

# ProSig – Erweiterte Planungsunterstützung für Stellwerke und ETCS

*ProSig feierte im vergangenen Jahr sein 15-jähriges Bestehen als Standardsoftware der Deutschen Bahn für die Planung der Leit- und Sicherungstechnik.*

Volker Uminski

Zusammen mit Anwendern und Ansprechpartnern, die sich mit Rat und Tat eingebracht haben, konnte ProSig die Vorschrift der Deutschen Bahn AG (DB) geeignet umsetzen und einen deutschlandweiten Standard für die Dokumente im Planteil 1 (PT 1) etablieren.

Der Prozess der Standardisierung ist jedoch noch nicht abgeschlossen. Er erreicht mit dem DB-seitigen Projekt PlanPro [1] eine höhere „Umlaufbahn“. Dabei geht es insbesondere um die übergeordneten Planungsprozesse in einem ESTW-Projekt (Elektronisches Stellwerk) und die dabei produzierten Daten. Die folgenden Fragen gilt es in diesem Zusammenhang zu beantworten:

- Wer produziert die notwendigen Daten für die Leit- und Sicherungstechnik (LST) und mit welchen Werkzeugen?
- Wer benötigt diese Daten als Nächstes und wie werden sie übergeben?
- Wer verwaltet die Datenströme sowie die entsprechenden Dokumente u. a. Lagepläne, Übersichtspläne und Excel-Tabellen?

Dieser Artikel wird vor allem einige Antworten auf die erste Frage geben, da ProSig als LST-Planungswerkzeug die relevanten Planungsphasen Entwurfsplanung (EP), Ausführungsplanung (AP) und Bestandsdokumentation begleitet. In diesen Phasen entsteht in ProSig schon ein Gutteil der notwendigen Daten, die dann durch weitere Systeme genutzt und „veredelt“ werden können.

Aktuell kommen noch Planungsaktivitäten hinzu, die im Kontext des europäischen Zugbeeinflussungssystems ETCS (European Train Control System) alle Dokumente und Daten erzeugen müssen. Auch für diesen zukünftig immer wichtiger werdenden Bereich stellt ProSig einige Funktionalitäten zur Verfügung.

## LST-Planungsprozesse und deren Software-Unterstützung

Ende der 1990er Jahre waren die Planungsprozesse und Planunterlagen in der LST noch vielfältig divergent. Zum einen brachte jede Bundesbahndirektion ihre eigenen historisch gewachsenen Vorstellungen und Spezialitäten ein, zum anderen galt es ab 1990 die Unter-

schiede zwischen Deutscher Reichsbahn und Deutscher Bundesbahn nach etwa 40 Jahren Trennung auch auf dem Gebiet der LST-Planung wieder zusammenzuführen. In dieser Situation entschloss sich die DB Netz AG ein Standardwerkzeug für die LST-Planung in ihre Planungsrichtlinie aufzunehmen, um die Vereinheitlichung über ein gemeinsames Werkzeug voranzubringen.

Für ProSig, als das damals festgelegte Planungswerkzeug, war es nicht immer einfach, die vielen und z. T. widersprüchlichen Anforderungen umzusetzen. Nicht selten wurde ProSig dadurch zum Brennglas von regionalen Unterschieden, mithin zu einem Austragungsort von Interessenkonflikten. Eine Tendenz, die bis heute anhält, aber mittlerweile zu einem konstruktiven Änderungsprozess herangereift ist, bei dem ProSig in enger Absprache mit der Vorschriftenstelle der DB und dem o.g. PlanPro-Arbeitskreis sukzessive für die gemeinsamen Planungsprozesse und deren Ergebnisse ausgerüstet wird.

Aus einer Reihe entsprechender Funktionen, die in der letzten Zeit unter dem Titel „EPU – Erweiterte Planungsunterstützung“ [2] in ProSig hinzugekommen sind, werden die folgenden näher betrachtet:

- Grundlagen und Vorbereitung eines ProSig-EPU-Projektes,
- neigungsabhängige Standortermittlung im Lageplan mit der Funktion NaSe,
- Planen von Fahrstraßen und Flankenschutz mit dem Fahrstraßen-Editor,
- Ableiten eines (ETCS-)Übersichtsplans mit Hilfe der Gleistopologie,
- Erstellen von Neigungs- und Geschwindigkeitsbändern für ETCS Level 2,
- Export der Planungsdaten in die vorgesehenen Excel-Tabellen und Schnittstellen.

## Grundlagen eines ProSig-EPU-Projektes

Seit 2005 können LST-Planungsprojekte in einem sogenannten ProSig-Datenbankprojekt bearbeitet werden. Die projektspezifische Datenbank in einer ProSig-Projektdatei beinhaltet dabei alle LST-relevanten Objekte und deren Eigenschaften sowie die zugehörigen Projektzeichnungen wie Lagepläne und Übersichtspläne (Abb. 1).

Das ProSig-Datenbanksystem ermöglicht damit letztlich einen automatischen Ab-

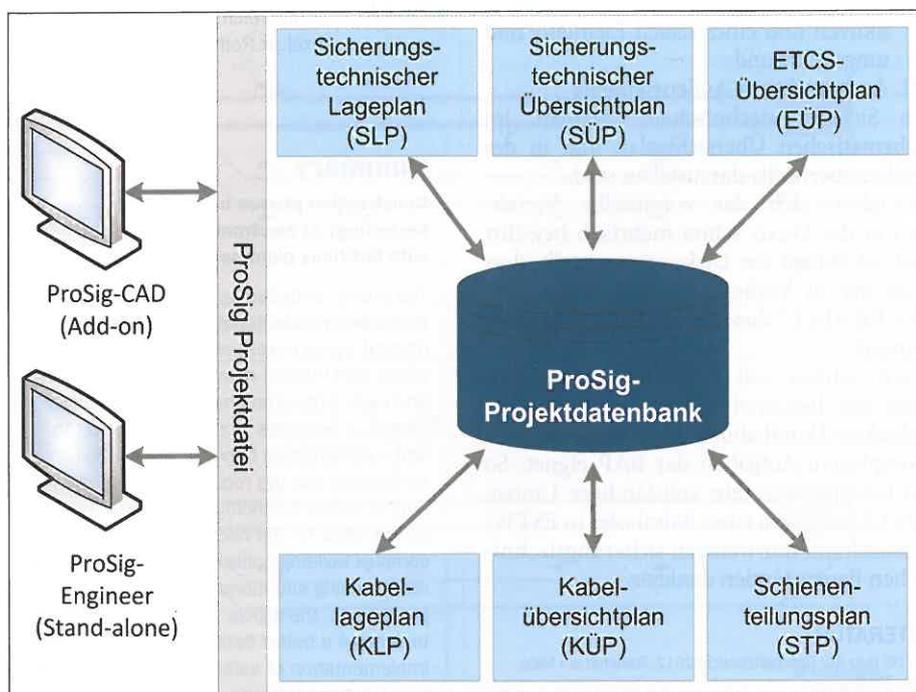


Abb. 1: ProSig-Datenbankprojekt mit den zugehörigen Plänen

gleich der Projektpläne und den Export der Daten in die Excel-Tabellen des PT 1.

In der Praxis gibt es bislang einige Varianten, um die LST-Planungsgrundlagen zu legen. Je nach Projekt stehen oft mehrere Quellen mit z. T. unterschiedlichen Inhalten, Formaten und Qualitäten zur Verfügung. Mögliche Quellen sind hierbei Pläne aus dem Zentralarchiv der DB (IZ Plan) auf Papier, als digitale Zeichnung, als CAD-Vektorgrafik oder als ProSig-Projektdatei. Ferner müssen Daten aus dem Geografischen Informationssystem der DB (DB GIS) bezüglich Gleislage, Kilometrierungsachsen, Neigungs- und Überhöhungsband in der Planungsgrundlage berücksichtigt werden. Diese Geo-Daten können wiederum über eine Datenschnittstelle (dem GND-Edit) in ProSig importiert werden oder in Form von IvL-Plänen (spezielle von MicroStation in AutoCAD konvertierte Katasterpläne der DB) in einer ProSig-Zeichnung hinterlegt werden. Schließlich können solche Daten auch von Trassierungswerkzeugen über spezielle Schnittstellen eingelesen werden.

Man erkennt sogleich die Gefahr, die mit dieser „bunten Datenlandschaft“ einhergeht und dass dies für ein künftiges Planungsprojekt, das maximal automatisiert von ProSig unterstützt werden soll, keine anwendbare Voraussetzung darstellt. Hier werden derzeit bahnsseitig Prozesse und Strukturen festgelegt, die einen systematischen Projekteinstieg ermöglichen. Zusammen mit entsprechenden Prüf- und Anpassungsfunktionen kann so eine saubere Grundlage für die Planung in ProSig gelegt werden.

### Gleistopologie als ESTW-Bezugssystem

Auf diese Grundlagen setzen insbesondere die neuen EPU-Funktionen auf und ergänzen sie um eine weitere Struktur, die sogenannte Gleistopologie.

Die Gleistopologie ist die Reduktion der Gleislage im sicherungstechnischen Lageplan (SLP) auf die reinen Fahrwegmöglichkeiten, die in Form eines Knoten-Kanten-Modells in der ProSig-Projektdatenbank hinterlegt werden (Abb. 2).

An der Gleistopologie werden dann die LST-Objekte (hier ein Signal) „verortet“. Das heißt, an der Kante (hier 1 > 2) wird die Entfernung zu einem Knoten (hier 1) in Meter abgetragen und als Verortungspunkt im Objekt hinterlegt. Aus diesen Angaben entsteht ein Bezugssystem für das ESTW, das für die LST- und ETCS-Planung hinreichend präzise ist und somit auch als „Lineal“ für den Übersichtsplan dienen kann. Dazu wird die Gleistopologie wiederum auf das Gleisnetz im Übersichtsplan übertragen, indem sie durch Interpolation der Strecken auf den Übersichtsplan „abgewickelt“ wird.

Im nächsten Vorbereitungsschritt wird die Kilometrierungsachse und das Neigungs-

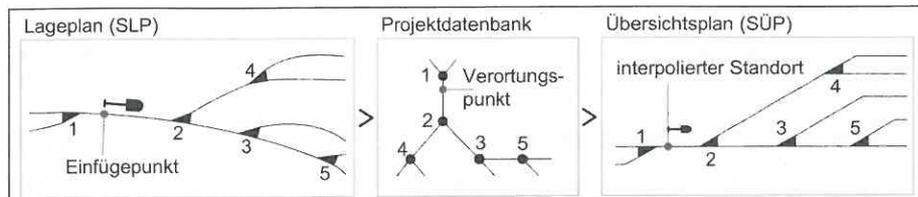


Abb. 2: Übergang von der Gleislage zur Gleistopologie und schließlich zum Gleisnetz im ÜP

band in das Projekt bzw. in den SLP über die GND-Edit-Schnittstelle importiert. Diese Daten aus dem DB GIS stehen dann für die zentralen Planungsaktivitäten zur Verfügung.

Ein wesentlicher Unterschied für den Planer und Zeichner ergibt sich also in der Vorbereitung eines LST-Projektes, das künftig über die bisher genannten Grunddaten im System verfügen muss. Diese Arbeit bedeutet zunächst einen höheren Anfangsaufwand als bei der klassischen Vorbereitung, bei der es vor allem auf die optische Sauberkeit des Planes (für den Ausdruck bzw. Plot) ankam. Doch erkaufte man sich mit dem Mehraufwand auch einige Zeiterparnisse durch Systemunterstützungen, die mit EPU bezeichnet sind und deren aktuell interessantesten Funktionen im Folgenden beschrieben werden.

### Neigungsabhängige Standortermittlung (NaSe)

Im Zentrum des PT 1 steht die Planung der Streckenausrüstung, insbesondere der Signale. Um sie gemäß den Streckenanforderungen (insbesondere der maßgebenden Neigung) systemunterstützt platzieren zu können, wurde in ProSig die Funktion NaSe entwickelt. Sie verarbeitet die Neigungsdaten aus dem DB GIS, die Informationen über die Gleistopologie sowie die Position der beteiligten Objekte und der Gefahrenpunkte. Hieraus werden wahlweise der Einfügepunkt des Signals oder die nötigen Durchrutschwege (D-Wege) ermittelt (Abb. 3).

Diese sicherheitsrelevante Aktivität wurde bisher vom LST-Planer mit Stift und Taschenrechner oder mit individuell gestalteten Excel-Formularen durchgeführt. Mit

NaSe werden die Berechnungen interaktiv im Lageplan durchgeführt und entsprechend visualisiert. Die besondere Herausforderung für NaSe ist die Ermittlung der D-Wege entlang der Gleistopologie über Weichen hinweg, so dass sich zu einem Signal die möglichen D-Wege mit den Weichen im Durchrutschweg vervielfältigen (Abb. 4). Schließlich muss der Planer für jede Standortermittlung die jeweiligen Berechnungsgrundlagen vor dem Planprüfer ausweisen. Damit auch die Berechnungen mit NaSe transparent sind, werden für jedes Signal die relevanten Formeln und Parameter in einem Datenblatt ausgegeben.

### Planen von Fahrstraßen und Flankenschutz

Für das spätere Realisieren der Stellwerksfunktionen im ESTW sind die Vorgaben vor allem aus der Planung der Zug- und Rangierstraßen von Bedeutung. Hierfür werden in ProSig eine Reihe von EPU-Funktionen bereitgestellt, die den Planer dabei unterstützen. Die Planung bzw. Projektierung der Fahrstraßen verläuft dabei in den folgenden Schritten:

- automatisierte Fahrwegsuche und -definition,
- Definieren der zugehörigen D-Wege mittels NaSe (s. o.),
- interaktives Kombinieren der Fahrstraßen aus den Fahr- und den D-Wegen,
- systemunterstützte Flankenschutzsuche und -definition für alle Weichen in der Fahrstraße.

Damit das ProSig-System die möglichen Fahrwege zwischen einem Start- und einem Zielsignal selbstständig finden kann, greift es auch hier wieder auf die Gleistopologie

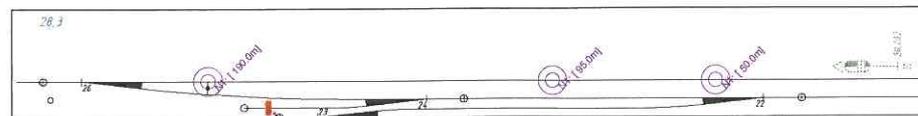


Abb. 3: Die Funktion NaSe zeigt im SPL die möglichen D-Wege zum Signal rechts

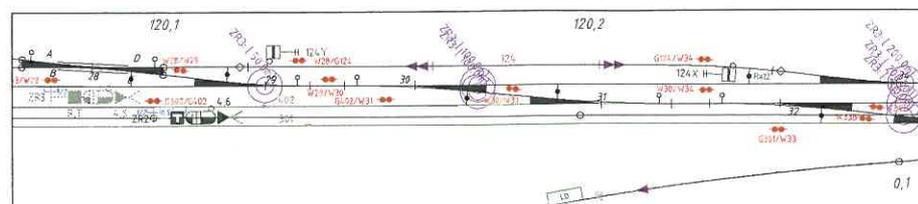


Abb. 4: Mögliche D-Wege zu einem Signal (ZR3) über mehrere Weichen hinweg

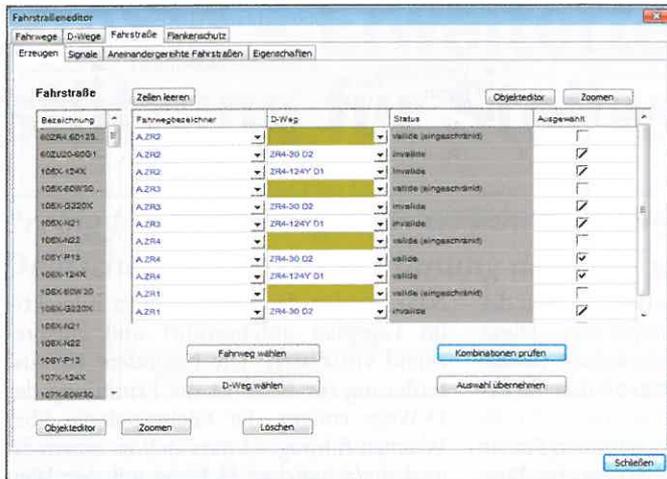


Abb. 5: Editor für Fahrstraßen und Flankenschutz in ProSig

**Ableiten von Plänen aus der Projektdatenbank**

Durch die Gleistopologie, die eine generelle Gemeinsamkeit in allen Plänen darstellt, können aus der ProSig-Projektdatenbank heraus alle Pläne abgeleitet und somit automatisiert erzeugt werden.

Beim Ableiten der Übersichtspläne, wie SÜP und ETCS-Übersichtsplan (EÜP), werden die Standorte der Objekte mithilfe der Verortung (Abb. 2) interpoliert. Als beste Näherung werden die Objekte an diesen Standorten automatisch in die Zeichnung eingefügt. Auf diese Weise können PT 1-Pläne konsistent erzeugt werden, die dann nur noch zeichnerisch zum Zwecke der Übersichtlichkeit (z. B. Attributpositionen) bearbeitet werden müssen.

Eine ähnliche Funktionalität existiert bereits seit 2008 in ProSig, bei der die Interpolation anhand von Kilometrierungsachsen durchgeführt wird. Auch dieses Verfahren liefert in den meisten Fällen recht gute Ergebnisse beim Ableiten eines Übersichtsplans. Allerdings kommt es dabei sehr auf die Lage der Kilometrierungsachsen an: Folgt sie nicht dem Verlauf der Gleislage, so gibt es mit zunehmender Entfernung zu den darauf bezogenen Objekten eine immer größere Verzerrung der tatsächlichen Lageverhältnisse. Hingegen ist die Projektion der Standorte auf die Gleistopologie und umgekehrt die daraus ermittelten Positionen im Übersichtsplan gleichbleibend genau, da jede Gleiskante jetzt sozusagen seine „eigene Kilometrierungsachse“ hat.

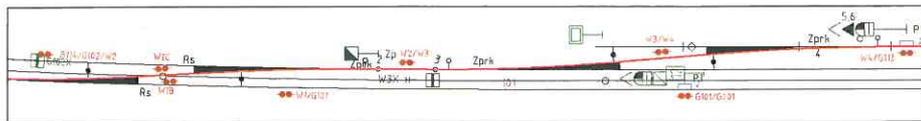


Abb. 6: Ausschnitt eines rot markierten Fahrweges im Lageplan

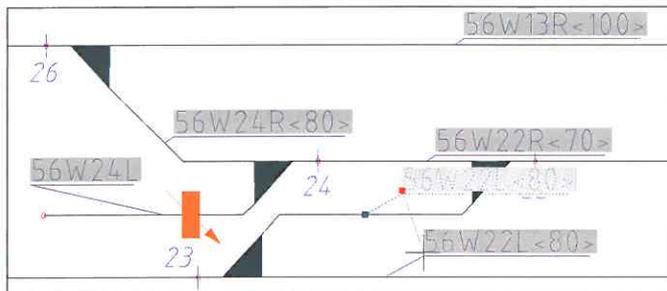


Abb. 7: Die von ProSig generierten und verschiebbaren ETCS-Gleiskantenbezeichner

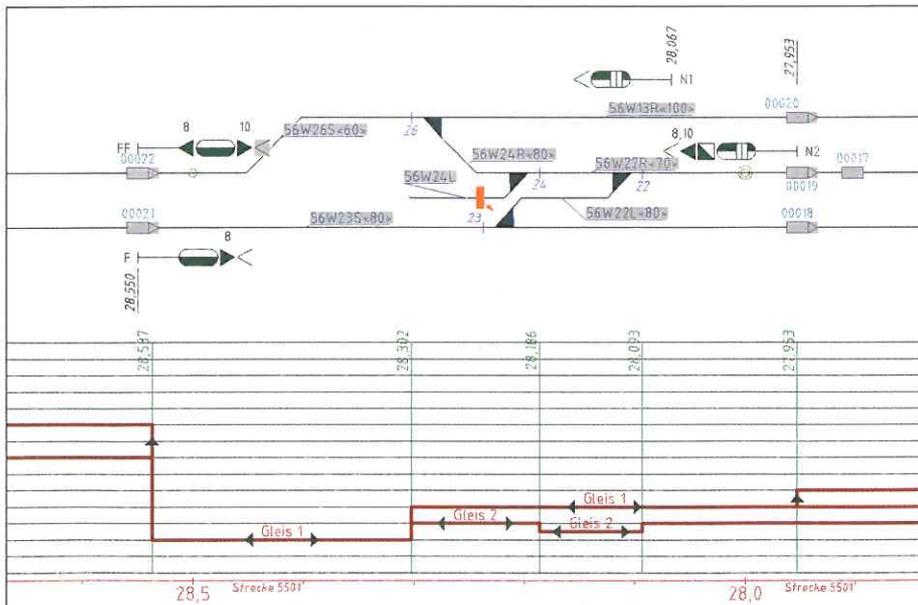


Abb. 8: Geschwindigkeitsband im EÜP mit korrespondierenden Geschwindigkeitswechsellpunkten (oben)

**Aktivitäten für die Planung von ETCS Level 2**

Im Kontext des europäischen Zugbeeinflussungssystems kommt der ETCS-Übersichtsplan (EÜP) zum Plansatz hinzu. Dabei stehen die folgenden Aktivitäten bei ProSig im Fokus:

- Editieren der Neigungs- und Geschwindigkeitsbänder,
- Einfügen der ETCS-Streckenausrüstung,
- Import und Vergabe der ETCS-Datenpunktadressen,
- Erstellen der ETCS-Gleiskantenbezeichner,
- Erstellen der Neigungs- und Geschwindigkeitsbänder (s. u.).

Da die Projektierung von ETCS-Anlagen (zumindest im Kontext der DB) auf der klassischen PT 1-ESTW-Planung aufsetzt, ist auch hierfür das ProSig-Datenbankprojekt mit seinen EPU-Funktionen die systematische Grundlage.

Allerdings geht nicht bei allen europäischen Projekten zwangsläufig eine separate LST-Planung der ETCS-Planung voran. Deshalb muss es in ProSig auch möglich sein, mit einem EÜP zu beginnen und in ihm die entsprechenden Planungsschritte durchzuführen. Aus dem EÜP können

zurück. Da es in einem typischen ESTW-Projekt dutzende von Fahrstraßen gibt, war und ist die Gefahr groß, den Überblick beim Planen zu verlieren. Hier steuert ProSig mit Sortier- und Filterfunktionen im Fahrstraßendialog (Abb. 5) sowie mit interaktiven Funktionen, u. a. Zoomen, Picken und

Markieren im Lageplan, gegen (Abb. 6). Ob die komplexen Funktionen rund um den Fahrstraßeneditor den noch komplexeren Anforderungen im Planungsalltag genügen, wird derzeit im Rahmen vom Pilotprojekten und dem speziellen PlanPro-Arbeitskreis „Planungsunterstützung“ untersucht.

dann ggf. die andern Pläne, auch Lagepläne, mithilfe des Datenbanksystems (s. o.) abgeleitet werden.

Der Bereich der Planung innerhalb der europäischen Zugbeeinflussung steht derzeit noch am Anfang seines Weges. Die normativen und prozessualen Vorgaben auf europäischer und nationaler Ebenen sind noch nicht abschließend formuliert und vor allem noch nicht hinreichend für die Umsetzung in die Planungspraxis interpretiert. Hierzu gilt es in den kommenden Monaten und Projekten die notwendige Erfahrung zu sammeln und in ProSig zu berücksichtigen.

### Neigungs- und Geschwindigkeitsband für ETCS Level 2

Die speziellen Visualisierungen im EÜP sind die Neigungs- und Geschwindigkeitsbänder unterhalb des Gleisnetzes. Wie in Abb. 8 zu sehen, verzeichnen die Graphen im Geschwindigkeitsband an den Geschwindigkeitswechsellpunkten im Gleisnetz (u. a. auch Signalstandorte und Weichenanfänge) einen Sprung. Um diese Korrespondenz zu ermöglichen, werden auf dem Gleisnetz bzw. der Gleistopologie die Geschwindigkeitsbereiche interaktiv definiert, was zu den vorbereitenden Maßnahmen in einem ETCS-Projekt zählt.

Zwischen Gleisnetz und Geschwindigkeitsband wird das Neigungsband gezeichnet, für das die Neigungsbereiche im Gleisnetz definiert bzw. importiert werden müssen. Beim automatischen Generieren der Bänder stellt ProSig das passende Layout und den dafür benötigten Platz unter dem Gleisnetz selbständig bereit, so dass auch nachträgliche Erweiterungen und Ergänzungen unterstützt werden (Abb. 9).

In Summe stellt das automatisierte Zeichnen der o. g. Bänder eine deutliche Erleichterung für den Planer oder Zeichner dar, wie bereits im ETCS-Kompetenzzentrum bei der DB ProjektBau GmbH in Dresden erkannt wurde. Für die ersten ETCS-Projekte mussten dort alle Bänder manuell mit CAD-Mitteln erstellt und nachgepflegt werden, was zu einer expliziten Bestellung dieser Funktionalität im ProSig-ETCS-Modul führte.

### Export der Planungsdaten

Wenn mithilfe der ProSig-Funktionen alle relevanten LST- bzw. ETCS-Objekte eingebracht und geplant wurden, dann stehen die dabei erzeugten Daten automatisch auch für den Export in die notwendigen Excel-Tabellen des Plansatzes zur Verfügung. ProSig 7.0 EPU unterstützt den automatischen Export der folgenden Tabellen:

- LST-Tabellen des PT 1,
- Tabellen für ETCS L1/ZBS und
- Tabellen für ETCS L2.

Dabei werden die Daten entsprechend dem Zielformat vom ProSig-Exporter konvertiert

**Abb. 9:** Zwei generierte Neigungsbander korrespondierender Neigungswechsellpunkte (oben)



und in einer Zwischenansicht dargestellt. Hier können die Daten nochmals gesichtet, ggf. korrigiert, gefiltert und sortiert werden. Danach werden sie in die entsprechenden Excel-Tabellenvorlagen inklusive Kommentaren und gegebenenfalls Systemmeldungen exportiert.

Im Zusammenhang mit dem o. g. Standardisierungsprojekt PlanPro ist künftig auch ein Export der LST-Daten in eine Schnittstellendatei (PlanPro-XML) vorgesehen. Diese XML-Datei soll dann neben dem bisherigen Plansatz an die Stellwerkshersteller weitergegeben werden [1].

### Ausblick

Derzeit stehen die vier folgenden Aspekte im Fokus des ProSig-Entwicklerteams:

- PlanPro-Funktionen als nächste Stufe der EPU-Funktionen: Dazu gehören die Unterstützungsfunktionen für das Planen und Projektieren aller LST-Objekte (und deren Beziehungen im ESTW-Kontext) wie Blockanlagen, Bahnübergänge, Nahbedienbereiche, Schlüssel-Schloss-Anhängigkeiten, PZB, Bahnsteige usw.
- ETCS L1 Full Supervision: Diese ETCS-Ausprägung wird in ProSig seit 2009 unterstützt und bedient derzeit das Level-1-Derivat „ZBS“ (Zugbeeinflussung Berliner S-Bahn). Für den generellen Planungseinsatz werden noch Spezifika wie die Euroloops implementiert.
- ETCS L1 Limited Supervision: Diese Ausprägung ist im Wesentlichen eine definier-

te Untermenge von L1 Full Supervision und wird in ProSig durch eine Auswahl von vorkonfigurierten Telegrammtypen realisiert.

- Datenschnittstellen zu anderen Systemen: Der Trend, die LST- und ETCS-Daten nicht mehr nur über die „Papierschnittstelle“ systemübergreifend auszutauschen, setzt sich allmählich durch, so dass auch ProSig immer mehr in ein datentechnisches Netzwerk mit „benachbarten“ Partnersystemen eingebunden ist. Dieser Datenverbund war auch ein Schwerpunktthema auf dem letzten ProSig-Kundentag, an dem sich Partnersysteme vor Ort präsentiert haben [3].

Bezüglich EPU/PlanPro sowie ETCS L1/L2 sind eine Reihe von Test- und Pilotprojekten vorgesehen, die einen akzeptierten Standard etablieren sollen, bevor die Prozesse und Ergebnisse zu stark „regional auseinanderlaufen“.

### LITERATUR

- [1] Maschek, U.; Klaus, Ch.; Gerke, C.; Uminski, V.; Girke, K.-J.: PlanPro – Durchgängige elektronische Datenhaltung im ESTW-Planungsprozess, in: Signal + Draht 09/2012, Hamburg  
 [2] ProSig 7.0 EPU, Handout, www.prosig.de/download  
 [3] ProSig InfoMail 06/2013, Zusammenfassung, www.prosig.de/kundentag-2013



Dipl.-Wirt.-Inf. (FH) Volker Uminski  
 Leiter Softwareentwicklung ProSig  
 IVV GmbH, Braunschweig  
 volker.uminiski@ivv-gmbh.de

### Summary

#### ProSig – Extended planning support for national and European train control systems

Last year marked the 15th anniversary of ProSig as the standard software of Germany's national railway operator, Deutsche Bahn, for planning railway control center, control & safety systems and European train control systems (ETCS). A lot of smart functions under the title "EPU – Extended Planning Unit" [2] were recently added to ProSig, such as:

- Gradient-based location of signals in layout plans via NaSe function,
- Route and flank protection planning using the Railway Route Editor,
- Derivation of overview plans via track topology,
- Generation of gradient and speed ranges for ETCS Level 2,
- Export of planning data to relevant Excel tables and interfaces.