begrenzen

Konfliktlösungen bewerten, reihen und darstellen

 Konfliktlösungen auswählen und ggf. nachbearbeiten

Konfliktlösungen umsetzen

 Kommunikation mit Fahrdienstleiter

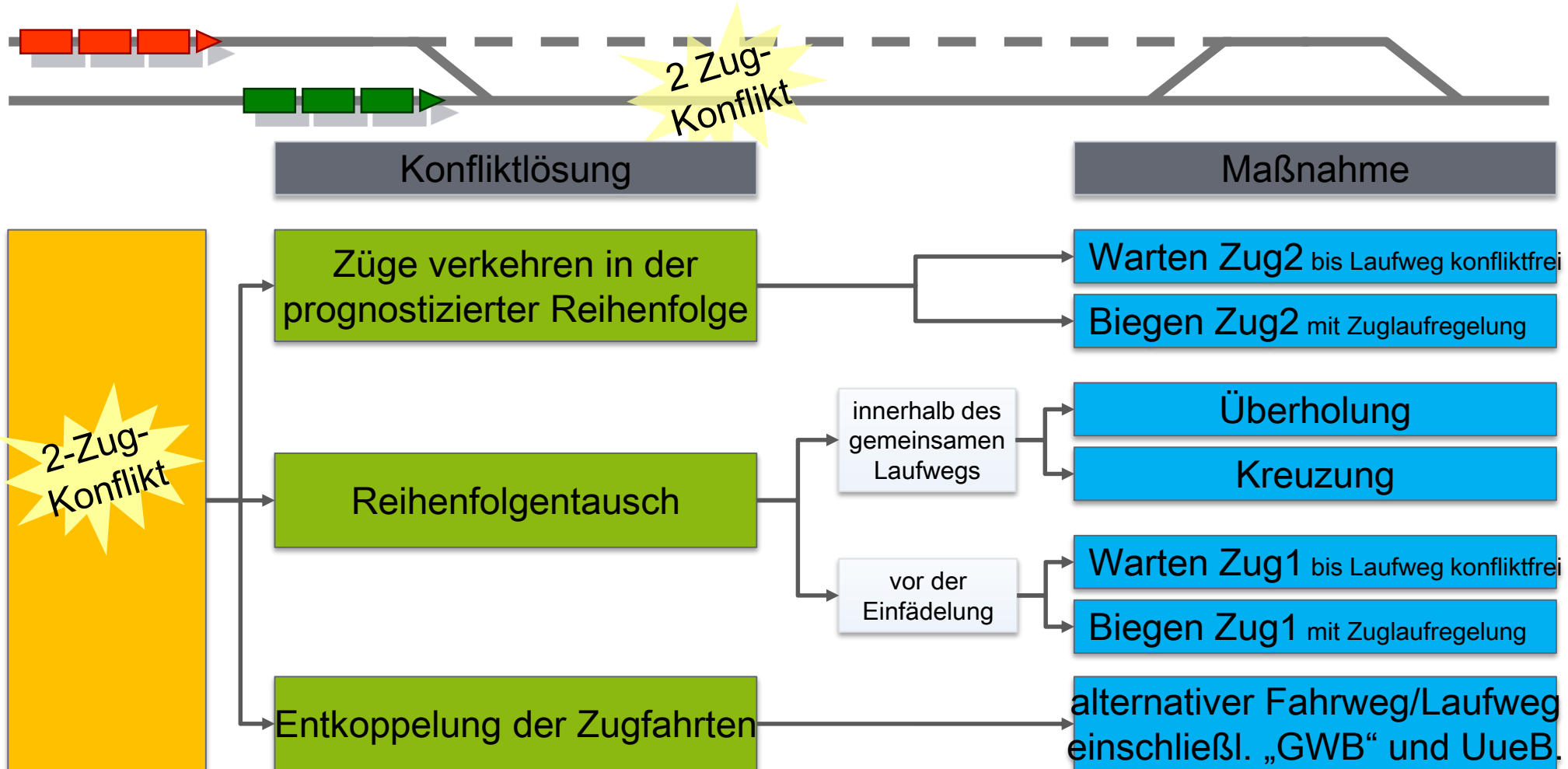
Fahrempfehlung an Triebfahrzeugführer*



* ggf. manuelle Kommunikation mit Triebfahrzeugführer erforderlich

Wenn möglich werden alle 3 grundsätzlichen Möglichkeiten zur Lösung eines Konfliktes berechnet

Grundsätzliche Möglichkeiten und Maßnahmen zur Konfliktlösung



Komplexe KL-Berechnung erfordert Entwicklung effizienter Heuristiken

Backup

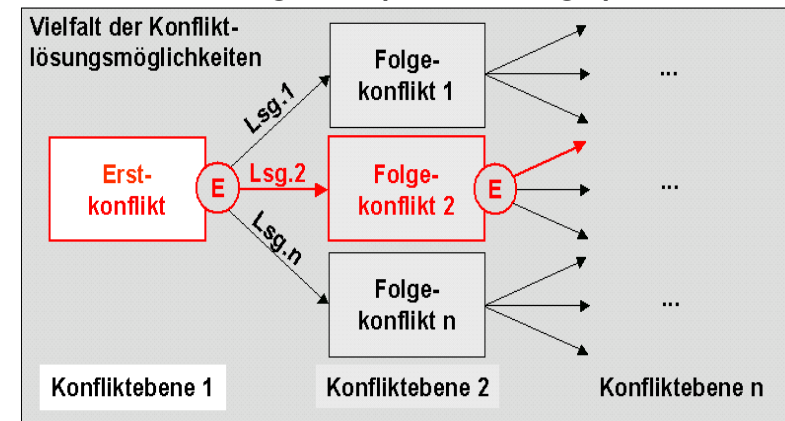
Anforderungen an die Algorithmen aus Lastenheft und Feinkonzepten (Auszug)

- ... dabei soll die Berechnung von Lösungen für einen Konflikt in 95% der Fälle **nicht länger als 2 Sekunden** dauern.
- Im Sinne der Reduktion der Rechenzeit sollen **nicht alle theoretisch möglichen Kombinationen** erzeugt und überprüft werden.
- Zur Bewertung von Konfliktlösungen sind **Informationen von Folgekonflikten** betroffener Züge zu berücksichtigen.

■ Lösungsmöglichkeiten für Belegungskonflikte

1. Haltezeitverlängerung/-verkürzung
2. Fahrzeitverlängerung/-verkürzung (Biegen)
3. alternativer Fahrweg, alternativer Laufweg
4. (Abweisen einer Trasse (Ausfall/Teilausfall))
5. Mischformen aus 1. - 4.

■ NP-vollständiges Optimierungsproblem




Zur Bewertung entstehender Verspätungen wurde ein Funktionsentwurf erstellt

Backup

Ermittlung der Reihenfolge durch die Bewertungsfunktion (Illustrativ)

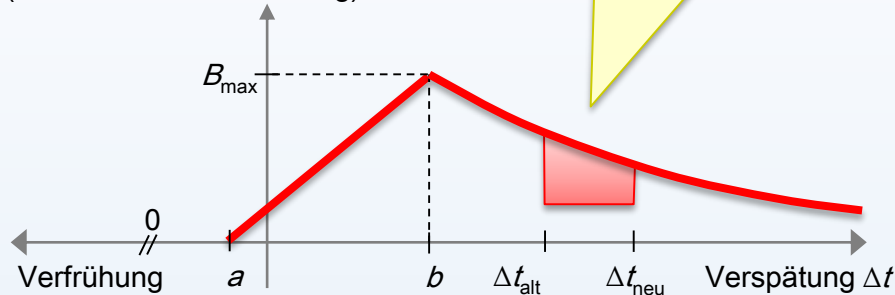
Bewertung aus Sicht des Disponenten:



Lösungsvorschlag	Bewertung
Biegen Zug 41061 von C bis D	●
Überholung von Zug 4711 in B	●
...	●
...	●

Beispiel für Bewertung der zeitlichen Lage:
 vorhandene Verspätung 7 min (Δt_{alt})
 neue Verspätung 10 min (Δt_{neu})
 Bewertung Integral von 7 bis 10 min

Spezifische Bewertung $f(\Delta t)$
 (schematische Darstellung)



■ Zugprioritäten

- Hilfszüge
- Expresstrassen
- Standardtrassen

■ Bewertung der zeitlichen Lage

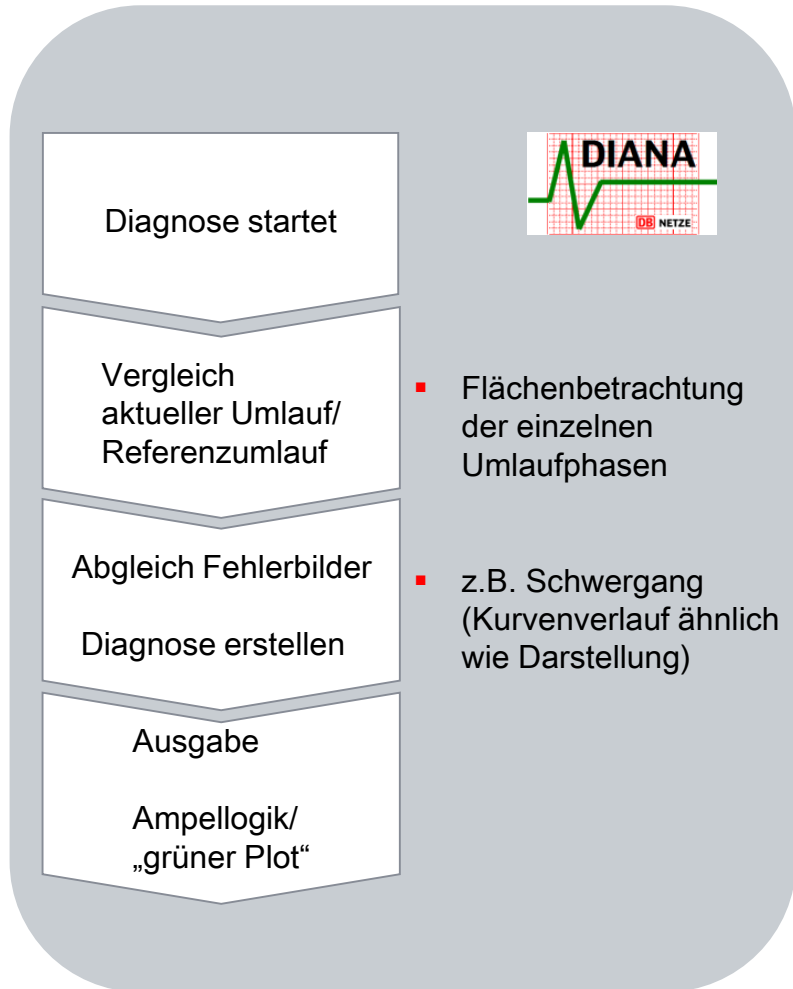
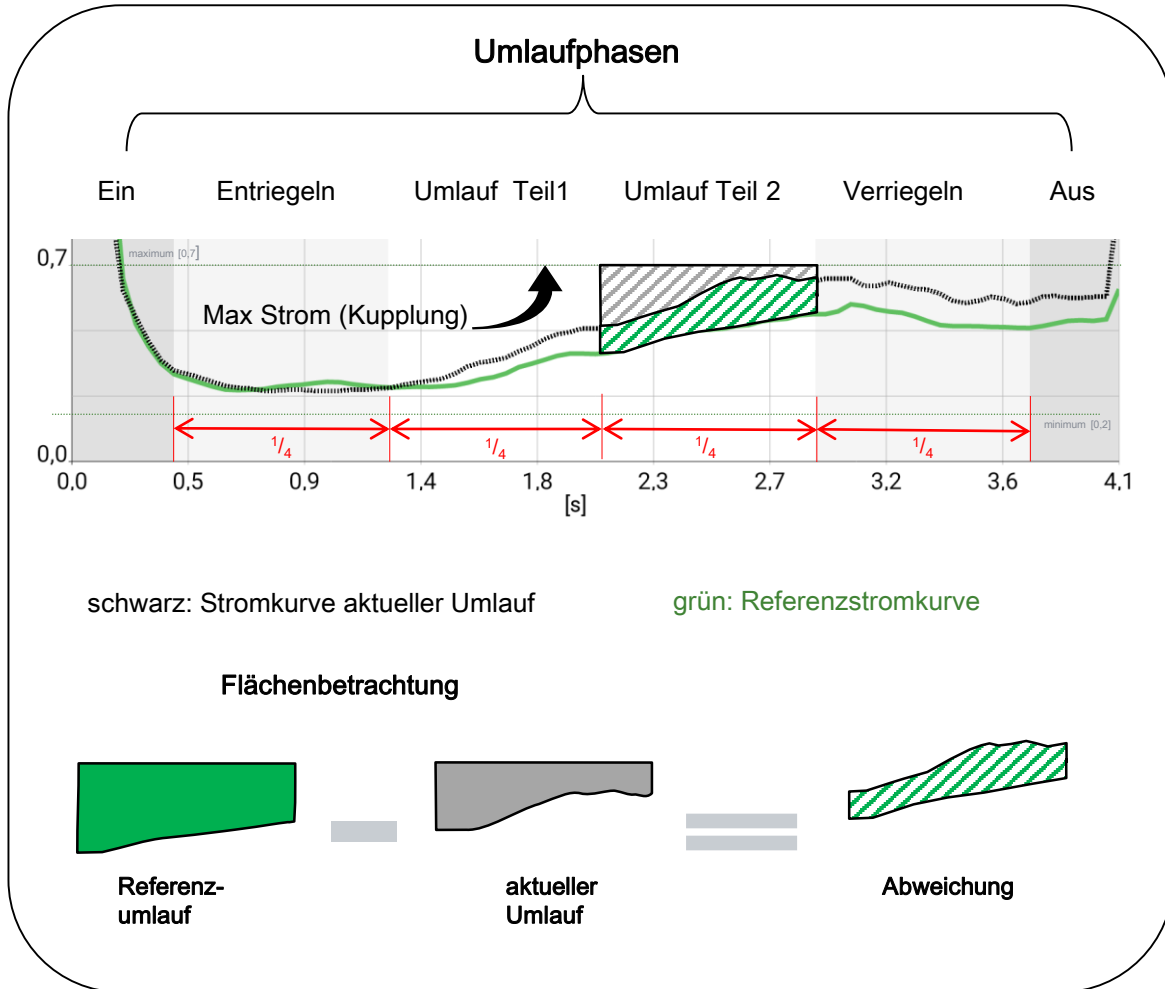
- Verspätung/Verfrühung vor der Konfliktlösung
- Verspätung/Verfrühung nach der Konfliktlösung

■ Bewertung der Folgekonflikte

- Abschätzung der wahrscheinlichen Konfliktlösungen
- Abschätzung der Konfliktschwere

■ Malus für Bahnsteigwechsel

Auswertelogik - Vergleich von Referenzstromkurve/aktuelle Stromkurve

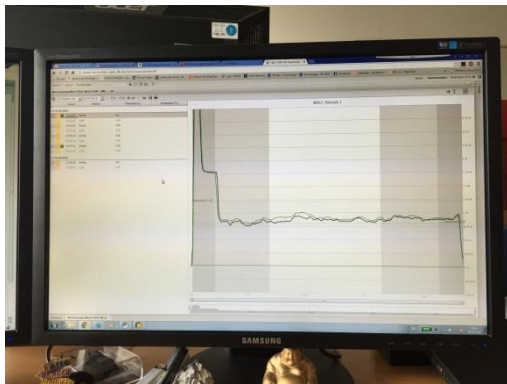


Das Diagnosesystem ist webbasiert als Office- und mobile Version verfügbar

Backup

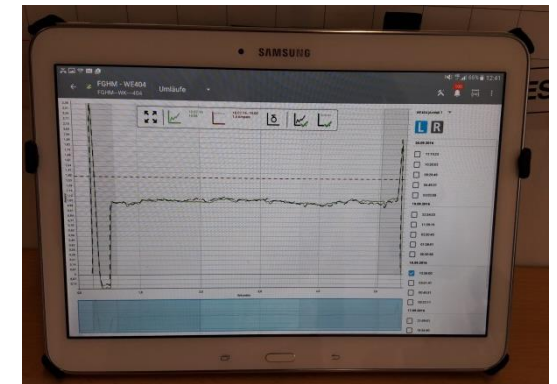
Office Plattform

- Ist von jedem BKU-Arbeitsplatzrechner nutzbar
- Voraussetzung ist die Installation von Google Chrome



Mobile App

- Für Smartphones und Tablets mit Android Betriebssystem geeignet
- Bedienungsumfang ist eingegrenzt (nicht alle Funktionen möglich)



Diagnose- und
Analyse-
Plattform