

# Netzweite Infrastrukturdaten für die BZ-Disposysteme der DB Netz AG – das Projekt PRISMA

## Network-wide infrastructure data for operations control centres – the PRISMA project

Alexander Kuckelberg | Florian Bednarz

**B**eginnend in den 1990er Jahren, entstand in Deutschland bei der DB Netz AG ein Konzept von regionalen Zuständigkeiten, Betriebszentralen (BZ) und entsprechenden IT-Systemen, die eine Zentralisierung auf wenige Standorte erlaubte. Die IT hat sich seitdem weiterentwickelt und macht eine weitere technische Zentralisierung – bei prozessualer Stärkung regionaler Zuständigkeiten – konzeptuell sinnvoll und möglich, um Redundanzen zu reduzieren und Konsistenzprobleme gerade in Bereichen zwischen Regionen zu vermeiden.

### 1 Projekt PRISMA

Im Projekt PRISMA (Projekt Re-Design Informationssysteme Betrieb und Modernisierung der Architektur) wird seit einigen Jahren eine Erneuerung der auch teilweise abgängigen IT-Systeme angegangen, um eine zentrale, netzweite Disposition im Netz der DB Netz AG zu realisieren sowie Prozesse zu überarbeiten und Wartbarkeit sowie Zukunftsfähigkeit der Systeme zu verbessern. So ist im Projekt PRISMA eine Vielzahl von Einzelsystemen enthalten, die sowohl neu entwickelt werden, eine Überarbeitung und Weiterentwicklung von geeigneten Bestandskomponenten darstellen als auch eine Ergänzung der Betriebsleit- und Dispositionssysteme um neue Funktionalitäten und Techniken ermöglichen.

Die strengen Grenzen bisher weitgehend in sich abgeschlossener Betriebszentralen und ihrer Dispositionssysteme sollen dabei auf IT-Ebene gelockert und überwunden werden, was zu einer verbesserten Vertretbarkeit bei gleichzeitiger Ortsunabhängigkeit führen kann.

Die Umgestaltung der bestehenden Systeme erfolgt „unter dem rollenden Rad“, ein gleitender Umbau und Parallelbetrieb sind aufgrund der Komplexität und Interaktivität des gesamten operativen Systems und seiner Komponenten unerlässlich und in den kommenden Jahren vorgesehen.

### 2 Netzweite Datenbestände und Disposition

Eine zentrale Komponente stellt eine versionierende, netzweite Infrastrukturdatenverwaltung dar, die die Grundlage für eine Vielzahl von nachfolgenden Dispo-Systemen bildet. Diese soll für jeden berücksichtigten Zeitpunkt einen konsistenten Datenzustand des Gesamtnetzes sicherstellen und den nachgelagerten Dispo-Systemen eine transparente Datenquelle sein. Dieses Teilprojekt wird unter dem Projektnamen BaSIs-BZ (Bahnweite Stamm- und Infrastrukturdaten Betriebszentralen) geführt, soll zur zukünftigen Anwendung LeiDa-D (Leitsystem Datenhaltung – Datenhal-

**I**n the 1990s, DB Netz AG in Germany began developing a concept of regional responsibilities, operations control centres and corresponding IT systems that enabled centralisation in a few locations. IT has developed since then and has made further technical centralisation (along with the procedural strengthening of regional responsibilities) conceptually sensible and possible in order to reduce any redundancies and avoid any problems of consistency, especially in the areas between regions.

### 1 The PRISMA project

For several years now, the PRISMA (Projekt Re-Design Informationssysteme Betrieb und Modernisierung der Architektur) project has focused on renewing the operations control systems, some of which have become outdated, in order to implement central, network-wide dispatching in the DB Netz AG network, as well as to revise the processes and improve the maintainability and future viability of the IT systems.

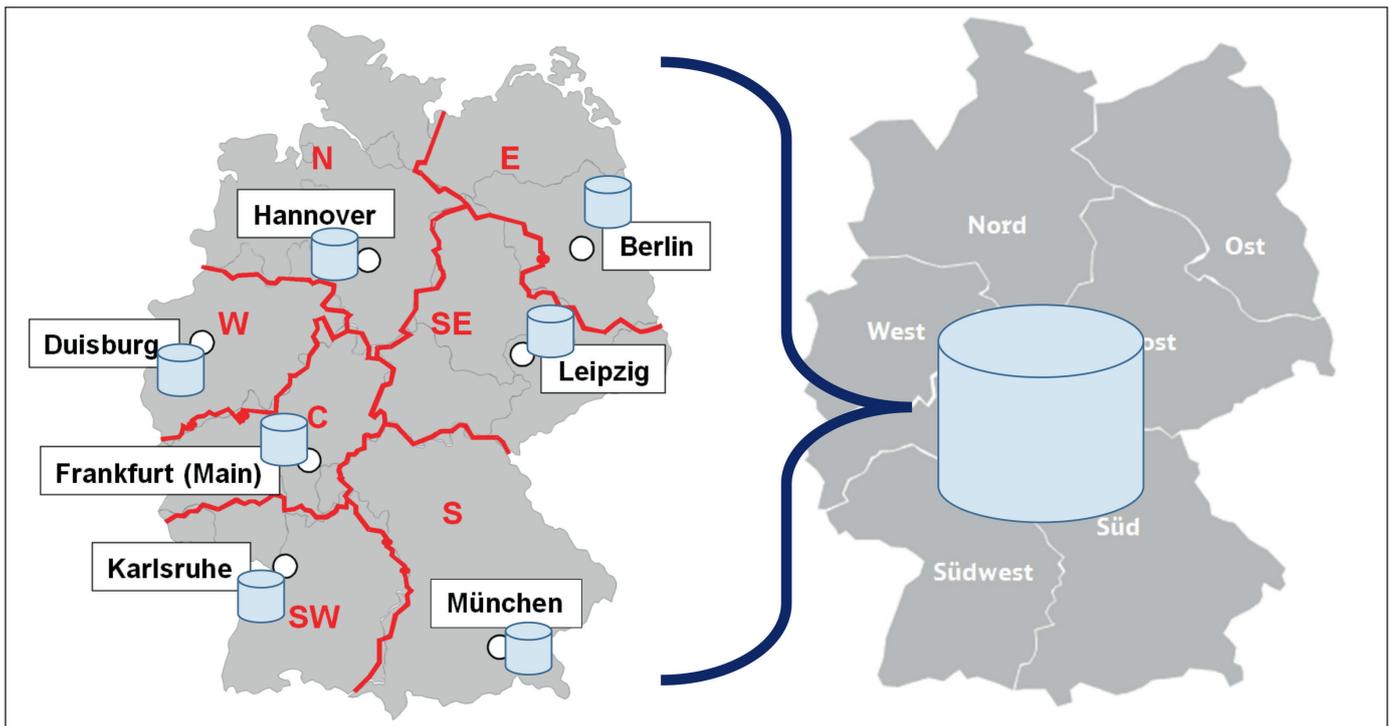
The PRISMA project contains a large number of newly developed individual systems that represent the reworking and further development of suitable existing components or enable the operations management and dispatching systems to be supplemented with new functions and technologies.

The strict limits of the previously largely self-contained operations centres and their operations control systems also have to be relaxed and redressed at the IT level, which can lead to improved sustainability and location independence.

The redesign of the existing IT systems is taking place “on the go” and the complexity and interactivity of the entire operations control system and its components mean that a gradual conversion and parallel operations have been planned for the coming years.

### 2 Network-wide data sets and disposition

A central component involves versioning, network-wide infrastructure data management which forms the basis for a large number of downstream operations control systems. This should ensure a consistent data status for the entire network at each considered point in time and provide a transparent data source for the downstream systems. This sub-project has been carried out under the project name BaSIs-BZ (Bahnweite Stamm- und Infrastrukturdaten Betriebszentralen) and it should lead to the future application of LeiDa-D and replace the LeiDa-S legacy system in the future. The requirements are:



**Bild 1: Visualisierung der Kernaufgabe von LeiDa-D**

Fig. 1: Visualisation of LeiDa-D core functionalities

Alle Abb. / all images: DB Netz AG/BaSts-BZ

tung) führen und perspektivisch das Altsystem LeiDa-S (Leitsystem Datenhaltung – Systemdaten) ersetzen. Anforderungen sind:

- Zentrale Bereitstellung von Basisdaten (bisher Stamm-/Ordnungsdaten), um eine netzweite, einheitliche Benennung, Datengrundlage und Semantik zu ermöglichen
- Bereitstellung von netzweiten Infrastrukturdaten, die die bisherigen regionalen Grenzen und Randbereiche verdecken und transparent machen
- Versionierung der Daten, d. h. gleichzeitige Verwaltung von unterschiedlichen Datenbeständen und deren Abfrage zu vorgegebenen Zeitpunkten
- Konsistenzgewährung der Daten zu allen Zeitpunkten, speziell über verschiedene, unabhängig modifizierbare Datenversionen und Regionen hinweg.

Bild 1 visualisiert diese Kernaufgabe von LeiDa-D: Zusammenführen und Synchronisieren autonomer Systeme und Datenbestände zu einem versionierten, netzweiten Datenbestand.

Eine reine Neuimplementierung bisheriger Datenstrukturen z. B. mit leistungsstärkeren Rechnergenerationen ist hier nicht zielführend, da über absehbare Zeit eine Einbettung und Integration der regionalen Bestandssysteme statt deren zeitnaher Ablösung notwendig ist.

### 3 Dezentrale Strukturen und Prozesse

Die Pflege von Basis- und Infrastrukturdatenbeständen ist noch einige Zeit in regionalen Altsystemen (LeiDa-S) angesiedelt, um z. B. etablierte Editoren und Arbeitsflüsse weiter nutzen zu können und diese nicht gleichzeitig mit der Konsolidierung regionaler Datenbestände zu einem netzweiten Datenbestand ebenfalls in großer Breite erneuern zu müssen, folglich einen evolutionären Ansatz verfolgen zu können.

Eine Herausforderung ist zudem die Synchronisation der weiterhin bestehenden, autonom ablaufenden Prozesse. Die bestehenden regionalen LeiDa-S-Instanzen bearbeiten „ihren“ Datenbe-

- the central provision of basic data (previously master data) to enable network-wide uniform designations, data bases and semantics;
  - the provision of network-wide infrastructure data that covers the previous regional borders and peripheral areas and makes them transparent;
  - data versioning, i.e. the simultaneous handling of different data sets and querying them from the point of view of specified points of time;
  - guaranteed data consistency at all times, especially across different, independently modifiable data versions and regions.
- Fig. 1 visualises this core LeiDa-D task: merging and synchronising autonomous systems and data sets into a versioned, network-wide data set.

The simple re-implementation of previous data structures and architectures, i.e. using more powerful computer generations, is not expedient here, since it will be necessary to embed and integrate the existing regional systems over the foreseeable future instead of promptly replacing them.

### 3 Decentralised structures and processes

The maintenance of basic and infrastructure data sets will still be part of the regional legacy systems (LeiDa-S) for some time, e.g. the ability to continue to use the established editors and workflows continuously without having to immediately renew them. This will enable an evolutionary approach instead of a revolutionary one.

Another challenge involves the synchronisation of the existing, autonomously running legacy processes. The existing regional LeiDa-S instances process “their” data and then publish it as a new, active sub-data set of the network-wide data set. The regional instances can also change the times at which their data set should be activated or withdraw their data set, which means that the com-

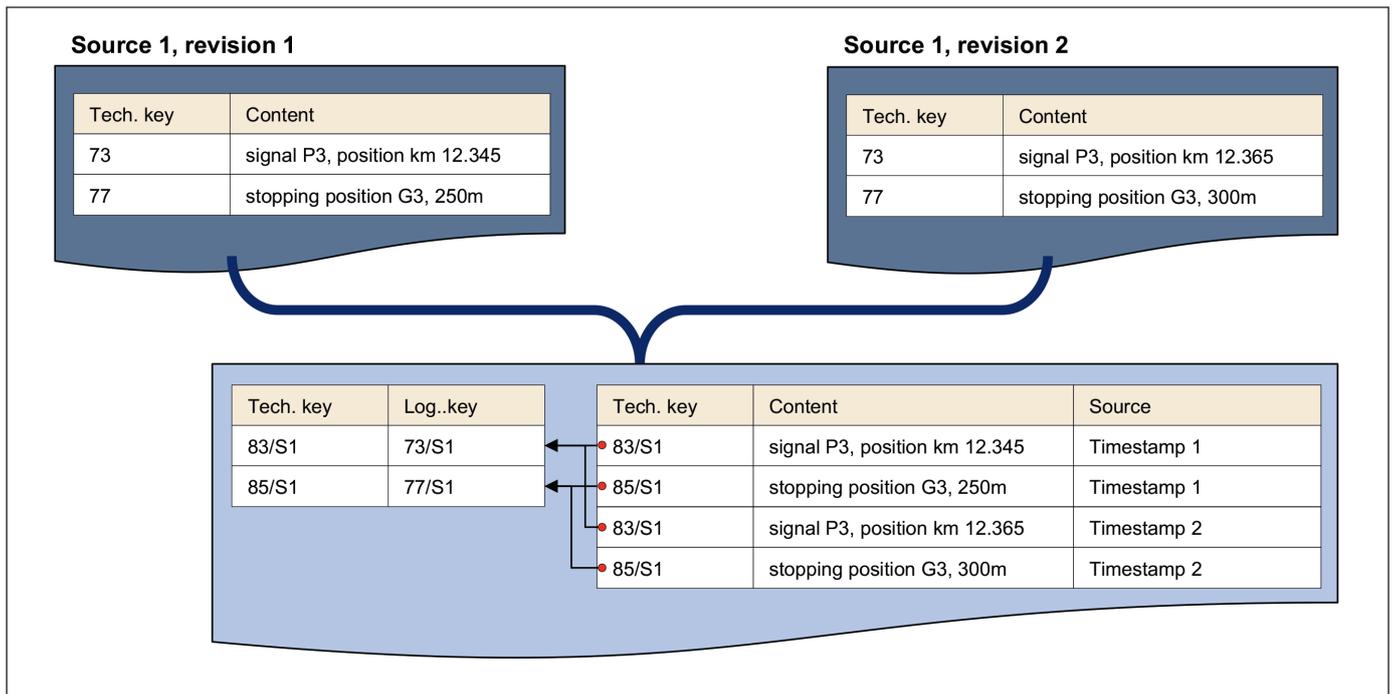


Bild 2: Aggregation von Infrastrukturdaten

Fig. 2: Infrastructure aggregation

stand und publizieren diesen dann als neuen, aktiven Datenteilbestand eines netzweiten Datenbestands. Die regionalen Instanzen können zudem Zeitpunkte der Datenbestandsaktivierung ändern oder ihren Datenbestand zurückziehen, womit die Anforderungen der netzweiten Konsistenzgewährung zu jedem Zeitpunkt zusätzlich aufgrund der möglichen Dynamik erhöht werden.

Diese Aktivierungen werden zudem in unterschiedlichen Situationen verwendet, die von langfristiger Planung wie der wochenlangen Projektierung auf einen Zieltermin hin (Fahrplanwechsel) über unterjährige, planbare Modifikationen und Umbauten bis hin zu kurzfristigen, notfallmäßigen Reaktionen reichen.

Neben den Herausforderungen der Synchronisation verschiedener Teildatenbestände und Prozesse sollen in LeiDa-D zudem eigene Daten als Erweiterungen gepflegt und aktiviert werden können, die die netzweiten Daten für Abnahmesysteme anreichern und ergänzen. Diese Datenbestände sind zusätzlich zu berücksichtigen und unter dem Aspekt einer gesamthaften, versionsorientierten Konsistenzgewährung zu behandeln.

#### 4 Analyse von Bestandsdaten und Konzeption Datenmodell

Grundlage zur Konzeption und Implementierung war die Analyse der Eingangsdaten aus dem Bestandssystem LeiDa-S und das daraus abzuleitende Konzept einer Versionierung und Konsolidierung aller verwalteten Datenbestände in LeiDa-D.

Diese Analyse führt zu zwei elementaren Erkenntnissen mit grundlegender Bedeutung für die LeiDa-D-Konzeption:

- Basisdaten sind theoretisch in allen LeiDa-S-Instanzen identisch und in LeiDa-D auf genau einen Datensatz aggregiert. Sie werden aufgrund ihrer Fachschlüssel identifiziert und darauf aufbauend technische LeiDa-S-Schlüssel in LeiDa-D-Referenzen überführt, sodass auch unterschiedliche Ausprägungen eines Basisdatums adäquat behandelt werden können.
- Infrastrukturdaten aus LeiDa-S können eindeutig regional partitioniert werden. Technische LeiDa-S-Schlüssel lassen sich innerhalb

plexity when guaranteeing network-wide consistency is additionally increased due to the possible dynamics and interdependencies. These activations are also used in different situations, ranging from long-term planning, such as week-long project planning towards a target date (timetable change), through to modifications and conversions that can be planned during the year and on to short-term, emergency reactions.

In addition to the challenges of synchronising various (overlapping) data sets and processes, it should also be possible to maintain and activate the system's own data sets as extensions within LeiDa-D to enhance and supplement the network-wide data set for the downstream systems. These LeiDa-D data sets must also be taken into account and managed under the aspect of a comprehensive, version-oriented consistency guarantee.

#### 4 Analysis of the existing data and data model concepts

The analysis of the input data from the existing LeiDa-S system and the concept of versioning and consolidating all the data sets managed in LeiDa-D to be derived from it constitutes the basis for the concept and implementation of LeiDa-D.

This analysis has led to two elementary findings that are of fundamental importance for the LeiDa-D concept:

- in theory, the basic data is identical in all the LeiDa-S instances and is aggregated into exactly one data record in LeiDa-D. It is identified on the basis of its function keys and the technical LeiDa-S keys are then transferred to LeiDa-D references based on this so that the different versions of the base data can also be handled adequately.
- the infrastructure data from LeiDa-S can be uniquely partitioned by region. The technical LeiDa-S keys can be used within a region to track the life cycle of each piece of data and to enable the unique transfer of regional technical keys into network-wide LeiDa-D references.

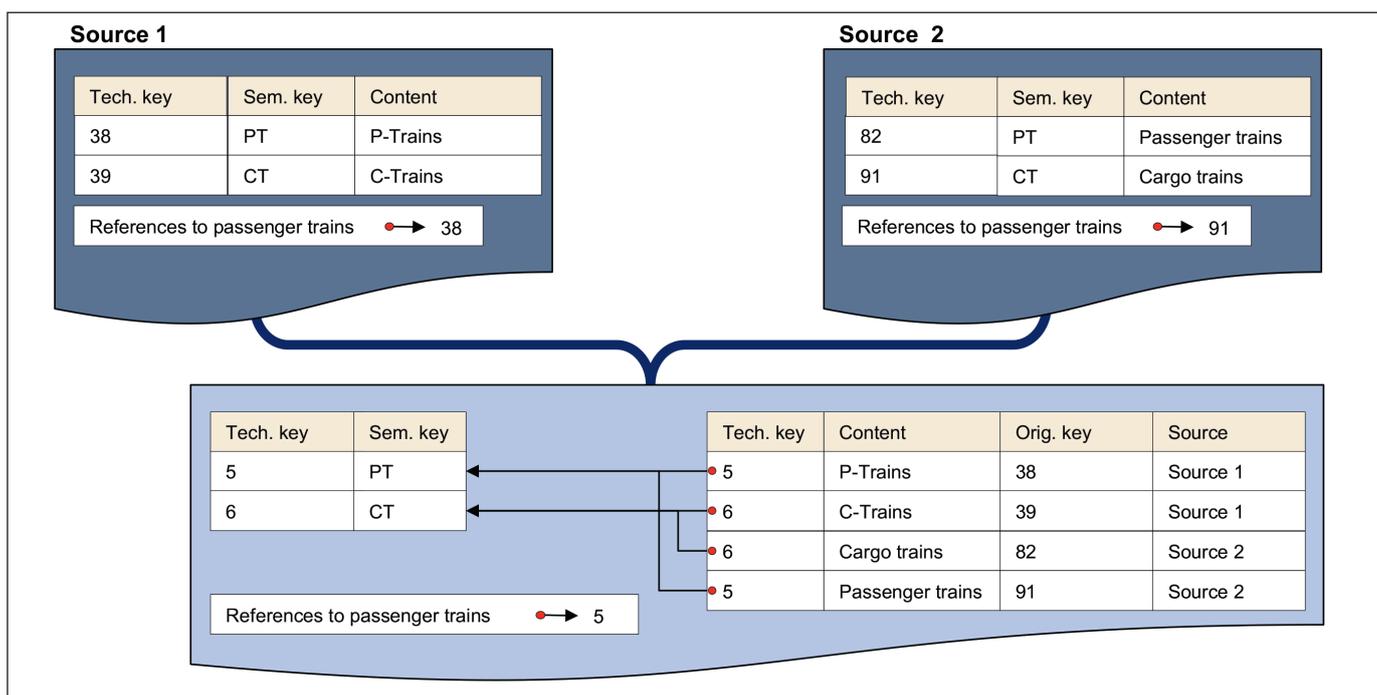


Bild 3: Aggregation von Basisdaten

Fig. 3: Basic data aggregation

einer Region dazu nutzen, den Lebenszyklus eines jeden Datums nachzuvollziehen und regionale technische Schlüssel eindeutig in netzweite LeiDa-D-Referenzen überführen zu können.

Diese Analyse umreißt auch bereits eine andere elementare Herausforderung bei der Konzeption von LeiDa-D: das Problem der nicht synchronisierten Referenzen aus verschiedenen Datenquellen, die innerhalb der jeweiligen Datenquelle zwar konsistent sind, nicht jedoch übergreifend. Für Basis- und Infrastrukturdaten kann diese Referenztransformation wie skizziert umgesetzt werden.

Die gewonnenen Analyseerkenntnisse ermöglichen die Konzeption eines LeiDa-D-Datenmodells, das zu jeder Datenentität eine Objektidentität mit einer möglicherweise hohen Anzahl von versionsabhängigen Ausprägungen nach Herkunft oder Entwicklungsstand vorsieht. Dieser Ansatz kann sowohl für Basis- als auch für Infrastrukturdaten verwendet werden.

Bild 2 illustriert die Aggregation von Infrastrukturdaten derselben (regionalen) Quelle zur Abbildung des Lebenszyklus von Infrastrukturdaten, Bild 3 die von (theoretisch gleichen) Basisdaten aus unterschiedlichen Datenquellen sowie die Problematik der Transformation technischer Schlüssel in die LeiDa-D-Welt. In beiden Fällen ist zudem der Ansatz der nicht versionierten Objektidentitäten und der versionierten Ausprägungen erkennbar.

## 5 Datenkonsolidierung in Randbereichen

LeiDa-D führt Datenquellen unterschiedlicher Regionen zu einem netzweiten Datenbestand zusammen. Besondere Beachtung erfordern die Übergänge zwischen Regionen, die im Sinn netzweiter Datenbestände transparent werden sollen.

Während aus Basisdaten heuristisch eine zu einem Zeitpunkt gültige Datumsausprägung bestimmt wird, können regionale Infrastrukturdaten inhärent in Abhängigkeit eines Zeitpunkts zugeordnet werden. Es gibt auch Infrastrukturdaten, die über Regionen hinausweisen und von LeiDa-D besonders behandelt werden müssen:

This analysis also indicates another elementary challenge when designing LeiDa-D: the problem of non-synchronised references from different data sources that are consistent within the respective data source, but not across the board. This required reference transformation can be implemented for basic and infrastructure data as outlined.

The analytical findings mentioned above enable the concept of a LeiDa-D data model, which provides an object identity for each data entity with a possibly high number of version-dependent characteristics according to the origin or life-cycle status. This approach can be used for both basic and infrastructure data.

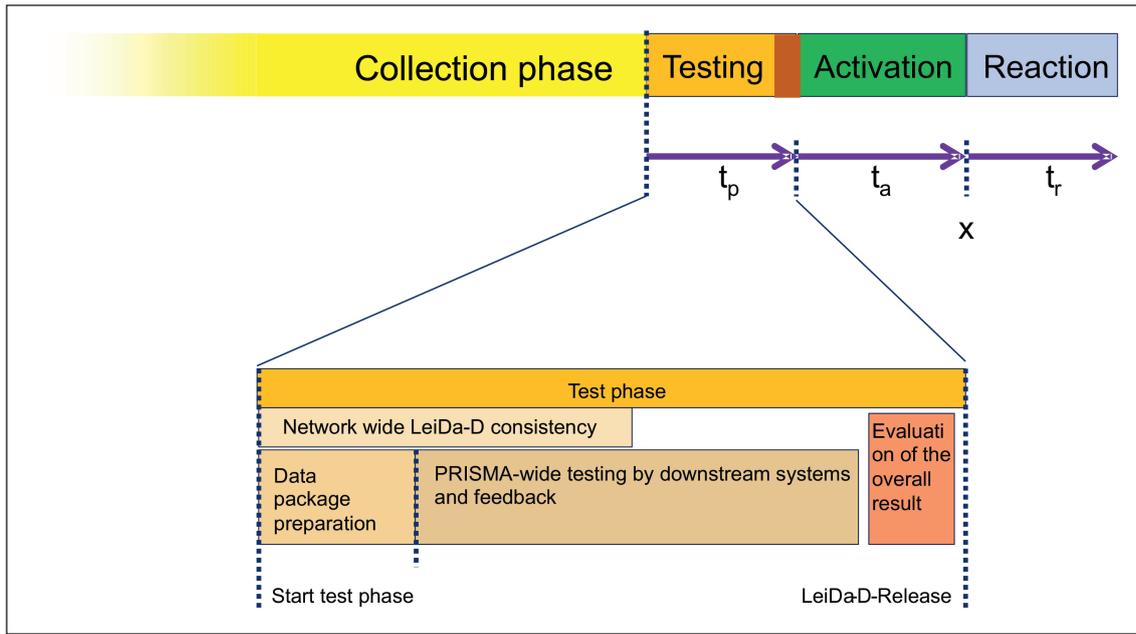
Fig. 2 illustrates the aggregation of infrastructure data from the same (regional) source to map the infrastructure data life cycle, while fig. 3 depicts (theoretically identical) basic data from different data sources and the problem of transforming the technical keys into the LeiDa-D world. The approaches using non-versioned object identities and versioned characteristics can be seen in both cases.

## 5 Data consolidation in bordering areas

LeiDa-D brings together data sources from different regions into a network-wide data set. The borders between the regions, which should be transparent in terms of the network-wide data sets, require special attention.

While a data characteristic that is valid for a given point in time is determined heuristically for the basic data, regional infrastructure data can be inherently assigned depending on a point in time. There is also infrastructure data that overlaps regions and must be specially handled by LeiDa-D:

- topology as the basis of the track plan: the operations control point boundaries and track ends between the regions must be prepared consistently, regardless of any unilateral regional perspectives;
- routes from signal to signal across regional borders;
- diversion routes and route sections between regions;



**Bild 4: Phasenmodell zur Synchronisation autonomer Bearbeitungsprozesse**  
 Fig. 4: Phase model for process synchronisation

- Topologie als Basis des Spurplans: Betriebsstellengrenzen und Gleisenden zwischen Regionen sind konsistent aufzubereiten, unabhängig von einseitig regionalen Erfassungen
  - Fahrstraßen von Signal zu Signal über Regionsgrenzen hinweg
  - Umleitungsstrecken und Streckenabschnitte zwischen Regionen
  - Zugnummernmeldeabschnitte und Weiterschaltungen
  - Überwachungsteilstrecken entlang von Strecken.
- Dieser Anforderung wird durch das Konzept der Konnektoren begegnet, d.h. virtuellen Positionsmarkern, die die einzelnen regionsübergreifenden Daten an Regionsgrenzen schneiden und „rechte und linke“ Teile verknüpfen helfen. Über Kardinalitäten, Charakteristika und hergeleitete Kennwerte solcher Verknüpfungen realisiert LeiDa-D zudem eine regionsübergreifende Datenkonsistenzprüfung unter Beachtung von Datenversionen.

**6 Synchronisation von Prozessen und Versionierung**

Dem eingangs beschriebenen Problem der nicht synchronisierten Prozesse der autonomen LeiDa-S-Instanzen wird durch ein Phasenmodell (Bild 4) begegnet, das feste, wiederkehrende Zyklen vorsieht, an deren Ende neue Daten aktiviert werden können. Dieser Zeitpunkt wird als Aktivierungszeitpunkt (AZP) bezeichnet und liegt derzeit auf Mitternacht:

- **Sammelphase:** In der Sammelphase können Datenbestände von LeiDa-S-Instanzen und LeiDa-D-eigene Teildatenbestände zum AZP x bereitgestellt werden. Diese werden dem AZP zunächst als vorläufige Daten zugeordnet, die Referenzierung ist bereits in die LeiDa-D-Welt transformiert. Es finden erste Konsistenzprüfungen im Randbereich der Daten statt.
- **Prüfphase (tp = 8 Stunden, 12:00 – 20:00 Uhr):** In dieser Phase ist keine Datenlieferung zum AZP mehr möglich, die Gesamtheit der zum AZP zu aktivierenden Daten steht fest und ist nicht mehr änderbar. Neben einer erneuten, netzweiten Prüfung durch LeiDa-D wird der weiterhin vorläufige netzweite Datenbestand auch allen Abnahmesystemen zur Bewertung bereitgestellt und es werden Rückmeldungen dazu entgegengenommen. Die Rückmeldung wird eingefordert, um Probleme frühzeitig vor der Aktivierung der Daten erkennen zu können und ggf. eine Aktivierung noch unterbinden zu können.

- train number reporting sections and train forwarding;
  - monitoring sections along lines.
- This requirement is met using the concept of connectors, i.e. virtual position markers that prune cross-regional data at the regional boundaries and help to link the “left and right-hand” parts. LeiDa-D also uses cardinalities, characteristics and the derived parameters of such links to realise a cross-regional data consistency check, taking the data versions into account.

**6 The synchronisation of the processes and versioning**

The problem of the non-synchronised processes in the autonomous LeiDa-S instances described at the beginning is countered with a phase model (fig. 4) that provides fixed, recurring cycles where new data can be activated at the end of the cycle. This point in time is called the activation point (AP) and it is currently set at midnight:

- **the collection phase:** the data sets from LeiDa-S instances and the LeiDa-D system’s own data sets can be made available for the AP in the collection phase. They are initially assigned to the AP as preliminary data; the referencing has already been transformed into the LeiDa-D world. The first consistency checks are carried out in the bordering area.
- **the test phase (tp = 8h, 12:00 p.m. – 8:00 p.m.):** data delivery to the AP is no longer possible in this phase, as the entirety of the data to be activated for the AP is fixed and can no longer be changed. In addition to a renewed, network-wide check by LeiDa-D, the still preliminary network-wide data set is also made available to all the downstream systems for evaluation and feedback. Feedback is requested in order to enable the identification of problems before activating the data sets and, as a final consequence, to enable the prevention of activation in the case of any foreseeable serious problems.
- **the activation phase (ta = 4h, 8:00 p.m. – 12:00 a.m.):** if the test phase ends successfully with the release of the network-wide data set, it is activated for the AP. All the downstream systems will be notified of the planned activation and thus asked to use the data from the AP as the active data. If successful, LeiDa-D will consider the new data set from the AP to be

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für VIA Consulting & Development GmbH /  
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrucke für Besucher der Seiten  
 genehmigt / © DVV Media Group GmbH

- Aktivierungsphase ( $t_a = 4$  Stunden, 20:00 – 00:00 Uhr): Endet die Prüfphase mit der Freigabe des netzweiten Datenbestandes, erfolgt die Aktivierung der Daten zum AZP. Allen Abnahmesystemen wird die vorgesehene Aktivierung des neuen Datenbestands mitgeteilt und damit aufgefordert, die Daten zum AZP ebenfalls als aktive Daten zu nutzen. Im Erfolgsfall gilt der neue Datenbestand für LeiDa-D zum AZP als aktiviert. Ein entsprechendes Handshake-Protokoll gewährt eine synchronisierte Aktivierung bei teilnehmenden Systemen.
- Reaktionsphase ( $t_r = 2$  Stunden, 0:00 – 2:00 Uhr): Endet die Aktivierungsphase erfolgreich, ist in der Reaktionsphase noch eine „Notfallrücknahme“ möglich, bei der alle beteiligten Systeme zur unmittelbaren Rückkehr auf die zuvor verwendeten Daten aufgefordert werden.

Unter diesen Rahmenbedingungen ist somit im Regelbetrieb eine ausreichend kurze Datenpflege (täglich) seitens LeiDa-S-Instanzen möglich, wobei gleichzeitig durch möglicherweise sehr frühzeitige Sammelphasen auf einen weit entfernten AZP hin auch Langfristplanungen konzeptuell einheitlich behandelt werden können. In Problemsituationen verbleiben ausreichende Eingriffsmöglichkeiten. Durch das so eingeführte Phasenmodell wird eine Synchronisation der autonomen LeiDa-S-Prozesse bei gleichzeitig flexibler regionaler Prozessgestaltung ermöglicht.

## 7 Aufbereitung netzweiter Datenbestände

Die gesamte Zusammenführung und Aufbereitung von Datenbeständen durch LeiDa-D zielt letztlich ausschließlich auf die Versorgung der

active. A corresponding handshake protocol guarantees synchronised activation in the downstream systems.

- the reaction phase ( $t_r = 2$ h, 12:00 a.m. – 2:00 a.m.): even if the activation phase succeeds, an “emergency withdrawal” is still possible during the reaction phase. In this case, all the downstream systems are requested to immediately return to the previously used data.

Under these conditions, a sufficiently short (daily) data maintenance period is possible in regular operations, while long-term planning can also be conceptually treated uniformly. Sufficient intervention options remain in problematic situations. The introduced phase model enables the autonomous LeiDa-S processes to be synchronised with flexible regional processes at the same time.

## 7 The preparation of the network-wide data sets

The entire consolidation and processing of data by LeiDa-D is performed to supply the downstream systems with network-wide data. The data is made available to the downstream systems on the basis of a REST (Representational State Transfer) request that produces different tailored data packets for a specific point in time in their own format.

In addition, even the preliminary data of a collection phase can also be provided. This is necessary in order to enable support for long-term activities such as the planning of new layouts or data representations at an early stage and thus to enable the decoupling of the data versions from the model phases.

**Bleiben Sie in der Spur!**  
Mit dem Newsletter von  
**Eurail press**

**Jetzt anmelden!**  
[www.eurailpress.de/  
anmeldung](http://www.eurailpress.de/anmeldung)

Abnahmesysteme mit netzweiten Daten. Diese werden auf Anforderung als verschieden zugeschnittene Datenpakete für einen bestimmten Zeitpunkt in einem eigenen Format den Abnehmersystemen als REST-Abruf (Representational State Transfer) bereitgestellt. Zusätzlich können auch die vorläufigen Daten einer Sammelphase bereitgestellt werden. Dies ist erforderlich, um frühzeitig lang laufende Aktivitäten wie Projektierungen von neuen Anzeigen, Lupen oder Darstellungen mit Daten unterstützen und so vom Phasenmodell entkoppeln zu können.

## 8 Technische Rahmenbedingungen

Als operatives System im Verbund der PRISMA-Systeme stellen sich an LeiDa-D viele technische Anforderungen, unter anderem:

- Redundante Instanzen: LeiDa-D wird an mehreren Standorten auf parallelen Instanzen vorgehalten, was Systemsynchronisation bedingt (z. B. für Fail-Over- oder Switch-Over-Szenarien).
- Sichere Systeme: LeiDa-D ist ein operatives System, was weitere Anforderungen an Schnittstellen, Kommunikation, sichere und verlässliche Daten- und Nachrichtenübermittlung bedingt.
- Protokollierung und Dokumentationspflicht: persistenter Nachweis einzelner Vorgänge wie Datenentgegnahmen, Datenaufbereitungen, Ereignisse, Änderungen an Systemeigenschaften oder Systemstatusmitteilungen
- Monitoring.

Technisch ist LeiDa-D als Web-Applikation mit leistungsfähigem Backend und Datenbank umgesetzt, wobei Java, Spring, Spring Boot, Vaadin sowie Oracle und H2 als zentrale Techniken und Produkte zum Einsatz kommen.

## 9 Fazit und Ausblick

LeiDa-D wird im Rahmen des Projekts PRISMA zur Erneuerung der Systeme der Betriebszentralen der DB Netz AG in Deutschland eine konsistente, netzweite und zentrale Versorgung aller Abnahmesysteme mit Basis- und Infrastrukturdaten realisieren.

LeiDa-D bedient sich auf absehbare Zeit verschiedener, regional disjunkter LeiDa-S-Instanzen als Datenquellen, führt aus diesen Basis- und Infrastrukturdaten zu einem Datenbestand transparent zusammen, reichert diesen mit eigenen Daten an und ermöglicht somit eine einfache Sicht auf einen netzweiten, versionierten Datenbestand, der von nachgelagerten Dispo-Systemen für beliebige Zeitpunkte abgerufen werden kann.

LeiDa-D setzt ein Konzept zur Synchronisation autonomer, regional verteilter Arbeitsprozesse und Datenflüsse um, welches den Abgleich und das Zusammenführen der Arbeitsweisen verschiedener LeiDa-S-Instanzen ermöglicht sowie Datenkonsistenz in Rand- und Übergangsbereichen der Regionen gewährleistet.

Dieser evolutionäre Ansatz soll auch die schrittweise und vollständige Ablösung des Altsystems LeiDa-S auf kontrollierbare Weise ermöglichen und bietet auch zukünftig noch eine Vielzahl anspruchsvoller konzeptueller und technischer Herausforderungen, bis letztlich auch LeiDa-D langfristig durch eine gemeinsame Datenversorgung für Fahrplan und Betrieb ersetzt werden kann. ■

## 8 The technical framework

As an operating system in the PRISMA system network, LeiDa-D has many technical requirements, including:

- redundant instances: LeiDa-D is available at several locations on parallel instances, which requires system redundancy and synchronisation (e.g. for fail-over or switch-over scenarios);
- secure systems: LeiDa-D is an operating system, which implies additional requirements for interfaces, communications and secure and reliable data and message transmission;
- logging and documentation obligations: persistent evidence of the individual processes such as data receipt, data processing, events, changes to system properties or system status messages;
- monitoring.

Technically, LeiDa-D has been implemented as a web application with a powerful backend and database and with Java, Spring, Spring Boot, Vaadin, Oracle and H2 used as the central technologies and products.

## 9 Conclusion and outlook

LeiDa-D will ensure the consistent, network-wide and central supply of all the downstream systems with basic and infrastructure data as part of the PRISMA project for the renewal of the systems of the operations control centres at DB Netz AG in Germany.

LeiDa-D will consider various regionally disjointed LeiDa-S instances as data sources for the foreseeable future, transparently merge this basic and infrastructure data into an overall database, enhance it with its own extension data and thus enable a simple view of a network-wide, versioned data set that can be accessed by the downstream IT systems for any point in time.

LeiDa-D has implemented a concept for the synchronisation of autonomous, regionally distributed work processes and data flows, which enables the comparison and merging of different LeiDa-S instances and ensures data consistency in the bordering areas between the regions.

This evolutionary approach should also enable the step-by-step and complete replacement of the LeiDa-S legacy system in a controllable manner and will also offer a multitude of sophisticated conceptual and technical challenges in the future until LeiDa-D can also be replaced in the long term with a new, common data supply system both for timetabling and operations. ■

## AUTOREN | AUTHORS

### Dr. Alexander Kuckelberg

Fachlicher Architekt BaSIs-BZ / *Conceptual architect BaSIs-BZ*  
VIA Consulting & Development GmbH  
Anschrift / Address: Römerstr. 50, D-52064 Aachen  
E-Mail: a.kuckelberg@via-con.de

### Florian Bednarz

Projektleiter BaSIs-BZ / *Project Manager BaSIs-BZ*  
DB Netz AG  
Anschrift / Address: Brandenburger Str. 1, D-04103 Leipzig  
E-Mail: florian.bednarz@deutschebahn.com