

# **Neues Planungsverfahren für Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik auf Basis durchgängiger elektronischer Datenhaltung**

von der Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“  
der Technischen Universität

**genehmigte DISSERTATION**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktoringenieur  
(Dr.-Ing.)**

eingereicht am 04.07.2016

verteidigt am 27.01.2017

von

**Dipl.-Ing. Jens Buder**

geb. am 08.03.1986

in Stollberg

Promotionskommission:

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Krimmling (TU Dresden, Vorsitzender)

Prof. Dr.-Ing. Jochen Trinckauf (TU Dresden, Betreuer und 1. Gutachter)

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Fengler (TU Dresden, 2. Gutachter)

Doz. Dr.-Ing. habil. Matthias Bär (TU Dresden)

Prof. Dr. rer. nat. habil. Karl Nachtigall (TU Dresden)



## Autorenreferat

Zur Errichtung und Inbetriebnahme von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik (LST), zu denen beispielsweise Elektronische Stellwerke (ESTW) gehören, sind unter anderem definierte Planungs-, Begutachtungs- und Freigabeschritte zu durchlaufen. Die vorliegende Arbeit thematisiert den LST-Planungsprozess hinsichtlich seiner erforderlichen Abläufe und Komplexität im Vergleich der bisherigen Regelwerksvorgaben mit praktischen Umsetzungen. Auf den Analyseergebnissen einschließlich herausgearbeiteter Probleme aufbauend, werden unter Berücksichtigung aktueller Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt „PlanPro - Durchgängige elektronische Datenhaltung im ESTW-Planungsprozess“ Vorschläge für einen zukünftigen LST-Planungsprozess vorgestellt und wissenschaftlich aufbereitet. Dabei sollen durch den verstärkten Einsatz IT-gestützter Verfahren die Planungsqualität erhöht und die Prozesse insgesamt beschleunigt werden. In der Arbeit werden auch grundlegende Neuerungen mit PlanPro dargestellt, ebenso wie Anforderungen an die LST-Datenbank, die zukünftig eine zentrale Rolle für das Abspeichern und Weitergeben von Planungs- und Bestandsdaten einnehmen wird. Erläuterungen zu einem denkbaren Einführungskonzept sowie eine Schlussbetrachtung runden diese Dissertation ab.

## Bibliografischer Nachweis

Jens Buder

Neues Planungsverfahren für Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik auf Basis durchgängiger elektronischer Datenhaltung

Technische Universität Dresden, Fakultät Verkehrswissenschaften „Friedrich List“, Professur für Verkehrssicherungstechnik

Dissertation 2017

Anzahl der Seiten:	286
Anzahl der Abbildungen:	67
Anzahl der Tabellen:	25
Anzahl der Anhänge:	22

## **Abstract**

For installation and commissioning of railway signalling equipment, which may include computer-based interlocking (CBI), defined tasks for planning, assessment and approval have to be executed. This dissertation analyses the planning process of the railway signalling equipment with regard to its necessary processes and complexity. Additionally, it compares existing legal requirements with their practical realisation. Based on the results of this analysis and their identified problems, proposals for a future planning process for railway signalling equipment will be scientifically prepared and presented. They are taking into account the latest results from the research project "PlanPro - Integrated electronic data storage in electronic interlocking planning process". By the progressive use of IT-based processes, planning quality will be increased and the processes can be accelerated altogether. Thereupon, fundamental changes based on PlanPro are presented. This applies to requirements for the database of railways signalling equipment, which will play a key role for the storage and sharing of planning and inventory data in the future, too. An explanation of a possible introduction concept as well as a conclusion complete this dissertation.

## Thesen zur wissenschaftlichen Arbeit

1. Bei Errichtung und Änderung von Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik (LST) sind Projektphasen zu durchlaufen, in denen verschiedenen Projektbeteiligten definierte Aufgaben zugeordnet sind.
2. Die praktische Umsetzung der in den Regel- und Vorschriftenwerken dokumentierten Vorgaben variiert bisher projektspezifisch und teilweise regionalbereichsspezifisch; damit können zusätzliche Projektrisiken verbunden sein.
3. Durch den Einsatz der elektronischen Datenhaltung und Datenübergabe wird eine weitere Standardisierung des LST-Planungsprozesses möglich und erwartet. Dies führt zu einer Beschleunigung der Planungsabläufe und Erhöhung der Planungsqualität, sodass insgesamt eine Reduzierung von Projektrisiken möglich wird.
4. Die angestrebten Ziele und erwarteten Effekte können vor allem für die Phasen der Ausführungsplanung und Bestandserstellung erzielt werden, sodass zunächst für diese Projektschritte die Einführung von PlanPro empfehlenswert ist.
5. Der Einsatz der elektronischen Datenhaltung und Datenübergabe im LST-Planungsprozess erfordert neue Prozessschritte sowie eine neue Werkzeuglandschaft. Der LST-Datenbank kommt dabei eine zentrale Bedeutung für die Abspeicherung und Weitergabe von Planungs- und Bestandsdaten zu.
6. Zur Legitimation der zukünftigen PlanPro-Prozesse ist die Überarbeitung der Regel- und Vorschriftenwerke erforderlich. Dabei können Anforderungen an Regelwerksfortschreibungen, die sich aus bisherigen Projektabläufen unter Berücksichtigung der anerkannten Regeln der Technik ergeben und bislang gar nicht oder nur unzureichend abgebildet sind, integriert werden.

## Danksagung

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur für Verkehrssicherungstechnik der Technischen Universität Dresden.

Zu allererst danke ich meinem Doktorvater und Lehrstuhlinhaber Prof. Dr.-Ing. Jochen Trinckauf für das entgegengebrachte Vertrauen und seine Unterstützung. Neben den fachlichen Ratschlägen und Diskussionen war er mir in seinen methodischen Vorgehensweisen und persönlichen Umgangsweisen stets ein Vorbild. Von den weitergegebenen Erfahrungen konnte ich bei meiner wissenschaftlichen Tätigkeit ebenso profitieren wie bei der täglichen Projektarbeit im Forschungsprojekt PlanPro - dafür nochmals ein herzliches Dankeschön.

Ebenfalls möchte ich Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Fengler für das Interesse an meinem Dissertationsthema, die fachlichen Hinweise zur Endredaktion sowie die Begutachtung danken.

Ich danke allen Mitwirkenden des Forschungsprojektes PlanPro, insbesondere den Teilnehmern des AK Anwendungsfälle, für die sehr angenehme Zusammenarbeit, weitergegebenen Praxiserfahrungen und zahlreichen Fachdiskussionen, deren Ergebnisse auch in diese Arbeit eingeflossen sind.

Ein großes Dankeschön geht an meinen Kollegenkreis der Professur für Verkehrssicherungstechnik und das kooperierende CERSS Kompetenzzentrum Bahnsicherungstechnik für den fachlichen Austausch und das äußerst kollegiale Arbeitsklima. Dabei danke ich besonders Dr.-Ing. Ulrich Maschek für fachliche Anregungen und Ratschläge während der Erstellung dieser Arbeit.

Für die Unterstützung meines Promotionsvorhabens möchte ich ebenfalls herzlichst meiner Familie und Freundin Juliane danken, deren aufbauende Worte und entgegengebrachtes Verständnis die Dissertationserstellung erleichterten.

Abschließend sei allen bisher nicht genannten Freunden und Wegbegleitern meiner Promotionszeit gedankt, die durch ihre allgemeine Unterstützung, gemeinsame (Fach-)Gespräche sowie (Freizeit-)Unternehmungen sowohl zu Erkenntnisgewinnen als auch zur persönlichen Ausgeglichenheit beitrugen und damit einen wichtigen Anteil am erfolgreichen Abschluss meiner Dissertation haben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>12</b>
1.1	Motivation.....	12
1.2	Zielstellung.....	13
1.3	Vorgehensweise .....	14
<b>2</b>	<b>Forschungsprojekt PlanPro .....</b>	<b>16</b>
2.1	Ausgangssituation .....	16
2.2	Struktur und Bearbeitungsschwerpunkte.....	18
2.2.1	Gesamtprojekt .....	18
2.2.2	Arbeitskreise .....	20
2.3	Abgrenzung LST-Planungen.....	24
2.3.1	Gewerke der Eisenbahntechnischen Ausrüstung .....	24
2.3.2	Untergewerke der LST.....	25
<b>3</b>	<b>Grundlagen der Prozessmodellierung.....</b>	<b>27</b>
3.1	Wesen und Ziele .....	27
3.1.1	Ziele .....	27
3.1.2	Wesen.....	28
3.2	Allgemeine Darstellungsformen .....	29
3.3	Prozessdarstellungen PlanPro .....	31
<b>4</b>	<b>Grundlagen des LST-Planungsprozesses.....</b>	<b>34</b>
4.1	Relevante Regel- und Vorschriftenwerke.....	34
4.2	Projektphasen nach Ril 809.....	36
4.3	Datenfluss LST-Planungsprozess.....	38
4.3.1	Bisheriger Planungsprozess .....	38
4.3.2	Zukünftiger Planungsprozess .....	40
4.3.3	Besondere Randbedingungen .....	42
4.4	Vorstellung der Themenkomplexe .....	45
4.4.1	Begrifflichkeiten .....	45
4.4.2	Beteiligte an LST-Projekten.....	46
4.4.3	Bearbeitungsschwerpunkte .....	49
4.4.4	PlanPro System- und Softwarearchitektur .....	50

---

<b>5</b>	<b>Detailbetrachtungen der Themenkomplexe .....</b>	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Definition Planungs-/Betrachtungsbereich .....</b>	<b>55</b>
5.1.1	Gegenstand und Aufgaben .....	55
5.1.2	Bisheriger Prozess .....	57
5.1.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	58
5.1.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	60
<b>5.2</b>	<b>Umgang mit Bestandsunterlagen vor Planungsbeginn .....</b>	<b>61</b>
5.2.1	Gegenstand und Aufgaben .....	61
5.2.2	Bisheriger Prozess .....	62
5.2.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	67
5.2.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	71
<b>5.3</b>	<b>Planung eines Bauzustandes .....</b>	<b>72</b>
5.3.1	Gegenstand und Aufgaben .....	72
5.3.2	Bisheriger Prozess .....	77
5.3.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	81
5.3.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	88
<b>5.4</b>	<b>Prüfung und Freigabe .....</b>	<b>89</b>
5.4.1	Gegenstand und Aufgaben .....	89
5.4.2	Bisheriger Prozess .....	93
5.4.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	97
5.4.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	101
<b>5.5</b>	<b>Gleichstellung .....</b>	<b>102</b>
5.5.1	Gegenstand und Aufgaben .....	102
5.5.2	Bisheriger Prozess .....	103
5.5.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	104
5.5.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	107
<b>5.6</b>	<b>Montage und Inbetriebnahme .....</b>	<b>107</b>
5.6.1	Gegenstand und Aufgaben .....	107
5.6.2	Bisheriger Prozess .....	111
5.6.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	111
5.6.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	113
<b>5.7</b>	<b>Erstellung und Übergabe der Bestandsdokumentation .....</b>	<b>113</b>
5.7.1	Gegenstand und Aufgaben .....	113

---



---

5.7.2	Bisheriger Prozess .....	115
5.7.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	117
5.7.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	119
<b>5.8</b>	<b>Änderungsplanungen .....</b>	<b>121</b>
5.8.1	Gegenstand und Aufgaben .....	121
5.8.2	Bisheriger Prozess .....	124
5.8.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	129
5.8.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	133
<b>5.9</b>	<b>Bauzustände .....</b>	<b>134</b>
5.9.1	Gegenstand und Aufgaben .....	134
5.9.2	Bisheriger Prozess .....	139
5.9.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	145
5.9.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	152
<b>5.10</b>	<b>Nachbarplanungen .....</b>	<b>154</b>
5.10.1	Gegenstand und Aufgaben .....	154
5.10.2	Bisheriger Prozess .....	159
5.10.3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess .....	162
5.10.4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen .....	164
<b>6</b>	<b>Grundlegende Neuerungen mit PlanPro .....</b>	<b>166</b>
<b>6.1</b>	<b>Plausibilitäts- und Zulässigkeitsprüfung (PlaZ) .....</b>	<b>167</b>
6.1.1	Gegenstand und Aufgaben .....	167
6.1.2	Umsetzung und Regelwerksanforderungen .....	171
<b>6.2</b>	<b>Bestandsdigitalisierung .....</b>	<b>173</b>
6.2.1	Gegenstand und Aufgaben .....	173
6.2.2	Umsetzung und Regelwerksanforderungen .....	174
<b>6.3</b>	<b>Verbundplanung .....</b>	<b>179</b>
6.3.1	Gegenstand und Aufgaben .....	179
6.3.2	Umsetzung und Regelwerksanforderungen .....	183
<b>6.4</b>	<b>Containermodellierung .....</b>	<b>185</b>
6.4.1	Gegenstand und Aufgaben .....	185
6.4.2	Umsetzung und Regelwerksanforderungen .....	186
<b>6.5</b>	<b>Objektmanagement .....</b>	<b>192</b>
6.5.1	Gegenstand und Aufgaben .....	192

---

6.5.2	Umsetzung und Regelwerksanforderungen.....	194
<b>6.6</b>	<b>Änderungsmanagement/Versionshebung .....</b>	<b>197</b>
6.6.1	Gegenstand und Aufgaben .....	197
6.6.2	Umsetzung und Regelwerksanforderungen.....	199
<b>7</b>	<b>Schnittstellenbetrachtung LST-Datenbank .....</b>	<b>202</b>
7.1	Grundanforderungen an die LST-Datenbank .....	202
7.2	Planungsstatus .....	203
7.3	Gesamtdatenfluss .....	207
7.4	Datenfluss bei der Planung von Bauzuständen .....	212
7.5	Zusammenfassung .....	216
<b>8</b>	<b>Einführungskonzept PlanPro .....</b>	<b>218</b>
8.1	Grundsätze .....	218
8.2	Regelwerksanpassungen .....	219
8.3	Prozessanpassungen.....	223
8.4	Systemanpassungen .....	226
8.5	Testprojekte .....	227
8.6	Versionierung .....	229
<b>9</b>	<b>Schlussbetrachtungen.....</b>	<b>231</b>
9.1	Zusammenfassung .....	231
9.2	Kritische Würdigung.....	235
9.3	Ansätze für weitere Untersuchungen.....	237
	<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>240</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>243</b>
	<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>246</b>
	<b>Quellenverzeichnis .....</b>	<b>247</b>
	<b>Glossar .....</b>	<b>252</b>
	<b>Anhang - Vorbemerkungen .....</b>	<b>257</b>
	<b>Anhang A: Ausführliches XML-Beispiel.....</b>	<b>258</b>
	<b>Anhang B: Daten- und Informationsflüsse (bisher) .....</b>	<b>259</b>
	<b>Anhang C: Daten- und Informationsflüsse mit PlanPro .....</b>	<b>260</b>

<b>Anhang D: Datenaustausch über die LST-Datenbank.....</b>	<b>261</b>
<b>Anhang E: PlanPro-System- und Softwarearchitektur.....</b>	<b>262</b>
<b>Anhang F: Prozessbeschreibung Festlegung Pb/Bb .....</b>	<b>263</b>
<b>Anhang G: Prozessbeschreibung Umgang mit Geodaten .....</b>	<b>264</b>
<b>Anhang H: Prozessbeschreibung Gleichstellung .....</b>	<b>265</b>
<b>Anhang I: Prozessbeschreibung Revisionseinträge .....</b>	<b>267</b>
<b>Anhang J: Ablauf Änderungsmitteilung.....</b>	<b>269</b>
<b>Anhang K: Aktualisierung von Betrachtungsbereichen.....</b>	<b>270</b>
<b>Anhang L: Prozessbeschreibung Bestandsdigitalisierung.....</b>	<b>272</b>
<b>Anhang M: Horizontale Abhängigkeiten .....</b>	<b>273</b>
<b>Anhang N: Attribute des Objektmanagements .....</b>	<b>274</b>
<b>Anhang O: Prozessbeschreibung XSD-Versionierung .....</b>	<b>275</b>
<b>Anhang P: Prozessbeschreibung Versionshebung .....</b>	<b>276</b>
<b>Anhang Q: PlanPro-Planungsstatus.....</b>	<b>277</b>
<b>Anhang R: Gesamtdatenfluss mit PlanPro .....</b>	<b>278</b>
<b>Anhang S: Datenfluss Bauzustände - ein LST-Fachplaner.....</b>	<b>279</b>
<b>Anhang T: Datenfluss Bauzustände - mehrere LST-Fachplaner.....</b>	<b>280</b>
<b>Anhang U: Gesprächsprotokolle.....</b>	<b>281</b>
<b>Anhang V: Digitale Anhänge .....</b>	<b>286</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Aufgrund der systemspezifischen Eigenschaften der Eisenbahn, die sich durch Spurführung und Bewegung großer Massen bei geringer Haftreibung charakterisieren lassen, wurden seit Bestehen der Eisenbahnen besondere Maßnahmen zur Gewährleistung eines sicheren Betriebes entwickelt und in die Praxis umgesetzt. Dazu gehören allen voran die Entwicklungen eines umfassenden Regelwerkes sowie technischer Innovationen zur Infrastrukturgestaltung und Betriebsdurchführung. Zur technischen Ausrüstung der Eisenbahninfrastruktur gehören auch Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik (LST), stellvertretend genannt seien hierfür Stellwerke (Stw) unterschiedlichster Bauformen, beginnend vom mechanischen Stellwerk bis hin zum modernen Elektronischen Stellwerk (ESTW).

Die Dimensionierung von Eisenbahnanlagen erfolgt durch das Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) unter Berücksichtigung der zu erwartenden Verkehrsbelastungen durch alle potenziellen Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU), die Betrieb auf der Eisenbahninfrastruktur durchführen wollen. Neben dem Neubau von Eisenbahninfrastruktur, beispielsweise Neubaustrecken für den Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) bis hin zum Gleisanschluss für den Schienengüterverkehr (SGV), kann auch durch neue oder veränderte Verkehrsbedürfnisse der Umbau von bestehenden Eisenbahnanlagen für den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) notwendig werden. Darüber hinaus sind Stellwerke aufgrund der Obsoleszenz-Problematik anzupassen und zu modernisieren. Dabei müssen prozessuale Regelwerksvorgaben, bspw. [BAU-STE], [RIL809], eingehalten werden: LST-Anlagen dürfen nur neu errichtet oder umgebaut werden, wenn diese vorher sorgfältig geplant, das Planungsergebnis fachlich begutachtet sowie die anschließende Bauausführung überwacht und nach Umsetzung erfolgreich abgenommen wurde, um die hohen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen und eine störungsfreie Betriebsdurchführung gewährleisten zu können. Diese vereinfacht dargestellten Prozessvorgaben können in ihrer praktischen Umsetzung projektspezifisch und regional unterschiedlich ablaufen, gerade bei mehreren (nahezu) gleichzeitig stattfindenden und/oder voneinander abhängigen Maßnahmen. Weitere Herausforderungen an den Planungsprozess und seine Abläufe stellen die Vielzahl von beteiligten Projektakteuren sowie der

technische Fortschritt dar: Während im 20. Jahrhundert Papierpläne das maßgebende Medium zur Darstellung und Weitergabe von Planungen oder dem Ist-Zustand von Eisenbahninfrastrukturanlagen waren, sind seit Mitte der 1990er Jahre zunehmend von Informationstechnologien (IT) gestützte Prozessschritte an der Planung und Realisierung von Stellwerken beteiligt. Die Vorteile der computergestützten Planung kommen vollumfänglich jedoch nur dann zum Tragen, wenn bisherige Prozesse tiefgründiger analysiert und an die neuen, durch Technik unterstützten Verfahren angepasst werden.

## **1.2 Zielstellung**

Gegenstand dieser Dissertation ist die Erarbeitung eines neuen Planungsprozesses für die Neuerrichtung von Elektronischen Stellwerken unter Berücksichtigung der aktuellen Anforderungen und Vorteile durch IT-gestützte Abläufe. Dabei sollen insbesondere Arbeitsergebnisse des 2008 von der DB Netz initiierten Forschungsprojektes „Durchgängige elektronische Datenhaltung im ESTW-Planungsprozess“ (kurz: PlanPro) einfließen, vor allem Ergebnisse des Arbeitskreises „Anwendungsfälle“, in dem der Autor seit 2011 mitarbeitete. Darüber hinaus betreute der Autor als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Professur für Verkehrssicherungstechnik an der Technischen Universität Dresden studentische Arbeiten, in denen PlanPro-spezifische Erkenntnisse zum Planungsprozess weiterführend quantitativ und qualitativ untersucht wurden, deren Ergebnisse ebenfalls einfließen.

Ziel der Dissertation ist es, ausgehend von einer Analyse des bisherigen Planungsprozesses nach Vorgaben in Theorie (Regelwerk) und deren Umsetzung in der Praxis (Projektdurchführung) unter Berücksichtigung der Kernanforderungen des Projektes PlanPro einen zukünftigen Planungsprozess zu definieren, bei dem die durchgängige elektronische Datenhaltung und -übergabe von LST-Planungen für ESTW zwischen beteiligten Akteuren bzw. Systemen im Mittelpunkt steht. Damit sollen perspektivisch die Erstellungs-, Begutachtungs- und Umsetzungszeiten von LST-Planungen reduziert sowie deren Qualität erhöht werden, um einen effektiveren Einsatz der knappen personellen und finanziellen Ressourcen zu ermöglichen. Es versteht sich von selbst, dass dieser neue, zukünftige Planungsprozess durch entsprechend angepasste Regelwerke legitimiert und den Beteiligten zugänglich gemacht werden muss. Deswegen befasst sich die Dissertation zudem mit grundsätzlichen Anforderungen an Re-

gelwerksänderungen, damit die zukünftigen PlanPro-Prozesse auch in die Regelwerke Eingang finden.

### **1.3 Vorgehensweise**

Zunächst wird im Kapitel 2 einleitend das Forschungsprojekt PlanPro hinsichtlich seiner Ziele, struktureller Voraussetzungen und Rahmenbedingungen sowie der Einordnung der Forschungsschwerpunkte in den Gesamtkontext von LST-Planungsprojekten vorgestellt. Aufgrund der thematischen Komplexität, welche eine enge Verzahnung der etablierten Arbeitskreise erfordert, ist dabei zu betonen, dass die getroffenen Festlegungen zunächst nur für LST-Planungen zur Errichtung von Elektronischen Stellwerken gelten.

Nachdem im Kapitel 3 ausgehend von einer Kurzvorstellung allgemeiner Prozessmodellierungsansätze die PlanPro-spezifischen Festlegungen zur Dokumentation zukünftiger Prozesse als formalisierten Prozessbeschreibungen herausgearbeitet sind, widmet sich Kapitel 4 der weiteren Eingrenzung der Thematik. Dabei stehen zu berücksichtigende Regelwerke und Planungsphasen sowie die Veränderungen im Datenfluss zwischen bisherigem und zukünftigem LST-Planungsprozess im Mittelpunkt. Hierbei ist jedoch nur eine Konzentration auf die Kernaussagen möglich, die für Prozessanalysen sowie Neudefinitionen von grundlegender Bedeutung sind. Mit Vorstellung relevanter Themenkomplexe für die Erstellung der Ausführungsplanung Planteil 1 (AP PT 1) bis hin zu neuen Beständen sind alle wesentlichen Grundlagen definiert.

Darauf aufbauend werden im Kapitel 5 die Ergebnisse der Analyse der bisherigen Prozesse detailliert vorgestellt, diskutiert sowie daraus der zukünftige PlanPro-Prozess entwickelt, einschließlich notwendiger Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen.

Grundlegend neu mit PlanPro zu betrachtende Themenkomplexe stehen im Mittelpunkt des Kapitels 6. Darüber hinaus widmet sich Kapitel 7 einer beispielhaften Vorstellung der Anforderungen und Wirkprinzipien der LST-Datenbank als zentrale Austausch- und Speicherplattform im zukünftigen PlanPro-Planungsprozess.

Abschließend soll im Kapitel 8 ein Einführungskonzept für den neuen Planungsprozess unter elektronischer Datenhaltung vorgestellt werden, weiterhin rundet eine Schlussbetrachtung im Kapitel 9 diese wissenschaftliche Arbeit ab.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit von innerhalb der Arbeit verwendeten Begrifflichkeiten zum LST-Planungsprozess ist ein Glossar beigefügt, das ausgewählte Definitionen, insbesondere für PlanPro angepasste allgemeine Begrifflichkeiten oder Neuschöpfungen, enthält. Die im Glossar aufgeführten Begriffe sind bei ihrer erstmaligen Verwendung im Fließtext *kursiv hervorgehoben*.

## 2 Forschungsprojekt PlanPro

### 2.1 Ausgangssituation

Mit der Entwicklung von Systemen für die elektronische Datenverarbeitung verbreiteten sich diese in vielerlei Anwendungsgebieten. Seit den 1990er Jahren kommen solche EDV-Systeme zunehmend auch bei der Planung und Bestandsverwaltung von LST-Anlagen zum Einsatz. Obwohl diese temporär in nahezu allen Planungs-/Lebenszyklusphasen angewendet werden, existiert bisher kein übergreifendes, standardisiertes Datenformat für den Austausch mit der Signalbauindustrie (SBI). Bisher werden mittels EDV erzeugte Daten nur in Form von Druckexemplaren weitergereicht und durch erneute Eingaben in andere Systeme weiterverarbeitet (=optomanuelle Schnittstelle). [MAS15a]

Mit dieser Verfahrensweise sind folgende entscheidenden Nachteile verbunden:

- erhöhter Zeitaufwand für manuelle Übernahmen
- unnötiger Ressourcenverbrauch bei der Planung aufgrund eines hohen Anteils an Routinearbeiten
- hohe Fehleranfälligkeit (Inkonsistenzen) bei fehlerhafter, manueller Übernahme von Änderungen der im Papierplanwerk notwendigerweise redundant enthaltenen Informationen zu identischen Fachobjekten; z. B. menschliche Fehlerrate von  $10^{-3}$  pro Handlung [HIN93]

Unter Kenntnis der aufgeführten Nachteile bei deutlich größeren Optimierungspotentialen durch die Nutzung von EDV-Systemen besteht schon seit längerem der Bedarf an komplexen Modellen zur Abbildung der LST-Fachdaten, als Voraussetzung einer angestrebten durchgängigen elektronischen Datenübergabe und Datenhaltung.

Folgende Aktivitäten lassen sich dabei beispielhaft aufführen:

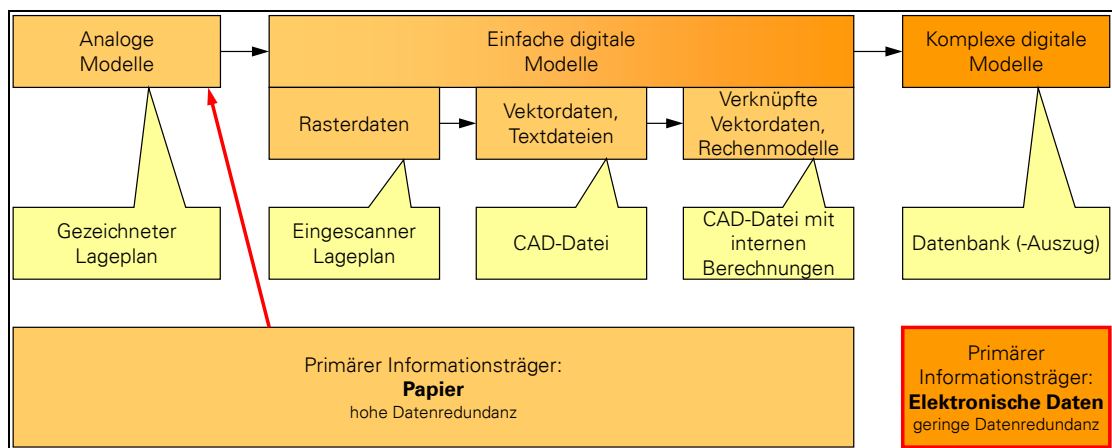
- 1990er Jahre: Entwicklungsbeginn isolierter Werkzeuge zur Unterstützung der Planungsaktivitäten von Ingenieurbüros, z. B. Planungssoftware ProSig seitens IVV [IVV16]
- 2002: Dissertation „Datenmodell zur Planung von Stellwerken“ [MAS02]
- seit ca. 2001: Entwicklung Betriebs- und Stellwerkssimulation (BEST) vorrangig zur Simulation der ESTW-Bedienung und geplanter Betriebs-



szenarien durch Funkwerk (aktuell Scheidt & Bachmann Systemtechnik) [SST16]; elektronische Planungsdaten als „Nebenprodukt“

- seit ca. 2003: Entwicklung Planungswerkzeug ProCoPS durch DB-International [ROT11]; umfassendste Funktionalitäten zur automatischen Generierung von Planungstabellen aus Planungsdaten, aufbauend auf ProSig
- interne Werkzeuge der Signalbauindustrie (SBI) zur Planung und Errichtung von Stellwerken

Die Entwicklungsstufen von Informationsmodellen lassen sich in folgender Abbildung 1 veranschaulichen:



**Abbildung 1: Entwicklung von Informationsmodellen [MAS15a]**

Ausgehend vom gezeichneten Lageplan als analoges Modell der Eisenbahninfrastruktur wurden durch den Einsatz von EDV-Systemen einfache digitale Modelle geschaffen. Mit zunehmender Komplexität konnten ausgehend von Rasterdaten, erzeugt durch eingescannte Lagepläne, mittels CAD-Dateien (Computer-aided-Design (Computer unterstütztes Entwerfen) einschließlich interner Berechnungen sogar verknüpfte Vektordaten und Rechenmodelle erzeugt werden. Damit wurde bereits ein deutlicher Qualitätsgewinn erreicht, jedoch vereint alle bisherigen Modelle die Eigenschaft, Druckexemplare mit den aufgeführten Nachteilen einer hohen Datenredundanz und notwendiger manueller Übertragungen als primäre Informationsträger zu verwenden. Obwohl seit den ersten detaillierten Überlegungen [MAS02] zu einem komplexen digitalen Datenmodell für die Planung von Stellwerken bereits mehr als ein Jahrzehnt ver-

gangen ist, wurden die Ansätze bislang noch nicht vollendet und in der Praxis etabliert.

Dieser wichtige und notwendige Schritt zum Überwinden bisheriger Nachteile sowie zur Verbesserung der Planungsqualität unter einem effektiveren Ressourceneinsatz soll nun mit PlanPro absolviert werden. Ziel ist es dabei, erstmals elektronische Daten als primären Informationsträger für die Planung von ESTW zu verwenden. Um die Vorteile einer vollständigen elektronischen Datenhaltung nutzen zu können, ist es notwendig, aus den bisherigen einfach-digitalen Modellen ein komplexes LST-Datenmodell zu entwickeln. Zum Erreichen der angestrebten Ziele sind neben der (Weiter-)Entwicklung des LST-Datenmodells viele Aktivitäten und begleitende Entwicklungen notwendig.

Deswegen wurde 2008 durch die DB Netz das Forschungsprojekt „PlanPro – Durchgängige elektronische Datenhaltung im ESTW-Planungsprozess“ initiiert [MAS12], welches im nachfolgenden Abschnitt detaillierter vorgestellt ist.

## **2.2 Struktur und Bearbeitungsschwerpunkte**

### **2.2.1 Gesamtprojekt**

Zum Erreichen der ehrgeizigen Ziele wurde ein Projektteam unter Federführung der DB Netz gebildet, durch das die komplexen Themenfelder und Zusammenhänge bisheriger ESTW-Planungen analysiert und für zukünftige Planungen weiterentwickelt werden sollten. Weitere Beteiligte sind die IVV als Hersteller der Standard-Planungssoftware ProSig, Scheidt & Bachmann System Technik (ehemals Funkwerk IT Kiel), die Professur für Verkehrssicherungstechnik der Technischen Universität Dresden sowie ausgewählte erfahrene LST-Fachplaner der DB ProjektBau, DB International und DB-externer Ingenieurbüros<sup>1</sup>. Darüber hinaus erfolgte ein kontinuierlicher Ergebnis- und Erfahrungsaustausch mit der Signalbauindustrie, bei denen den Stellwerksherstellern Lösungen vorgestellt, mit ihnen diskutiert und weiterführende Arbeitsaufträge protokolliert wurden.

Zusammengefasst lassen sich die PlanPro-Ziele wie folgt charakterisieren:

- Erhöhung Qualität von LST-Planungen für die Errichtung von ESTW
- direkter, zentraler Austausch elektronischer Planungsdaten über eine LST-Datenbank

---

<sup>1</sup> z. B. DR. GRABAND & PARTNER, Ingenieurbüro Selent

- Etablierung der elektronischen Datenhaltung für LST-Anlagen mit Abspeicherung von (Bestands-)Daten in einer LST-Datenbank
- Verringerung bestehender Redundanzen bei der manuellen, fehleranfälligen Datenübertragung im Planungsprozess
- damit einhergehend: Beschleunigung der Planungsprozesse, Kostenreduktion, effektiverer Ressourceneinsatz

Aufgrund der Vielzahl von zu bearbeiteten Themen wurden verschiedene Arbeitskreise (AK) gebildet, in denen themenspezifische Probleme zu analysieren und Lösungen zu erarbeiten waren. Anschließend wurden die Ergebnisse arbeitskreisübergreifend vorgestellt und diskutiert, um so die enge Verzahnung gewährleisten zu können und vor allem praxistaugliche Lösungen für den Gesamtkomplex „Elektronische Datenhaltung im LST-Planungsprozess“ anbieten zu können. Die Zusammensetzung der PlanPro-Themenfelder ist in nachfolgender Abbildung 2 dargestellt:

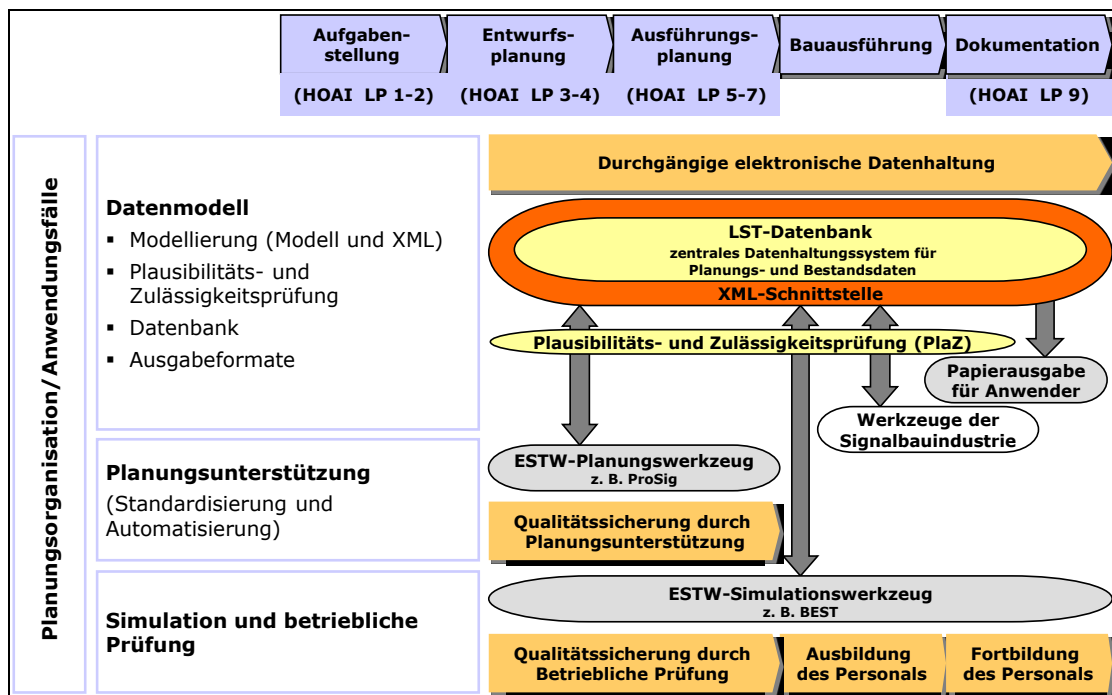


Abbildung 2: PlanPro – Projektinhalte [MAS15a, Folie 9]

Dabei ist zu berücksichtigen, dass die zu erarbeitenden Lösungen sich zunächst nur auf die Projektphasen der Erstellung der Ausführungsplanung PlanTeil 1 (kurz: AP PT 1) - Details zu Planungsphasen siehe Abschnitt 4.2 - sowie die Bestandsdokumentation (im Sinn der Bestandsdatenhaltung) konzentrieren.

Wichtiger Bestandteil im zukünftigen PlanPro-Prozess ist die LST-Datenbank als zentrales Datenhaltungssystem für Planungs- und Bestandsdaten. Diese benannten Daten sollen per XML-Schnittstelle zwischen der LST-Datenbank und beteiligten Werkzeugen ausgetauscht werden.

Die XML (Extensible Markup Language) ist eine Sprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten als Textdateien und kann für einen plattformunabhängigen Austausch von Daten zwischen Computersystemen eingesetzt werden [MAS15a]. XML-Dateien enthalten Schlüssel/Wert-Paare, wobei der Schlüssel in spitzen Klammern in Tags definiert ist und zugeordnete Werte zwischen dem Start- und Endtag beschrieben wird. Abbildung 3 zeigt ein sehr einfaches Beispiel:

```
<Signal>
  <Signalbegriff>
    Ks_1
  </Signalbegriff>
</Signal>
```

**Abbildung 3: XML-Beispiel [MAS15a]**

XML-Dateien sollen zukünftig zwischen beteiligten Werkzeugen und der LST-Datenbank ausgetauscht werden um LST-Planungen zu beschreiben. Dafür müssen diese valide sein, indem sie einem definierten Format/einer definierten Grammatik - dem sogenannten XML-Schema, kurz: XSD (XML-Schema-Definition) - entsprechen. Mit Weiterentwicklung des LST-Datenmodells ist auch eine neu zu verwendende XSD-Version herauszugeben. Daraus resultierende besondere Verfahrensweisen werden beispielhaft im Abschnitt 6.6 thematisiert. Ein etwas detaillierteres XML-Beispiel ist im Anhang A: Ausführliches XML-Beispiel beigelegt.

Die bei der Definition und Umsetzung der PlanPro-Inhalte beteiligten Arbeitskreise einschließlich derer Kernaufgaben sollen im nächsten Abschnitt zum besseren Gesamtverständnis kurz vorgestellt werden.

### **2.2.2 Arbeitskreise**

Aufgrund der komplexen Themenfelder (vgl. Abbildung 2) wurden folgende Arbeitskreise etabliert:

- Datenmodell
- Ausgabeformate (Agate)

- Anwendungsfälle (Awf)
- Datenbank/Realisierung
- Planungsunterstützung (Plus)
- Planungsorganisation (Plo)

Der **Arbeitskreis Datenmodell** beschäftigt sich mit der Entwicklung eines generischen LST-Datenmodells, in dem alle relevanten Planungsdaten für die Errichtung von Elektronischen Stellwerken, zunächst für die Phase AP PT 1 enthalten sind. Für die Erarbeitung wurden die bisherigen LST-Fachinhalte von Planungsunterlagen in Form von Lageplänen, Tabellen und weiterführenden Dokumenten, bspw. Erläuterungsberichte, gemäß Ril 819.01/819.9002 [RIL819] analysiert und als Objekte, Attributgruppen oder Attribute abgebildet. Neben diesen direkt abgespeicherten Planungsdaten enthalten Planungsunterlagen auch Angaben, die sich aus mehreren Attributen (einfach) herleiten lassen und deswegen nicht direkt abgespeichert werden. Das LST-Datenmodell bildet den Kern zukünftiger ESTW-Planungen. Es ermöglicht die Abbildung umfangreicher Infrastrukturvarianten und ist nur dahingehend eingeschränkt, dass in Regelwerken vorhandene allgemeingültige Vorgaben zur Gestaltung von LST-Anlagen abbildbar sind (z. B. definierte Durchrutschweglängen). Ob die durch das LST-Datenmodell zulässigen Gestaltungsspielräume durch den Fachplaner dann bei einer konkreten Planung tatsächlich richtig angewendet wurden, ist gesondert zu prüfen (siehe Abschnitt 6.1)

Die Zuordnung von Planungsdaten des LST-Datenmodells zu gewünschten Papierplanungsunterlagen, die trotz elektronischer Datenhaltung und -übergabe auch weiterhin für Prozessbeteiligte generierbar sein müssen, steht im Mittelpunkt des **Arbeitskreises Ausgabeformate** (kurz: Agate). Dabei wurden bisherige Ausgabeformate hinsichtlich ihrer dargestellten Planungsinhalte aber auch Nutzerfreundlichkeit und redundanter Informationen analysiert. Ausgehend von den Erkenntnissen erfolgte die Erarbeitung von Vorschlägen für zukünftige Ausgabeformate und Darstellungen, die zusammen mit der Regelwerksstelle der DB Netz, allen voran I.NPS 3, aber auch unter Einbeziehung der Signalbauindustrie diskutiert werden. Bei der Neukonzeption der Ausgabeformate lag der Schwerpunkt auf einer inhaltlichen Überarbeitung verbunden mit den Zielen, möglichst wenig redundante Angaben abzubilden sowie verstärkt spezifische Darstellung von Planungs- aber auch Bestandsdaten für unterschiedliche Nut-

zergruppen zu erstellen, um die Lesbarkeit, Nachvollziehbarkeit und Aussagekraft zu erhöhen.

Mit dem Prozess der Erstellung von LST-Planungen, ausgehend von vorbereitenden Maßnahmen, wie der Bestandsplanbestellung, über die eigentliche Befüllung des LST-Datenmodell und die Weitergabe der entstandenen Planungen an weitere Prozessbeteiligte für Begutachtungs- und Freigabeschritte mit dem Ziel der Übergabe dieser an die Signalbauindustrie bis hin zur Erstellung neuer Bestände beschäftigte sich der **Arbeitskreis Anwendungsfälle** (AK Awf). Durch Leitung dieses Arbeitskreises konnte der Verfasser maßgebliche Erkenntnisse für die vorliegende Arbeit zusammentragen. Der Arbeitsauftrag besteht darin, die zukünftigen PlanPro-Planungsprozesse zu definieren. Dazu ist es erforderlich, bisherige Abläufe von LST-Planungen nach Vorgaben des Regelwerkes (Theorie) und deren tatsächlicher Umsetzung bei ESTW-Projekten (Praxis) einschließlich häufig auftretender Projektrisiken zu analysieren. Die wissenschaftliche Aufbereitung wesentlicher Ergebnisse steht im Mittelpunkt dieser Dissertation. Vorgreifend auf spätere Detailbeschreibungen (siehe Kapitel 5 bis 7) kann an dieser Stelle der PlanPro-Prozess damit charakterisiert werden, dass zukünftig Planungsdaten über eine standardisierte Schnittstelle der LST-Datenbank an beteiligte Systeme ausgetauscht werden und damit Planungsergebnisse primär im XML-Datenformat, statt bisher in Form von gedruckten Ausführungen (Papier), zwischen beteiligten Akteuren/Systemen übergeben werden. Weiterhin sollen aus den Planungsdaten nach Projektabschluss aktuelle Bestandsdaten erstellt und in der LST-Datenbank abgespeichert werden. Ausgehend von den im AK Awf definierten Prozessen ergeben sich Anforderungen an die Gestaltung der LST-Datenbank und weiterer am Planungsprozess beteiligter Systeme.

Die identifizierten Vorgaben wurden an den **Arbeitskreis Datenbank/Realisierung** herangetragen, dort weiterführend spezifiziert und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit geprüft. Als Voraussetzung für die Konzeption der benötigten LST-Datenbank stand zunächst die Auswahl einer geeigneten Plattform eines etablierten Datenbankanbieters im Mittelpunkt. Darauf aufbauend erfolgte die Installation einer LST-Datenbankplattform sowie Entwicklung der PlanPro-spezifischen Funktionalitäten, wobei eine funktionelle Unterteilung in die Ebenen Bestandsdaten- und Projektdatenhaltung erforderlich war (vgl. Abschnitt 7).

Ausgehend von den im AK Anwendungsfälle definierten zukünftigen PlanPro-Prozessen ergaben sich darüber hinaus Arbeitsaufträge für den **Arbeitskreis Planungsunterstützung** (AK Plus). Die Aufgaben dieses Arbeitskreises unter Beteiligung der IVV bestanden darin, die funktionellen Anforderungen an das Planungswerkzeug ProSig, das seit 1998 als Standard-Planungswerkzeug der DB gemäß Ril 819.9002 vorgeschrieben ist [MAS12], umzusetzen. Dabei lag der Fokus insbesondere auf den inhaltlichen Planungsaktivitäten eines LST-Fachplaners für die Erstellung der AP PT 1. Während bisher die nach Ril 819.01 definierten Planungsunterlagen nur CAD-gestützt unter Nutzung von ProSig zu erstellen waren, sind die ProSig-Funktionalitäten für den neuen PlanPro-Planungsprozesses dahingehend weiterzuentwickeln, dass das im AK Datenmodell definierte LST-Datenmodell zu befüllen und anschließend die entstandenen Planungen im XML-Schnittstellenformat an die LST-Datenbank exportiert werden können. Das Erzeugen von Papierplanungsunterlagen aus dem befüllten Datenmodell (im Format XML) spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle, da die Generierung der weiterentwickelten Ausgabeformate auch anderen Werkzeugen, beispielsweise einer Komponente „XML-Visualisierung“ (vgl. Abschnitt 4.4.4), zugeordnet werden können.

Vor allem aus den Arbeitskreisen Ausgabeformate, Anwendungsfälle und Planungsunterstützung ergaben sich Arbeitsaufträge für den **Arbeitskreis Planungsorganisation**. Aufgabe dieses Arbeitskreises ist es, Voraussetzungen für die Etablierung des zukünftigen Planungsprozesses in der Praxis dahingehend zu schaffen, dass die definierten PlanPro-Verfahrensweisen in den Regelwerken abgebildet werden können. Dafür müssen Anforderungen an die Gestaltung von Regelwerken sowie an die Formulierung von Regelwerkstexten, insbesondere Ril 809 und Ril 819, sowie darüber hinaus für die Erstellung von DB-internen oder sonstigen (formalisierten) Prozessbeschreibungen herausgearbeitet werden. In diesem Zusammenhang wurde versucht, auf bereits vorhandene (Detail-)Abweichungen zwischen einerseits prozessualen Vorgaben in den Regelwerken und andererseits in der Praxis etablierten Verfahrensweisen bei der Umsetzung und Weiterentwicklung dieser hinzuweisen. Damit könnten bereits ohnehin vorhandene Weiterentwicklungspotentiale der Regelwerke und Prozessbeschreibungen gleichermaßen mit den für die PlanPro-Planungsprozesse erforderlichen Änderungen zusammengefasst und gemeinsam durch einmalige Änderung der Regelwerkstexte in Kraft gesetzt werden.

Die intern herausgearbeiteten Ergebnisse der PlanPro-Arbeitskreise wurden kontinuierlich bei gemeinsamen **Workshops mit der Signalbauindustrie** im erweiterten Projektteam den Vertretern der SBI vorgestellt, mit ihnen diskutiert und Weiterentwicklungsbedarf identifiziert. Diese abgestimmte Verfahrensweise bildet die Grundlage für eine erfolgreiche, interdisziplinäre Zusammenarbeit, da auch bei Praxisprojekten (spätestens) zum Zeitpunkt der AP PT 2-Erstellung nach erfolgreicher AP PT 1-Erstellung und -Übergabe ein Abstimmungsbedarf zwischen den Prozessbeteiligten besteht. Somit können die konsolidierten Modellierungen der LST-Fachdaten sowie Vorgaben der PlanPro-Prozesse in geeigneten Testnormalen sowie anschließenden Referenz- und Pilotprojekten erprobt werden.

Nicht unerwähnt bleiben soll, dass bei Diskussionen von arbeitskreisintern entwickelten Lösungen in größeren Projektrunden oftmals arbeitskreisübergreifende Wechselwirkungen identifiziert wurden. In dessen Konsequenz mussten bereits getroffene Festlegungen teilweise verändert bzw. weiterentwickelt werden. Ebenfalls ergaben sich neue Anforderungen an die inhaltlichen Bearbeitungsschwerpunkte der jeweiligen Arbeitskreise.

## **2.3 Abgrenzung LST-Planungen**

Nachdem einführend die Ausgangssituation, Projektstruktur einschließlich der wichtigsten Arbeitskreise und deren Aufgaben vorgestellt wurden, ist unter Berücksichtigung der Komplexität der Planungsprozesse zum Errichten einer Eisenbahninfrastrukturanlage der Untersuchungsbereich für LST-Planungen mit PlanPro weiter einzugrenzen.

LST-Planungen lassen sich einerseits als Spezialdisziplin der Eisenbahntechnischen Ausrüstung (ETA) charakterisieren, andererseits können sie in weitere Untergewerksplanungen klassifiziert werden. Diese Problematik verdeutlichen beide nachfolgende Abschnitte.

### **2.3.1 Gewerke der Eisenbahntechnischen Ausrüstung**

Bei der Errichtung und Änderung von Eisenbahninfrastrukturanlagen können je nach Umfang mehrere verschiedene Gewerke der Eisenbahntechnischen Ausrüstung beteiligt sein.



**Tabelle 1: Gewerke der Eisenbahntechnischen Ausrüstung**

<b>Gewerk</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Inhalt, z. B.</b>
LST	Leit- und Sicherungstechnik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stellwerkslogik</li> <li>- Gleisfreimeldeanlagen</li> <li>- Signale</li> <li>- Zugbeeinflussungsanlagen</li> </ul>
TK	Telekommunikationsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Signalfernsprecher</li> <li>- Gefahrenmeldeanlagen</li> <li>- Zug-/Rangierfunkanlagen, GSM-R</li> </ul>
OLA	Oberleitungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fahrleitungsmaste</li> <li>- Kettenwerke</li> <li>- Fahrleitungsschalter</li> </ul>
BEVA	Bahnenergieversorgungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Unterwerke</li> <li>- Kraftwerke der Bahnenergieversorgung</li> <li>- Leitungen zur Energieübertragung</li> </ul>
EEA	Elektrische Energieanlagen (50 Hz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Weichenheizungen</li> <li>- Bahnsteig- und Gleisfeldbeleuchtungen</li> <li>- Elektrischen und sonstige Energieanschlüsse für Drittverbraucher</li> </ul>
KTB	Kabeltiefbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kabeltrassen und -kanäle</li> </ul>

Die grundsätzlich zur ETA gehörenden Gewerke zeigt Tabelle 1. Diese werden durch Fachleute gewerkespezifisch geplant, begutachtet und errichtet sowie anschließend instandgehalten. Während der Anlagenausrüstung sowie für die Inbetriebnahme und einen sicheren Betrieb müssen die gewerkespezifischen Aktivitäten abgestimmt werden. Damit bestehen umfangreiche Abhängigkeiten zwischen den einzelnen ETA-Gewerken, welche auch bereits in frühen Planungsphasen gesamtheitlich zu berücksichtigen sind. Beispielsweise müssen die Planungen schon bei der Entwurfsplanung im Rahmen der sogenannten Bauphasenplanung harmonisiert werden, damit für alle Beteiligten sichtbar wird, welche Anlagen(-teile) dem Eisenbahnbetrieb zu welchem (Bau-)Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Aufgrund der Komplexität der Bauphasenplanung kann im Rahmen dieser Arbeit nicht detailliert auf diese eingegangen werden, ausführliche Vorgaben hierzu finden sich stellvertretend in [DBPB14].

Nachfolgende Ausführungen beziehen sich inhaltlich gemäß PlanPro-Vorgaben auf LST-Planungen.

### **2.3.2 Untergewerke der LST**

Die Aufgaben und Inhalte zum Planen, Errichten und Instandhalten von Anlagen des Gewerks LST lassen sich wiederum in mehrere Disziplinen klassifizieren - die so genannten *Untergewerke*.

Folgende Untergewerke sind für den PlanPro-Projektfokus der Errichtung von LST-Anlagen zu berücksichtigen:

- Elektronisches Stellwerk (ESTW) einschließlich Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)
- Bahnübergänge (BÜ)
- Zugnummernmeldeanlage (ZN)
- Zuglenkung (ZL)
- Bedienung Fahrdienstleiter ESTW
- Bedienung Fahrdienstleiter Betriebszentrale (BZ)
- Zugbeeinflussung, z. B. ETCS

Üblicherweise wird jedes Untergewerk durch separate Fachleute geplant. Um Risiken im LST-Planungsprozess zu minimieren und Voraussetzungen für einen sicheren Betrieb der Eisenbahninfrastruktur zu schaffen, sind dabei umfangreiche untergewerksübergreifende Abstimmungen notwendig.

Aufgrund der Komplexitäten sollen im Sinne einer besseren Nachvollziehbarkeit zunächst die Abläufe für Planungen des Untergewerks ESTW näher betrachtet werden. Deswegen beziehen sich nachfolgende Aussagen entsprechend der projektspezifischen Randbedingungen innerhalb PlanPro (siehe auch Abschnitt 4.4) zunächst auf ESTW-Planungen, sofern dies nicht ausdrücklich anders formuliert ist.

Die herausgearbeiteten Erkenntnisse können anschließend auch auf andere Untergewerke übertragen werden. Details sind insbesondere in den Abschnitten 6.3 und 7 dargestellt.

## 3 Grundlagen der Prozessmodellierung

Dieses Kapitel widmet sich der einleitenden Vorstellung grundlegender Möglichkeiten zur Modellierung von Prozessen mit dem Ziel, auf die später bei den fachlichen Auswertungen zum LST-Planungsprozess verwendeten formalisierten Prozessbeschreibungen hinzuwirken.

### 3.1 Wesen und Ziele

#### 3.1.1 Ziele

Zur Definition der PlanPro-Prozesse unter Berücksichtigung einer durchgängigen elektronischen Datenhaltung besteht die Notwendigkeit, den bisherigen LST-Planungsprozess gesamthaft zu betrachten. Auf den allgemeingültig gewonnenen Erkenntnissen aufbauend gilt es zukünftige Verfahren zu definieren und vorausschauend zur Umsetzung in der Praxis geeignet abzubilden. Dabei sind folgende Fragestellungen von besonderem Interesse:

- **Wer** (zuständige Akteure) hat **wann** (zu welchen Zeitpunkt) **welche Aufgaben bzw. Rechte** (Lese- und Bearbeitungsrechte)?
- **Wie** werden die Bearbeitungsergebnisse „weitergeleitet“, **welche Voraussetzungen/Bedingungen** sind dafür notwendig?
- **Welche Folgen** hat das Weiterreichen von Planungsergebnissen?

Eine herausragende Bedeutung kommt dabei der LST-Datenbank als „Dreh-scheibe“ für den Austausch zukünftiger Planungsdaten und primärer Informationsträger von Bestandsdaten (vgl. Kapitel 4 und 7). Aufgrund der im Abschnitt 2.2 vorgestellten interdisziplinären PlanPro-Aufgaben und Projektstruktur müssen die Ergebnisse und Definitionen für Beteiligte und zukünftige Anwender aus Projektmanagement, (Planungs-)Ingenieure LST sowie für Spezialisten aus IT-Bereichen aufbereitet werden.

Die Aufgabe der Modellierung etablierter Prozesse mit dem Ziel der Identifikation von Optimierungspotenzialen und Effizienzsteigerungen von Ressourceneinsätzen oder Definition neuer Prozesse aufgrund von Umstrukturierungen oder technischer Innovationen stellt ein breites, interdisziplinäres Anwendungsfeld dar. Deswegen sollten allgemeingültige Grundsätze, wie sie beispielsweise in [STE09] beschrieben sind, angewendet werden und möglichst nur Anpassungen im Detail für PlanPro respektive LST-Fachplanungen notwendigerweise vorgenommen werden.

### 3.1.2 Wesen

Vorbild für PlanPro und den AK Anwendungsfälle war der Ansatz der Geschäftsprozessmodellierung. Thematisch relevante Begriffsdefinitionen lassen sich zutreffend wie folgt zitieren:

*„Bei der **Geschäftsprozessmodellierung** werden Geschäftsprozesse oder Ausschnitte daraus abstrahiert, meist grafisch dargestellt und somit modelliert. Der Schwerpunkt liegt auf dem Darstellen des Ablaufs, aber auch Daten und Organisation (bzw. Organisationseinheiten) können modelliert werden.“*  
[WIK16a]

*„Ein **Geschäftsprozess** ist eine Menge logisch verknüpfter Einzeltätigkeiten (Aufgaben, Aktivitäten), die ausgeführt werden, um ein bestimmtes geschäftliches oder betriebliches Ziel zu erreichen. Er wird durch ein definiertes Ereignis ausgelöst und transformiert ‚Input‘ durch den Einsatz materieller und immaterieller Güter und unter Beachtung bestimmter Regeln und unternehmensinterner und -externer Faktoren zu einem ‚Output‘.*

*[Er] kann gekapselt und Teil eines anderen Geschäftsprozesses sein und/oder andere Geschäftsprozesse enthalten bzw. diese anstoßen. Geschäftsprozesse gehen oft über Abteilungs- und Betriebsgrenzen hinweg und gehören zur Ablauforganisation eines Betriebs.“* [WIK16b]

Die Geschäftsprozessmodellierung (Business Use Cases) bildet gemeinsam mit der Systemprozessmodellierung (System Use Cases) die Grundlage für ein späteres Workflow-Management.

*„**Workflow-Management** (deutsch Arbeitsablaufverwaltung) ist die informationstechnische Unterstützung oder (teilweise) Automatisierung von Geschäftsprozessen. [Es] ist eine Ausprägung der Computer Supported Cooperative Work (CSCW). Aufgabe des Workflow-Managements ist es, auf Basis einer Spezifikation, für die Ausführung von Arbeitsabläufen mithilfe von IT-Systemen zu sorgen. Das Workflow-Management ist eine Möglichkeit, Geschäftsprozessmanagement technologisch zu unterstützen.“* [WIK16c]

Die im AK Anwendungsfälle zu definierenden PlanPro-Prozesse bestehen grundsätzlich ebenfalls aus Geschäfts- und Systemanwendungsfällen. Dabei werden Aktivitäten/Aufgaben der Geschäftsanwendungsfälle konkreten, personifizierten Akteuren zugeordnet, während allein durch Systeme durchzuführen-

de Aktivitäten in den Systemanwendungsfällen der beteiligten Systeme gemäß PlanPro-System- und Softwarearchitektur festzuhalten sind.

Die in den Anwendungsfällen zu definierenden PlanPro-Prozesse sollen zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls in ein PlanPro-Workflow-Management überführt werden.

### **3.2 Allgemeine Darstellungsformen**

Die Modellierung von Prozessen stellt ein interdisziplinäres Forschungsgebiet dar, da mit dem technischen Fortschritt und zunehmenden Einsatz von IT-gestützten Anwendungen praktische Abläufe generisch beschrieben und anschließend technisch unterstützt werden können, um Prozesse zu standardisieren und zu beschleunigen unter gleichzeitiger Erhöhung der Effektivität bzw. Qualität. Beispielsweise widmet sich eine aktuelle Dissertation aus dem Jahr 2015 der generischen Beschreibung von Eisenbahnbetriebsprozessen [HÖP15].

Zur Abbildungen und Konzeption der Planungsprozesse sollten standardisierte, universelle und bereits in der Praxis etablierte Darstellungsformen verwendet werden, die gleichermaßen von Fachleuten der IT-Branche sowie Projektbeteiligten einschließlich Planungsingenieuren verstanden werden.

Deswegen fiel die Wahl der Modellierungssprache zunächst auf UML (Unified Modeling Language), die beispielsweise mit dem Enterprise Architect als Softwaremodellierungswerkzeug abbildbar ist, und verbreitet zur Visualisierung, Spezifikation und Dokumentation von (Software-)Systemen angewendet wird. Aufgrund standardisierter Symbole und einer Vielzahl an Diagrammtypen lassen sich damit komplexe Abläufe, Sachverhalte und Systeme anschaulich und leicht nachvollziehbar darstellen.

Grundlegende Vorteile bestehen zusammenfassend in folgenden Aspekten [STE09, S. 10]:

- Verbesserung Zusammenarbeit zwischen Technikern (z. B. Software-Entwickler) und Nichttechnikern (Projektleiter) aufgrund gemeinsamer Modellierungssprache
- Förderung von Systemverständnis, Wiedererkennbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Risikoerkennung

Obwohl UML ursprünglich für die Modellierung von Software-Systemen entwickelt wurde, eignet sie sich grundsätzlich auch für Organisationsprojekte, um

Prozesse zu visualisieren und darauf aufbauend Analysen und Verbesserungen durchführen zu können. Genau diese Effekte sind ebenfalls für PlanPro bei der Definition zukünftiger Planungsverfahrenswesen erforderlich.

Zur Prozessmodellierung können unterschiedliche Diagrammart verwendet werden, in Abhängigkeit vom konkreten Darstellungszweck. Die nachfolgende Tabelle 2 gibt beispielhaft einen Einblick und charakterisiert wesentliche Darstellungsinhalte [nach STE09, S. 15]:

**Tabelle 2: Übersicht UML-Diagrammart [nach STE09]**

Diagrammart	Darstellungsinhalte
Anwendungsfall-diagramm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- enthaltene Anwendungsfälle in der zu erstellenden Anwendung</li> <li>- Akteure der zu lösenden Anwendungsfälle</li> <li>- Abhängigkeiten zwischen den Anwendungsfällen               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anwendungsfall in anderem enthalten</li> <li>- Anwendungsfall als Spezialisierung eines anderen</li> <li>- Erweiterung eines bestehenden Anwendungsfall durch zweiten</li> </ul> </li> </ul>
Aktivitäten-diagramm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zu durchlaufende Schritte innerhalb eines Anwendungsfalls</li> <li>- Zustandsübergänge der beteiligten Objekte bei Wechsel der Abarbeitung einer Aktivität zur nächsten</li> </ul>
Klassen-diagramm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenhänge in der Aufgabenstellung</li> <li>- beteiligte Klassen, Komponenten und Pakete</li> <li>- Kommunikationsart bei Zusammenarbeit</li> <li>- benötigte Methoden und Eigenschaften der Klassen</li> <li>- minimale und maximale Anzahl in Verbindung stehender Objekte</li> <li>- Zuständigkeit von Klassen als Container für mehrere Objekte</li> </ul>
Sequenz-diagramm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zuständige Methoden für Kommunikation zwischen ausgewählten Objekten</li> <li>- zeitlicher Ablauf von Methodenaufrufen zwischen ausgewählten Objekten</li> <li>- neu erstellte und/oder zerstörte Objekte in einer Sequenz</li> </ul>
Zustands-diagramm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ausgelöste Zustandsübergänge in Abhängigkeit von Methodenaufrufen</li> <li>- eingenommener Zustand nach Erzeugen eines Objekts</li> <li>- Methoden zum Zerstören eines Objekts</li> </ul>
Komponenten-diagramm	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kapselung von Software und/oder Hardwareteilen mit definierten Funktionen und definierten Interfaces</li> <li>- Interfaces zwischen Komponenten</li> <li>- Softwareteile zum Erzeugen von Funktionalitäten in Komponenten</li> </ul>

Nach Analyse des Spektrums an möglichen Darstellungsformen zur Modellierung des LST-Planungsprozesses in seiner bisherigen Form und den Verfahrenswesen mit PlanPro eignen sich aus Sicht des AK Anwendungsfälle besonders Anwendungsfall-, Aktivitäts- und Zustandsdiagramme.

Um Bearbeitungsaufwand reduzieren zu können und gleichzeitig die Les- und Interpretierbarkeit sowohl für IT-Spezialisten (Informatiker) und Nichtinformatiker (z. B. Projektleiter/-ingenieure) zu erhöhen, wurden zur Darstellung und Modellierung des LST-Planungsprozesses eigene formalisierte Prozessbeschreibungen entwickelt. Diese orientieren sich grundsätzlich an den genannten Diagrammformen und den darin verwendeten Symbolbibliotheken, enthalten jedoch teilweise vereinfachte Darstellungen.







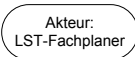

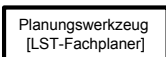
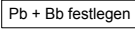
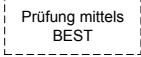








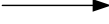
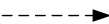

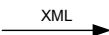

### **3.3 Prozessdarstellungen PlanPro**

Letztendlich verwenden die im AK Anwendungsfälle konzipierten formalisierten Prozessdarstellungen weitestgehend einheitliche Symbolbibliotheken, die folgende wesentliche Darstellungsinhalte nachvollziehbar aufbereiten:

- Prozess/Prozessschritt: Benennung des Detailschritts
- Prozessakteure: Zuordnung von Zuständigkeiten
  - Hauptverantwortlicher
  - Mitwirkende
- Prozessinhalt/Aktivität: Was ist durch Prozessakteur konkret zu tun?
- Beteiligte Werkzeuge: Wie wird die Aktivität/Aufgabe erledigt?
  - Benennung konkretes Werkzeug bzw. Komponente der System- und Softwarearchitektur
  - LST-Datenbank einschließlich ihrer Bestandteile als zentrale „Verwaltung“ (vgl. Abschnitt 7.1)
- Ergebnis des Prozessschrittes/der Aktivität und Weitergabe dieses:
  - direkter Datenfluss zwischen beteiligten Komponenten/Systemen
  - indirekter Datenfluss zwischen Akteuren in Form von Druckexemplaren (Papier)
  - Entscheidungsflüsse: Abbildung von Varianten bzw. Entscheidungsfragen innerhalb des komplexen Gesamtprozesses

Zur grafischen Darstellung wurden die Symbolbibliotheken, insbesondere UML, der Standardanwendung Microsoft Office Visio verwendet. Neben der verhältnismäßig einfachen Handhabung können die erstellen formalisierten Prozessbeschreibungen bei Bedarf anschließend mit relativ geringem Aufwand in professionelle UML-Modellierungsprogramme, wie dem Enterprise Architect, übertragen werden, um anschließend Softwareentwicklungen und automatisierte Modell-/Softwaretests (sog. Model Checking) durchführen zu können.

Grundsätzlich wurde bei den im AK Awf entwickelten formalisierten PlanPro-Prozessbeschreibungen folgende Symboldarstellung verwendet:

<b>Allgemeingültige Legende für Darstellungen formalisierter Prozessbeschreibungen in PlanPro</b>	
<b>Symbol</b>	<b>Bedeutung</b>
	Startpunkt
	Zielpunkt
	Verzweigung oder Zusammenführung → ODER-Aufspaltung bzw. -Zusammenführung
	Splitter → UND-Aufspaltung
	Splitter → UND-Zusammenführung
	blattübergreifende Sprünge von/nach
	Beteiligter Akteure
	jeweils erreichter Status der Planung (entsprechend definierter Ebenen)
	Beteiligtes System (Werkzeug/Komponente) sowie zugeordnete Rolle
	Beschreibung der Pflichtaktivität
	Beschreibung der optional durchzuführenden Aktivität
	LST-Datenbank - Gesamtplattform
	Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank
	Projektdatenhaltung der LST-Datenbank
	Sonstige Datenbanken/Systeme mit Quelldaten für PlanPro-Prozess, z. B. DB-GIS
	Web-Oberflächen, sonstige (Geo-)Dienste der DB
	Nutzung von Komponenten des PlanPro-Werkzeugkoffers
	Nutzung Planungswerkzeug
	Dokument(e) in Papierform
	direkter (elektronischer) Datenfluss
	indirekter Datenfluss
	sonstige Flüsse (Entscheidungsfluss/Kontrollfluss/Pflege des Prozesses)
	Beschreibung bzw. Format der übergebenen Daten
	Kommentar zur Aktivität bzw. zum Daten-/Kontrollfluss

**Abbildung 4: Legende PlanPro-Prozessbeschreibungen**



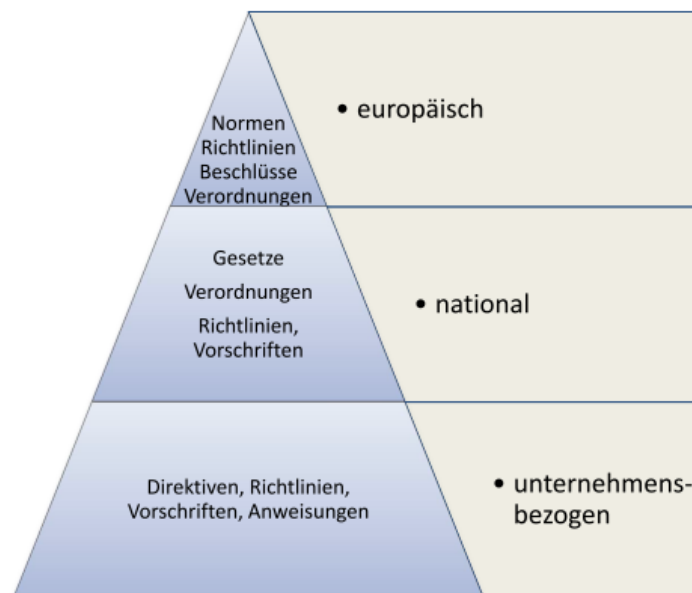
Die Anwendung der in Abbildung 4 definierten Symboliken erfolgt im Anschluss bei Vorstellung der Detailprozesse. Zunächst sollen die Untersuchungsbereiche unter Berücksichtigung allgemeiner Grundlagen zum LST-Planungsprozess weiter eingegrenzt werden.

## 4 Grundlagen des LST-Planungsprozesses

### 4.1 Relevante Regel- und Vorschriftenwerke

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für Planung, Errichtung und Betrieb von Eisenbahninfrastrukturanlagen definieren verschiedene Regel- und Vorschriftenwerke, die in ihrer Gesamtheit sehr komplex aufgebaut sind und wirksam werden.

Die grundsätzlichen Ebenen in Form einer sogenannten Regelwerkspyramide zeigt Abbildung 5:

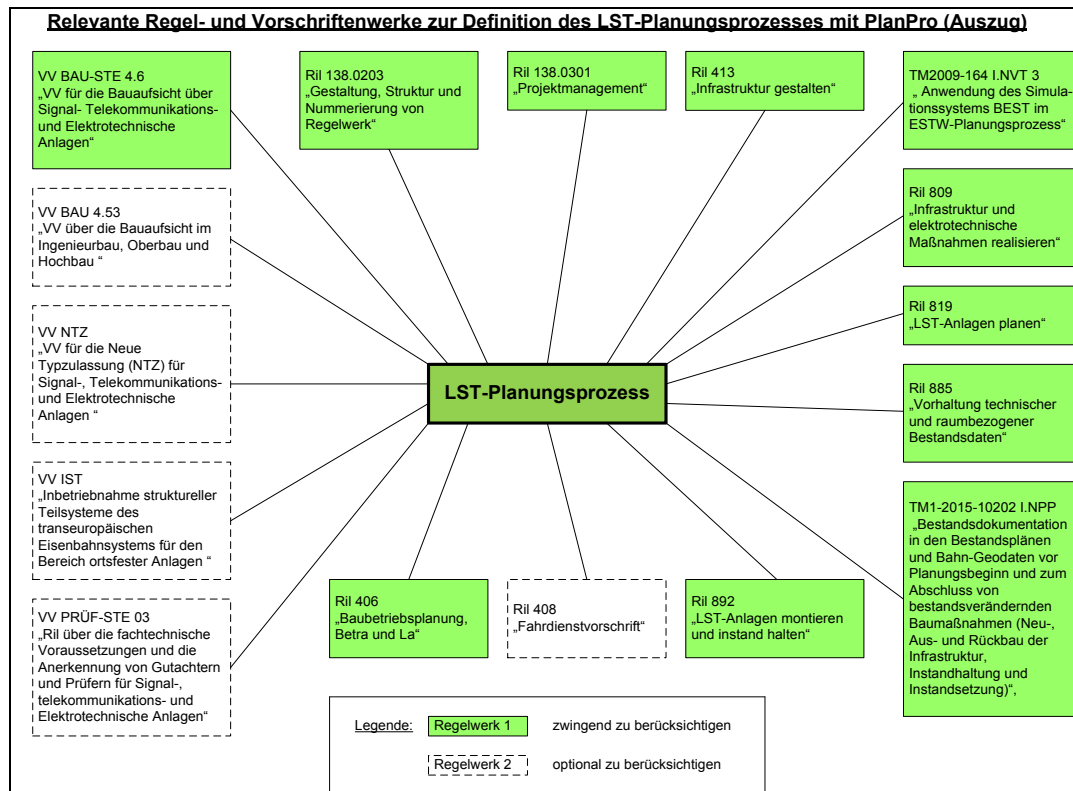


**Abbildung 5: Regelwerkspyramide [nach RAU14]**

Ausgehend von den gezeigten Ebenen der Regel- und Vorschriftenwerke besteht auch aufgrund der ohnehin komplexen Wechselwirkungen zwischen den LST-Untergewerken und den zu erwartenden Abweichungen zwischen Theorie und Praxis die Maßgabe, die Inhalte der Regel- und Vorschriftenwerke als Eingangsgrößen für den PlanPro-Planungsprozess zu bewerten. Das bedeutet, dass zur Etablierung von PlanPro für die Erstellung von ESTW-Planungen im Zuständigkeitsbereich der DB Netz mögliche Regelwerksänderungen sich vorrangig auf die Ebenen der unternehmensbezogenen und nationalen Vorschriften auswirken sollten. Weiterhin besteht das Ziel darin, dass herauszuarbeitende Vorschläge zum Änderungsbedarf von Regel- und Vorschriftenwerken für die Legitimierung von PlanPro gleichermaßen ohnehin aufgestauten Ände-

rungsbedarf - aufgrund abweichender Verfahrensweisen in Theorie und Praxis - integral behandeln.

Entsprechend der vorgenommenen Eingrenzung zeigt Abbildung 6 eine engere Auswahl der zu analysierenden Regelwerke:



**Abbildung 6: Regel- und Vorschriftenwerke zum LST-Planungsprozess**

Zwischen den aufgeführten Verwaltungsvorschriften (VV) und Richtlinien (Ril) existieren inhaltliche Wechselwirkungen, die nicht immer sofort identifizierbar sind. Ein wesentlicher Grund besteht darin, dass jeder VV bzw. Ril ein Autor oder eine Autorengruppe zur inhaltlichen Weiterentwicklung zugeteilt ist. In dessen Konsequenz lassen sich subjektive Formulierungen und Gestaltungsspielräume nicht immer vermeiden, sodass hinsichtlich der Umsetzung der Regelwerksvorgaben in der Praxis ebenso Interpretationsspielräume und unterschiedliche Verfahrensweisen entstehen (siehe Kapitel 5). Eine gesamthafte Betrachtung des Konglomerats an Regelwerks- und Vorschriftentexten ist nur in den seltensten Fällen möglich. Fortschreibungen einzelner Werke führen nicht zwangsläufig zur Überarbeitung weiterer Regel- und Vorschriftenwerke, sodass Inkonsistenzen, z. B. veraltete Verweise und Begrifflichkeiten, die Folge sein und das Verständnis erschweren können.

Im Rahmen des Forschungsprojektes PlanPro soll benannter „Schwäche“ entgegen gewirkt werden, indem die zu definierenden Prozesse sich einerseits mit den praktischen Abläufen - bisherig sowie angepasste Anforderungen aufgrund der elektronischen Datenhaltung und Datenübergabe - decken. Andererseits sind die Feststellungen und erarbeiteten (Begriffs-)Definitionen in die bestehenden Regel- und Vorschriftenwerke zu integrieren.

Zur Prozessanalyse wurden schwerpunktmäßig folgende Regelwerke herangezogen:

- VV BAU-STE [BAU-STE]
- Ril 809 [RIL809]
- Ril 819 [RIL819]

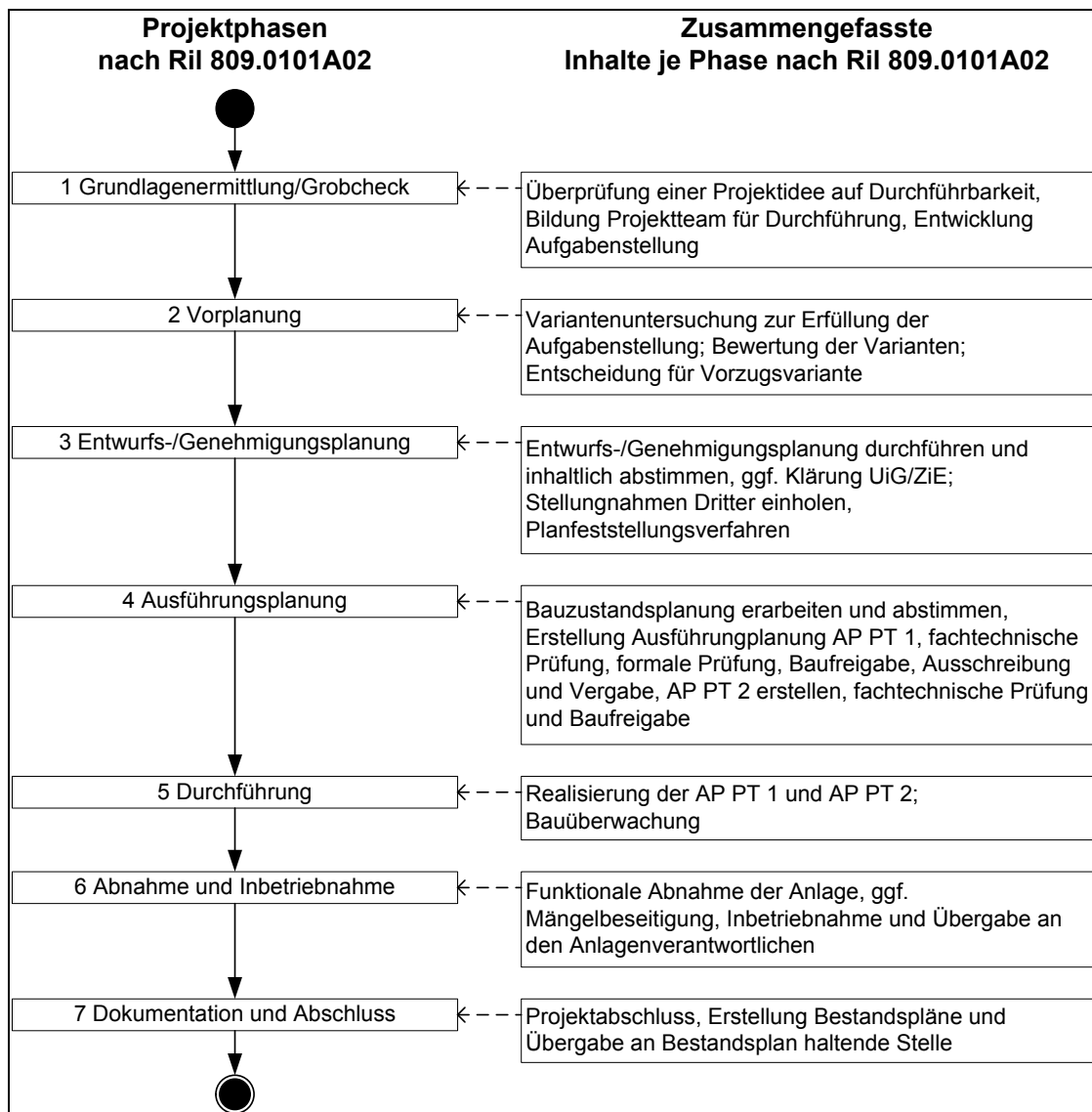
Darüber hinaus waren bei Bedarf andere Richtlinien bei Verweisen innerhalb der eben aufgeführten Werke zu konsultieren, sowie unternehmensinterne Handlungsanweisungen<sup>2</sup>, wie sie teilweise in der Praxis ohne zentrale Verteilung verwendet werden, zu erschließen. Die Auswertung der gesammelten Erkenntnisse erfolgt in Kapitel 5. Weiterführende allgemeingültige Vorschläge zur Überarbeitung der Regelwerke für PlanPro werden im Abschnitt 8.2 vorgestellt.

## **4.2 Projektphasen nach Ril 809**

Zu den durch Regelwerke fest vorgegebenen prozessualen Randbedingungen für PlanPro gehören auch die Projektphasen gemäß Ril 809 nach denen Planungsprojekte - unabhängig vom konkreten Gewerk - durchzuführen sind. Jeder Planungsphase werden dabei verschiedene Aktivitäten zugeordnet, die durch ein oder mehrere Hauptverantwortliche, ggf. unter Einbeziehung weiterer Mitwirkender, zu erledigen sind. Abbildung 7 zeigt die definierten Planungsphasen einschließlich wichtiger Inhalte:

---

<sup>2</sup> Die Formulierung „unternehmensintern“ bezieht sich dabei auf den Sachverhalt der Zugänglichkeit der Handlungsanweisungen, d. h. diese sind nur innerhalb eines Unternehmens, z. B. Ingenieurbüro, bekannt und einzuhalten.



**Abbildung 7: Projektphasen und -inhalte nach Ril 809 [BUD14a]**

Der allgemein für alle Gewerke der ETA vorgegebene Projektablauf führt bei seiner praktischen Umsetzung zu Problemen, da beispielsweise die Besonderheit der Unterscheidung der Ausführungsplanung in Planteil 1 (PT 1) und Planteil 2 (PT 2) nur für das Gewerk LST zutrifft.

Auch andere formulierte Inhalte der Ril 809 sind vor allem für die Analyse des LST-Planungsprozesses entweder zu allgemein vorgegeben - aufgrund des breiten Anwendungsspektrums, sodass ein sehr großer Interpretationsspielraum besteht - oder gar nicht enthalten, wie beispielsweise der Umgang mit Änderungsplanungen (siehe Abschnitt 5.8).

Aufgrund der PlanPro-spezifischen Projektvorgaben (vgl. Abschnitt 2.2) beziehen sich die Ergebnisse der nachfolgenden Prozessanalysen vorrangig auf die

Phasen AP PT 1-Erstellung, Übergabe der erzeugten Planungsdaten an die SBI sowie die anschließende Erstellung der Bestandsdokumentation (Bestandsdaten). Dabei liegt der Fokus zunächst auf ESTW-Planungen, die gesammelten Erkenntnisse lassen sich jedoch zu einem späteren Zeitpunkt auf andere Unterwerke übertragen. Ein anschaulicher Gesamtüberblick zum Vergleich des bisherigen LST-Planungsprozesses in Theorie und Praxis ist in [BUD14a] veröffentlicht, die Detailbetrachtungen erfolgen im Kapitel 5. Grundlagen zur fachlichen Planung von ESTW einschließlich erforderlicher Planungsunterlagen können beispielhaft in [MAS15b] nachgelesen werden.

### **4.3 Datenfluss LST-Planungsprozess**

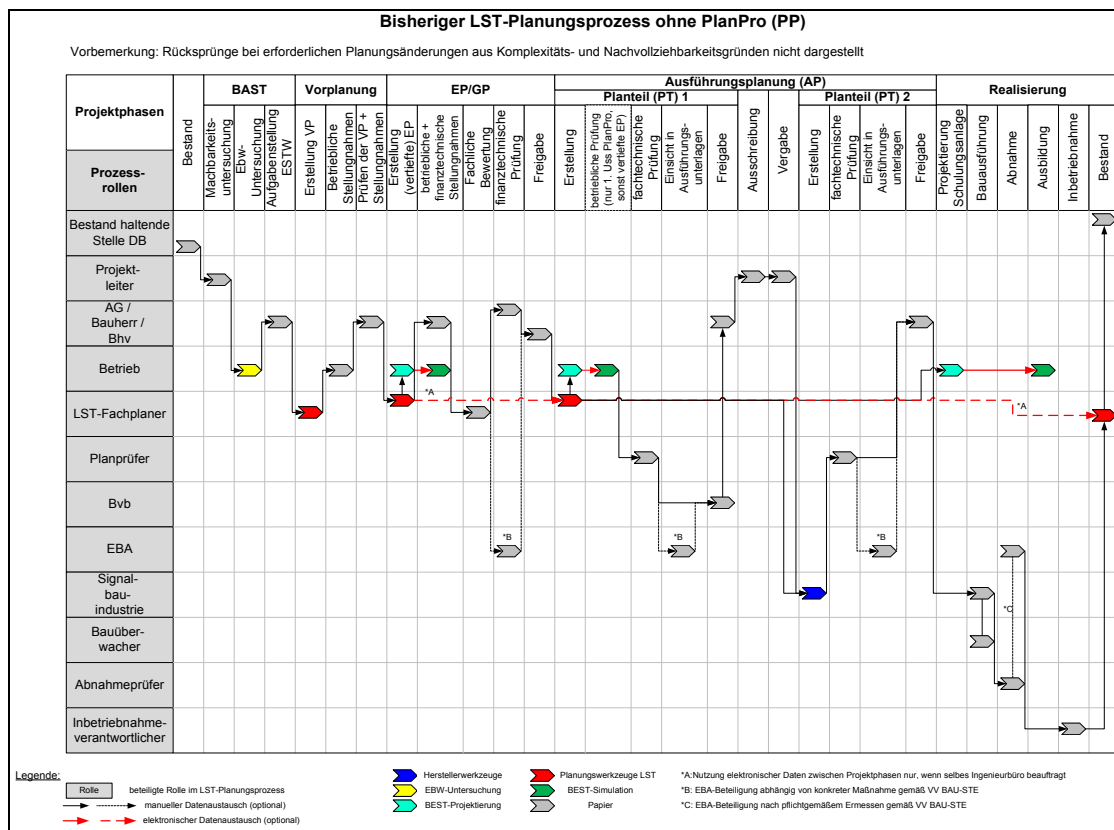
Als letzte Randbedingung zur Analyse bisheriger LST-Planungsprozesse und Definition der zukünftigen PlanPro-Prozesse waren zum Zeitpunkt der Etablierung des AK Anwendungsfälle vereinfachte Datenflussdiagramme seitens der Projektleitung vorgegeben.

Darin sollten auf stark vereinfachte Weise erwartete Verbesserungen mit PlanPro sowohl für Projektbeteiligten als auch sonstige potentielle Nutzer als Zielkonzeption visualisiert werden.

Mit herausgearbeiteten Erkenntnissen aus dem AK Anwendungsfälle wurden die ursprünglichen Datenflussdiagramme angepasst, sodass für projektinterne Verwendungszwecke sowie für die Öffentlichkeitsarbeit aktuelle Versionen zur Verfügung stehen, die in den nachfolgenden Abschnitten vorgestellt werden.

#### **4.3.1 Bisheriger Planungsprozess**

Abbildung 8 zeigt den bisherigen „Datenfluss“ bei LST-Planungen und ist vergrößert ebenfalls im „Anhang B: Daten- und Informationsflüsse (bisher)“ beigefügt.



**Abbildung 8: Daten- und Informationsflüsse - bisheriger Prozess**

Die Darstellung verdeutlicht, dass im bisherigen LST-Planungsprozess IT-gestützte Systeme nur temporär genutzt werden und bestätigt damit die Kernaussagen aus Abschnitt 2.1.

Die Nutzung von Werkzeugen, denen einfache digitale Modelle zugrunde liegen, beschränkt sich auf wenige Planungsschritte:

- Erstellung Vorplanung (VP), Entwurfsplanung (EP), Ausführungsplanung Planteil 1 (AP PT 1) mittels Planungswerkzeuge, z. B.: ProSig, ProCoPS
- Erstellung Bestandspläne
- Erstellung Ausführungsplanung Planteil 2 (AP PT 2) unter Nutzung von Herstellerwerkzeugen der SBI
- Eisenbahnbetriebswissenschaftliche (Ebw) Untersuchung
- BEST-Projektierung und BEST-Schulung in EP bzw. AP

Der wesentliche Nachteil besteht darin, dass die jeweils erzeugten (Planungs-)Daten ausschließlich systemspezifisch generiert und verwendet werden. Die Weitergabe der Planungen erfolgt nur in Form von Druckexemplaren, sodass manuelle Datenübertragungen aus Papierunterlagen, die ihrerseits





Neu und von besonderer Bedeutung für die zu definierenden PlanPro-Prozesse ist die LST-Datenbank als „Drehscheibe“ verbunden mit den Kernaufgaben:

- Speicherung von Bestandsdaten
  - zur Bereitstellung von Planungsgrundlagen zu Projektbeginn
  - für allgemeine (Bestands-)Auskünfte
- Übergabe von Planungsdaten zwischen am Planungsprozess beteiligten Systemen
- Archivierung von Planungsdaten nach Projektabschluss

Die Übergabe von elektronischen Daten im XML-Format erfolgt dabei vornehmlich zu folgenden Schritten:

- Bereitstellung Bestandsdaten aus LST-Datenbank an Planungswerkzeuge LST vor Planungsbeginn
- Übergabe erzeugter PT 1-Planungsdaten (über LST-Datenbank) an Herstellerwerkzeuge der SBI vor Erstellung der AP PT 2
- Übergabe erzeugter PT 1-Planungsdaten (über LST-Datenbank) an BEST-Projektierung
- Übergabe revidierter PT 1-Planungsdaten nach Projektabschluss an die LST-Datenbank für Bestandsauskünfte
- Austausch erzeugter Planungsdaten (über LST-Datenbank) zwischen verschiedenen Planungswerkzeugen LST
- direkter Austausch von Planungsdaten (ohne LST-Datenbank) zwischen sonstigen Systemen, z. B. von BEST-Projektierung zu BEST-Simulation

Die damit verbundenen Ziele lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

- Erhöhung der Planungsqualität durch Reduktion fehleranfälliger manueller Datenübertragungen sowie zentrale Haltung von Planungsdaten
- Redundanzvermeidung:
  - zentrale Abspeicherung von LST-Fachdaten für Bestand und Planungen, aus denen Druckexemplare (automatisiert) erzeugt werden können
  - zentrale Änderung von Planungsdaten durch Nutzung von Planungswerkzeugen
- Prozessbeschleunigung durch elektronische Datenübergaben und Entfall manueller Übertragungen

- Kostenreduktion durch effizienteren Einsatz finanzieller, personeller und zeitlicher Ressourcen

Die aufgeführten Erwartungen und Verfahrensweisen werden in den nachfolgenden Kapiteln noch detaillierter diskutiert, eine zusammenfassende Darstellung ist im „Anhang D: Datenaustausch über die LST-Datenbank“ beigefügt.

Die Komplexität der (Planungs-)Prozesse und der gemeinsame Wunsch des Auftraggebers (DB Netz) und der SBI, die definierten Zielstellungen bei Planungsprojekten praktisch umzusetzen und damit zeitnah erste wirtschaftliche Effekte zu erzielen, erforderten die Definition der **1. Umsetzungsstufe PlanPro (1. Uss)** mit folgenden Eigenschaften:

- Konzentration auf AP PT 1-Erstellung und direkte Übergabe der erzeugten AP PT 1-Daten an die SBI
- Betrachtung des Untergewerks ESTW unter Berücksichtigung des Ziels, zukünftig eine Gesamt-XML aller Untergewerksplanungen zu erhalten
- Umfang eines flächenhaften Planungsbereichs (Pb) entspricht einer (oder einem ganzzahligen Vielfachen der) ESTW-Zentraleinheit, gleiches gilt grundsätzlich auch für die Größe von Betrachtungsbereichen (Bb)
- Einsatz der LST-Datenbank für
  - Austausch von AP PT 1-Planungsdaten
  - Bestandsdatenabspeicherung
- parallele Übergabe von Papierplanungsunterlagen AP PT 1 an SBI zusätzlich zur XML, um die Nachvollziehbarkeit (auch in Anlehnung an bisherige Prozesse) zu gewährleisten

Alle nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die definierten Randbedingungen der 1. Uss PlanPro, sofern nicht ausdrücklich anderes hervorgehoben ist.

#### **4.3.3 Besondere Randbedingungen**

Der Vollständigkeit halber seien in diesem Abschnitt zwei wesentliche Teilschritte erwähnt, die für den Verlauf von Planungsprojekten einschließlich zu erwartender Projektrisiken von Bedeutung sein können:

- Vergabeverfahren
- Betriebssimulation mit BEST

Zur Begrenzung der Ausführungen auf wesentliche Inhalte ist es nicht zweckmäßig, diese innerhalb der Arbeit detailliert zu betrachten. Dennoch sollen die vorgenommenen Einschränkungen an dieser Stelle kurz erläutert werden.

#### **4.3.3.1 Vergabeverfahren**

Bei den Analysen stehen technisch-fachliche Belange im Mittelpunkt. Kaufmännische Aktivitäten gehören zwar ebenso zu den Einflussfaktoren eines erfolgreichen Projektablaufes, bleiben jedoch aus Notwendigkeit die Ausführungen zu begrenzen in dieser Arbeit weitgehend unberücksichtigt. Damit werden auch verschiedene Möglichkeiten der Auftragsvergabe an die SBI nicht weiter diskutiert. Grundsätzlich existieren bei getrennter AP PT 1- und AP PT 2-Erstellung im Projektgeschäft folgende Varianten:

- 1) AP PT 1 (firmenneutral) → Vergabe → AP PT 2
- 2) EP → Vergabe → AP PT 1 (firmenspezifisch<sup>3</sup>) → AP PT 2
- 3) EP → AP PT 1 (firmenneutral) → Vergabe → AP PT 1 (firmenspezifisch)  
→ AP PT 2

Die Vorgaben der Regel- und Vorschriftenwerke entsprechen am ehesten der Variante 1), d. h. basierend auf der firmenneutralen AP PT 1 erfolgt die Auftragsvergabe an die konkrete Signalbaufirma, welche anschließend die AP PT 2 erstellt und die neue LST-Anlage mit einem neuen ESTW ausrüstet. Ausführungen in den nachfolgenden Kapiteln zur Prozessanalyse und Definition zukünftiger Verfahrensweisen beziehen sich auf diese Vorzugsvariante.

#### **4.3.3.2 Betriebssimulation mit BEST**

Auf Grundlage von [TM2009-164] werden Planungen für Stellwerksneubauten oder umfangreiche ESTW-Erweiterungen seit 2009 mit der Betriebs- und Stellwerkssimulation (BEST) validiert. Die BEST-Simulation besteht aus den Teilschritten:

- funktionale Prüfung: Konsistenz und Bedienoberfläche
- betriebliche Prüfung (statisch): Einzelobjekte
- betriebliche Prüfung (dynamisch): Betriebsprogramm

---

<sup>3</sup> D. h.: besondere Stellwerksfunktionalitäten des mit der AP PT 2-Erstellung und Montage beauftragten Herstellers sind bereits in der AP PT 1 berücksichtigt, sodass diese nicht mehr als firmenneutral angesehen werden kann.

Mit den betrieblichen Prüfungen soll überprüft werden, ob die geplanten Betriebsprogramme mit der geplanten Infrastruktur umgesetzt werden können, oder Anpassungen in den Planungsdaten oder des gewünschten Betriebsprogrammes notwendig sind. Nach Regelwerksvorgaben ist die BEST-Simulation in der Entwurfsplanungsphase vorgeschrieben. Da die Planungstiefe der Entwurfsplanung gemäß Ril 819.01 zur Erstellung der BEST-Simulation nicht ausreicht, wird im Rahmen eines auch als „vertiefte Entwurfsplanung“ bezeichneten Schrittes die Entwurfsplanung um die Planungsdaten angereichert, die für eine BEST-Simulation notwendig sind. Alternativ wäre auch die Simulation mittels AP PT 1-Daten möglich, jedoch kommt dies im Gesamtplanungsprozess zu spät. Details zur Durchführung und Ergebnissen der BEST-Simulation können beispielsweise in [MAT15a] und [MAT15b] nachgelesen werden.

Bei den nachfolgenden Ausführungen zum zukünftigen Planungsprozess mit PlanPro ist BEST ein Abnehmer von erzeugten Planungsdaten, sodass die BEST-Simulation als begleitender Prozess wie folgt berücksichtigt wird:

- BEST-Simulation zunächst nach AP PT 1-Erstellung (entsprechend dem Projektfokus der 1. Uss PlanPro), da zu diesem Zeitpunkt alle erforderlichen Planungsdaten erstellt
- Übergabe der mittels Nutzung von Planungswerkzeugen erstellten Planungsdaten im XML-Format über LST-Datenbank an BEST-Projektierung (vgl. Abbildung 9 in Abschnitt 4.3.2)

Mittels BEST-Prüfung identifizierte Auffälligkeiten erfordern eine Überarbeitung der Planungsdaten durch den LST-Fachplaner in der Erstellungsphase (vgl. Abschnitt 5.3). Danach soll sich im Regelprozess die fachtechnische Prüfung durch den Planprüfer anschließen. Sofern dies aus projektspezifischen Randbedingungen nicht möglich ist, können fachtechnische Prüfung und BEST-Simulation auch parallel durchgeführt werden. Jedoch resultieren aus dieser Verfahrensweise bei Auffälligkeiten mit Überarbeitungsbedarf Mehraufwendungen. Sofern die Planung bereits erfolgreich fachtechnisch geprüft ist, können erforderliche Änderungen nur noch als Änderungsplanung eingebracht werden (siehe Abschnitt 5.8). Mit Erweiterung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung auf die Phase der Entwurfsplanung in späteren PlanPro-Umsetzungsstufen wird auch die Einhaltung des Regelprozesses der BEST-Simulation möglich werden, d. h. diese kann anhand der in der vertieften

Entwurfsplanung erstellten Planungsdaten durchgeführt werden. Allgemeine Anwendungsspektren der Stellwerkssimulation sind beispielhaft in [HRI15] veröffentlicht.

## **4.4 Vorstellung der Themenkomplexe**

Aufgrund der definierten Projektrahmenbedingungen für die 1. Uss PlanPro liegen die Bearbeitungsschwerpunkte auf der Planungsphase der AP PT 1-Erstellung, Übergabe der erzeugten Planungsdaten an die Signalbauindustrie und das Erstellen der Bestandsdaten/-dokumentationen, welche dann als Planungsgrundlage für nachfolgende Projekte wieder zur Verfügung stehen sollen.

Deswegen sind vor allem die Abläufe der AP PT 1-Erstellung detailliert zu analysieren und neu zu konzipieren. Dazu gehören folgende Themenfelder:

- Begriffsdefinitionen
- Prozessakteure und ihre Zuständigkeiten
- Bearbeitungsschwerpunkte der AP PT 1-Erstellung bis Bestand
- Betrachtung der zukünftigen System- und Softwarearchitektur

### **4.4.1 Begrifflichkeiten**

Eindeutige Definitionen von Begrifflichkeiten stellen eine unabdingbare Grundvoraussetzung für ein einheitliches (Prozess-)Verständnis von komplexen Abläufen und Zusammenhängen dar.

Im Vorgriff auf detaillierte Analyseergebnisse zum LST-Planungsprozess lassen sich Begriffe bezüglich ihrer Verbreitung und ihrer Aussagekraft aus Sicht des Autors folgendermaßen klassifizieren:

#### **(1) allgemeingültige Begriffe:**

- hoher interdisziplinärer Verbreitungs- und Bekanntheitsgrad
- eindeutige Aussagekraft und Anwendung
- kein zusätzlicher Erklärungsbedarf
- z. B. Eisenbahn, Wetter

#### **(2) allgemein bekannte Begriffe:**

- hoher interdisziplinärer Verbreitungs- und Bekanntheitsgrad
- unterschiedliche Bedeutung in Abhängigkeit von konkreter Anwendung
- zusätzliche Erklärungen für ein einheitliches Verständnis förderlich
- z. B. Planung, Prüfung

**(3) allgemein definierte Fachbegriffe:**

- hoher Verbreitungs- und Bekanntheitsgrad innerhalb einer speziellen Fachdisziplin
- eindeutige Aussagekraft und Anwendung aufgrund zentral vorgegebener Definitionen
- kein zusätzlicher Erklärungsbedarf
- z. B. LST-Planung, Trassierung

**(4) allgemein bekannte Fachbegriffe:**

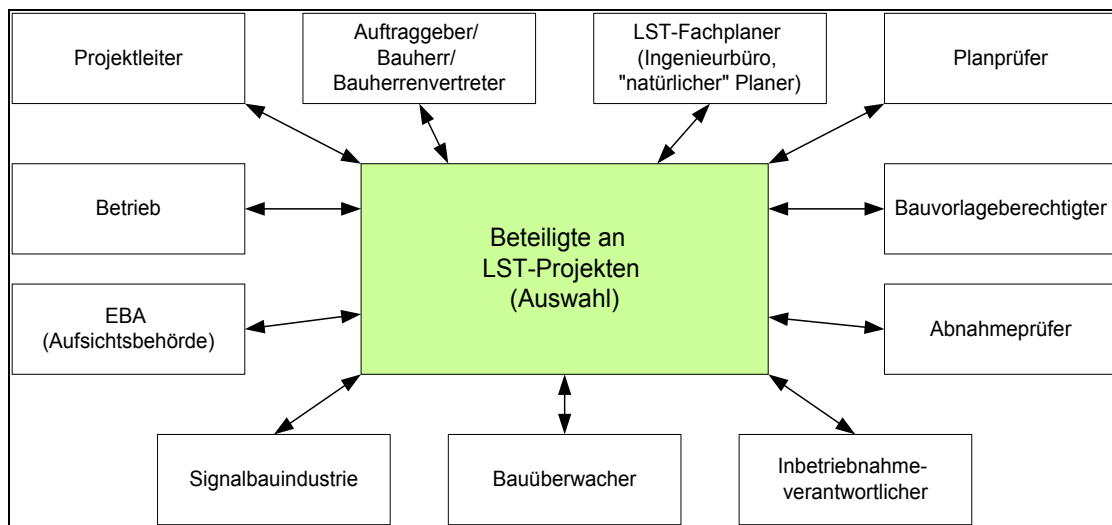
- hoher Verbreitungs- und Bekanntheitsgrad innerhalb einer speziellen Fachdisziplin
- unterschiedliche Bedeutung in Abhängigkeit von konkreter Anwendung oder des regionalen Verbreitungsgebiets
- zusätzliche Erklärungen für ein einheitliches Verständnis erforderlich
- z. B. Bauzustand, fachtechnische Prüfung

Bei der weiteren Untersuchung werden Begriffe der Kategorien (1) und (2) als gegeben betrachtet und nicht weiter definiert. Ebenso können verwendete Begriffe der Kategorie (3) in bereits vorhandenen Veröffentlichungen einschließlich der Regel- und Vorschriftenwerke nachgelesen werden. Demgegenüber stellen Begrifflichkeiten der Kategorie (4) besondere Herausforderungen dar, da diese sowohl in ihrer bisherigen Verwendung als auch in ihrer zukünftigen Bedeutung innerhalb der PlanPro-Prozesse geschärft werden müssen.

Wie Detailauswertungen im Kapitel 5 später bestätigen, handelt es sich bei einigen im LST-Planungsprozess verwendeten Begrifflichkeiten um Begriffe der Kategorie (4), d. h. diese sind nur teilweise in Regel- und Vorschriftenwerken wie VV BAU-STE und Ril 809 definiert, sodass selbe Begrifflichkeiten teilweise für unterschiedliche Sachverhalte verwendet werden oder deren Bedeutung beispielsweise regionalbereichsspezifisch unterschiedlich ausgelegt ist. Darüber hinaus erfordern die PlanPro-Verfahrensweisen zusätzliche Begriffsdefinitionen, die dieser Arbeit zum besseren Verständnis im *Glossar* beigefügt sind.

**4.4.2 Beteiligte an LST-Projekten**

Bei der Planung und Realisierung von LST-Anlagen wirken gemäß Vorgaben aus VV BAU-STE und Ril 809 viele verschiedene Beteiligte, auch als Akteure bezeichnet, mit (siehe Abbildung 10):



**Abbildung 10: Beteiligte an LST-Projekten**

Jedem Akteur sind verschiedene Aufgaben bzw. Handlungen (auch als Aktivitäten bezeichnet) zugeteilt, deren Erledigung in Abhängigkeit vom konkreten Projektfortschritt (vgl. Abschnitt 4.3) erforderlich wird.

Die Aktivitäten der einzelnen Akteure sowie deren gesamtheitliches Zusammenwirken können wie folgt charakterisiert werden:

- eigenständige Erledigung der zugewiesenen Aufgaben
- nach Abschluss der zugewiesenen Aufgaben Übergang der Verantwortung zum nächsten Akteur
- Wechselwirkungen zwischen Akteuren
  - innerhalb einer Aktivität bei mehreren Wirkenden (in Form von Hauptverantwortung und Mitwirkenden oder gleichberechtigten Akteuren)
  - zwischen unterschiedlichen Aktivitäten im Sinne von Wechselwirkungen, bspw. Rückflüsse
- Übergabe von Planungs-/Projektständen gemäß definierter Projektschritte/Prozesse

Während bisher die Weitergabe der Planungsergebnisse zwischen den beteiligten Akteuren in gedruckten Ausführungen sowie die Verwaltung der Zuständigkeiten durch organisatorische Verfahrensweisen erfolgte, können hierfür zukünftig Datenbankfunktionalitäten und andere IT-gestützte Prozesse genutzt werden.

Die zukünftigen Randbedingungen für PlanPro lassen sich folgendermaßen beschreiben:

- Abarbeitung der zugewiesenen Aufgaben durch beteiligte Prozessakteure unter Nutzung von IT-gestützten Werkzeugen (siehe auch Abschnitt 4.4.4)
- primäre Übergabe von Planungsdaten zwischen am Planungsprozess beteiligten Systemen im XML-Format über LST-Datenbank
- automatisiertes Generieren von gedruckten Ausführungen (PlanPro-Ausgabeformate) als sekundären Informationsträger aus Planungs-XML als (perspektivisch: vollständiger elektronischer Datenfluss denkbar)
- grundsätzliche Verwendung der als Druckexemplare vorliegenden PlanPro-Ausgabeformate für Begutachtungs- und Freigabezwecke sowie als Informationsquelle für Montagetätigkeiten
- Nachpflegen manuell in den Ausgabeformaten eingetragener Änderungen in die Planungsdaten (und Bestandsdaten) unter Nutzung von Planungswerkzeugen

Am LST-Planungsprozess beteiligten Akteuren ist auch mit PlanPro eine uneingeschränkte Teilnahme zu ermöglichen. Zum Entwickeln der PlanPro-Systemarchitektur und erforderlicher Datenbankfunktionalitäten werden die Aufgaben der beteiligten Akteure wie folgt beschrieben:

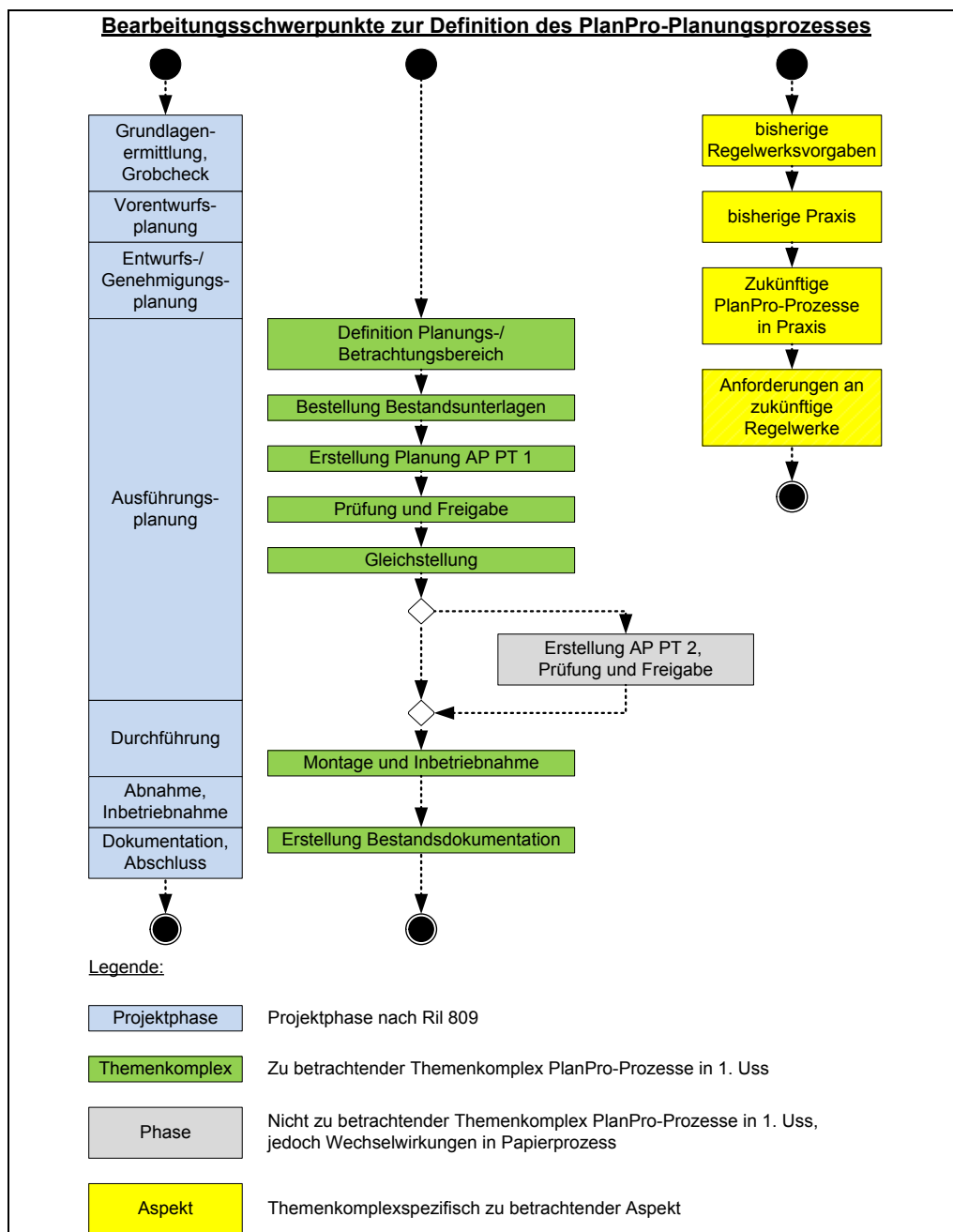
- Projektleiter:
  - Erfüllung der dem Projektleiter zugeteilten Aktivitäten
  - administrative Aufgaben, z. B. Rollen-/Statusweitschaltung
  - ersatzweise Abbildung aller Prozessbeteiligten (Rollen), die in 1. Uss PlanPro nicht direkt an LST-Datenbank beteiligt werden, einschließlich zugewiesener Aufgaben, z. B.: Befüllung organisatorischer Attribute beim Freigabeprozess (vgl. Abschnitt 6.5)
- LST-Fachplaner:
  - Erfüllung der dem LST-Fachplaner (als Ingenieurbüro und „natürlicher“ Planer) zugeordneten Aufgaben
  - Erstellung der LST-Fachplanung
  - Überarbeitung der Fachdaten bei Änderungsbedarf und Rückflüssen aus Begutachtungsschritten
  - Ergänzung zugeordneter organisatorischer Angaben



#### 4.4.3 Bearbeitungsschwerpunkte

Bei Erstellung und Umsetzung der AP PT 1 bis zum Erstellen von Bestandsdokumentationen und dem Projektabschluss sind gemäß Vorgaben aus VV BAU-STE und Ril 809 verschiedene Teilschritte zu durchlaufen, bei denen die im Abschnitt 4.4.2 vorgestellten Akteure jeweils unterschiedlich beteiligt sind.

Abbildung 11 zeigt wesentliche Themenkomplexe:



**Abbildung 11: Bearbeitungsschwerpunkte für PlanPro-Planungsprozess**

Zusammengefasst sind damit folgende Themengebiete zur Analyse des bisherigen LST-Planungsprozesses in Theorie (Regelwerksvorgaben) und Praxis (projektspezifische Umsetzung) zu analysieren:

- Definition Planungs-/Betrachtungsbereich
- Bestellung und Übergabe Bestandsunterlagen
- Erstellung der Planung (für einen Bauzustand)
- Prüfung und Freigabe
- Gleichstellung
- Montage und Inbetriebnahme
- Erstellung und Übergabe Bestandsdokumentationen

Zudem müssen weitere Besonderheiten im LST-Planungsprozess berücksichtigt und für die PlanPro-Verfahrensweisen definiert werden, die bisher nicht oder nur unzureichend in Regel- und Vorschriftenwerken thematisiert werden:

- Umgang mit *Änderungsplanungen*
- Planung von Bauzuständen
- *Nachbarplanungen*

Die aufgeführten Schwerpunkte entsprechen den vordringlichsten Themen des PlanPro-AK Anwendungsfälle.

Die zusammengetragenen Erfahrungen des Projektteams einschließlich ergänzender wissenschaftlicher Untersuchungen in Form von durch den Autor betreuten studentischen Arbeiten sowie die für PlanPro definierten Zielprozesse werden ausführlich im Kapitel 5 vorgestellt und diskutiert.

#### **4.4.4 PlanPro System- und Softwarearchitektur**

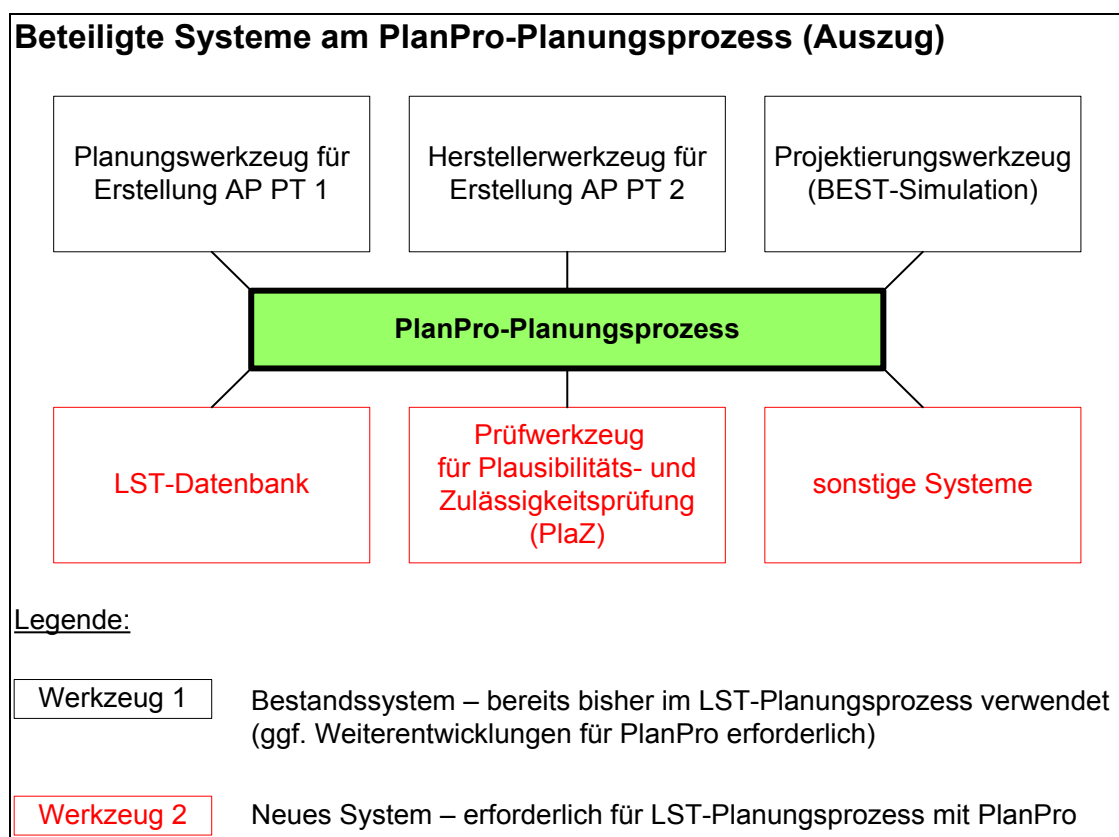
Als letzte Grundlage zum Verständnis späterer Detaildiskussionen soll an dieser Stelle ein Vorgriff auf die für PlanPro erforderliche System- und Softwarearchitektur erfolgen, bevor diese im Kapitel 7 erneut thematisiert wird.

Ausgehend von den bisher vorgestellten projektspezifischen PlanPro-Grundlagen (vgl. Kapitel 2) und Zielvorgaben zum veränderten Datenfluss bei LST-Planungen (vgl. Abschnitt 4.3) müssen weitere Überlegen angestellt werden, wie die elektronische Datenhaltung und -übergabe unter Einbeziehung der definierten Projektbeteiligten über den gesamten Planungsprozess der 1. Uss PlanPro realisiert werden kann.

Dafür sind zwei wesentliche Voraussetzungen zu erfüllen:

- Weiterentwicklung bereits vorhandener Planungswerkzeuge
  - Standardschnittstellen zum Austausch von XML-Dateien
  - Überarbeitung und Ergänzung Werkzeugfunktionalitäten
- Neuentwicklung weiterer Werkzeuge und Komponenten der System- und Softwarearchitektur

Die Ergebnisse der grundsätzlichen Überlegungen für die PlanPro-System- und Softwarearchitektur lassen sich in Abbildung 12 visualisieren:



**Abbildung 12: Beteiligte Systeme am PlanPro-Prozess (Auszug)**

Akteure des LST-Planungsprozesses mit PlanPro nutzen eines oder mehrere der aufgeführten Systeme zur Erledigung der definierten Aufgaben. Dabei stellt die LST-Datenbank einerseits die „Drehscheibe“ zum Austausch von Planungsdaten dar, andererseits ist sie primäres Speichermedium von LST-Bestandsdaten.

Bereits eingesetzte Systeme müssen bezüglich definierter PlanPro-Anforderungen ertüchtigt werden. Dies betrifft stellvertretend die Planungswerkzeuge ProSig bzw. ProCoPS, Herstellerwerkzeuge der SBI zum Erstellen

der AP PT 2 sowie das System BEST, die jeweils standardisierte XML-Dateien einlesen bzw. ausgeben können müssen.

Neuentwicklungen betreffen neben der LST-Datenbank auch die Plausibilitäts- und Zulässigkeitsprüfung (PlaZ) zum Prüfen der Qualität von erstellten Planungsdaten sowie weitere Systeme, wie beispielsweise

- XML-Visualisierung
- Polygongenerator
- Verbundplanung

Eine Darstellung der zum Redaktionsschluss vorgesehenen kompletten System- und Softwarearchitektur für PlanPro ist im „Anhang E: PlanPro-System- und Softwarearchitektur“ dieser Arbeit beigefügt.

Zudem sei auf bereits bestehende Veröffentlichungen zur geplanten System- und Softwarearchitektur für PlanPro verwiesen. [BRÖ15], [MAS12]

Ausgehend von den im Abschnitt 4.3.2 definierten Funktionalitäten besteht die LST-Datenbank aus folgenden Komponenten:

- Bestandsdatenhaltung:  
zur Abspeicherung von Bestandsdaten
- Projektdatenhaltung  
zur Abspeicherung und Bereitstellung aktueller Planungsdaten für aktive Planungen
- Projektdatenarchivierung  
Archivierung abgeschlossener Planungen für Bedarfsauskünfte (vergleichbar mit bisheriger Bauakte) bei besonderen Ereignissen (Gefährdungen, Unfälle)

Weitere Details stellen „Anhang D: Datenaustausch “ und „Anhang E: PlanPro-System- und Softwarearchitektur“ ausführlicher dar.

## 5 Detailbetrachtungen der Themenkomplexe

Aufbauend auf den vorgestellten Grundlagen zu Motivation, PlanPro, Modellierungsgrundsätzen, LST-Planungsprozess bis hin zur zukünftigen PlanPro-System- und Softwarearchitektur widmet sich dieses Kapitel den Diskussionen zu den für die 1. Umsetzungsstufe PlanPro relevanten Themenkomplexen.

Basis hierfür bilden die in Abschnitt 4.4.3 herausgearbeiteten Bearbeitungsschwerpunkte:

- Definition Planungs-/Betrachtungsbereich
- Umgang mit Bestandsunterlagen vor Planungsbeginn
- Planung eines Bauzustands
- Prüfung und Freigabe
- Gleichstellung
- Montage und Inbetriebnahme
- Erstellung und Übergabe Bestandsdokumentation

Zusätzlich:

- Umgang mit Änderungsplanungen
- Planung von Bauzuständen
- Nachbarplanungen

Zur Analyse der bisherigen Vorgaben und Verfahrensweisen und Definition des zukünftigen LST-Planungsprozesses mit PlanPro unter Berücksichtigung von Theorie und Praxis gehören folgende Teilschritte (siehe Tabelle 3):

**Tabelle 3: Themenkomplexe der Detaildiskussion**

Nr.	Schritt	Bedeutung
1	Definition Planungs-/ Betrachtungsbereich	- fachliche Bestimmung der zu beplanenden Gebiete unter Berücksichtigung zu berücksichtigender Randbereiche und bereits aktiver Planungen
2	Umgang mit Bestandsunterlagen vor Planungsbeginn	- Bestellung Bestandspläne bei IZ Plan - Sperrung Bestandspläne des Planungsbereichs bei IZ Plan - Übereinstimmungsprüfung Bestandspläne mit Örtlichkeit - ggf. Durchführung Bestandskorrektur
3	Planung eines Bauzustands	- Erstellung der Ausführungsplanung für Gewerk LST - differenziert in AP PT 1 und AP PT 2 - hausinterne Qualitätsprüfung
4	Prüfung und Freigabe	- Planprüfung (fachtechnische Prüfung) durch Planprüfer - Freigabe zur Ausführung durch Bvb - Genehmigung zum Bau zur AG/Bh/Bhv
5	Gleichstellung	- Einarbeitung erforderlicher handschriftlicher Ergänzungen - Vervielfältigung Baupläne
6	Montage und Inbetriebnahme	- Umbau der LST-Anlage - Abnahmeprüfung - Inbetriebsetzung
7	Erstellung und Übergabe Bestandsdokumentation	- Erstellung Bestandsdokumentationen (Bestandsdaten) - Rückgabe neuer Bestandspläne an IZ Plan - Entsperrung Bestandspläne des Pb bei IZ Plan
S1	Umgang mit Änderungsplanungen	Erstellung von Änderungsplanungen in Form von: - Bestelländerungen - Änderungsmitteilungen - Änderungsverfügungen
S2	Planung von Bauzuständen	- Planung mehrerer Bauzustände (AP PT 1) zum Erreichen eines gewünschten Zielzustands - sonstige Besonderheiten der Planungspraxis
S3	Nachbarplanungen	Umgang mit parallelen Planungen - desselben Untergewerks - anderer Untergewerke - anderer Gewerke

Die vorgestellten Themenkomplexe gilt es bezüglich der bisherigen Regelwerksvorgaben, praktischer Verfahrensweisen und anderer Besonderheiten zu analysieren, um den zukünftigen PlanPro-Planungsprozess definieren zu können. Auf den genannten Schritten aufbauend werden themenspezifische Anforderungen zur Regelwerksüberarbeitung beispielhaft herausgearbeitet, wobei die identifizierten Sachverhalte entweder durch Ergänzungen bestehender oder Herausgabe völlig neuer Regelwerke zukünftig integriert werden könnten (siehe auch Diskussion im Abschnitt 8.2).

Die zur Anwendung kommende Methodik lässt sich folgendermaßen charakterisieren (Tabelle 4):

**Tabelle 4: Methodische Schritte der Prozessanalyse und -definition**

Nr.	Methodischer Schritt	Inhalt
1	Gegenstand und Aufgaben	Definition der - Ziele - Beteiligten und ihre Aufgaben - grundsätzliche Regelwerksvorgaben
2	Bisheriger Prozess	Analyse der bisherigen Verfahrensweisen in - Regelwerksvorgaben - praktischer Umsetzung - Besonderheiten
3	Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess	Definition der - zukünftigen PlanPro-Prozesse - erforderlichen Änderungen - Besonderheiten
4	Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen	Vorstellung identifizierter Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen: - allgemein aus bisherigen Abläufen - PlanPro-Spezifika

Die genannten Schritte werden in den nachfolgenden Abschnitten sukzessive themenkomplexspezifisch abgearbeitet.

## 5.1 Definition Planungs-/Betrachtungsbereich

### 5.1.1 Gegenstand und Aufgaben

Zu Beginn der Erstellung der AP PT 1-Planung muss zunächst durch den beauftragten LST-Fachplaner der Bearbeitungsbereich räumlich und fachlich eingegrenzt werden.

Dafür gelten üblicherweise folgende Eingangsgrößen:

- Betriebliche Aufgabenstellung (BAST)
- relevante Projektunterlagen aus früheren Planungsphasen wie Entwurfsplanung (EP), Genehmigungsplanung (GP) einschließlich abgegebener Stellungnahmen
- (Planungs-)Unterlagen anderer Gewerke sowie anderer Untergewerke

Deren Qualität können Auswirkungen auf den späteren Projektverlauf und mögliche Projektrisiken haben. So hängen beispielsweise Gestaltung und Inhalte der nach [RIL413] zu erstellenden BAST vom Umfang der durchzuführenden Maßnahme ab, wie erste wissenschaftliche Untersuchungen belegen [GEI12].

Nach inhaltlicher Analyse der Eingangsgrößen sind der Planungsbereich (Pb) und Betrachtungsbereich (Bb) durch den LST-Fachplaner nach bestem (Fach-)Wissen und Gewissen zu definieren. Beide Begrifflichkeiten finden sich

bisher als Definitionen in den Regel- und Vorschriftenwerken nicht wieder, haben sich in der Fachwelt aber etabliert und werden einheitlich hinsichtlich ihrer Bedeutung verwendet (vgl. Glossar):

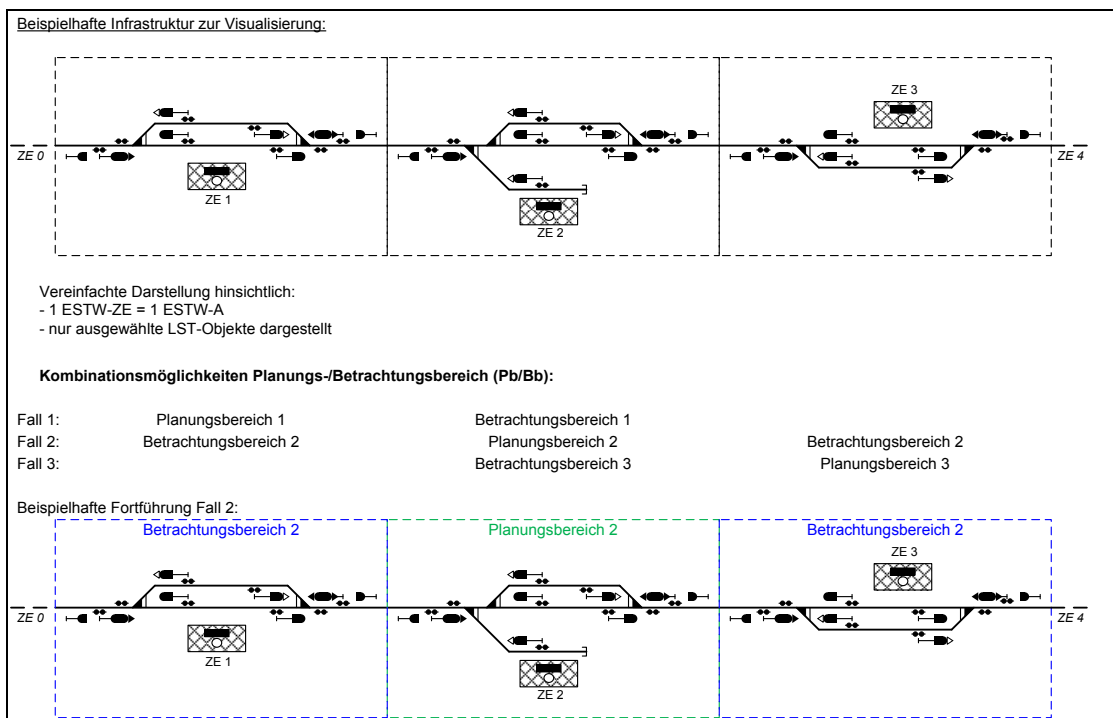
- 1) *Planungsbereich (Pb)*: Bereich der LST-Anlage, welcher bei der AP PT 1-Erstellung von Änderungen betroffen ist.
- 2) *Betrachtungsbereich (Bb)*: Bereich der LST-Anlage, der für die Erstellung der AP PT 1 informativ zu berücksichtigen ist, jedoch selbst nicht verändert werden darf.

Die fachlichen Zusammenhänge für diese notwendige Differenzierung liegen darin begründet, dass die Verantwortung für die planerische Veränderung der LST-Anlage und der zugrunde liegenden Bestandspläne, welche den Zustand der LST-Anlage beschreiben (sollen), nur einer „Fachstelle“ zugeordnet sein darf, um parallele Änderungen ohne gegenseitiges Wissen von vornherein auszuschließen.

Der Betrachtungsbereich dient dazu, fachspezifische Wechselwirkungen, z. B. Mindestsignalabstände, zwischen eigener Planung und möglichen gleichzeitigen Nachbarplanungen (siehe auch Abschnitt 5.10) bereits während der Planungserstellung zu berücksichtigen.

Abbildung 13 illustriert anhand einer einfachen Beispielinfrastruktur die Varianten möglicher Abgrenzungen von Pb und Bb anhand gewählter Blattschnitte, die beispielhaft je Blatt/Bereich genau einen Bahnhof darstellt:





**Abbildung 13: Abgrenzung Planungs-/Betrachtungsbereich**

Selbst bei diesem einfach gewählten Beispiel existieren drei Möglichkeiten zur grundsätzlichen Abgrenzung von Planungs- und Betrachtungsbereich. Diese gestaltet sich vor allem dann komplizierter, wenn benachbarte Betriebsstellen durch unterschiedliche LST-Fachplaner bearbeitet werden sollen. Dann sind Mechanismen zum Umgang mit Nachbarplanungen (vgl. Abschnitt 5.10) bereits bei diesem ersten Prozessschritt der Definition von Pb und Bb erforderlich.

### 5.1.2 Bisheriger Prozess

Obwohl den Begrifflichkeiten Planungs- und Betrachtungsbereich in den thematisch passenden Regelwerken, wie z. B. VV BAU-STE, Ril 809, Ril 819, Ril 885, keine Definitionen gewidmet sind, entsprechen sie den anerkannten Regeln der Technik (aRdT) und werden hinsichtlich ihrer Bedeutung und praktischen Umsetzung einheitlich angewendet.

Bei der Bestimmung von Pb und Bb sind bisher folgende Akteure samt zugeordneten Aufgaben beteiligt:

- Projektleiter:
  - initiale Definition Pb/Bb gemäß projektorganisatorischer Angaben
  - formale Bestellung erforderlicher Bestandspläne bei Bestandsplanhaltender Stelle der DB (siehe auch Abschnitt 5.2)

- LST-Fachplaner:
  - korrekte fachliche Bestimmung des für die Erbringung der beauftragten Planungsleistung erforderlichen Pb und Bb basierend auf gesammelter Praxiserfahrung
  - Beauftragung Projektleiter mit konkreter Bestandsplanbestellung

Die korrekte Dimensionierung von Pb und Bb setzt umfangreiches Fachwissen des LST-Fachplaners voraus und ist je nach Projektumfang und begleitender (Nachbar-)Planungen nicht immer trivial.

Die bisherige Verfahrensweise der Pb und Bb-Bestimmung kann wie folgt charakterisiert werden:

- Grundlage: Verzeichnis bestehender Bestandspläne zu einer LST-Anlage, herausgegeben durch Bestandsplan haltende Stelle der DB (DVS IZ-Plan)
- Auswahl der zur Leistungserbringung erforderlichen Pläne für Pb und Bb
  - konkrete Lagepläne, Tabellen, sonstige Bestandsdokumentationen
  - Barcodes der erforderlichen Pläne gemäß Bestellformular [DBN16b]
  - Ausfüllen Bestellformular als Excel-Tabelle, Versand per E-Mail
  - hohe Verantwortung des LST-Fachplaners, da alle Pläne zum Pb hinzugenommen werden müssen, die (wahrscheinlich) von planerische Änderungen betroffen sein werden
  - Differenzierung der benötigten Bestandsplanunterlagen in Pläne des Pb und Bb; Sperrung der Pb-Pläne, Bb-Pläne werden nicht gesperrt (vgl. Abschnitt 5.2)
- Größe der Bereiche für Pb und Bb richtet sich nach Blattschnitten
  - nur komplette Planbestellungen möglich (konkreter Plan-Barcode)
  - Probleme bei parallelen Planungen verschiedener Gewerke/Untergewerke meist absehbar

### 5.1.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess

Die Bedeutungen der Begrifflichkeiten Planungs- und Betrachtungsbereich bleiben gegenüber den bisherigen aRdT unverändert, eine Aufnahme in zentrale Begriffsdefinitionen ist anzustreben.

Aufgrund des mit PlanPro verbundenen Paradigmenwechsels der LST-Planung unter zukünftiger Verwendung komplexer digitaler Modelle zum Abbilden und

Planen der LST-Anlagen, wie im Kapitel 2 eingeführt, unterliegt der Prozess der Definition von Pb und Bb für LST-Planungen deutlichen Änderungen. Die datenbezogene Planung wird die bisherige papierbezogene Planung ersetzen. Damit ändert sich auch die Verfahrensweise der Pb-/Bb-Festlegung von der papierbezogenen hin zur datenbezogenen Bemessung:

- Grundlage: Bestandsdaten der LST-Datenbank (Ebene Bestandsdatenhaltung)
- Auswahl der zur Leistungserbringung erforderlichen Bestandsdaten für Pb und Bb einschließlich räumlicher Sperrung des Planungsbereichs
  - konkrete LST-Fachdaten gemäß PlanPro-Datenmodell
  - flächenhafte Definition des Planungs- und Betrachtungsbereichs unter Nutzung der Komponente „Bereichswahl“ gemäß PlanPro System- und Softwarearchitektur über Polygone, die wiederum durch den Polygongenerator automatisiert erzeugt und anschließend durch den LST-Fachplaner manuell angepasst wurden
  - automatisches Erzeugen von Bestandsplänen aus LST-Bestandsdaten unter Verwendung aktualisierter Geodaten aus DB GIS mittels XML-Visualisierung
  - Bestellprozess Bestandspläne kann entfallen, nur informative Benachrichtigung von DVS IZ-Plan, in welchen Bereichen Planungen (Pb) stattfinden
  - fachliche Verantwortung weiterhin bei LST-Fachplaner, jedoch technische Unterstützung der Wahl des (richtigen) Pb und Bb durch Komponenten der System- und Softwarearchitektur, insbesondere Bereichswahl und Polygongenerator
  - Entfall der Problematik, dass nicht alle dem Pb zugehörigen Pläne bestellt werden, da Definition des Pb und Bb datenorientiert erfolgt und aus den Bestandsdaten automatisiert die zugehörigen Papierpläne erzeugt werden.
  - Differenzierung der für die Planungserstellung benötigten Bestandsdaten und flächenhaften Zuordnung weiterhin in Pb und Bb; Bestandsdaten des Pb sowie durch Polygonzüge definierter flächenhafter Bereich des Pb werden gesperrt, Bb-Bestandsdaten werden nicht gesperrt (vgl. Abschnitt 5.2)

- Größe der Bereiche für Pb und Bb richtet sich nach tatsächlichem Bedarf, welcher durch Definition der Polygone deutlich flexibler als die bisherigen Blattschnitte ist
  - Reservierung von Bestandsdaten bedarfsorientiert möglich
  - Problemreduzierung bei parallelen Planungen verschiedener Gewerke/Untergewerke erwartet

Trotz des Ziels, in PlanPro mit flexiblen Pb und Bb umgehen zu können, besteht in der 1. Uss PlanPro die Einschränkung, dass ein Pb zunächst flächenhaft dem Umfang einer ESTW-Zentraleinheit (ESTW-ZE) oder einem ganzzahligen Vielfachen dieser entspricht. Ursachen und Folgen werden im weiteren Verlauf, z. B. Abschnitt 5.10 und 6.3, noch detailliert vorgestellt.

Aufgrund der sich durch PlanPro verändernden Verfahrensweisen zur Bestimmung von Planungs- und Betrachtungsbereichen unter Nutzung vorhandener Bestandsdaten des LST-Datenmodells aus der Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank sind neue (Detail-)Prozesse zu definieren, die jedoch größtenteils automatisiert durch die Komponenten der System- und Softwarearchitektur realisiert werden. Hierzu gehören u. a. die

- Verbindungsknotenplanung (Vbk-Planung)
- *Bestandsdigitalisierung (Bestdig)* (siehe Abschnitt 6.2)

Die vorgestellte, zukünftige Verfahrensweise zur Definition von Planungs- und Betrachtungsbereich zeigt zusammenfassend Anhang F: Prozessbeschreibung Festlegung Pb/Bb.

#### **5.1.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen**

Ausgehend von den herausgearbeiteten Erkenntnissen zum Prozessschritt Definition von Planungs- und Betrachtungsbereich ergeben sich Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitungen.

Diese können grundsätzlich nochmal differenziert werden in:

- allgemeine Anforderungen, die sich bereits aus den bisherigen Verfahrensweisen ergeben
- PlanPro spezifische Anforderungen, die zusätzlich für Planungen mit PlanPro aufzunehmen sind (in Form von Regelwerkstexten oder ergänzende Prozessbeschreibungen, Details siehe Abschnitt 8.2)

Dies betrifft folgende Sachverhalte (Tabelle 5):

**Tabelle 5: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Pb+Bb-Definition**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Definition der Begriffe Planungsbereich und Betrachtungsbereich	Ril 809
	Benennung zuständiger Akteure einschließlich Aufgabenzuweisung	Ril 809, oder PlanPro-Prozessbeschreibung
PlanPro spezifische Anforderungen	Benennung der durch Akteure zu verwendende Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration formalisierte Prozessbeschreibung zur Definition von Pb und Bb	PlanPro-Prozessbeschreibung

## 5.2 Umgang mit Bestandsunterlagen vor Planungsbeginn

### 5.2.1 Gegenstand und Aufgaben

Nach Definition der zur Erfüllung des Planungsauftrages erforderlichen Planungs- und Betrachtungsbereiche sind weitere vorbereitende Schritte notwendig, bevor mit Erstellung der AP PT 1 durch den LST-Fachplaner begonnen werden kann.

Während Aussagen zu planungsvorbereitenden Schritten in VV BAU-STE 4.6 grundsätzlich fehlen, widmet sich Ril 809.0201 Abschnitt 7 im Absatz (1) „vorbereitende Verfahrensschritte“ den inhaltlichen Aufgaben. Darin heißt es: „*Vor Beginn der Ausführungsplanung ist ein erneuter Abgleich der Bestandspläne gem. IZ-Plan, DB GIS und Geschwindigkeitskonzeption auf Aktualität und Übereinstimmung mit der Örtlichkeit durch den PL zwingend sicherzustellen. Erkannte Änderungen sind während der AP zu berücksichtigen und in die Bestandsunterlagen einzustellen. Die als Grundlage der AP zu verwendenden Bestandspläne sind zwingend neu in der planverwaltenden Stelle des BH/AG zu bestellen, um die Aktualität der Unterlagen und die Sperrvermerke im System sicherzustellen.*“ [RIL809]

Daraus ergeben sich konkret folgende Teilschritte:

- Abgleich Bestandspläne auf Aktualität und Übereinstimmung mit der Örtlichkeit
- erkannte Änderungen in Bestandsunterlagen einarbeiten
- zwingende Neubestellung der zu verwendenden Bestandspläne
- Aktualität und Sperrvermerke sicherstellen

In logischer Reihenfolge sortiert und unter Berücksichtigung der vorgestellten Grundlagen im Abschnitt 5.1 bedeutet dies:

- Bestellung und Übergabe von Bestandsplänen für Pb und Bb
- Sperrung der Bestandspläne des Pb gegen Bearbeitung durch parallele Drittplanungen
- Überprüfung der übergebenden Bestandsdokumentationen auf Aktualität mit dem Zustand der LST-Anlage vor Ort
- Einarbeitung notwendiger Bestandskorrekturen bei Identifikation von Abweichungen zwischen Bestandsdokumentationen und Örtlichkeit

Die Umsetzung der zugeordneten Aufgaben erfolgt vor allem durch den Projektleiter, AG/Bh/Bhv, LST-Fachplaner und Anlagenverantwortlichen. Damit sollen bestmögliche Voraussetzungen für die spätere LST-Fachplanung und deren Umsetzung geschaffen und vorhersehbare Risiken für den Projektverlauf, wie sie beispielhaft in einer Diplomarbeit [OTT12] untersucht wurden, minimiert werden.

### **5.2.2 Bisheriger Prozess**

Die in der Praxis etablierten Abläufe finden sich bisher nur unzureichend in den Regelwerksvorgaben wieder. Bezug nehmend auf obiges Zitat aus Ril 809.0201 Abschnitt 7 Absatz (1) lässt sich bereits feststellen, dass logische Zusammenhänge sowie Praxisanforderungen nicht korrekt wieder gegeben werden. Positiv hervorzuheben ist jedoch, dass erste Entwicklungsschritte mit Neuherausgabe der Ril 809 zum 01.12.2014 gegenüber ihrer Vorgängerversion enthalten sind, da zumindest die Übereinstimmungsprüfung der Bestandspläne mit der Örtlichkeit hinsichtlich der Formulierung konkretisiert wurde [RIL809].

Dies trügt aber nicht über vorhandene Schwächen hinweg, da sich die Aufgaben und Umsetzungen der planungsvorbereitenden Schritte wie folgt charakterisieren lassen.

- Bestellung erforderlicher Bestandspläne bei Bestandsplan haltender Stelle der DB (DVS IZ-Plan) für Pb und Bb durch Projektleiter gemäß fachlicher Einschätzung durch den LST-Fachplaner unter Nutzung eines MS Excel basierten „Bestell-Lieferformulars“ [DBN16b]
- Differenzierung des Status der gelieferten Bestandspläne in
  - „gesperrt“: für Bestandspläne des Pb
  - „ohne Sperrung“ für Bestandspläne des Bb

- Lieferung Bestandspläne von DVS IZ-Plan an Projektleiter
- Weitergabe Bestandspläne von Projektleiter an LST-Fachplaner
- Überprüfung der übergebenen Bestandspläne mit dem Zustand der LST-Anlage vor Ort auf Aktualität
- Bescheinigung der Übereinstimmung oder Vermerk notwendiger Bestandskorrekturen
- ggf. Einarbeitung erforderlicher Bestandskorrekturen vor Beginn der AP PT 1-Erstellung

Bereits bei der Umsetzung der Aktualitätsprüfung existieren Unschärfen im Vorschriftenwerk. Während nach Ril 809.0201 Abs. 7 (1) die *„Aktualität und Übereinstimmung mit der Örtlichkeit durch den PL zwingend sicherzustellen [ist]“* [RIL809] hält sich die relevante Technische Mitteilung (TM) [TM1-2015] hinsichtlich der konkreten Verantwortlichkeit vor Beginn der AP PT 1-Erstellung bedeckt und wiederholt stattdessen nur den Wortlaut von Ril 809 Abs. 7 (1).

Obwohl nach [Ril 809] und [TM1-2015] der Projektleiter (PL) die Übereinstimmung der übergebenen Bestandsdokumentationen mit der Örtlichkeit sicherzustellen hat, wird die Aufgabe praktisch durch den LST-Fachplaner unter Mitwirkung der Anlagenverantwortlichen (Alv) durchgeführt. Wissenschaftliche Untersuchungen aus dem Jahr 2015 zeigen, dass hierfür verschiedene Verfahrensweisen unter Berücksichtigung der Randbedingungen vor Ort und menschlichen Leistungsfähigkeit in Frage kommen. (vgl. [WOL15a] und [WOL15b])

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die von DVS IZ-Plan ausgegebenen Bestandspläne nur die erste Kopie der Bestandspläne darstellen, während die Originalunterlagen vor Ort im Stellwerk ausliegen und durch den Alv bei Veränderungen handschriftlich zu aktualisieren sind, existieren im Wesentlichen folgende Möglichkeiten:

- 1) Abgleich vor Ort, z. B. Nachmessen
- 2) Überprüfen der von DVS IZ-Plan übergebenen Bestandsdokumentationen mit den gepflegten Alv-Bestandsplänen vor Ort
- 3) Kombination beider Varianten, indem der Abgleich maßgeblich nach Variante 2) erfolgt und nur stichprobenartig oder bei begründeten Unsicherheiten nach 1) nachgemessen wird

Obgleich die Übereinstimmungsprüfung von herausragender Bedeutung für den weiteren Projektverlauf ist - je später Abweichungen festgestellt werden,

umso größer die Projektrisiken aufgrund falscher Planungsgrundlagen - ist festzustellen, dass aufgrund der Vielzahl an Lageplänen und Tabellen zur Bestandsdokumentation, welche bisher manuell ohne zentrale Datenhaltung nachgepflegt werden, diese Aufgabe menschliche Fähigkeiten übersteigt [WOL15a]. Dieser Tatsache versucht sich [TM1-2015] bereits für die Phase der Vorplanung zu entziehen, indem die Aufgabe konkret definiert ist: *„[Der Alv] prüft für die Vorplanung vor Planungsbeginn die Bestandsunterlagen in einem Feldvergleich auf Aktualität und Regelkonformität nach fachspezifischen Regelungen [...]. Dabei ist umfänglich die Bestandsdokumentation aller Anlagen, die vom Projekt berührt werden, einschließlich der Anschlussbereiche, zu berücksichtigen.“* [TM1-2015, S. 5]. Ungeachtet dessen, dass die Detailliertheit der Prüfung zu VP-Beginn aufgrund langer Verfahrensdauern nachfolgender Planungsphasen (vgl. Abschnitt 4.2) und möglicher Änderungen durch Instandhaltungs- oder Rationalisierungsmaßnahmen grundsätzlich in Frage zu stellen ist, werden selbst vor AP PT 1-Erstellung für einen Feldvergleich in den seltensten Fällen die erforderlichen Ressourcen zur Verfügung stehen.

Im Ergebnis der Überprüfung stimmen bestenfalls die Bestandspläne mit der Örtlichkeit überein, sodass aktuelle Planungsgrundlagen vorliegen. Erfahrungsgemäß werden jedoch Abweichungen identifiziert, sodass bereits vor Planungserstellung gegebenenfalls Handlungsbedarf besteht. [TM1-2015] beschreibt: *„Bei nicht oder nur begrenzt belastbaren Plänen ist zu entscheiden und zu dokumentieren, ob eine Aktualisierung*

- a) vor Planungsbeginn erforderlich wird*
- b) im Rahmen der ohnehin erforderlichen Projektplanung zu berücksichtigen ist oder*
- c) nicht erforderlich ist.“*

Obwohl sich die TM-Aussagen auf die Überprüfung vor Beginn der Vorplanungsbestellung beziehen, lassen sie sich ohne weiteres auf den gleichen Prozessschritt vor Erstellung der AP PT 1 übertragen. Die konkrete Einstufung in die drei genannten Kategorien erfolgt je nach Anzahl und fachlicher Bewertung der identifizierten Abweichungen. Stellvertretende Aussagen zu fachlich identifizierten Abweichungen im Rahmen der Übereinstimmungsprüfung vor Planungsbeginn liefert [WOL15b] und konkretisiert die weitläufig vorherrschende Erfahrung von LST-Fachplanern und Projektbeteiligten, dass oft Abweichungen



festgestellt werden und damit die Planungsgrundlagen zunächst anzupassen sind. Bei Analyse des Stichprobenumfangs traten beispielhaft folgende Abweichungen zu Tage:

- fachliche Abweichungen: fehlerhafte
  - Kilometrierungen
  - Signalstandorte
  - Signalbegriffe
  - Neigungsangaben mit maßgebendem Gefahrpunktabstand
- formale Abweichungen: fehlende oder falsche
  - fehlende Kilometrierungen
  - Bezeichnungen von Kabelverteilern, Gleisschaltmitteln
  - organisatorischer Angaben, z. B. Änderungsindex, Anschlussblätter

Ein maßgebliches Problem besteht darin, dass aufgrund der dezentralen Datenhaltung - neben fachlichen Fehlern zwischen Bestandsdokumentation und LST-Anlage können auch formale Fehler bei Datenübernahmen redundanter Einträge innerhalb der verschiedenen Ausgabeformate der Bestandsdokumentation entstehen - jede gedruckte Ausführung (Papierplan) autark überprüft und korrigiert werden muss, was mit einem sehr hohen Ressourceneinsatz verbunden ist.

Weiterhin sind identifizierte Abweichungen gemäß der Varianten a) und b) zu korrigieren. Dieses Verfahren wird üblicherweise als Einarbeitung von Bestandskorrekturen bezeichnet. Je nach Umfang der Differenzen und projektspezifischen Randbedingungen erfolgt dies vor Beginn oder während der AP PT 1-Erstellung, maßgeblich entschieden durch den Projektleiter.

Sofern die Entscheidung auf Variante a) „vor Planungsbeginn“ fällt, bedeutet dies einen zusätzlichen Ressourceneinsatz (Planungskapazitäten des Fachplaners, Kosten), die so bei der Projektkalkulation meist nicht vorgesehen sind. Bei notwendigen Bestandskorrekturen in erheblichem Umfang kann es im ungünstigsten Fall sogar sein, dass gesonderte Bestandskorrekturprojekte erforderlich werden. Dies führt zwangsläufig zu zusätzlichen Projektrisiken hinsichtlich kalkulierter Kosten bis hin zur Gefährdung des geplanten Inbetriebnahmetermins, der zumeist in frühen Planungsphasen in Abstimmung mit anderen Gewerken und der Baubetriebskoordination festgelegt ist [OTT12], [BUD14a].

Die bisherige Einarbeitung notwendiger Bestandskorrekturen kann wie folgt charakterisiert werden:

- Übergabe handschriftlich korrigierter Bestandspläne aus Übereinstimmungsprüfung durch den Alv an den LST-Fachplaner (ggf. über PL)
- Einarbeitung der (fachlichen) Änderungen durch den LST-Fachplaner unter Nutzung eines Planungswerkzeugs LST
  - Standardplanungssoftware: ProSig
  - separate Anpassung jedes Ausgabeformates
  - hohe Verantwortung des LST-Fachplaners, dass gemeldete Änderung eines LST-Fachdatums auch in alle Ausgabeformate, auf denen dieses eingetragen ist, z. B. Lageplan, Tabelle, manuell übernommen wird
  - Übertragungsfehler („Flüchtigkeitsfehler“) können sich später negativ auf den Projektverlauf auswirken
- hoher finanzieller, personeller, materieller und zeitlicher Ressourceneinsatz durch manuelle Arbeit
- firmeninterne Qualitätskontrolle nach Einarbeitung Bestandskorrektur, bei Bedarf/größeren Abweichungen ggf. Rücksprache mit Alv

Im Ergebnis des Schritts „Übereinstimmungsprüfung Bestandspläne mit Örtlichkeit“ erhalten die von DVS IZ-Plan ausgegebenen oder korrigierten Bestandspläne den Status „auf Übereinstimmung mit Örtlichkeit geprüft“, welcher durch den Alv meist in Form eines Stempels samt Unterschrift bestätigt wird.

Bereits in diesem Schritt der planungsvorbereitenden Maßnahmen für die AP PT 1-Erstellung können Projektrisiken auftreten:

- unzureichende Definition der Planungsgrundlagen sowie Qualität der Planungsergebnisse aus früheren Planungsphasen
- bereits bestehende Sperrungen von Bestandsplänen oder Teilmengen der erforderlichen Bestandsdokumentationen durch andere Planungen (Nachbarplanungen desselben oder anderer Untergewerke oder gar anderer Gewerke)
- Erfordernis von Bestandskorrekturen, die über das kalkulierte Maß hinausgehen

Weitere Details sind stellvertretend in [BUD14a] nachzulesen.

### 5.2.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess

Aufgrund der Komplexität der vorgestellten Prozesse einschließlich vorhandener Nachteile, wie beispielsweise ein ineffektiver Ressourceneinsatz verbunden mit hohen Projektrisiken, besteht bereits in diesen planungsvorbereitenden Schritten erheblicher Optimierungsbedarf, den PlanPro durch die Anwendung der zentralen Datenhaltung und angepasster Prozessabläufe perspektivisch umsetzt.

Dabei sollen die in der Praxis etablierten Abläufe weitestgehend unter Anwendung der mittels durchgängiger elektronischer Datenhaltung verbundenen Vorteile abgebildet werden.

Zunächst ist jedoch eine Differenzierung des Bestandes in Bestandsdaten, vorgehalten in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank, und Bestandsdokumentationen, bei Alv und DVS IZ-Plan vorgehaltene Druckexemplare, erforderlich. Grundlage für AP PT 1-Erstellungen bilden zukünftig die in der LST-Datenbank abgespeicherten Bestandsdaten (vgl. Abschnitte 4.3 und 5.1). Nach Bestimmung des erforderlichen Pb und Bb durch den LST-Fachplaner schließen sich zukünftig folgende Schritte an:

- Sperrung der Bestandsdaten für Pb in LST-Datenbank durch Kopie dieser aus Bestandsdatenhaltung in Projektdatenhaltung
- informative Sperrung der bei DVS IZ-Plan vorgehaltenen Bestandspläne, welche eine Teilmenge des Pb enthalten
- Generierung aktualisierter Bestandsdokumentationen aus LST-Bestandsdaten und aktueller Geodaten aus dem Geodaten-Informationssystem der DB (DB GIS)
- Übergabe aktualisierter Bestandsdokumentationen durch LST-Fachplaner oder PL an Alv
- Durchführung der Übereinstimmungsprüfung durch Alv einschließlich Vermerk notwendiger Bestandskorrekturen durch
  - Abgleich übergebener Bestandsdokumentationen mit handschriftlich gepflegten Bestandsplänen des Alv vor Ort (auf Stw)
  - Abgleich übergebener Bestandspläne mit Örtlichkeit (Feldvergleich) bei Bedarf
- Rückmeldung notwendiger Bestandskorrekturen durch den Anlagenverantwortlichen an LST-Fachplaner

- Entscheidung über Art der Einarbeitung der Bestandskorrekturen durch gemeinsame Abstimmungen zwischen LST-Fachplaner und PL mit den Möglichkeiten der Einarbeitung:
  - vor AP PT 1-Erstellung im Rahmen der beauftragten Planung
  - vor AP PT 1-Erstellung im Rahmen eines gesonderten Projektes (bei großem Aktualisierungsaufwand)
  - gar nicht, da Abweichungen innerhalb eines definierten Toleranzbereiches und ohne sicherheitskritische Auswirkungen
  - während der Erstellung der AP PT 1-Planung = implizite Bestandskorrektur; jedoch nicht Bestandteil 1. Uss PlanPro, da besondere Vergleichsoperationen hierfür erforderlich (siehe auch Abschnitt 6.4)
- Einarbeitung Bestandskorrekturen durch LST-Fachplaner unter Nutzung eines Planungswerkzeugs LST, z. B. ProSig oder ProCoPS als separate *Einzelplanung* (siehe Abschnitt 6.5) und anschließender Erzeugung neuer Bestandsdaten)

Bereits in zwei Teilprozessschritten lassen sich Vorteile der zentralen Datenhaltung in den PlanPro-Prozessen nutzen:

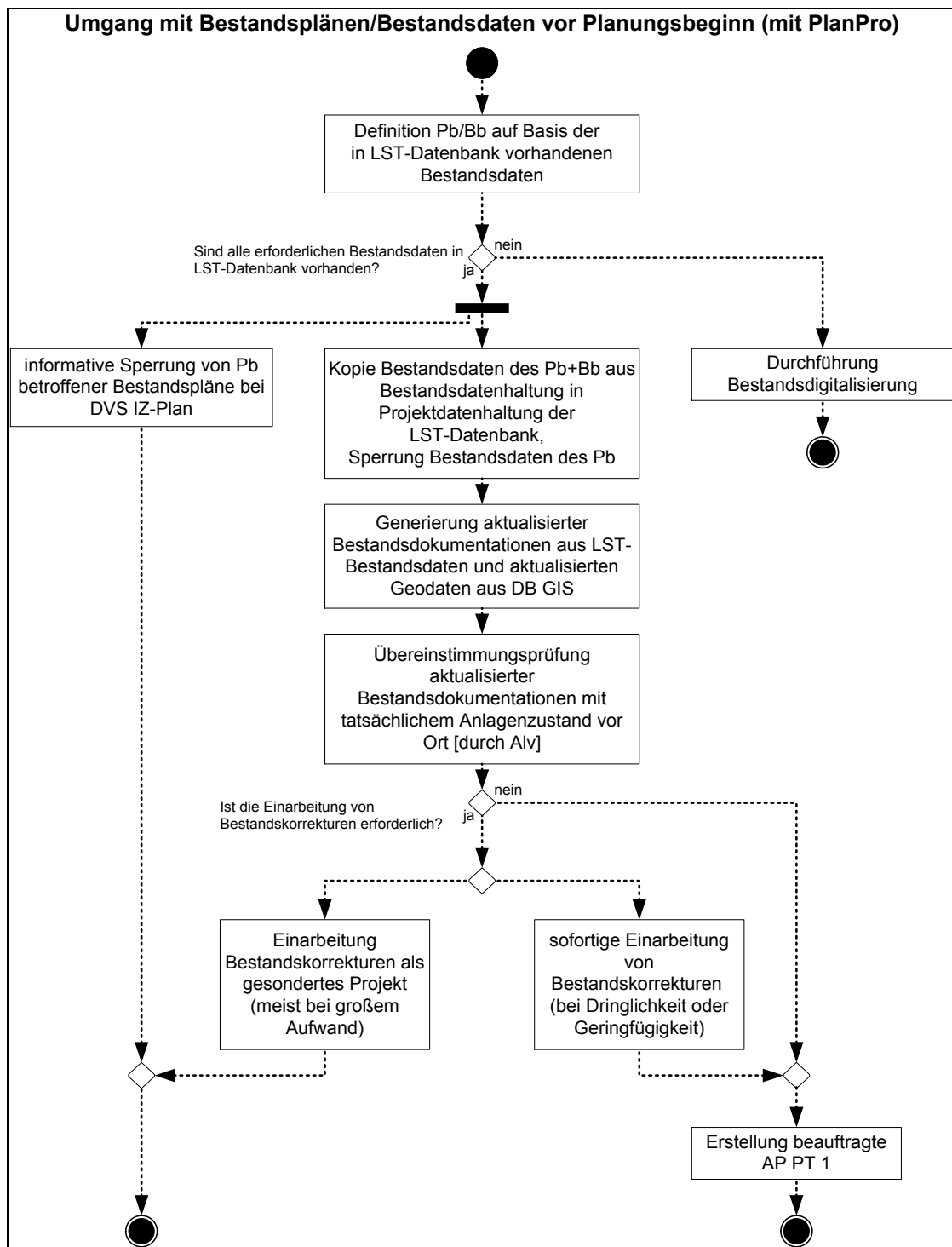
- a) Übereinstimmungsprüfung des Alv
- b) Einarbeitung notwendiger Bestandskorrekturen durch LST-Fachplaner

Da jedes LST-Fachdatum im LST-Datenmodell zentral an einer Stelle abgespeichert und auf alle Ausgabeformate, in denen es darzustellen ist, projiziert wird, müssen erkannte Abweichungen nicht mehr manuell in alle Bestandsdokumentationen übertragen werden. Dieser Vorteil lässt sich einerseits für den Anlageverantwortlichen nutzen, indem beispielhaft Ausgabeformate definiert werden, auf denen *Primärdaten* abgedruckt sind, d. h. auf bestimmten Plänen/Tabellen erscheinen LST-Fachdaten erstmals auf sogenannten Primärplänen. In diesen Primärplänen sind erforderliche Änderungen an den besonders gekennzeichneten Stellen bzw. Tabellenzellen nachzupflegen und werden aus diesen durch den LST-Fachplaner in das LST-Datenmodell übertragen. Andererseits wirkt sich die zentrale Datenhaltung positiv für den LST-Fachplaner aus, indem er nicht mehr alle Ausgabeformate manuell nachpflegen muss, sondern stattdessen an einer Stelle, beispielsweise dem digitalen Primärplan, den Eintrag im LST-Datenmodells korrigiert und damit automatisch das Fachdatum bei erneu-

ter Plangenerierung auf allen Lageplänen und Tabellen korrigiert ausgegeben wird. Hiermit reduzieren sich die Bearbeitungsaufwände für den beteiligten Alv und LST-Fachplaner deutlich. Ferner erhöht sich die Qualität der Daten bzw. Ausgabeformate, da Übertragungsfehler durch manuelle Datenübernahmen ausgeschlossen sind. Weiterhin wird eine deutliche Prozessbeschleunigung erwartet. Eine erneute Überprüfung der korrigierten Bestandspläne durch den Alv wird ebenfalls überflüssig, sofern das sogenannte 4-Augen-Prinzip der firmeninternen Qualitätsprüfung - ein zweiter erfahrener Fachplaner überprüft, ob einarbeitender LST-Fachplaner alle manuellen Eintragungen korrekt übernommen hat - eingehalten wird.

Auf eine Besonderheit muss bei diesem Prozessschritt noch hingewiesen werden: Sofern sich bei Definition des Pb + Bb herausstellt, dass für die räumlich definierten Bereiche noch nicht alle LST-Fachdaten in der Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank vorhanden sind, so ist zunächst eine vorgelagerte Bestandsdigitalisierung durchzuführen (siehe Abschnitt 6.2), bevor Bestandsdaten in die Projektdatenhaltung kopiert und die Übereinstimmungsprüfung des Alv erledigt werden können.

Abbildung 14 zeigt zusammenfassend die zukünftigen Abläufe mit PlanPro:



**Abbildung 14: Umgang mit Bestandsdaten vor Planungsbeginn**

Zur Entlastung der Anlagenverantwortlichen bei der Übereinstimmungsprüfung von Bestandsplänen/Bestandsdaten mit dem Zustand der LST-Anlage vor Ort sind zukünftig auch weitere technische Unterstützungen denkbar. Erste Ansätze zeigen bestehende Veröffentlichungen anderer Forschungsprojekte bei de-

nen Messzugbefahrungen/Videoaufzeichnungen aktuelle Datengrundlagen liefern können [JOH15], [WEN15] ebenso wie der Einsatz von Drohnen [DIM13].

Nachdem die Bestandsdaten/Bestandsdokumentationen für den Planungsbereich gesperrt, die Übereinstimmungsprüfung durchgeführt und notwendige Bestandskorrekturen eingearbeitet sind, kann mit der eigentlichen Erstellung der AP PT 1-Planung begonnen werden (siehe Abschnitt 5.3).

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass im Rahmen des separaten Projektes „AGON - Ablösung der Geosysteme bei der DB Netz AG“ die vorhandenen, abgängigen Geosysteme der DB Netz, neben DB GIS bspw. STREDA (DB-Streckendaten), abgelöst und in neuen GIS-Systemanwendungen zusammengeführt werden sollen. Neben bisherigen Funktionalitäten wird die Nutzung weiterer IT-gestützter Vorteile, z. B. Intranettauglichkeit, Regelbetriebsführbarkeit, konzernweit angestrebt. Erste Ergebnisse sind im 2. Halbjahr 2016 zu erwarten [WIE16]. Da diese Entwicklungsarbeit noch nicht abgeschlossen ist, beziehen sich nachfolgende Erklärungen weiterhin, wie im bisherigen Prozess, auf DB GIS als Referenzsystem für die Verwendung (aktueller) Geodaten der Gleislage als Datengrundlage für LST-Planungen.

#### **5.2.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen**

Nach Analyse bestehender Regelwerksvorgaben sowie bisheriger Verfahrensweisen und der Definition der zukünftigen Prozessschritte zum Umgang mit Bestandsdokumentationen/Bestandsdaten vor Planungsbeginn ergeben sich Anforderungen für anstehende Regelwerksüberarbeitungen, die Tabelle 6 zusammenfasst.

**Tabelle 6: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Planungsgrundlagen**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Ordnung und Konkretisierung Schritte der Überprüfung Bestandspläne mit Örtlichkeit vor Beginn AP PT 1-Erstellung: - Verantwortung PL - Durchführung Alv und/oder LST-Fachplaner - Ergebnisse der Übereinstimmungsprüfung (wie [TM01-2015]) - Verfahren der Einarbeitung von Bestandskorrekturen einschließlich Benennung konkreter Inhalte, zeitlicher Fristen und Ergebnisse	Ril 809 sowie aufbauend TM 01-2015
	Sperrvermerke nur für Bestandspläne des Pb erforderlich	Ril 809 sowie aufbauend TM 01-2015
	Intensität der Übereinstimmungsprüfung "Feldvergleich" vor Beginn der Vorplanung hinterfragen, da Bestandspläne erst ab AP gesperrt und somit zwischen 1. Überprüfung und Sperrung für AP oft mehrere Monate/Jahre vergehen	Ril 809 sowie aufbauend TM 01-2015
	Notwendigkeit der detaillierten Übereinstimmungsprüfung nur vor AP erforderlich	Ril 809 sowie aufbauend TM 01-2015
PlanPro spezifische Anforderungen	Differenzierung in Bestandsdokumentation (Bestdoku) und Bestandsdaten: - Bestdoku: für Alv und IZ Plan - Bestandsdaten: für Auskunftssysteme und Grundlagendaten	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Verwendung von Bestandsdaten als Grundlage für Erstellung AP PT 1	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Definition der PlanPro-Prozesse: - Generierung Bestdoku aus Bestandsdaten unter Anreicherung neuer Geodaten - Übereinstimmungsprüfung durch Alv - Bestandskorrektur durch LST-Fachplaner	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Durchführung vorgelagerter Bestandsdigitalisierung, wenn nicht ausreichend Bestandsdaten für Pb + Bb in Bestandsdatenhaltung	PlanPro-Prozessbeschreibung
	ggf. Definitionen neuer Begrifflichkeiten: - Primäreintragen, Primärpläne - Sekundäreintrag, Sekundärpläne	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration formatisierter Prozessbeschreibungen für Umgang mit Planungsgrundlagen und Übereinstimmungsprüfung	PlanPro-Prozessbeschreibung

## 5.3 Planung eines Bauzustandes

### 5.3.1 Gegenstand und Aufgaben

Nachdem Planungs- und Betrachtungsbereich definiert, die Bestandsdokumentationen auf Übereinstimmung mit der Örtlichkeit geprüft und ggf. notwendige Bestandskorrekturen eingearbeitet sind, schließt sich die eigentliche Erstellung der Ausführungsplanung an.

Wie bereits im Abschnitt 4.2 eingeführt, besteht in dieser Phase bei LST-Planungen die Besonderheit, dass eine Differenzierung der Planungsinhalte in die zwei Planteile PT 1 und PT 2 vorgenommen wird. Diese maßgebliche Randbedingung findet sich so bisher jedoch nicht im Regelwerk zum allgemeinen Planungsprozess [RIL809] wieder.



Ein genehmigtes Entwurfsheft (= Entwurfsplanung), ein erfolgtes Durchführungsauftragsgespräch (DAG) sowie die Berücksichtigung der jeweils geltenden Ril/TM/VV/Handbücher sind nach Ril 809.0201 Abs. 7 wichtige Voraussetzungen für die AP-Erstellung. Weiterhin äußert sich benannte Quelle zu den Inhalten der AP folgendermaßen:

- *„Erarbeitung/Darstellung ausführungsfähiger Planunterlagen,*
- *Erfassung aller Auflagen des Arbeits-, Brand-, Katastrophen- und Umweltschutzes, aus dem Planfeststellungsverfahren (PFV) sowie ggf. anderen öffentlich-rechtlichen Verfahren/privatrechtlichen Vereinbarungen,*
- *Erstellung/Detaillierung von Bauzustandsplänen,*
- *Fortschreibung und Überwachung der Herstellungskosten und des Bauzeiten-/Finanzierungsplans,*
- *Zusammenstellung der zur bauaufsichtlichen Prüfung erforderlichen Unterlagen,*
- *ggf. notwendige Planungsänderungen nach Baubeginn, deren Vorlage zur bauaufsichtlichen Prüfung,*
- *Beteiligung von Gutachtern,*
- *Durchführung der Erfolgskontrolle zur technisch-wirtschaftlichen Realisierung der Maßnahme.“ [809.0201 Abs. 7 (6)]*

Diese allgemeinen Aussagen gilt es zur Definition und Vorstellung der zukünftigen PlanPro-Prozesse zunächst zu ordnen und zu konkretisieren, da sie sowohl den Schritt der Planungserstellung - Gegenstand dieses Abschnitts - und Schritte der Begutachtung (siehe Abschnitt 5.4) thematisieren.

Wichtigste Schritte sind demnach:

- Erstellung von Planunterlagen
- Erstellung von Bauzustandsplänen

Ril 819.0102 „LST-Anlagen planen; Entwürfe und Pläne, Planunterlagen“ spezifiziert verschiedene Arten von Planunterlagen einschließlich derer Inhalte, ohne den allgemeingültigen Begriff zu definieren. U. a. wird dabei differenziert in:

- Ausführungspläne
- Abnahmeprüfpläne
- Bestandspläne

o digitale CAD-Pläne

Unter Berücksichtigung der Aussagen von [RIL809] gilt es in diesem Prozessschritt Ausführungspläne zu erstellen, zu denen nach Ril 819.0102 Abs. 4 (5) Planteil 1 und Planteil 2 gehören. Diese Pläne sind „für Neubau, die Ergänzung oder die Änderung von LST-Anlagen“ [RIL819] zu erarbeiten. Hier findet sich auch die Erläuterungen, dass der PT 1 die Voraussetzung für die Erstellung der firmenspezifischen Planunterlagen darstellt und der PT 2 wiederum die firmenspezifischen Umsetzungen der PT 1-Planunterlagen enthält. Etwas Klarheit in diese ringverweisähnlichen Beschreibungen bringen die Übersichtstabellen in Anhang 3 zu Ril 819.0102 in denen konkrete Tabellen jeweils dem PT 1 und PT 2 zugeteilt werden. Stellvertretend aufgeführt seien an dieser Stelle (Abbildung 15):

<b>PT 1-Unterlagen</b> (Auszug)	<b>PT 2-Unterlagen</b> (Auszug)
- Sicherungstechnischer Lageplan	- Elementverbindungsplan
- Schematischer Übersichtsplan	- Schematischer Übersichtsplan
- Freimeldepläne, Achszählübersichtspläne	- Verkabelungspläne
- Kabellage-/Kabelübersichtspläne	- Aufstellplan Bedienraum
- Signaltabelle 1 und 2	- Stromversorgung, Schaltpläne
- Durchrutschwegtabelle/Gefahrpunkttabelle	- Stromlaufpläne
- Weichentabelle	- Sonderschaltungen

**Abbildung 15: Planunterlagen PT 1 und PT 2 (Beispiele)**

Gemäß definierter Randbedingungen des Forschungsprojektes PlanPro (vgl. Kapitel 2) liegt der Fokus der Prozessanalyse und -definition auf Erstellung der AP PT 1-Unterlagen. Die Aufgabenerfüllung ist einem fachlich qualifizierten LST-Fachplaner als natürlichen Mitarbeiter eines beauftragten Ingenieurbüros zugeteilt. Er hat basierend auf den von DVS IZ-Plan herausgegebenen und gemäß Alv-Rückmeldungen korrigierten Bestandsplänen neue Ausführungsunterlagen zu erstellen, aus denen Veränderungen in Form von Neubau, Ergänzung oder Änderung der LST-Anlage für den späteren Umbau hervorgehen.

Als weitere Formulierung zur Aufgabendefinition wird in Ril 809.0102 das „Erstellen von Bauzustandsplänen“ [RIL809] verwendet. So wichtig der Begriff Bauzustandsplanung oder Bauzustand allgemein ist, umso ernüchternder die Rechercheergebnisse, was die Definition der Begriffe angeht.

Während sich in Ril 809 keinerlei Begriffsdefinition findet, beschreibt [BAU-STE] in den vorangestellten Begriffsdefinitionen einen Bauzustand als „Geplante, in sich abgeschlossene Baumaßnahme zum Erreichen eines Endzustandes in

*mehreren Schritten*“. Weitere Konkretisierungen werden beispielsweise auch in [RIL406], [RIL408], [RIL413] [RIL819] und [RIL892] vergebens gesucht. Dies führt teilweise zu Gewerke spezifischen Verständnissen bezüglich der Eigenschaften und des Umfangs eines Bauzustands mit Detailunterschieden.

Die Änderung einer LST-Anlage erfolgt im Allgemeinen dadurch, dass sie von einem vorhandenen Istzustand (vorheriger Bestand) in einen geplanten Zielzustand (neuer Bestand) nach vorheriger Planung, Prüfung und Baufreigabe umgebaut wird. Wenn dies aus bautechnologischen Gründen nur über mehrere Schritte erfolgen kann, werden die Anlagen in einen oder mehrere Bauzustände versetzt. Mit dem letzten Bauzustand wird der Inbetriebnahmezustand erreicht, der dem geplanten Zielzustand entspricht, sofern nicht im Zuge der Baumaßnahme von der Planung abgewichen wird. Mit Inbetriebnahme des letzten Bauzustandes wird der neue LST-Anlagenzustand erreicht, der für eine längere betriebliche Nutzung vorgesehen ist (neuer Bestand).

Zusammenfassend besitzt ein LST-Bauzustand nach den aRdT damit folgende Eigenschaften:

- temporäre Abweichung des Zustands einer LST-Anlage vom ursprünglichen Zustand (vorheriger Bestand)
- beschreibt die Änderung einer LST-Anlage zu einem Zeitpunkt während der Bauausführung
- ist vollumfänglich planerisch und genehmigungsrechtlich zu behandeln
- neu definierter Zustand hat Gültigkeit bis zum Beginn des nächsten Bauzustandes oder Erreichen des Endzustandes (neuer Bestand)

Die Planung mehrerer aufeinander folgender Bauzustände zum Erreichen eines gewünschten Zielzustandes wird vor allem bei Großprojekten und in großen Knotenbahnhöfen erforderlich, wenn dieser nur über mehrere Teilschritte und Inbetriebnahmen erreicht werden kann, um weiterhin den EVU einen Teil der Eisenbahninfrastruktur für die betriebliche Nutzung zur Verfügung zu stellen. Damit verbundene Besonderheiten werden detailliert im Abschnitt 5.9 vorgestellt. Nachfolgende Erläuterungen beziehen sich zur besseren Nachvollziehbarkeit zunächst nur auf die AP PT 1-Erstellung im Verständnis der Planung eines Bauzustandes.

Bei der Erstellung der AP PT 1 sind u. a. folgende Eingangsgrößen zu berücksichtigen:

- Betriebliche Aufgabenstellung (BAST)
- Planungsergebnisse vorheriger Planungsphasen, insbesondere Entwurfs- und Genehmigungsplanung (EP/GP)
- sämtliche relevanten sonstigen Projektunterlagen aus früheren Phasen einschließlich Stellungnahmen Dritter
- Unterlagen und Entwurfsstände von Nachbarplanungen (vgl. Abschnitt 5.10)
  - anderer Untergewerke der LST, z. B. BÜ-Planungen
  - anderer Gewerke, z. B. Oberleitungsanlagen

Zu den Aufgaben des LST-Fachplaners während der AP gehören:

- Erstellen der AP PT 1 durch Umsetzung der Vorgaben der BAST unter Berücksichtigung aller relevanten Planungsgrundlagen
- Anwendung LST-Fachwissen sowie Einhaltung der Vorgaben aus TM, Ril, VV, Handbüchern und sonstiger aRdT
- Durchführen von Abstimmungen mit Projektbeteiligten einschließlich (Unter-)Gewerks übergreifender Belange durch Wechselwirkungen zwischen eigenem Pb und Bb, welcher gleichzeitig Pb-Bestandteil anderer Planungen sein kann (siehe Abschnitt 5.10)

In allen Ausführungsunterlagen haben farbliche Eintragungen eine nach Anhang 1.5 der VV BAU-STE festgelegte Bedeutung. Einem LST-Fachplaner ist es erlaubt, folgende Farben zu verwenden:

- rot: Einrichtungen, die bei Änderungen einzubauen sind (Einbauten)
- gelb: Einrichtungen, die bei Änderungen auszubauen sind (Ausbauten)

Dabei dürfen die Farben ausdrücklich auch in Form von Hinterlegungen verwendet werden, was in der Praxis Probleme mit sich bringen kann, beispielsweise bei der Arbeit mit Kopien, da dann farbliche Hinterlegungen verblassen oder gar nicht mehr erkennbar sind, wodurch Fehlinterpretationen entstehen können.

Gemäß vorgenommener Abgrenzungen bezüglich der Aufgaben und Inhalte werden zunächst die bisher in der Praxis etablierten Verfahrensweisen vorgestellt, um daraus vorgesehene PlanPro-Prozesse abzuleiten.

### 5.3.2 Bisheriger Prozess

Bei Analyse des bisherigen Prozesses der AP PT 1-Erstellung lassen sich die im Abschnitt 2.1 vorgestellten Entwicklungsstufen der Verwendung von Informationsmodellen (vgl. Abbildung 1) wiedererkennen.

Während früher mit Tusche und Feder die Ausführungsunterlagen erstellt wurden, werden heute nahezu alle Planungen unter Nutzung von CAD-Systemen (Computer-aided-Design – Computer unterstütztes Entwerfen) teilweise einschließlich ergänzender interner Werkzeugdatenbanken erstellt. Dabei kommen verstärkt einfache digitale Modelle zum Einsatz, die verknüpfte Vektordaten (CAD-Dateien) und Rechenmodelle (interne Programmberechnungsformeln) enthalten. Nicht zuletzt durch Vorgabe von ProSig als Standardplanungssoftware gemäß Ril 819.0102, aber auch durch andere Entwicklungen wie beispielsweise ProCoPS, führt kein Weg mehr an der CAD-gestützten Planungserstellung vorbei. Dennoch lässt sich bei einigen Ingenieurbüros noch eine mit dem technischen Fortschritt historisch gewachsene Aufgabenteilung bei der AP PT 1-Erstellung erkennen:

- 1) kreativer Prozess:  
Erstellung der ingenieurmäßigen Lösung(en) gemäß Aufgabenstellungen mit Stift und Papier in Verantwortung des LST-Fachplaners
- 2) zeichnerische Darstellung:  
Manuelle Übertragung der handschriftlich erstellten Lösungen in CAD-Systeme (ProSig) in Verantwortung des (CAD-)Zeichners

In der Praxis zeigt sich jedoch, dass ein verstärkter IT-Einsatz zur zunehmenden Verschmelzung der ursprünglich getrennten Aufgaben führt und sich die eigentlichen Aufgaben der Zeichner gewandelt haben. Wie stark die Aufgabenteilung innerhalb eines Ingenieurbüros noch ausgeprägt ist, hängt von den konkreten personellen Ressourcen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ab.

Während bei getrennter Aufgabenabarbeitung die Nachteile vor allem in der höheren Fehleranfälligkeit durch manuelle Übertragungen und einem gesteigerten Ressourceneinsatz durch Mehrfachbearbeitungen bestehen, benennen Befürworter dieser Variante wirtschaftliche Aspekte als vorteilhaft, da der vergleichsweise kostenintensive LST-Fachplaner als Ingenieur nur den kreativen Prozess begleitet und die zeichnerische Vervollkommnung durch einen kostengünstigeren (CAD-)Zeichner erledigt wird.

Demgegenüber wirkt sich bei einer Aufgabenbündelung die direkte Arbeit des LST-Fachplaners mit ProSig oder anderen Planungswerkzeugen bei der Planungserstellung positiv aus, da fehleranfällige, manuellen Übertragungen entfallen und der Prozess beschleunigt werden kann - sofern der Ingenieur über gute Kenntnisse zur Werkzeugnutzung verfügt. Als nachteilig werden wirtschaftliche Betrachtungen dahingehend aufgeführt, dass ursprünglich unterschiedliche Qualifikationen einschließlich zugeordneter Vergütungen für LST-Fachplaner und Zeichner verschmelzen.

Für die AP PT 1-Erstellung sind zusätzliche, bisher im Abschnitt 5.3 nicht aufgeführte Eingangsdaten notwendig:

- Bestandsgleislage als
  - Geodaten aus Geoinformationssystem der DB (DB GIS) im GND-Edit-Format
  - Lagepläne in gedruckten Ausführungen
- Neutrassierung
  - Neutrassierungsdaten im GND-Edit-Format
  - Neutrassierungsdaten im Zeichnungsformat (z. B. \*.dwg)
  - Neutrassierung in gedruckten Ausführungen als Lagepläne
- Erstellung Geodaten für Bestandsgleislage und Neutrassierung sofern Eingangsdaten nicht in bearbeitbaren Formaten geliefert
- Überprüfen der Passfähigkeit von Bestandsgleislage- und Neutrassierungsdaten an den „Ansetzpunkten“, die konsolidierte Gleislagedaten als Voraussetzung zum Erstellen der LST-Fachdaten darstellen.

In nicht wenigen Fällen stellt der LST-Fachplaner fest, dass die gelieferten Geodatensätze Fehler enthalten, die zu korrigieren sind, wobei er formal dafür nicht zuständig ist, jedoch andererseits angepasste, stimmige Gleislagedaten für die Erstellung der AP PT 1 benötigt. Dieses Problem soll mit PlanPro beiläufig gelöst werden.

Die bisherige Planung eines Bauzustandes lässt sich derart charakterisieren:

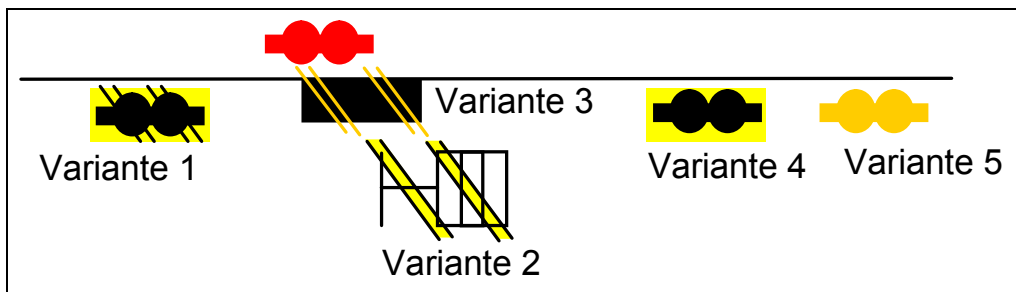
- Erstellung durch LST-Fachplaner: ein beauftragtes Ingenieurbüro, das die Planungsverantwortung zum Ändern der Bestandspläne trägt (Sperrvermerk), jedoch können mehrere natürliche Mitarbeiter des Ingenieurbüros an der Erstellung der AP PT 1 beteiligt sein

- eindeutige Zuordnung, welcher LST-Fachplaner welche Planungsunterlagen erstellt hat, muss gewährleistet sein, da
  - zur Abgabe der Planungsunterlagen für jeden beteiligten Fachplaner später ein Planverzeichnis gemäß Anhang 3.5 der VV BAU-STE auszufüllen ist
  - Eintrag des maßgeblich beteiligten LST-Fachplaners im Feld „Ersteller“ gemäß Schriftfeld nach Ril 819.0103 für jeden Papierplan
- Nutzung der Standardplanungssoftware ProSig, oder anderer Planungswerkzeuge, z. B. ProCoPS, weitere Details siehe beispielsweise [KLA15]
- umfangreiche redundante Angaben im bisheriges Planwerk, die auch bei CAD-gestützter Planung teilweise manuell eingetragen bzw. übernommen werden müssen
- Verwendung der im Anhang 1.5 der VV BAU-STE vorgegebenen Farben in Ausführungsunterlagen, jedoch teilweise Ausnahmen möglich bzw. regional verbreitet, beispielsweise
  - komplette Schwarzdarstellung, wenn im Zuge einer Planung alle Gleis- und LST-Anlagen neu errichtet werden und somit nahezu alle Planinhalte rot darzustellen wären
  - separate Ein- und Ausbaupläne, wenn jeweiliger Änderungsumfang so groß, dass Nachvollziehbarkeit der Ein- und Ausbauten in einer gemeinsamen Darstellung mehrheitlich nicht gegeben wäre
- Befüllung Schriftfeld gemäß Ril 819.0103 je Planungsunterlage zur eindeutigen Zuordnung der Planinhalte und organisatorischen Angaben der Planerstellung und -aktualisierung, wie:
  - Ersteller, Prüfer, Freigebender
  - dargestellte Planinhalte
  - Gültigkeit durch planspezifische Angabe des *Ausgabestandes*
- bisher vorhandene Nachteile beim Ausfüllen der Schriftfeldinhalte aufgrund „natürlicher“ Freiheitsgrade:
  - trotz ausführlicher Ausfüllanleitungen unterschiedliche, regional etablierte Ausfüllmuster, oder
  - nicht alle regional üblichen Einträge als formaler Schriftfeldeintrag abbildbar, sodass ggf. Zusatzschriftfelder zur Anwendung kommen

Zusammenfassend bestehen bei der bisherigen AP PT 1-Erstellung die im Abschnitt 2.1 vorgestellten Nachteile:

- Fehleranfälligkeit
- Inkonsistenzen innerhalb eines Planwerks bei „Vergessen“/ „Übernahmefehlern“
- Ressourcenverbrauch (finanziell, personell, zeitlich)
- keine einheitliche Farbdarstellung trotz definierter Standardfarben

Zuletzt benanntes Problem von uneinheitlichen Darstellungen trotz definierter Standardfarben visualisiert Abbildung 16:



**Abbildung 16: Farbdarstellungen - Variantenbeispiel**

Während die Darstellungen für unveränderten Bestand bzw. Einbauten durch Schwarz- bzw. Rotdarstellungen nahezu einheitlich erscheinen, existieren in der Praxis unterschiedlich etablierte Formen der Gelbdarstellung bei Ausbauten - beispielhaft visualisiert 5 Varianten: komplette Gelbdarstellung (Variante 5), gelbe Hinterlegung (Variante 4), gelbe Hinterlegung mit ergänzender schwarzer Schrägdurchstreichung (Variante 1), gelbe Schrägdurchstreichung (Variante 3) oder schwarz-gelbe Schrägdurchstreichung (Variante 2). Stellen derartige, meist regionale oder von handelnden Personen abhängigen Unterschiede bisher nur formale Hürden dar, so sind diese in den zukünftigen PlanPro-Verfahrensweisen nicht mehr möglich. Stattdessen müssen zukünftig einheitliche Darstellungsformen zentral vorgegeben werden, um die Vorteile der zentralen Datenhaltung nutzen zu können (siehe Abschnitt 5.3.3).

Ein weiterer Nachteil der bisherigen Abläufe besteht darin, dass die zwar CAD-gestützt erstellte AP PT 1 letztendlich auf Papierplänen ausgedruckt, in benötigter Anzahl zu Planungsordnern zusammengestellt und anschließend zur Prüfung und Freigabe (siehe Abschnitt 5.4) weitergereicht wird. Somit gehen Informationen der verwendeten einfachen Datenmodelle durch das Verwenden von Druckexemplaren teilweise verloren. Dieser negative Aspekt wird vor allem



bei erforderlichen Änderungsplanungen (siehe Abschnitt 5.8) verstärkt, da hier bisher nur die von Änderungen betroffenen Papierpläne in Planungsordnern unter Erhöhung des Ausgabestandes ausgetauscht werden und somit innerhalb eines Planungsordners unterschiedliche Ausgabestände der einzelnen Planungsunterlagen möglich sind.

Nach Vorgaben des § 13 Planerstellung, Planprüfung und Freigabe der Ausführungsunterlagen der VV BAU-STE sind vor Abschluss der AP PT 1-Erstellung firmeninterne Qualitätssicherungsmaßnahmen „interne Planprüfung“ zu erbringen [§ 13 (2) VV BAU-STE]. Die Durchführung dieser Qualitätsvorgabe ist durch einen Eintrag „Qualitätssicherung“ im Planverzeichnis gemäß Anhang 3.5 VV BAU-STE [BAU-STE] zu bestätigen.

Ausgehend von den vorgestellten Abläufen einschließlich identifizierter Nachteile soll nun der zukünftige PlanPro-Prozess vorgestellt werden.

### **5.3.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess**

Unter den Randbedingungen der vorgestellten Planungsgrundlagen und bisherigen Verfahrensweisen wurden im AK Anwendungsfälle die zukünftigen PlanPro-Prozesse für die AP PT 1-Erstellung definiert. Gemäß Zielkonzeption des Gesamtdatenflusses (vgl. Abschnitt 4.3.2) sollen unter Einsatz komplexer digitaler Modelle in dieser Projektphase elektronische Planungsdaten erzeugt und anschließend direkt per XML-Datenschnittstellen über die LST-Datenbank an andere Werkzeuge und damit weitere Prozessbeteiligte weitergegeben werden.

Somit entfällt die bisher grundsätzlich übliche und historisch gewachsene Aufgabenteilung in kreative und zeichnerische Teilschritte. Nur durch direkte Planungserstellung unter Nutzung weiterentwickelter Planungswerkzeuge und anderer Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur lassen sich die mit der durchgängigen elektronischen Datenhaltung verbundenen Ziele erreichen [BRÖ15].

Dabei können die inhaltlichen Aufgaben der AP PT 1-Erstellung folgendermaßen beschrieben werden:

- 1) Einlesen von Gleisnetzdaten (Bestand) und Neutrassierungsdaten einschließlich Qualitätsprüfung der Eingangsdaten

- 2) Erstellen der LST-Fachplanung durch Befüllen des LST-Datenmodells unter Nutzung definierter Planungswerkzeuge
- 3) Auslieferung des Planungsergebnisses in menschenlesbaren Ausgabeformaten zur Begutachtung, Freigabe und Umsetzung.

Hinter den drei vorgestellten Teilschritten verbergen sich deutlich mehr durch den LST-Fachplaner zu erledigende Aufgaben, auf die nun detaillierter eingegangen werden soll.

#### 1) Einlesen Bestandsgeislage und Neutrassierung:

Die auf Grundlage der Definition von Pb und Bb bestellten Gleisnetzdaten werden in Form von Geodaten aus Geoinformationssystem der DB (DB GIS) direkt in ein Planungswerkzeug Geo importiert. Dabei kommt auch die Komponente Geoprüfung der System- und Softwarearchitektur zum Einsatz, da die GND-Edit-Daten durch diese einerseits in XML-Format umgewandelt und anschließend direkt qualitätsgeprüft werden. Damit soll verhindert werden, dass fehlerhafte Geodaten als Planungsgrundlage verwendet werden, die zu späteren Projektrisiken führen können. Folgende drei Fehlerkategorien sind für das Ergebnis der Geodatenprüfung, deren Genauigkeit durch den Anwender skalierbar ist, zukünftig vorgesehen:

- keine Fehler: automatische Übernahme
- kleine Fehler innerhalb des gewählten Toleranzbereichs: automatische Korrektur durch Geoprüfung
- größere Fehler: Korrektur durch Geodatenstelle der DB

Das Prüfen der Neutrassierungsdaten erfolgt ebenfalls auf diese Weise mit dem Unterschied, dass die GND-Edit der Neutrassierung meist noch nicht alle topologischen Knoten und Kanten im Sinne des PlanPro-Datenmodells enthalten. Somit sind diese zunächst durch den Bearbeiter zu ergänzen. Anschließend werden die Neutrassierungsdaten ebenfalls von GND-Edit nach PlanPro-XML umgewandelt und einer Qualitätsprüfung unterzogen, wobei größere Fehler durch den Trassierer zu bereinigen sind. Sofern die Neutrassierung nur in Druckexemplaren geliefert werden kann, muss diese durch Nachzeichnen zunächst digitalisiert werden, bevor sich die beschriebenen Aktionen anschließen.

Eine detaillierte, formalisierte Prozessbeschreibung ist im „Anhang G: Prozessbeschreibung Umgang mit Geodaten“ beigefügt.

Nach Vorliegen qualitätsgeprüfter Gleislagedaten für Bestandsgleislage und Neutrassierung kann die eigentliche Erstellung der AP PT 1 unter Nutzung der Planungswerkzeuge LST durch den LST-Fachplaner beginnen.

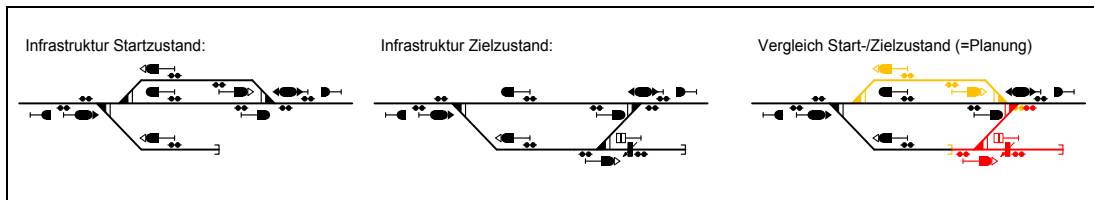
## 2) Erstellung LST-Fachplanung:

Als Planungsgrundlage sind neben den qualitätsgeprüften Geodaten die Fachdaten aus der LST-Datenbank zu verwenden, welche in planungsvorbereitenden Schritten für Pb und Bb aus der Bestandsdatenhaltung in die Projektdatenhaltung kopiert und anschließend in das Planungswerkzeug LST importiert wurden. Während bisher die AP PT 1-Erstellung papierbezogen erfolgte, tritt mit PlanPro ein Paradigmenwechsel in Erscheinung, da nun die datenbezogene Planung unter Nutzung komplexer digitaler Modelle Einzug hält. Das bedeutet, dass die Fachdaten des LST-Datenmodells zum primären Informationsträger werden und Papierunterlagen in Form der Ausführungspläne die gespeicherten Fachinformationen nur noch für das menschliche Auge aufbereiten und weitertransportieren. Aufgabe des LST-Fachplaners wird es somit, die LST-Fachdaten unter Nutzung bedienerfreundlicher Anwendungen so anzupassen, wie die LST-Anlage im geplanten Zielzustand in Betrieb gehen soll. Wichtigste Voraussetzung dafür ist, dass jedes LST-Fachdatum nur noch an einer Stelle zentral abgespeichert wird. Damit können Planungen als Vergleichsergebnis zwischen zwei (Befüllungs-)Zuständen der LST-Anlage betrachtet werden, wie es bereits heute durch die farblichen Darstellungen in den Papierplanungen implizit enthalten ist.

- Startzustand (SZ):
  - Zustand der LST-Anlage vor Planungsbeginn (= Bestand)
  - entspricht Befüllung des LST-Datenmodells vor Veränderung (= Bestandsdaten)
- Zielzustand (ZZ):
  - durch LST-Fachplaner beabsichtigter Zustand der LST-Anlage nach Umsetzung der Planung vor Ort (= Inbetriebnahmezustand)
  - entspricht Befüllung des LST-Datenmodells nach Planungserstellung durch den LST-Fachplaner (= zukünftige Bestandsdaten, wenn Planung so umgesetzt wird)

Durch Auswertung der Kombination eines Startzustands mit einem Zielzustand wird somit eine Planung - genauer die *Ausgabe* einer Planung (siehe auch Ab-

schnitt 6.4) - beschrieben. Zur besseren Nachvollziehbarkeit zeigt Abbildung 17 die vorgestellten Gedankengänge an einer vereinfachten Infrastruktur:



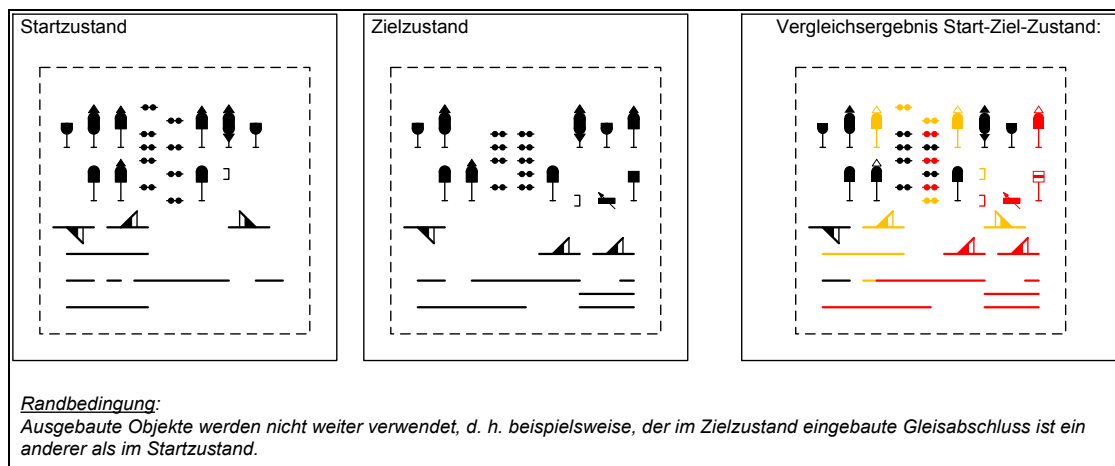
**Abbildung 17: Planung als Vergleich Start-Ziel-Zustand**

Die Bedeutung der in Anhang 1.5 der VV BAU-STE vorgeschriebenen Farben lässt sich bei datentechnischer Betrachtung herleiten:

- rot:
  - im Zielzustand enthaltene Daten, die nicht im Startzustand enthalten sind
  - d. h. neu geplant, bei Anlagenänderung einzubauen
- gelb:
  - Daten, die nur im Startzustand, jedoch nicht im Zielzustand enthalten sind
  - d. h. durch Planung entfernt, bei Anlagenänderung auszubauen
- schwarz:
  - im Zielzustand enthaltene Daten, die unverändert gegenüber Startzustand geblieben sind
  - d. h. Bestand, bei Anlagenänderung keine Umbauten

Es zeigt sich, dass den bereits heute farblich gestalteten Planungsunterlagen datentechnische Betrachtungen zugrunde liegen, mit dem großen Unterschied, dass die „Planungsdaten“ bisher in jeder einzelnen Planungsunterlage „abgespeichert“ sind, dort geändert und in Form eines neuen Planes ausgedruckt werden müssen.

Abbildung 18 zeigt das Vergleichsergebnis der datentechnischen Betrachtung für die eingeführte Beispielinfrastruktur (aus Abbildung 17):



**Abbildung 18: Datentechnische Betrachtung des Vergleichs**

Unter Verwendung des PlanPro-Ansatzes mittels im Datenmodell zentral abgespeicherter LST-Fachdaten ist nur die einmalige Änderung eines Fachdatums durch Handeln des LST-Fachplaners erforderlich. Dies erfolgt unter Nutzung der LST-Planungswerkzeuge der PlanPro-System- und Softwarearchitektur wobei es grundsätzlich egal sein sollte, ob die Planungsparameter durch grafische Visualisierungen oder direkte Werteeintragungen in digitalen Planungstabellen erstellt bzw. geändert werden. [BRÖ15]. Maßgebend ist, dass planerische Änderungen nur noch einmalig vorzunehmen sind und damit redundante Datenübertragungen durch den Fachplaner der Vergangenheit angehören. Nach Fertigstellung der AP PT 1 werden die Planungsdaten vom Planungswerkzeug LST per XML-Format in die Projektdatenhaltung importiert. Voraussetzung für den Import der Planungsdaten ist dabei die durchgeführte Plausibilitäts- und Zulässigkeitsprüfung (PlaZ) [KLA15]. Diese entspricht einer technisch unterstützten Vorprüfung der Planungsdaten, ob diese konsistent und fachlich den Modellvorgaben nach definierten Regeln entsprechen. Details zur PlaZ-Prüfung werden im Abschnitt 6.1 vorgestellt.

Die organisatorischen Randbedingungen der AP PT 1-Erstellung bleiben mit PlanPro unverändert. Das bedeutet insbesondere:

- Planungserstellung durch Prozessrolle LST-Fachplaner, die durch mehrere Mitarbeiter des beauftragten Ingenieurbüros ausgeübt werden kann
- Eintragung des maßgeblich an der Erstellung der AP PT 1 wirkenden Fachplaners in Schriftfelder gemäß Ril 819.0103 sowie Planverzeichnis nach Anhang 3.5 der VV BAU-STE

### 3) Auslieferung Planungsergebnis als menschenlesbare Ausgabeformate:

Nachdem die fertiggestellten Planungsdaten in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank importiert sind, gilt es aus diesen die PlanPro-Ausgabeformate unter Nutzung der XML-Visualisierung zu erstellen. Wie in den allgemeinen Grundlagen vorgestellt, bedeutet dies, dass die zentral abgespeicherten Fachdaten auf allen jeweils erforderlichen Lageplänen und Tabellen automatisiert darzustellen sind. Im Zuge des Forschungsprojektes PlanPro erfolgte hierzu eine Evaluierung bestehender Planungsunterlagen gemäß Ril 819.0102 und Neudefinition der PlanPro-Ausgabeformate. Die Detailveränderungen, d. h. formale Anpassungen bestehender Planwerke aber auch Neukonzeptionen von erforderlichen Tabellen wurden im AK Agate ausgearbeitet und mit Beteiligten - wie Regelwerksstelle der DB, Fachplanern, SBI, sonstige Prozessakteure - abgestimmt. Damit sollen bereits bestehende Optimierungspotentiale genutzt werden und Anwender der Tabellen sich nur einmal an neue Tabellenstrukturen bzw. -inhalte gewöhnen müssen.

Da die Ausgabe einer PlanPro-XML aus der Kombination je eines Start- und Zielzustand besteht, können auch die farblichen Darstellungen rot-gelb-schwarz automatisiert erzeugt werden. Zudem beinhaltet jedes PlanPro-Ausgabeformat wie bisher ein Schriftfeld gemäß Ril 819.0103 in dem organisatorischen Angaben des Objektmanagements (siehe Abschnitt 6.5), beispielsweise genannt seien hier der Ersteller und konkrete Ausgabestand, automatisiert eingetragen werden. Das zugehörige Planverzeichnis gemäß Anhang 3.5 der VV BAU-STE kann ebenfalls automatisiert erzeugt und die organisatorischen Angaben aus dem Objektmanagement eingetragen werden.

Nach Erzeugen der Planungsunterlagen durch Visualisierung der XML aus der Projektdatenhaltung - in der ersten PlanPro-Umsetzungsstufe auch Direktgenerierung aus Planungswerkzeug LST denkbar - sind diese wie bisher einer firmenintern Qualitätsprüfung zu unterziehen, um das nach VV BAU-STE vorgegebene 4-Augenprinzip der Planungserstellung zu erfüllen. Das bedeutet, dass ein geeigneter, nicht an der Planungserstellung beteiligter Fachplaner des beauftragten Ingenieurbüros die Planung bezüglich inhaltlicher Richtigkeit und Vollständigkeit prüft. Erst nach erfolgreichem Abschluss der firmeninternen Qualitätsprüfung kann die Planung in gedruckten Ausführungen durch Zusammenstellen der herkömmlichen Planungsordner zur Begutachtung und Freigabe

weitergereicht werden. Zuvor sind im Objektmanagement noch die organisatorischen Angaben der (firmeninternen) Qualitätsprüfung einzutragen.

Durch automatische Generierung von gedruckten Ausführungen der Planung aus den XML-Planungsdaten unter Nutzung der XML-Visualisierung sind zukünftig auch differenzierte, nutzerspezifische PlanPro-Ausgabeformate, bspw. für Planprüfer, Abnahmeprüfer oder Anlagenverantwortliche denkbar. Weiterhin können Ausgabeformate in Primär- und *Sekundärunterlagen* sowie die Darstellungsinhalte in Primär- und *Sekundäreinträge* differenziert werden. Dies könnte das Einarbeiten manueller Änderungen, bspw. aus Übereinstimmungsprüfung oder während der Montage, in die Planungsdaten deutlich erleichtern.

Zusammengefasst lassen sich folgende wesentlichen Vorteile der zukünftigen PlanPro-Prozesse bei der AP PT 1-Erstellung herausarbeiten:

- Import qualitätsgeprüfter Geodaten für Bestandsgleislage und Neutrasierung in Planungswerkzeug LST als verlässliche Planungsgrundlage
- datenbezogene gegenüber bisheriger planbezogener Planungserstellung verbunden mit den Eigenschaften
  - Entfall redundanter Datenübernahmen
  - Fehlerreduzierung
  - Qualitätserhöhung
- Bereitstellung aktueller Planungsdaten in Projektdatenhaltung auch für parallele Planungen (siehe Abschnitt 5.10)
- automatische Generierung der PlanPro-Ausgabeformate aus XML-Planungsdaten einschließlich rot-gelb-schwarz-Darstellungen
- automatische Generierung der Schriftfeldeinträge gemäß Ril 819.0103 durch Auswertung organisatorischer Angaben des Objektmanagements (siehe Abschnitt 6.5) zur eindeutigen Zuordnung von erzeugten Planungsunterlagen, z. B. Ersteller, Gültigkeit auf Grundlage des zugeordneten Ausgabestandes
- perspektivische Erstellung von nutzerspezifischen Ausgabeformaten
- einfachere Planungsüberarbeitung durch zentrale Abspeicherung der LST-Fachdaten; d. h. Überarbeitung Zielzustand, Erstellung einer neuen Ausgabe durch Kombination des überarbeiteten Zielzustandes mit (ursprünglichem) Startzustand einschließlich Zuordnung eines aktualisierten Ausgabestandes (siehe auch Abschnitte 6.4 und 6.5)

- effektiverer Ressourceneinsatz (personell, finanziell, zeitlich)

### 5.3.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen

Zur Umsetzung und Etablierung der PlanPro-Prozesse für die AP PT 1-Erstellung auf Basis der elektronischen Datenhaltung und -übergabe sind Regelwerksanpassungen unumgänglich. Deren Anforderungen zeigt Tabelle 7:

**Tabelle 7: Erforderliche Regelwerksanpassungen - AP PT 1-Erstellung**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Differenzierung der AP-Erstellung für LST-Planungen in AP PT 1 und AP PT 2 unter Benennung der differenzierten Aufgaben, einschließlich Verweis auf Ril 819.0102	Ril 809
	Aktualisierung und Verallgemeinerung der Planunterlagen AP PT 1 und AP PT 2	Ril 819.0102
	Definition der Begriffe Bauzustand und Bauzustandsplanung, sowie Konkretisierung der Aufgaben für LST-Planung (AP PT 1)	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
	formalisierte Prozessbeschreibung für AP PT 1-Erstellung für einen Bauzustand: - Bestandsgeislag- und Neutrassierungsdaten als Grundlage - Verallgemeinerung "Nutzung Planungswerkzeug LST" statt nur ProSig - Ergänzung Schritt "firmeninterne Qualitätsprüfung"	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
	- Abstimmungen zwischen parallel benachbarten Planungen anderer Gewerke oder Untergewerke	Ril 809
	Definition der Begriffe Gewerk, Untergewerk (der LST)	Ril 809
PlanPro spezifische Anforderungen	formalisierte Prozessbeschreibung für AP PT 1-Erstellung für einen Bauzustand für PlanPro-Planungen: - Einlesen Bestandsdaten LST als Planungsgrundlage (Startzustand) - Einlesen Geodaten Bestandsgeislag und Neutrassierung - Qualitätsprüfung der Geodaten unter Nutzung "Geoprüfung" - AP PT 1-Erstellung unter Nutzung eines Planungswerkzeugs LST --> Erstellung Zielzustand, Generierung Ausgabe durch Kombination Start-/Zielzustand - Abspeicherung erzeugter Planungsdaten im XML-Format in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank - automatische Generierung PlanPro-Ausgabeformate aus Projektdatenhaltung unter Nutzung XML-Visualisierung - firmeninterne Qualitätsprüfung - Befüllung organisatorischer Angaben des Objektmanagements zur automatisierten Generierung der Schriftfeldeinträge	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	- Verweis auf und Definition der neuen PlanPro-Ausgabeformate	Ril 819.0102
	- erfolgreiche PlaZ-Prüfung als organisatorische Voraussetzung und "Quality Gate" für Import von Planungsdaten in Projektdatenhaltung	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	- Definition und Differenzierung Primär-/Sekundärpläne und Primär-/Sekundäreinträge einschließlich Vorschläge gemäß PlanPro-Ausgabeformate	PlanPro-Prozessbeschreibung



## 5.4 Prüfung und Freigabe

### 5.4.1 Gegenstand und Aufgaben

Nachdem die AP PT 1-Erstellung für einen Bauzustand inklusive firmeninterner Qualitätskontrolle abgeschlossen ist, können die Planungsunterlagen einschließlich vorangehefteten Planverzeichnis zur Prüfung und Freigabe weitergereicht werden, wobei folgende Teilschritte durchlaufen werden (Tabelle 8):

**Tabelle 8: Begutachtungs- und Freigabeschritte AP PT 1**

Nr.	Schritt	Beteiligte
1	Fachtechnische Prüfung (Planprüfung)	Planprüfer (fachtechnischer Prüfer)
2	Formale Prüfung	Bauvorlageberechtigter (Bvb)
3	bei Bedarf Einsicht in Ausführungsunterlagen	Aufsichtsbehörde; bei Eisenbahnen des Bundes: Eisenbahnbundesamt (EBA)
4	Genehmigung zum Bau	Auftraggeber/Bauherr/Bauherrenvertreter (AG/Bh/Bhv)

Die Aufgaben und Inhalte der einzelnen Etappen sollen systematisch vorgestellt werden.

#### 1) Fachtechnische Prüfung (Planprüfung) durch Planprüfer (fachtechn. Prüfer):

In diesem ersten Schritt wird die erstellte AP PT 1 durch einen unabhängigen Planprüfer auf fachliche Richtigkeit begutachtet. Für diesen nach VV BAU-STE als Planprüfung durch einen planungsspezifisch bestimmten Planprüfer definierten Schritt existiert in der Praxis auch die Formulierung „fachtechnische Prüfung“ durch einen „fachtechnischen Prüfer“. Durch diese unterschiedlichen, in der Praxis etablierten Bezeichnungen bestätigt sich die These aus Abschnitt 4.4.1, dass Begrifflichkeiten selbst in einer speziellen Fachdisziplin wie der LST nicht immer einheitlich verwendet werden. Kritisch hinzu kommt, dass der Begriff der „fachtechnischen Prüfung“ im Rahmen eines weiteren konkreten Projektes - Etablierung eines Dokumentenmanagementsystems (DMS) - mit einer anderen, eher der firmeninternen Qualitätsprüfung entsprechenden, Bedeutung in Verbindung gebracht wird, als es die mehrheitlich umgangssprachlich etablierte „fachtechnische Prüfung“ meint. [DBPB12]

Aufgrund der Bedeutungsdivergenzen wurde für PlanPro und die zu definierenden Prozesse festgelegt, dass die Verwendung der in der Praxis etablierten Formulierungen „fachtechnische Prüfung“ bzw. „fachtechnischer Prüfer“ in-

haltlich der „Planprüfung“ bzw. dem „Planprüfer“ gemäß Vorgaben der VV BAU-STE gleichgesetzt sind.

Die inhaltlichen Aufgaben eines Planprüfers, dessen Anforderungsprofil § 11 der VV BAU-STE definiert, lassen sich gemäß § 13 der VV BAU-STE wie folgt zusammenfassen:

- fachliche Prüfung der Ausführungsplanung
- Prüfung, ob Bauvorhaben der Gesetzlichkeit entspricht
  - Einhaltung aRdT
  - Nichtvorhandensein sicherheitsrelevanter Mängel
- Dokumentation der Prüfungsergebnisse, insbesondere Abweichungen von den aRdT im Planprüfbericht nach Anhang 3.4 der VV BAU-STE
- eigenhändige Unterschrift der geprüften Planungsunterlagen einschließlich Planverzeichnis mit Tagesangabe
- Vermerken von Ergänzungen, Korrekturen, Prüfvermerke in den Ausführungsunterlagen handschriftlich in hellblau (gemäß Anhang 1.5 der VV BAU-STE)

Bei größeren handschriftlichen Korrekturen kann die Übersicht in den Ausführungsunterlagen verloren gehen, sodass dann *„[...] der Planprüfer auf entsprechend korrigierte neue Planabzüge [bestehen kann]“* [§ 13 (8) BAU-STE]

Nach erfolgreichem Abschluss der Planprüfung werden die Unterlagen an den Bauvorlageberechtigten (Bvb) weitergereicht.

## 2) Formale Prüfung durch Bauvorlageberechtigten (Bvb):

Bauvorlageberechtigte sind Mitarbeiter der EdB oder bevollmächtigte Personen, die ein definiertes Anforderungsprofil gemäß § 15 VV BAU-STE erfüllen.

Zu den inhaltlichen Aufgaben des Bvb gehören unter anderem gemäß § 16 VV BAU-STE:

- Ausräumen von Unstimmigkeiten zwischen Planersteller und -prüfer
- formale Überprüfung der Ausführungspläne auf
  - Qualifizierung Fachplaner/Planprüfer
  - Vollständigkeit
  - Aktualität der verwendeten Planungsgrundlagen, bspw. Bestandspläne

- inhaltliche Überprüfung bzgl. der Gesamtplanung (plausibles Ineinandergreifen der Fachplanungen, Berücksichtigung Planungsrecht, etc.)
- Einreichung aller erforderlichen Unternehmensinternen Genehmigungen (UiG) und Zustimmungen im Einzelfall (ZiE) zum Zeitpunkt der Baubeginnanzeige

Im Ergebnis der formalen Prüfung werden die AP PT 1-Unterlagen zur Ausführung freigegeben, was durch den Bvb handschriftlich im Planverzeichnis nach Anhang 3.5 der VV BAU-STE zu bestätigen ist. Anschließend können die freigegebenen Planungsunterlagen an den AG/Bh/Bhv zur Genehmigung zum Bau weitergereicht werden, es sei denn, die Ausführungsunterlagen müssen dem Eisenbahnbundesamt (EBA) vorgelegt werden.

### 3) Einsicht in Ausführungsunterlagen durch das EBA:

Mit Novellierung der VV BAU-STE und Herausgabe der Version 4.51 zum 01.06.2010 wurden grundsätzliche Verfahrensweisen und Zuständigkeiten hinsichtlich der Einbeziehung des EBA verändert. Während vormals das EBA zwingend im Rahmen der bauaufsichtlichen Prüfung von Ausführungsunterlagen einzubeziehen war, wurde seit 2010 das selbstständige Handeln der Prozessbeteiligten gestärkt. Gegenüber dem bisherigen Antragsverfahrens, d. h. Durchführung der bauaufsichtlichen Prüfung auf Antrag mit Ergebnisdarstellung in Form eines positiven Bescheids oder (negativen) Ablehnungsbescheids, sind nun keine grundsätzlichen Genehmigungen während des Planungs- und Bauprozesses seitens des EBA erforderlich. Stattdessen müssen je nach projektspezifischen Randbedingungen Anzeigen an das EBA als zuständige Aufsichtsbehörde gestellt werden (Anzeigeverfahren) [LAU11].

Die Notwendigkeit und Inhalte der Überprüfung der Ausführungsunterlagen durch das EBA sind abhängig vom konkreten Umfang der Maßnahme. Hierzu unterscheidet VV BAU-STE drei verschiedene Arten:

- anzeigefreie Maßnahmen (§ 7 VV BAU-STE), konkrete Maßnahmen nach Anhang 1.4 VV BAU-STE
- anzeigepflichtige Maßnahmen (§ 8 VV BAU-STE)
- vorlagepflichtige Maßnahmen (§ 9 VV BAU-STE)
  - Maßnahmen, deren Gesamtbaukosten Signalanlagen (= LST) mehr als 30 Mio. € überschreiten

Auf die Vorstellung weiterer Details der jeweiligen Maßnahmen soll an dieser Stelle verzichtet werden. Einerseits lassen diese sich in der VV BAU-STE nachlesen, andererseits gehören darauffolgende maßnahmenpezifischen Abläufe nur zu den Randbedingungen der zukünftigen PlanPro-Verfahrensweisen, die zwar bei den Prozessdefinitionen mit zu berücksichtigen sind, aber nicht im Kern verändert werden sollen (vgl. Abschnitt 4.3).

Wichtig ist an dieser Stelle nur, dass u. a. Maßnahmen mit einer Gesamtbau-  
summe von 30 Mio. € vorlagepflichtig sind, d. h. dann müssen die erstellten  
Ausführungsunterlagen dem EBA als Aufsichtsbehörde zur Überprüfung vorge-  
legt werden. Anderenfalls kann das EBA selbstständig über den Einsichtsbedarf  
in die Ausführungsunterlagen entscheiden.

Gegenstand einer EBA-Überprüfung stellen im Wesentlichen folgende Schwer-  
punkte dar:

- Überprüfung sicherheitstechnischer Kernbereich
  - sicherheitliche Erstdefinitionen
  - Einhaltung allgemeiner Grundlagen
  - Regelwerk, anerkannte Regeln der Technik (aRdT)
- Vermerken von Ergänzungen, Korrekturen, Prüfvermerke in den Aus-  
führungsunterlagen handschriftlich in grün (gemäß Anhang 1.5 der  
VV BAU-STE)

Ergebnis des unter bestimmten Voraussetzungen notwendigen Prozessschrit-  
tes ist die Freigabe der Ausführungsunterlagen unter EBA-Mitbeteiligung oder  
bei Mängelfeststellungen das Herausgeben von Anweisungen zur Gefahren-  
abwehr, welche zunächst umzusetzen sind. Sofern keine Einwände bestehen  
und die Freigabe zur Ausführung erfolgt ist, werden die Ausführungsunterlagen  
an den AG/Bh/Bhv weitergereicht.

#### 4) Genehmigung zum Bau durch AG/Bh/Bhv:

Im letzten Schritt muss der AG/Bh/Bhv die zur Ausführung freigegebenen Aus-  
führungsunterlagen noch formal zum Bau genehmigen. Eine Voraussetzung  
dafür ist beispielsweise, dass die finanziellen Mittel für das Vorhaben (weiter-  
hin) vorhanden sind. Die Genehmigung zum Bau muss handschriftlich im dafür  
vorgesehenen Feld des Planverzeichnisses gemäß Anhang 3.5 der VV BAU-STE  
bestätigt werden.

Nachdem die Grundlagen der erforderlichen Teilschritte zur Begutachtung und Freigabe der Ausführungsunterlagen vorgestellt wurden, können die Ergebnisse der bisherigen Prozessanalyse und -neudeinitionen für PlanPro ebenso wie Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen vorgestellt werden.

Im Gegensatz zu den bisherigen Abschnitten (5.1 bis 5.3) handelt es sich hierbei um formale projektspezifische Randbedingungen, die durch den Einsatz der durchgängigen elektronischen Datenhaltung zumindest in der 1. Uss PlanPro grundsätzlich unverändert durchgeführt werden und nur prozessual abgebildet werden sollen. Deswegen ist der Detaillierungsgrad der Analysen und Neudeinitionen deutlich geringer ausgeprägt als bei PlanPro-Kernthemen.

#### **5.4.2 Bisheriger Prozess**

Die bisherigen Verfahrensweisen werden nur teilweise in den Regel- und Vorschriftenwerken abgebildet. Vor allem für den üblichen Planlauf von Ausführungsunterlagen existieren keine allgemein zugänglichen Dokumentationen, stattdessen finden interne Prozessbeschreibungen Anwendung. Eine solche stellt beispielsweise [DBPB10] dar, deren Inhalte verglichen mit aktuellen Prozessanpassungen, etwa mit Herausgabe der VV BAU-STE 4.6 [BAU-STE], und Erkenntnisse aus dem AK Anwendungsfälle wesentliche Quellen für nachfolgende Ausführungen bilden, ebenso wie [ROT16].

##### 1) Fachtechnische Prüfung durch Planprüfer:

Über die Projektleitung erhält der Planprüfer die durch den LST-Fachplaner erstellten Ausführungsunterlagen als zusammengestellte Planungsordner in mehrfacher Ausführung:

- Abnahmeprüfplan
- Prüfplan 1
- Prüfplan 2
- weitere Exemplare, bei Bedarf:
  - EBA-Exemplar (meist von Projektleitung mit gefordert, unabhängig von tatsächlichem EBA-Prüfbedarf nach VV BAU-STE)
  - sonstige Mehrexemplare, z. B. Büroexemplar für Ingenieurbüro

Prüfplan 1 verbleibt nach Abschluss der Prüfung beim Planprüfer, um zu dokumentieren, welcher Planungsstand zur fachtechnischen Prüfung vorgelegen hat. Weiterhin geht aus diesem zu archivierenden Exemplar hervor, welche Prüfanmerkungen hellblau eingetragen wurden. Alle übrigen, fachtechnisch

geprüften Exemplare werden an die Projektleitung zurückgegeben und dort für nachfolgende (Freigabe-)Schritte zur Verfügung gestellt.

Die Aufgaben des Planprüfers wurden bereits im Abschnitt 5.4.1 detailliert vorgestellt. Im Ergebnis ist ein Planprüfbericht gemäß Anhang 3.4 VVBAU-STE durch den Planprüfer anzufertigen. Dieser enthält unter anderem Angaben zu:

- projekt-organisatorische Details, z. B. Projektbezeichnung
- zur Prüfung vorgelegten Ausführungsunterlagen einschließlich Ausgabestand
- Grundlagen der Planprüfung
- projektspezifische Besonderheiten mit Auswirkungen auf die Planprüfung
- Ergebnis der Planprüfung einschließlich möglicher Beanstandungen

Der Vordruck des Planprüfberichts [Anhang 3.4 VV BAU-STE] enthält zwei grundsätzliche Prüfergebnisse:

- I. *„Die von mir geprüften und unterzeichneten Planunterlagen sind für eine Freigabe geeignet.“*
- II. *„Die geprüften Unterlagen müssen überarbeitet und erneut zur Prüfung vorgelegt werden.“*

Während Ril 809 keinerlei Aussagen zu Inhalten und Ergebnissen der Planprüfung enthält, existiert in der Praxis noch eine weitere Variante des Planprüfungsergebnisses, sodass insgesamt drei Möglichkeiten bestehen:

- positiver Planprüfbericht (ohne Auflagen)
  - entspricht „I“ nach [Anhang 3.4 VV BAU-STE]
- positiver Planprüfbericht mit Auflagen
  - Nach Einarbeitung der Auflagen des Planprüfers durch den LST-Fachplaner wird positiver Planprüfbericht wirksam.
- negativer Planprüfbericht
  - entspricht „II“ nach [Anhang 3.4 VV BAU-STE]
  - Planung ist gemäß Mängelliste zu überarbeiten und anschließend dem Planprüfer zur erneuten Prüfung vorzulegen.

Bei Vorliegen eines positiven Planprüfberichtes können die Ausführungsunterlagen umgehend über die Projektleitung an den Bvb weitergereicht werden.

Bei kleineren Mängeln/Auflagen sind diese zumeist handschriftlich durch den Planprüfer mit Farbstift hellblau eingetragenen Anmerkungen zunächst durch den LST-Fachplaner in die Ausführungsunterlagen einzuarbeiten, bevor der positive Planprüfbericht wirksam wird und sich die formale Prüfung anschließen kann.

Nur bei größeren Mängeln werden die umfangreicheren Überarbeitungen gemäß Mängelliste des Planprüfberichtes sowie eine anschließende Wiedervorlage zur fachtechnischen Prüfung erforderlich.

Neben dem Planprüfbericht hat der Planprüfer auch im dafür vorgesehenen Feld des Planverzeichnisses die erfolgreich durchgeführte fachliche Begutachtung durch Unterschrift und Stempelung zu bestätigen.

## 2) Formale Prüfung durch Bvb:

Nach erfolgreicher Planprüfung der Ausführungsunterlagen können diese durch den Bvb formal geprüft werden.

Dazu erhält er folgende, fachtechnisch geprüfte Exemplare der AP PT 1 in Form von Planungsordnern:

- Abnahmeprüfplan
- Prüfplan 2
- weitere Exemplare, bei Bedarf:
  - EBA-Exemplar (meist von Projektleitung mit gefordert, unabhängig von tatsächlichem EBA-Prüfbedarf nach VV BAU-STE)
  - sonstige Mehrexemplare, z. B. Belegexemplar Bvb

Die Aufgaben des Bauvorlageberechtigten wurden bereits im Abschnitt 5.4.1 detailliert vorgestellt. Im Ergebnis bestätigt er die Freigabe der zur formalen Prüfung vorgelegten Ausführungsunterlagen per Unterschrift in dem dafür vorgesehenen Feld des Planverzeichnisses nach Anhang 3.5 der VV BAU-STE.

Sollten im Rahmen der formalen Prüfung durch den Bvb Auffälligkeiten/Fehler erkannt werden, so erfolgt gegebenenfalls ein Rückverweis der Ausführungsunterlagen an den LST-Fachplaner, verbunden mit den Auflagen, die AP PT 1 zu überarbeiten, erneut zur fachtechnischen Prüfung und anschließend formalen Prüfung vorzulegen.

Auf die Vorstellung weiterer Aufgaben des Bvb nach § 16 VV BAU-STE, beispielsweise das Stellen der Bauvoranzeige gemäß Anhang 3.3 VV Bau-STE,

wird an dieser Stelle verzichtet, da diese zwar zu erledigen sind, jedoch durch die Einführung der PlanPro-Prozesse unverändert bleiben sollen.

### 3) Einsicht in Ausführungsunterlagen durch das EBA:

Bei einer vorlagepflichtigen Maßnahme ist dem EBA die Einsicht in die Ausführungsunterlagen zu ermöglichen, gleiches gilt bei allen anderen Maßnahmen sofern dies durch das EBA gewünscht wird. Dazu wird das EBA-Exemplar vorgelegt. Bei erforderlichen Änderungen im Rahmen der EBA-Überprüfung sind diese mit Farbstift grün in die Ausführungsunterlagen einzutragen (vgl. Abschnitt 5.4.1)

Auf die Vorstellung weiterer Details der EBA-Beteiligung und organisatorischer Randprozesse wird verzichtet, da diese ebenfalls für die Einführung der PlanPro-Prozesse gesetzte Randbedingungen darstellen.

### 4) Genehmigung zum Bau durch AG/Bh/Bhv:

Nach Vorliegen der Freigabe zur Ausführung, gegebenenfalls unter EBA-Mitwirkung, schließt sich der letzte Genehmigungsschritt an, bevor die Ausführungsplanung tatsächlich umgesetzt werden kann. Inhaltliche Aufgaben wurden eingangs im Abschnitt 5.4.1 beschrieben, weitere inhaltliche Details und organisatorische Aufgaben sollen ebenfalls nicht thematisiert werden, da sie mit Einführung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung für den LST-Planungsprozess keine Veränderungen erfahren.

Im Ergebnis sind die vorgelegten Ausführungsunterlagen durch den AG/Bh/Bhv zum Bau zu genehmigen. Dies erfolgt durch manuelle Eintragungen im dafür vorgesehenen Feld des Planverzeichnisses nach Anhang 3.5 de VV Bau-STE.

Zusammenfassend für alle 4 Teilschritte der Prüfung und Freigabe lassen sich die grundlegenden Eigenschaften der bisherigen Verfahren wie folgt charakterisieren:

- Zusammenstellung der Ausführungsunterlagen der AP PT 1 zu Planungsordnern
- Begutachtung der ausgedruckten Planungsunterlagen
  - bei Bedarf handschriftliche Korrektur eintragungen der Akteure (grundsätzliches Redundanzproblem (siehe Abschnitt 2.1) bleibt bestehen)



- Verwendung definierter Farben für handschriftliche Eintragungen zur Differenzierung der Urheberschaft
- Anfertigung von Prüfberichten als zusammenfassendes Dokument zum Abschluss von Teilaktivitäten mit Ergebnisdarstellung
- Bestätigung des Abschlusses eines Begutachtungs-/Freigabeschrittes durch Eintragungen, Stempelung und Unterschrift im dafür vorgesehenen Feld des Planverzeichnisses nach Anhang 3.5 der VV BAU-STE als zentrales gemeinsames Dokument der Prozesskette

Nachdem alle vier Teilschritte der Prüfung und Freigabe erfolgreich durchlaufen sind, kann die zum Bau genehmigte AP PT 1 an die Signalbauindustrie (SBI) zur Erstellung der AP PT 2 übergeben werden. Bisher erfolgt dies in Form von Planungsordnern, sodass die darin enthaltenen Planungsinformationen manuell in die Werkzeuge der SBI (*Herstellerwerkzeuge*) mit allen verbundenen Nachteilen (siehe Kapitel 2) übertragen werden müssen. Details der AP PT 2-Erstellung und Freigabe werden an dieser Stelle ausgespart, da sie in der 1. Uss PlanPro nur eine untergeordnete Rolle spielen und den Rahmen der Dissertation sprengen würden. Wichtig ist nur, dass die AP PT 2 ebenso fachlich und formal zu prüfen ist und anschließend zum Bau genehmigt wird. Erst wenn AP PT 1 und AP PT 2 beiderseits zum Bau genehmigt sind, können die Planungen vor Ort umgesetzt werden. Diesen wichtigen Schritt thematisiert Abschnitt 5.6.

Ausgehend von den bisherigen Verfahrensweisen und Randbedingungen sollen nachfolgend die Veränderungen bei den zukünftigen PlanPro-Prozessen vorgestellt werden.

### **5.4.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess**

#### 1) Fachtechnische Prüfung durch Planprüfer:

In der ersten Umsetzungsstufe PlanPro treten bei den Prüfungs- und Begutachtungsschritten nur geringfügige Änderungen zutage.

Notwendige Voraussetzungen für die Planprüfung bilden:

- Planungsordner, die automatisiert unter Verwendung der XML-Visualisierung aus den AP PT 1-Planungsdaten erzeugte Ausführungsunterlagen als Druckexemplare enthalten
- automatisch generiertes, dem Planungsordner vorangeheftetes Planverzeichnis; bzw. mehrere Planverzeichnisse bei mehreren Erstellern

Bisherige, vorgestellte Aufgaben des Planprüfers sowie Inhalte und Ergebnisse der Planprüfung bleiben unverändert.

Die durch Anwendung der zentralen Datenhaltung verbundenen Unterschiede der neuen PlanPro-Prozesse lassen sich wie folgt charakterisieren:

- Verwendung überarbeiteter PlanPro-Ausgabeformate
- manuelle Übernahme handschriftlicher Eintragungen des Planprüfers in jeden Papierplan nicht mehr zwangsläufig erforderlich; Eintragungen in definierten Primärplänen bzw. bei definierten Primäreinträgen ausreichend
- Erzeugung neuer AP PT 1-Planungsdaten unter Verwendung des Planungswerkzeugs LST und Import dieser in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank bei notwendiger Auflageneinarbeitungen oder Mängelbeseitigungen
- anschließende Generierung aktualisierter Ausgabeformate mit neuem Ausgabestand (einheitlich für gesamte Planung, keine blattspezifisch differenzierten, vgl. Abschnitt 6.4), Zusammenfügen zu Planungsordnern und ggf. Wiedervorlage bei Planprüfer
- Befüllung organisatorischer Angaben des Objektmanagements zum Planprüfer (siehe Abschnitt 6.5) zum Prozessschritt „fachtechnische Prüfung“ durch Projektleiter bzw. LST-Fachplaner, anschließend Statusweitschaltung in „fachtechnisch geprüft“ (siehe Abschnitt 7.2)
- abschließende Generierung neuer Ausgabeformate einschließlich aktualisierter Schriftfeldeinträge zur Weitergabe der Planungsunterlagen an den Bvb zur formalen Prüfung

Abbildung 19 zeigt die formalisierte Prozessdarstellung für die beschriebenen Teilschritte der Planprüfung:

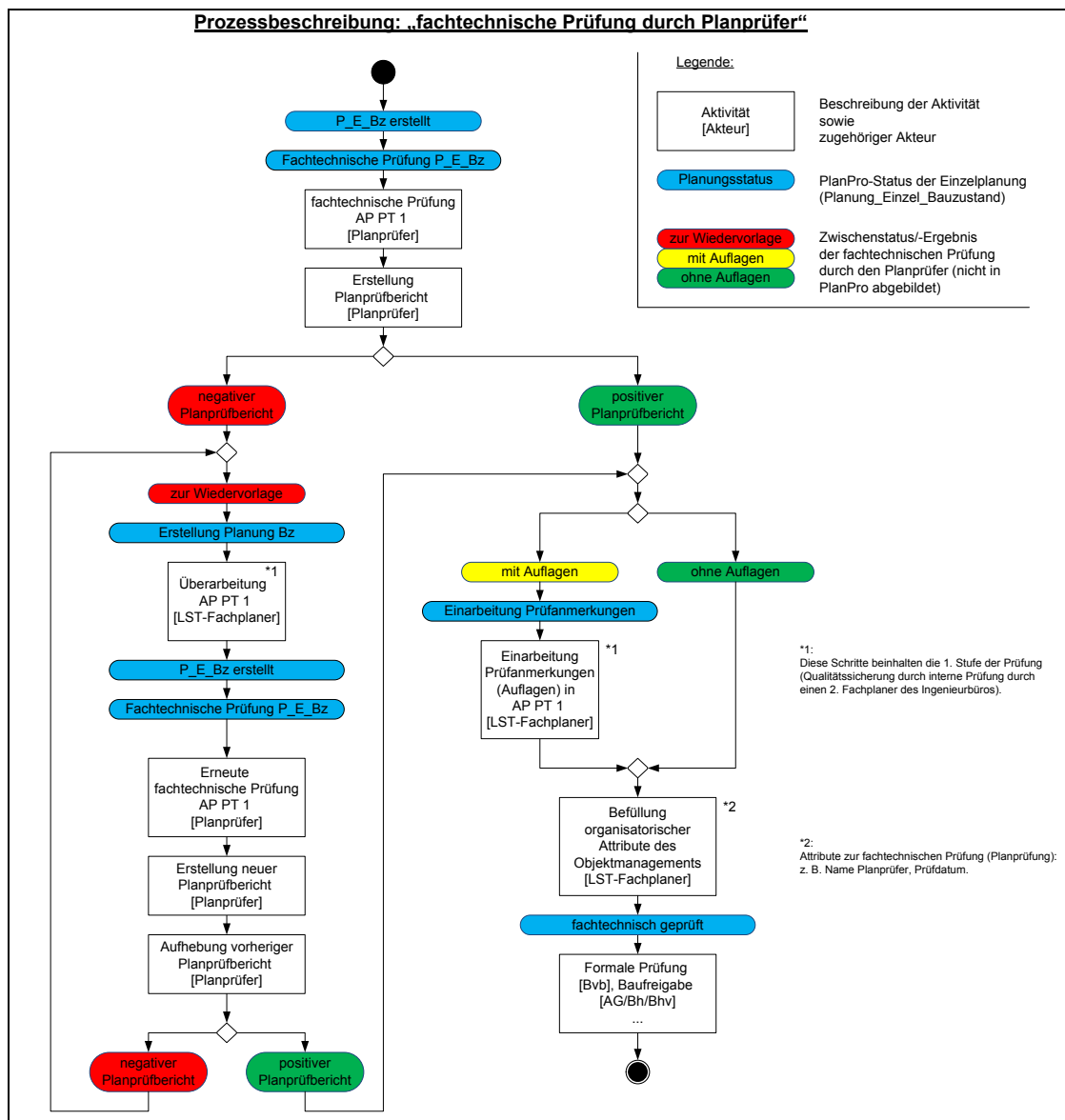


Abbildung 19: Prozess der Planprüfung mit PlanPro

## 2) Formale Prüfung durch Bvb

Der Prozess der formalen Prüfung der Ausführungsunterlagen erfährt durch PlanPro ebenfalls nur geringfügige Änderungen, da in der 1. Uss PlanPro weiterhin Papierunterlagen begutachtet werden. Damit bleiben die Aufgaben, Inhalte und Ergebnisse unberührt. Die wichtigste Neuerung besteht darin, dass die Angaben aus dem manuellen Eintrag zur Freigabe der Ausführungsunterlagen im Planverzeichnis durch den Projektleiter oder LST-Fachplaner in die organisatorischen Angaben des Objektmanagements zum Freigebenden (siehe Abschnitt 6.5) zu übernehmen sind, bevor eine Statusweitschaltung in „formal geprüft und freigegeben“ erfolgen kann (siehe Abschnitt 7.2).

### 3) Einsicht in Ausführungsunterlagen durch das EBA

Ebenso bleiben die Änderungen dieses Teilschrittes in einem vertretbaren Rahmen. Bei Bedarf erhält das EBA die neuen PlanPro-Ausgabeformate in Form von Planungsordnern zur Einsicht. Handschriftliche Eintragungen werden mit grünem Farbstift in die Ausführungsunterlagen ergänzt und anschließend durch den LST-Fachplaner in die Planungsdaten AP PT 1 eingepflegt. Dieses Verfahren erfolgt analog erforderlicher Änderungen beim Schritt der Planprüfung. Für die EBA-Mitbeteiligung bei der Freigabe ist nach momentanem Projektstand kein Attribut im Objektmanagement vorgesehen (siehe Abschnitt 6.5). Stattdessen dürfen die zugehörigen Attribute für den Freigebenden (Bvb) erst dann gefüllt sein, wenn die EBA-Mitwirkung erfolgreich abgeschlossen ist.

Anschließend können die ggf. neu generierten Ausführungsunterlagen an AG/Bh/Bhv zur Genehmigung zum Bau weitergereicht werden.

### 4) Genehmigung zum Bau durch AG/Bh/Bhv:

Die Genehmigung zum Bau durch den AG/Bh/Bhv wird wie bisher im Planverzeichnis nach Anhang 3.5 der VV BAU-STE im zugeordneten Feld eingetragen und per Unterschrift bestätigt. Anschließend müssen durch den Projektleiter bzw. LST-Fachplaner wiederum die organisatorischen Angaben des Objektmanagements zum Genehmigenden (siehe Abschnitt 6.5) nachgepflegt werden, bevor der Planungsstatus (siehe Abschnitt 7.2) in „zum Bau genehmigt“ weitergeschaltet werden kann.

Nachdem alle vier Teilschritte der Prüfung und Freigabe erfolgreich durchlaufen sind, kann die zum Bau genehmigte AP PT 1 an die SBI zur Erstellung der AP PT 1 übergeben werden. Während dies bisher in Form von Planungsordnern mit notwendigen manuellen Datenübertragungen in die Herstellerwerkzeuge der SBI einschließlich verbundener Nachteile erfolgte, werden an dieser Stelle die wichtigsten PlanPro-Vorteile wirksam:

Aus der Projektdatenhaltung der LST-Datenbank können der SBI AP PT 1-Daten im XML-Format direkt übergeben und in die Herstellerwerkzeuge der SBI importiert werden. Diese dienen als qualitätsgesicherte Datengrundlage für die AP PT 2-Erstellung. Damit entfallen ressourcenintensive manuelle Übernahmen der AP PT 1-Daten, was zu einer Prozessbeschleunigung und Qualitätserhö-

hung führt. In der 1. Uss PlanPro werden zudem AP PT 1-Planungen parallel weiterhin informativ in Form von Planungsordnern mit den neuen PlanPro-Ausgabeformaten an die SBI übergeben. Durch die redundante Planungsübergabe sollen eine schnellere Eingewöhnung in die neuen Abläufe und „Wiedererkennungseffekte“ ermöglicht werden. Primäre Planungsgrundlage für die AP PT 2-Erstellung bilden die übergebenen AP PT 1-XML-Daten.

Eine vorgesehene Neuerung für die Teilschritte der formalen Prüfung bis zur Genehmigung zum Bau stellt die Konzeption neuer Bestätigungsdokumente nach Vorbild des Planprüfberichtes bzw. der bisherigen firmeninternen Qualitätsprüfung dar. Darin sollen die zuständigen Akteure den erfolgreichen Abschluss ihres Handelns quittieren. Das bedeutet, dass ein kurzer Bestätigungstext „Hiermit bestätige ich die gewissenhafter Aufgabenerledigung der [Handlung] ...“ handschriftlich mit Angabe von Ort und Datum durch die Handelnden zu unterschreiben ist. Dieses wird mit Planverzeichnis und den übrigen Ausführungsunterlagen an den Projektleiter bzw. LST-Fachplaner übergeben und kann anschließend, bspw. als gescanntes PDF, der Planung beigelegt werden.

Ausgehend von den vorgestellten Aufgaben, bisherigen und zukünftigen Verfahrensweisen ergeben sich Anforderungen für Regelwerksüberarbeitungen, die im nächsten Abschnitt vorgestellt werden sollen.

#### **5.4.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen**

Folgende Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen können exemplarisch vorgestellt werden (Tabelle 9):

**Tabelle 9: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Begutachtung**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Konkretisierung der Aufgaben und Schritte: - Planprüfung/fachtechnische Prüfung - formale Prüfung - Mitbeteiligung EBA - Genehmigung zum Bau	VV BAU-STE, Ril 809
	eindeutige Begriffsdefinition/Begriffsabgrenzung - Planprüfung/fachtechnische Prüfung - Planprüfer/fachtechnischer Prüfer	VV BAU-STE, Ril 809, sonstige Ril
	formalisierte Prozessbeschreibung für Ablauf und Ergebnisse der Planprüfung	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
PlanPro spezifische Anforderungen	formalisierte Prozessbeschreibung für Ablauf und Ergebnisse der Planprüfung unter Differenzierung der Arbeit mit - PlanPro-Ausgabeformaten (Ausführungspläne) - Planungsdaten einschließlich deren Abspeicherung - organisatorischen Angaben aus Prüf-/Begutachtungsprozess (Einpflegen Objektmanagement)	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Differenzierung der Aufgaben der Objektmanagementdatenpflege in Zuständigkeiten des - Projektleiters - LST-Fachplaners	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Definition der Randbedingungen und Verfahrensweisen, wann neue PlanPro-Ausgabeformate zu erstellen sind	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Definition und Differenzierung Primär-/Sekundärpläne und Primär-/Sekundäreinträge einschließlich Vorschläge gemäß PlanPro-Ausgabeformate	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Vorgaben/Musteranschriften/-formular zur Bestätigung der abgeschlossenen Aufgabe des Freigabe- und Genehmigungsprozesses für Tätigkeiten, bei denen bisher nur eine Unterschrift erforderlich war: - formale Prüfung - EBA-Mitwirkung - Genehmigung zum Bau	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung

## 5.5 Gleichstellung

### 5.5.1 Gegenstand und Aufgaben

Der Prozessschritt der Gleichstellung findet sich bisher in keinem Planungsregelwerk wieder, obwohl er in der bisherigen Praxis notwendig und etabliert ist sowie dessen Erledigung sogar per Stempelung und Unterschrift durch den LST-Fachplaner zu bestätigen ist. Deswegen sollen zunächst die Ergebnisse des AK Anwendungsfälle zu Aufgaben und Inhalten vorgestellt werden.

Es handelt sich um einen allgemeinen Begriff mit vielerlei Bedeutungen entsprechend der Kategorie „allgemein bekannte Begriffe“ aus Abschnitt 4.4.1, z. B. Gleichstellung zwischen Frau und Mann oder eben die erforderliche Gleichstellung von Planungsunterlagen im Bereich der LST-Planung.

Entsprechend der allgemein üblichen Verwendung im LST-Planungsprozess beschreibt die *Gleichstellung* den Vorgang, bei dem handschriftliche Einträge

aus einem maßgebenden Plan in andere Ausfertigungen des gleichen Planes übertragen werden. [PPP16]

Die Aufgaben des Gleichstellenden bleiben grundsätzlich unverändert, erfahren aber bei den zukünftigen PlanPro-Prozessen hinsichtlich ihrer Umsetzung eine differenzierte Bedeutung als bei bisherigen Verfahrensweisen. Detailunterschiede sollen nachfolgend herausgearbeitet werden.

### **5.5.2 Bisheriger Prozess**

Im bisherigen Praxisverständnis beinhaltet die Gleichstellung von Planungsunterlagen die Übertragung (handschriftlicher) Änderungen von einem Papierplan in eine andere Ausfertigung des gleichen Plans.

Je nach projektspezifischen Randbedingungen wird die Gleichstellung bisher zu zwei möglichen Zeitpunkten durch den LST-Fachplaner durchgeführt.

- I. Gleichstellung nach erfolgter Genehmigung zum Bau:
  - entspricht dem angestrebten Regelprozess
- II. Gleichstellung nach Planprüfung:
  - abgekürzte Verfahrensweise bei Terminzwängen

Formalisierte Prozessbeschreibungen zu beiden grundsätzlich möglichen Varianten sind dem „Anhang H: Prozessbeschreibung Gleichstellung“ beigelegt.

Unabhängig von der konkret angewendeten Variante lassen sich die inhaltlichen Schritte folgendermaßen charakterisieren:

- Einarbeitung manueller Einträge aus Planprüfung oder Baufreigabe (vgl. Abschnitt 5.4) unter Nutzung der Planungswerkzeuge LST, z. B. ProSig, ProCoPS, in die Planungsunterlagen durch den LST-Fachplaner (oder eine andere qualifizierte Person wie Zeichner oder Fachzeichner)
- erneutes Ausplotten der gleichgestellten Planungsunterlagen, Zusammenstellung dieser zu Planungsordnern (wie bei eigentlicher AP PT 1-Erstellung)
- interne Qualitätsprüfung auf korrekte und vollständige Übernahme aller (manuellen) Einträge
- Bestätigung des Abschlusses der Gleichstellung durch Stempelung, Datum und Unterschrift

Aufgrund der bisherigen dezentralen Datenhaltung bestehen bislang prozessuale Erschwernisse bei der Durchführung der Gleichstellung:

- separates Durchschauen und Überprüfen aller Planungsunterlagen auf zu übertragende Gleichstellungseinträge
- manuelle Übertragung der handschriftlichen Einträge unter Nutzung der Planungswerkzeuge in alle Ausgabeformate
  - hoher Ressourceneinsatz (personell, finanziell, zeitlich)
  - hohe menschliche Verantwortung
- hohe Fehleranfälligkeit
  - unvollständige Übertragung (einschließlich Übersehen bei Qualitätsprüfung)
  - Inkonsistenzen innerhalb eines Planwerkes

Nach den inhaltlichen Vorstellungen muss eine Aussage aus Abschnitt 5.4.3 noch konkretisiert werden: Die zum Bau genehmigte AP PT 1-Planung kann erst an die SBI zur Erstellung der AP PT 2 übergeben werden, wenn diese als weitere einzuhaltende Bedingung gleichgestellt und der Abschluss der Gleichstellung durch Stempelung und Unterschrift bestätigt wurde.

Ausgehend von den bisherigen prozessualen Nachteilen und Risiken sollen im Folgenden unter Berücksichtigung der Vorteile der elektronischen Datenhaltung die zukünftigen PlanPro-Verfahrensweisen definiert werden.

### **5.5.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess**

Der eingeführte Begriff „Gleichstellung“ erfährt durch den Einsatz der zentralen Datenhaltung und den PlanPro-Abläufen eine geschärfte Bedeutung.

Nunmehr stellt die Gleichstellung die Einarbeitung handschriftlicher Eintragungen aus den Prüfungs- und Freigabeprozessen einer Planung mit konkretem Ausgabestand in die zugehörigen Planungsdaten dar. Das Ergebnis der Gleichstellung ist eine aktualisierte Planungs-XML, die in der Projektdatenhaltung der LST-Datenbank abgespeichert wird und gegenüber der ursprünglichen Planung einen aktualisierten Ausgabestand erhält. Gemäß üblicher Verfahrensweisen können aus der überarbeiteten Planungs-XML neue PlanPro-Ausgabeformate automatisiert unter Nutzung der XML-Visualisierung erzeugt und als Planungsunterlagen ausgegeben werden.

Für die prozessuale Umsetzung wird die bisher meist nur bei Terminzwängen angewendete Variante II favorisiert, d. h. die Gleichstellung der AP PT 1 soll zeitnah auf die Planprüfung erfolgen. Damit können bereits für die formale Prü-



fung die gemäß handschriftlichen Prüfeinträgen aktualisierten Ausführungsunterlagen, erzeugt aus der überarbeiteten Planungs-XML, verwendet werden.

Die Vorgänge der zukünftigen Gleichstellung können wie folgt beschrieben werden:

- zentrale Einarbeitung fachlicher Änderungen aus manuellen Einträgen der Planprüfung oder Baufreigabe (vgl. Abschnitt 5.4) unter Nutzung der Planungswerkzeuge LST zur Anpassung der Befüllung des LST-Datenmodells durch den LST-Fachplaner oder andere ausreichend qualifizierten Bearbeiter
- jedes LST-Fachdatum ist aufgrund der zentralen Datenhaltung nur einmalig anzupassen
  - effektiverer Ressourceneinsatz (personell, finanziell, zeitlich)
  - geringere menschliche Verantwortung
  - Qualitätssteigerung durch Ausschluss von Inkonsistenzen redundanter LST-Fachdaten innerhalb einer Planung
  - Prozessbeschleunigung
- Beschleunigung der firmeninternen Qualitätsprüfung
- Bestätigung des Abschlusses der Gleichstellung durch Befüllung der organisatorischen Attribute des Objektmanagements zum Prozessschritt der Gleichstellung (vgl. Abschnitt 6.5)
- Definition von Primär- und Sekundärplänen bzw. Primär- und Sekundäreinträgen ermöglicht noch effektiveren Ressourceneinsatz
- automatische Generierung aktualisierter PlanPro-Ausgabeformate aus angepassten Planungsdatensatz nach Abschluss der Gleichstellung

Die vorgestellten Prozessschritte zeigt Abbildung 20 zusammenfassend als formalisierte Prozessbeschreibung:

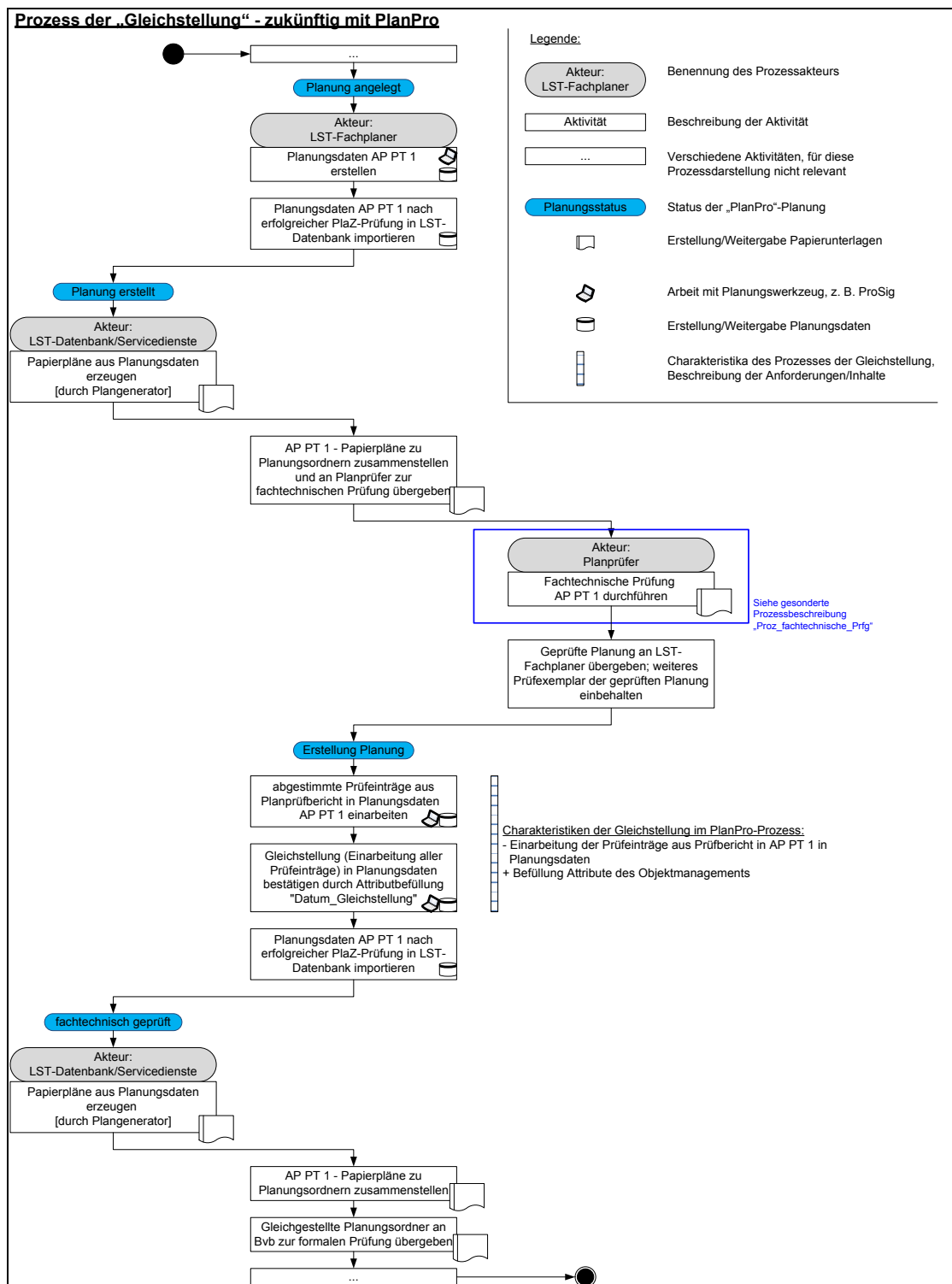


Abbildung 20: Prozess der Gleichstellung mit PlanPro

Schlussendlich bestehen unter Berücksichtigung bisheriger Verfahrensweisen der Gleichstellung sowie der zukünftigen Bedeutung mit PlanPro Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitungen.

### 5.5.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen

Tabelle 10 zeigt zusammengefasste Anforderungen an durchzuführende Regelwerksüberarbeitungen:

**Tabelle 10: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Gleichstellung**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Begriffsdefinition "Gleichstellung"	VV BAU-STE, Ril 809
	Erläuterung Aufgaben, Zuständigkeiten und Varianten der Gleichstellung im bisherigen Prozess: - Einarbeitung manueller Eintragungen - LST-Fachplaner oder andere ausreichend qualifizierte Bearbeiter - nach Planprüfung oder Baufreigabe	VV BAU-STE, Ril 809
	formalisierte Prozessbeschreibung zum bisherigen Prozess der Gleichstellung	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
PlanPro spezifische Anforderungen	angepasste Definition des Begriffs "Gleichstellung" unter Berücksichtigung einer zentralen Datenhaltung	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Erläuterung Aufgaben, Zuständigkeiten und Zeitpunkt der Gleichstellung im zukünftigen Prozess: - Übernahme manueller Eintragungen in Planungsdaten - LST-Fachplaner oder andere ausreichend qualifizierte Bearbeiter - nach Planprüfung	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	formalisierte Prozessbeschreibung zum zukünftigen Prozess der Gleichstellung	PlanPro-Prozessbeschreibung

Nachdem die (firmenneutrale) AP PT 1-Planung erstellt, plangeprüft, gleichgestellt und zum Bau genehmigt wurde, schließen sich Vergabeschritte an, in deren Ergebnis die beauftragte Signalbaufirma die (herstellerspezifische) Planung AP PT 2 erstellt. Diese ist ebenfalls wie die AP PT 1 fachtechnisch zu prüfen und zum Bau zu genehmigen. Anschließend kann die aus beiden Teilen bestehende Ausführungsplanung vor Ort umgesetzt und damit die LST-Anlage umgebaut werden.

## 5.6 Montage und Inbetriebnahme

### 5.6.1 Gegenstand und Aufgaben

Grundlage für den Umbau der LST-Anlage sind die zum Bau genehmigte AP PT 1 und AP PT 2, die gesamtheitlich den geplanten Zielzustand (Inbetriebnahmezustand) sowie die Veränderungen gegenüber dem Startzustand (Bestandsanlage) beschreiben.

Für die Beschreibung der Abläufe des Anlagenumbaus können vier wesentliche Stufen mit zugehörigen Inhalten herausgearbeitet werden (Tabelle 11):

**Tabelle 11: Stufen des Umbaus von LST-Anlagen**

Nr.	Stufe	Bedeutung
1	Vorbereitung/Montage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umbau LST-Anlagen ohne Auswirkungen auf in Betrieb befindliche Anlagen sowie Eisenbahnbetrieb</li> <li>- Ausführung durch beauftragte Signalbaufirma, die bereits AP PT 2 erstellte</li> <li>- Nutzung von Zug-/Sperrpausen</li> <li>- Kontrolle der fachlich korrekten Montage und kaufmännischen Abrechnung durch Bauüberwacher</li> <li>- Ergebnis: Herstellung der Funktionsfähigkeit (HdF)</li> </ul>
2	Abnahmeprüfung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der errichteten LST-Anlage und auf Übereinstimmung mit den zum Bau genehmigten AP PT 1 und AP PT 2 oder begründet dokumentierten Abweichungen</li> <li>- Durchführung durch qualifizierte Abnahmeprüfer, ggf. unter EBA-Mitbeteiligung</li> <li>- Ergebnis: Zustand der LST-Anlage: "abgenommen", Dokumentation in Abnahmeprüfprotokoll</li> </ul>
3	Umschaltung/Inbetriebnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Umschalten der LST-Anlagen</li> <li>- Voraussetzung: Inkrafttreten einer Betriebs- und Bauanweisung (BETRA)</li> <li>- bei ESTW: Softwarewechsel auf Ebene der ESTW-ZE, d.h. Außerbetriebnahme der gesamten ESTW-ZE, Softwaretausch, Wiederinbetriebnahme ESTW-ZE</li> <li>- betriebliche Einschränkungen --&gt; Sperrung, ggf. Einrichtung Schienenersatzverkehr</li> </ul>
4	Nachbereitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Montagearbeiten, die nicht bei Umschaltung erforderlich</li> <li>- Baustellenberäumung</li> <li>- Durchführung durch SBI</li> <li>- Abschluss Baustellendokumentation unter Einbeziehung Bauüberwachung</li> <li>- Erstellung Bestandspläne --&gt; siehe Abschnitt 5.7</li> </ul>

Nachfolgende Aussagen zur Analyse des bisherigen Prozesses sowie der Definition zukünftiger PlanPro-Verfahrensweisen beziehen sich ausschließlich auf Aktivitäten, die von wesentlicher Bedeutung für das Gesamtverständnis der Abläufe und von der Einführung der elektronischen Datenhaltung betroffen sind. Organisatorische Randbedingungen und Vorgaben gemäß VV BAU-STE, Ril 809, Ril 892 und sonstiger Regel- und Vorschriftenwerke werden aus Gründen der Komplexität und Nachvollziehbarkeit nicht detailliert vorgestellt, da diese unverändert zu erfüllen sind.

### Montage

Der Umbau der LST-Anlage erfolgt durch Mitarbeiter der mit der Ausrüstung beauftragten Signalbaufirma, die bereits zuvor die AP PT 2 erstellt hat. Die korrekte Umsetzung der Arbeiten und spätere kommerzielle Abrechnung wird durch den Bauüberwacher kontrolliert. Der Anlageumbau ist mit *Herstellung der Funktionsfähigkeit (HdF)* beendet. Dieser vor allem für die SBI relevante Anlagenzustand gibt an, dass die neuen LST-Anlagen durch die Signalbaufirma vollständig errichtet und auf Funktionstüchtigkeit überprüft wurden. Beispiel-

hafte Verfahrensweisen eines Herstellers zum Testen der Außenanlagen sind in [FUS14] vorgestellt. Mit HdF sind alle notwendigen Voraussetzungen für die Abnahme durch die DB Netz bzw. das Eisenbahninfrastrukturunternehmen geschaffen. Ab diesem Zeitpunkt sind keine Änderungen an der Anlage mehr möglich, außer Feststellungen im Rahmen der Abnahmeprüfung erfordert dies.

Sofern bei der Montage notwendige Abweichungen von den zum Bau genehmigten Ausführungsplanungen unabdingbar sind, können entweder Änderungsplanungen beauftragt werden (siehe Abschnitt 5.8) oder in Abstimmung mit allen Beteiligten diese sofort umgesetzt und nach Anhang 1.5 VV BAU-STE als Brauneinträge in den Ausführungsunterlagen dokumentiert werden.

### Abnahmeprüfung

Nach der HdF-Erklärung durch den technischen Ausrüster kann die Abnahmeprüfung gemäß § 22 VV BAU-STE durch anerkannte Abnahmeprüfer gegebenenfalls unter EBA-Beteiligung nach pflichtgemäßem Ermessen durchgeführt werden.

Sofern im Rahmen der Abnahmeprüfung Veränderungen an den Anlagen vorgenommen werden müssen, sind diese gemäß Anhang 1.5 VV BAU-STE als Pinkeinträge - oder Lilaeinträge, sofern diese initial auf die EBA-Mitbeteiligung zurückgehen - in den Ausführungsunterlagen, insbesondere dem Abnahmeprüfplan, zu dokumentieren. Bei Feststellung sicherheitsrelevanter Mängel kann die Abnahme verweigert und eine Mängelbeseitigung gefordert werden. In ungünstigen Fällen können ebenfalls Änderungsplanungen notwendig werden, die meist einen Projektverzug zur Folge haben. Nach erfolgreicher Abnahmeprüfung, die mit Unterzeichnung des Abnahmeprotokolls abgeschlossen wird, sind alle technischen Voraussetzungen für die betriebliche Nutzung der neuen Eisenbahninfrastruktur einschließlich LST-Anlagen gegeben. Mit Abnahme der LST-Anlagen als Bestätigung, dass die Anlage funktionstüchtig und frei von sicherheitsrelevanten Mängeln ist, können keine Veränderungen mehr initiiert werden - die ursprüngliche Planung erhält den Status „abgenommen“.

### Inbetriebnahme

Nach erfolgter Abnahme kann die errichtete Anlage durch den Eisenbahnbetrieb genutzt werden. Vorgaben zu Voraussetzungen, Durchführung und Folgen

des Inbetriebnahmeverfahrens regeln stellvertretend § 23 der VV BAU-STE sowie verschiedene Abschnitte der Ril 809 Abs. 4.

Bei der Inbetriebnahme (Ibn) können in Anlehnung an Vorgaben der [Ril 406] zwei grundsätzliche Verfahren unterschieden werden:

- 1) „Rollendes Rad“: Ibn mit Gleissperrung; schrittweise Teilinbetriebnahme mit nicht unterbrochenem Zugbetrieb und Schnittstellen zwischen Neu- und Alttechnik.
- 2) „Totalsperrung“: Ibn mit Streckensperrung; Gesamtinbetriebnahme in einer Sperrung ohne Zugbetrieb.

Beide Varianten haben ihrerseits Vor- und Nachteile, die stellvertretend in [BEE15] für ESTW-Inbetriebnahmen detaillierter untersucht wurden. Die Anwendung der Inbetriebnahmevariante 2) ist bisher bei ESTW-Neubauten und ESTW-Umrüstungen verbreiteter, sodass sich nachfolgende Ausführungen eher auf diese beziehen. Da die formale Inbetriebsetzung der LST-Anlage jedoch keinerlei Auswirkungen auf den Planungsprozess einschließlich Nachbereitung hat, verzichtet der Autor auf detaillierte Vorstellungen und verweist auf allgemeine Literaturquellen.

### Nachbereitung

Aufgaben und Inhalte für die Stufe der Nachbereitung werden ausführlich im Abschnitt 5.7 vorgestellt.

Ergänzend zu den bisherigen Ausführungen und zur besseren Nachvollziehbarkeit soll an dieser Stelle noch der Begriff der *Revisionseinträge* eingeführt werden. Obwohl dieser in Regelwerkstexten der VV BAU-STE und Ril 809 keine Verwendung findet, ist er in der Praxis etabliert. Als Revisionseinträge werden zusammenfassend die handschriftlichen Änderungseinträge (braun/pink) in den Ausführungsunterlagen bezeichnet, da sie einerseits Abweichungen zwischen dem errichteten Anlagenzustand und der zum Bau genehmigten Planung darstellen und andererseits bei der späteren Erstellung der neuen Bestandsdokumentationen zwingend zu berücksichtigen sind (siehe Abschnitt 5.7).

Bei der nachfolgenden Analyse des bisherigen Prozesses und Definition der zukünftigen Verfahrensweisen sollen wesentliche Unterschiede herausgearbeitet werden.

### 5.6.2 Bisheriger Prozess

Der Phase der Montage und Inbetriebnahme ist geprägt durch den Einsatz von Papierunterlagen, insbesondere der zum Bau genehmigten AP PT 1 und AP PT 2.

Wesentliche gemeinsame Eigenschaften der vorgestellten Stufen können folgendermaßen charakterisiert werden:

- Montage der LST-Anlage durch Ausrüsterfirma gemäß Montageplänen (AP PT 1 und AP PT 2)
- Überwachung der konkreten Planungsumsetzung und Abrechnung durch Bauüberwacher
- bei Montage identifizierte, erforderliche Abweichungen:
  - gemeinsame Abstimmung vor Ort mit Dokumentation in Form von handschriftlichen Brauneintragungen in Montageplänen, oder
  - Beauftragung einer Änderungsplanung (siehe Abschnitt 5.8)
- bei Abnahme identifizierte, erforderliche Abweichungen:
  - gemeinsame Abstimmung vor Ort mit Dokumentation in Form von handschriftlichen Pink- bzw. Lilaeintragungen in Ausführungsunterlagen, oder
  - Beauftragung einer Änderungsplanung (siehe Abschnitt 5.8)
- gesamthafte Übertragung aller fachlichen Änderungen, dokumentiert in Form von manuellen Einträgen (braun/pink) in alle Planungsunterlagen durch Bauüberwacher erforderlich, bevor Ausführungsunterlagen einschließlich Revisionseinträge in Bestandsdokumentationen überführt werden können (siehe Abschnitt 5.7)

### 5.6.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess

Die zukünftigen Verfahrensweisen für den Schritt der Montage und Inbetriebnahme bleiben in der 1. Ums PlanPro nahezu unverändert.

Grundlage für die Montage bilden weiterhin die in gedruckten Ausführungen vorliegenden, zum Bau genehmigten AP PT 1 und AP PT 2, die ihrerseits automatisiert unter Nutzung der XML-Visualisierung erzeugt wurden und damit keine Inkonsistenzen mehr enthalten (siehe Abschnitte 5.3 bis 5.5).

Erforderliche Änderungen werden entweder vor Ort zwischen den Beteiligten abgestimmt und in den nach Anhang 1.5 der VV BAU-STE definierten Farben

als Revisionseinträge in den Ausführungsunterlagen dokumentiert oder führen zur Beauftragung von Änderungsplanungen (siehe Abschnitt 5.8).

Mögliche Neuerungen mit PlanPro lassen sich wie folgt erläutern:

- Definition von Primär-/Sekundärplänen bzw. Primär-/Sekundäreintragungen
  - nur noch Anpassung/Änderung der Primäreinträge bei erforderlichen Revisionseinträgen nötig
  - Entfall der manuellen Übertragung von Revisionseinträgen durch Bauüberwacher in alle Planungsunterlagen
- nutzerspezifische Ausgabeformate für Monteure der SBI sowie Abnahmeprüfer, die jeweils nur relevante Inhalte darstellen

Benannte perspektivisch mögliche Neuerungen sind jedoch noch abzustimmen, da hier auch die Nutzerakzeptanz berücksichtigt werden muss. Ein Argument gegen die aufgeführten Veränderungen ist eine angenehmere Arbeitsweise, bei der Änderungen sofort in die Pläne/Tabellen eingetragen werden, in denen sie auffallen und nicht erst aufwendig vor Ort bei ggf. schlechter Witterung der entsprechende Primärplan herausgesucht werden kann. Andererseits spielen die persönlichen Verfahrensweisen von Prozessbeteiligten eine nicht zu unterschätzende Rolle bei der möglichen Eingrenzung von Freiheitsgraden.

Die PlanPro-spezifische Besonderheit besteht darin, dass bezüglich der Planungsstatus (siehe Abschnitt 7.2) nur die Abnahme, jedoch nicht die Inbetriebnahme abgebildet wird. Die Gründe wurden bereits eingeführt, denn bei Betrachtung der Planungsprozesse ist aus fachlicher Sicht nur die Abnahmeprüfung relevant.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass perspektivisch für die Montage und Abnahme auch auf ausgedruckte Unterlagen verzichtet werden könnte, wenn die zum Bau genehmigten Planungsdaten für Beteiligte elektronisch visualisiert würden, z. B. mittels Tablet-PC, und notwendige Änderungen direkt eingearbeitet und abgespeichert werden könnten. Die elektronische Datenhaltung eröffnet hierfür vielseitige Möglichkeiten, deren Praxistauglichkeit noch zu erproben ist. Erste Ansätze beschreibt stellvertretend [HEL14], jedoch wird in absehbarer Zeit und damit auch in der 1. Uss PlanPro nicht auf Papierunterlagen verzichtet werden (können).



### 5.6.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen

Bei den vorgestellten zukünftigen Verfahrensweisen halten sich Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen aufgrund der Analogie zu bisherigen Prozessen in Grenzen (siehe Tabelle 12).

**Tabelle 12: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Montage und Ibm**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Begriffsdefinition "Revisionseinträge"	VV BAU-STE, Ril 809
	ggf. Aufnahme des 4-Stufen-Modells (gemäß separater Tabelle)	Ril 809
	Synchronisation Aussagen Ril 809 und VV BAU STE, - Begriffe: z. B. Neuaufnahme HdF - Abläufe	Ril 809
PlanPro spezifische Anforderungen	ggf. Definition Primär-/Sekundärpläne einschließlich Primär- und Sekundäreinträge --> dann Entbindung des Bauüberwachers von den Aufgaben der Gleichstellung	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	ggf. Definition nutzerspezifischer Ausgabeformate	PlanPro-Prozessbeschreibung
	ggf. Erstellung formalisierte Prozessbeschreibung	PlanPro-Prozessbeschreibung

## 5.7 Erstellung und Übergabe der Bestandsdokumentation

### 5.7.1 Gegenstand und Aufgaben

Zu den inhaltlichen Aufgaben der letzten Projektphase nach Ril 809 gehören u. a.:

- (kaufmännischer) Projektabschluss
- Erstellung Bestandsdokumentationen und Übergabe dieser an den Alv
- Übergabe der Bestandspläne an DVS IZ-Plan (1. Kopie), anschließende Entsperrung der Bestandspläne des bisherigen Planungsbereichs

Obwohl dieser letzten Phase vor Ende des Planungsprojekt gemäß Vergütungstabelle nach § 55 der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) mit 1 % des Gesamtvolumens nur eine äußerst geringe Bedeutung zugemessen wird [HOAI13], ist die gewissenhafte Umsetzung der Aufgaben besonders wichtig für Betrieb und Instandhaltung, aber auch für nachfolgende Planungsprojekte.

Nur durch gründliche Bearbeitungen stimmen die erstellten Bestandsdokumentationen letztendlich mit der Örtlichkeit überein, sodass auch mit Blick auf nachfolgende Projekte im Teilschritt der Übereinstimmungsprüfung weniger Bestandskorrekturen notwendig werden (vgl. Abschnitt 5.2).

Mit der Erstellung aktualisierter Bestandsdaten/Bestandsdokumentationen beschäftigen sich verschiedenen Regelwerke, u. a.:

- Ril 809.0401 Abs 2 (7)
- Ril 819.0104
- Ril 885
- TM 1-2015

Dazu definiert [TM 1-2015]: *„Dem Anlageverantwortlichen (Alv) sind vor der Übergabe von Anlagen, die unter die Zuständigkeit der Ril 809 fallen, spätestens zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme (Ibn), die für ihre Nutzung und Instandhaltung notwendigen Unterlagen vorzulegen. Damit dies gewährleistet ist, hat der PL rechtzeitig vor der Ibn die Übernahme der Bestandsdokumentation in die Systeme der Bestandsdatenhaltung zu veranlassen (Ril 809.0401). [...] Für Dokumente der Fachlinie LST regelt die Ril 819.0104 die Übergabefrist nach der IBN.“* Die angesprochene Ril 819.0104 konkretisiert die Frist zur Erstellung der LST-Bestandsdokumentationen: *„Die endgültige Fertigstellung der Bestandsplanunterlagen hat bis zu 6 Monaten nach der Inbetriebnahme zu erfolgen.“* [819.0104 Abs. 2 (3)].

Die Umsetzbarkeit und Praxiserfahrungen werden diesbezüglich noch im Abschnitt 5.7.2 vorgestellt werden.

Die Erstellung der Bestandsdokumentationen beinhaltet folgende wesentliche Schritte:

- Einarbeitung manueller Revisionseinträge aus Montage-/Abnahmeprüfplänen (vgl. Abschnitt 5.6)
- Löschen der Farben rot, gelb sowie ggf. braun, pink, lila, sodass im Ergebnis die Bestandspläne nur noch Schwarzdarstellungen enthalten
- Schriftfeldaktualisierung gemäß Ril 809.0103
- Einbeziehung des Alv bei Bedarf/Unklarheiten bezüglich Darstellungswünschen
- Überprüfung der neu erstellten Bestandsdokumentationen durch den Alv auf Übereinstimmung der neu erstellten Bestandspläne mit dem Zustand der LST-Anlage vor Ort [DBN16b]

Nach Abschluss der Bestandsplanerstellung sind diese an den Alv zu übergeben und vor Ort auszulegen sowie an DVS IZ-Plan zurückzugeben, sodass die

Pläne des vormaligen Pb wieder entsperrt und damit durch nachfolgende Projekte zur Bearbeitung (Planungserstellung) angefordert werden können.

### **5.7.2 Bisheriger Prozess**

Die Erfüllung der beschriebenen Aufgaben erfolgt durch einen LST-Fachplaner unter Nutzung CAD-gestützter Planungswerkzeuge. Üblicherweise wird dabei das Ingenieurbüro mit der Bestandsplanerstellung beauftragt, welches bereits die Ausführungsplanung (AP PT 1) erstellt hat. Jedoch kann es auch vorkommen, dass andere, spezialisierte Ingenieurbüros die Einarbeitung der Revisionseinträge übernehmen. Bisher werden die Farben manuell durch den Bearbeiter gelöscht, meist unter Nutzung der in ProSig vorgesehenen Layerfunktionen. Allerdings haben wissenschaftliche Untersuchungen ergeben, dass aufgrund der vorhandenen Freiheitsgrade und unterschiedlicher, anwenderspezifischer Kenntnisse zu Werkzeugfunktionalitäten benannte Layerfunktionen nicht immer Anwendung finden [BEH14].

Mit den bisherigen Bearbeitungsverfahren sind weitere Nachteile verbunden. So müssen Revisionseintragungen und sonstige fachliche Änderungen manuell aus allen Lageplänen und Tabellen in alle Ausgabeformate übertragen werden. Um konsistente Bestandsplanunterlagen zu erstellen, ist es in der Praxis notwendig, alle Revisionseinträge in mühevoller Fleißarbeit durch den Bearbeiter herauszusuchen und zu übernehmen, da trotz vorgeschriebener Qualitätskontrolle durch den Bauüberwacher am Ende der Realisierung aufgrund begrenzter Kapazitäten oder menschlicher Fehlerwahrscheinlichkeiten nach [HIN93] nicht alle Unterlagen konsistent sind. Damit ist der ohnehin schon knapp kalkulierte letzte Projektschritt sehr ressourcenintensiv (personell, zeitlich), sodass die vorgeschriebene Frist von 6 Monaten zur Bestandsplanerstellung selten eingehalten wird. Durch eine wissenschaftliche Untersuchung zum Umgang mit Revisionseinträgen in Abnahmeprüfplänen konnten die in der Praxis von Projektbeteiligten üblicherweise gemachten Erfahrungen bestätigt und für einen Stichprobenumfang mit Zahlenwerten hinterlegt werden: Bei neun Projekten unterschiedlichen Umfangs vergingen im Durchschnitt 21 Monate zwischen Abnahme und Abschluss der Bestandsplanerstellung, wobei nur bei zwei Projekten die zentral vorgegebene 6-Monatsfrist eingehalten wurde und die längste Zeitdauer 33 Monate betrug [BEH14]. Hier besteht deutlicher Verbesse-

rungsbedarf, der auch durch die zentrale elektronische Datenhaltung erreicht werden kann - dazu später mehr.

Im Rahmen der wissenschaftlichen Untersuchung [BEH14] traten weitere Fakten zu Inhalten und Ursachen von Revisionseinträgen zu Tage, stellvertretend genannt seien:

- Änderungsarten:
  - Ist-Wert-Anpassungen, z. B. bei Kabellängen
  - Standort- und Lageänderungen
  - Anpassung von Darstellungen, Anmerkungen und Beschriftungen
- Änderungsursachen:
  - geänderte Bautechnologien, vereinfachte Bauabläufe
  - bei Begutachtung übersehene Sicherheitsmängel
  - Regelwerksänderungen zwischen Planung und Montage
- Fehler-/Abweichungsarten:
  - Planungsfehler
  - Bestandsplanfehler
  - normaler Ablauf der Montage

Die beispielhaften Aufzählungen zeigen, wie vielschichtig die bei der Bestandsplanerstellung infolge einer AP PT 1/eines Bauzustandes zu berücksichtigenden Einflussfaktoren sein können.

Noch komplexer werden die Zusammenhänge und Wechselwirkungen, wenn mehrere Bauzustände nacheinander geplant und realisiert werden, da dann verschiedene Varianten der Einarbeitung von Revisionseinträgen in der Praxis existieren und je nach projektspezifischen Randbedingungen zur Anwendung kommen:

- direkte Revision nach jedem Bauzustand (bisher beschrieben)
- indirekte Revisionseinarbeitung bei Planung des nachfolgenden Bauzustandes
- Sammelrevisionen nach definierter Folge von Bauzuständen

Details zu den benannten Varianten im Zuge der Realisierung mehrerer Bauzustände werden im Abschnitt 5.9 vorgestellt.

Oberstes mit PlanPro verbundenes Ziel muss es sein, durch die zentrale Datenhaltung und angepasste Verfahrensweisen die Regelwerksvorgaben insbe-

sondere die 6-Monatsfrist zwischen Abnahme und Bestandsplanerstellung einzuhalten. Anderenfalls fehlen auch weiterhin aktuelle Bestandspläne auf den Stellwerken vor Ort (abgesehen vom Bauplan 1) sowie bei DVS IZ-Plan, was die ordnungsgemäße Aufgabenerfüllung des Alv einschränken kann, bspw. bei notwendigen Entstörungs- oder Instandhaltungsmaßnahmen. Ebenfalls stehen bei verspäteter Bereitstellung und Entsperrung von Bestandsplänen bei DVS IZ-Plan diese nicht für andere, folgende Projekte/Nachbarplanungen zur Verfügung, was unter dem Gesichtspunkt möglicher Projektrisiken als kritisch zu bewerten ist.

### **5.7.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess**

Die Aufgaben, Inhalte und Zuständigkeiten bleiben grundsätzlich unverändert. Durch Einführung von PlanPro und den gemäß Anforderungen (siehe Abschnitt 4.4) weiterentwickelten Planungswerkzeugen LST können vor allem bei der Erstellung der Bestandsdaten/Bestandsdokumentationen die Vorteile der zentralen Datenhaltung konsequent genutzt werden.

Die wesentliche Neuerung besteht in der notwendigen Differenzierung der Abbildung des LST-Bestandes, also dem abgenommenen und in Betrieb befindlichen Zustand der LST-Anlage, in:

- Bestandsdaten:
  - Abspeicherung der LST-Datenmodell-Befüllung für die LST-Anlage
  - Datenquelle für Bestandsdatenauskünfte
  - Datenquelle für durchzuführende Planungsprojekte
- Bestandsdokumentationen:
  - „herkömmliche“ Bestandsplanunterlagen [RIL809.0104]
  - Druckexemplare zum Darstellen des Bestandes der LST-Anlage
  - Informationsquelle für Alv durch im Stw ausgelegte Bestandspläne
  - Informationsquelle für DVS IZ-Plan und andere Nutzer

Nach Abnahme der Anlage sind die (gleichgestellten) Abnahmeprüfpläne weiterhin an den LST-Fachplaner zu übergeben, um aus diesen Bestandsdokumentationen für den Alv und DVS IZ-Plan erstellen zu können. Da gemäß definierter Grundlagen mit PlanPro LST-Fachdaten die bisherigen Papierunterlagen als primären Informationsträger ablösen, müssen zunächst Bestandsdaten durch den LST-Fachplaner erzeugt werden, bevor anschließend aus den Bestandsda-

ten wiederum die benötigten Bestandsdokumentationen automatisiert unter Nutzung der XML-Visualisierung generiert werden können.

Die Erstellung der Bestandsdaten ist vergleichbar mit den Abläufen der Erstellung von Planungsdaten (AP PT 1) für einen Bauzustand (siehe Abschnitt 5.3).

Als separate Einzelplanung gemäß PlanPro-Architektur (vgl. Abschnitt 7) erzeugt der LST-Fachplaner unter Verwendung des Planungswerkzeugs LST einen neuen Zielzustand der Befüllung des LST-Datenmodells. Dieser kann in Kombination mit dem für die Einarbeitung der Revisionseinträge notwendigen Startzustand als eine Ausgabe der Einzelplanung an die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank übergeben werden. Anschließend erfolgt die Transformation der Zielzustandsdaten aus der Projektdatenhaltung in die Bestandsdatenhaltung, was der Aktualisierung der Bestandsdaten nach Projektabschluss entspricht (bisher: Übergabe der aktualisierten Bestandsplanunterlagen).

Gemäß Arbeitsergebnissen des AK PlanPro wird noch zu definieren sein, welche PlanPro Ausgabeformate als Bestandsdokumentationen an den Alv und DVS IZ-Plan zu übergeben sind, unter gleichzeitiger Berücksichtigung der grundsätzlichen Möglichkeit der Erstellung nutzerspezifischer Ausgabeformate.

Wesentliche zukünftige Verbesserungen für den Schritt der Einarbeitung von Revisionseinträgen lassen sich wie folgt charakterisieren:

- nur einmalige Übernahme fachlicher Änderungen aus Abnahmeprüfplänen in LST-Datenmodell erforderlich
  - nutzerfreundliche Gestaltung der Bedieneroberflächen der Planungswerkzeuge LST, wahlweise als Tabellen- oder digitale Lageplanvisualisierung
  - Entfall manueller Übernahmen in jedes Ausgabeformat
  - Ausschluss von Redundanzfehlern
  - Konsequenz: Prozessbeschleunigung und Qualitätserhöhung
- Entfall der manuellen Transformation der farblichen Darstellungen von rot-gelb-schwarz(-braun-pink) durch automatische Darstellungsgenerierung aus Vergleich zweier Zustände des LST-Datenmodells unter Nutzung der XML-Visualisierung (vgl. Abschnitt 6.4)
- automatische Erzeugung der PlanPro-Ausgabeformate (neue Bestandsdokumentationen) aus erzeugten Bestandsdaten

- automatische Schriftfeldgenerierung und -eintragung aus Daten des Objektmanagements (siehe Abschnitt 6.5)
- noch weitere Beschleunigung durch Definition von Primär-/Sekundärplänen bzw. Primär-/Sekundäreintragungen möglich
  - Entfall des aufwendigen Suchens nach Revisionseinträgen in Abnahmeprüfplänen möglich, wenn durch LST-Fachplaner nur Primärpläne/-eintragungen manuell herauszufiltern wären

Darüber hinaus lassen sich grundsätzlich auch die verschiedenen, in der Praxis etablierten Verfahrensweisen der Einarbeitung von Revisionseinträgen bei der Planung mehrerer aufeinander folgender Bauzustände durch die intelligente Containermodellierung abbilden (siehe Abschnitte 5.9 und 6.4).

Eine vereinfachte Darstellung der Möglichkeiten zur Einarbeitung von Revisionseinträgen ist im „Anhang I: Prozessbeschreibung Revisionseinträge“ beige-fügt. Dort ist ebenfalls die formalisierte Prozessbeschreibung der PlanPro-Vorzugsvariante abgebildet.

Betont sei an dieser Stelle nochmals, dass mit Erstellung und Import aktualisierter Bestandsdaten in die Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank diese für den (vormaligen) Planungsbereich bereits entsperrt werden und für nachfolgende Planungen zur Verfügung stehen. Das Erzeugen und Übergeben der Bestandsdokumentationen stellt nur eine organisatorische Aufgabe dar.

Durch die beschriebenen zukünftigen Verfahrensweisen mit PlanPro sollten sich einerseits die Prozesse der Bestandsplan-/datenerstellung deutlich beschleunigen lassen, sodass die 6-Monatsfrist eingehalten und perspektivisch sogar deutlich verkürzt werden kann, da nur noch die Erstellung der Bestandsdaten (und nicht mehr das Erstellen der Bestandsdokumentationen) maßgebend ist. Andererseits ist ein effektiverer Ressourceneinsatz verbunden mit einer Qualitätssteigerung möglich.

#### **5.7.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen**

Ausgehend von den Analyseergebnissen der bisherigen Praxis und Definition der PlanPro-Abläufe ergeben sich Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitungen, die in Tabelle 13 dargestellt sind:

**Tabelle 13: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Bestandserstellung**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Einarbeitung TM 1-2015-102021.NPP in Ril 809 bzw. 819.0104	Ril 809 oder 819.0104
	Synchronisation/Integration Aussagen Ril 809 und 819.0104: - konkreter Verweis von Ril 809 auf Ril 819.0104 - Integration Aussagen Ril 819.0104 in Ril 809	Ril 809, 819.0104
	Vorstellung grundsätzlicher Varianten der Revisionseinarbeitung: - Einzelrevision nach Bz-Realisierung - implizite Revision bei Planung nachfolgender Bz - Sammeldefinition nach definierter Folge von Bz	Ril 809 oder 819.0104
	Erstellung formalisierter Prozessbeschreibungen zu Ablauf und Inhalten der Bestandsplanerstellung einschließlich Betonung der Bedeutung der 6-Monatsfrist	Ril 809, oder 819.0104 oder separate formalisierte Prozessbeschreibung
PlanPro spezifische Anforderungen	Differenzierung Begrifflichkeiten für Bestand (LST-Bestand mit PlanPro): - Bestandsdaten und - Bestandsdokumentation (als Ersatz für Bestandsplanunterlagen) Transformation der Erstellungsfrist für bisherige Bestandspläne hin zu Erstellung Bestandsdaten, da diese maßgebend für aufbauende Planungen sind und damit gesperrt/entsperrt werden	Ril 809, Ril 819.0104, Ril 885 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration der nach PlanPro-Planungen zu erstellenden PlanPro-Ausgabeformate als Bestandsdokumentationen	Ril 819.01xx
	Vorstellung grundsätzlicher Varianten der Revisionseinarbeitung: - Einzelrevision nach Bz-Realisierung - implizite Revision bei Planung nachfolgender Bz - Sammeldefinition nach definierter Folge von Bz Eingrenzung der für PlanPro zulässigen Verfahren (siehe auch Abschnitt 5.9)	Ril 809, 819.01xx oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Erstellung formalisierter Prozessbeschreibungen zu Ablauf und Inhalten der Bestandsdaten-/planerstellung mit PlanPro	PlanPro-Prozessbeschreibung
	ggf. (deutliche) Verkürzung der 6-Monatsfrist, wenn neue Abläufe etabliert	Ril 809, 819.01xx oder PlanPro-Prozessbeschreibung

Damit sind alle notwendigen Detailschritte gemäß Ril 809 für die Erstellung, Freigabe und praktische Umsetzung einer AP PT 1-Planung bis hin zur Aktualisierung der Bestandspläne unter Berücksichtigung zugeordneter Akteure, Aufgaben und Prozesse vorgestellt. Durch die Gegenüberstellung bisheriger Regelwerksvorgaben einschließlich praktischer Verfahrensweisen mit den aus gesammelten Erkenntnissen definierten PlanPro-Abläufen wurden erste Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitung verdeutlicht.

Darüber hinaus existieren jedoch noch weitere Themenfelder, die in den bisher bestehenden Regel- und Vorschriftenwerke gar nicht oder nur unzureichend beschrieben sind, jedoch auch deswegen den Projektalltag erschweren und als Risiken zu Projektverzögerungen führen können. Davon sollen exemplarisch drei wesentliche Problemstellungen nachfolgend näher thematisiert werden:

- Umgang mit Änderungsplanungen
- Umgang mit Bauzuständen



- Umgang mit Nachbarplanungen

Dabei findet die eingeführte und etablierte Methodik Verwendung, wobei die Aussagen aus Gründen des Umfangs nicht so detailliert dargestellt werden können wie bislang. Dennoch sind sie für das Gesamtverständnis der Arbeit und zukünftiger Verfahrensweisen von besonderer Bedeutung.

## 5.8 Änderungsplanungen

### 5.8.1 Gegenstand und Aufgaben

Neben dem definierten Regelprozess besteht in der Praxis die Anforderung, bei geänderten Rahmenbedingungen bereits erzielte Planungsergebnisse nochmals zu überarbeiten. Dies betrifft einerseits Planungen innerhalb einer Planungsphase oder geänderte Projektbedingungen über verschiedene Planungsphasen hinweg (vgl. Abschnitt 4.2).

Grundsätzlich haben sich folgende Möglichkeiten in der Praxis etabliert, deren Begriffsdefinitionen ebenfalls im Glossar aufgeführt sind:

- 1) *Bestelländerung (BÄ)*
- 2) *Änderungsmitteilung (ÄM)*
- 3) *Änderungsverfügung (ÄV)*

Alle drei Varianten stellen eine Änderung einer bereits in Erstellung befindlichen Planung (AP PT 1) dar, obgleich die Regel- und Vorschriftenwerke nur die Bestelländerungen thematisieren.

Als wichtigstes Kriterium zur Unterscheidung, welches Verfahren wann zu verwenden ist, dient der jeweils aktuelle Bearbeitungsfortschritt und damit der aktuelle Status einer Planung (siehe Abschnitt 7.2). Sobald eine Planung erfolgreich fachtechnisch geprüft wurde und damit ein positiver Planprüfbericht vorliegt (vgl. Abschnitt 5.4) sind nur noch eine *Änderungsmitteilung (ÄM)* oder eine *Änderungsverfügung (ÄV)* möglich.

Die **Bestelländerung (BÄ)** entspricht dagegen einer Planungsüberarbeitung in der Erstellungsphase, die beispielsweise durch den AG/Bh/Bhv oder Betrieb initiiert wird. In dessen Konsequenz sollen die planerischen Lösungen der AP PT 1 oder früherer Planungsphasen bewusst und gewünscht von den Vorgaben der BAST abweichen, Gründe hierfür können beispielsweise geänderte Betriebsprogramme oder Projektbudgets sein. Mit Vorgaben zu Verfahren und Inhalten einer Bestelländerung beschäftigen sich Ril 413 und Ril 809, sodass

die darin beschriebenen Abläufe wegen der Beschränkung auf Wesentliches nicht weiter in dieser Dissertation thematisiert werden sollen.

Stattdessen liegt der Fokus auf der Herausarbeitung wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Umgang mit Änderungsmitteilungen und Änderungsverfügungen, da diese mangels konkreter Vorgaben in den Regel- und Vorschriftenwerken mit deutlich höheren Freiheitsgraden behaftet sind und sich damit potenziell stärker als Projektrisiko auswirken können. Für die Durchführung von ÄM und ÄV hat sich der Sammelbegriff der **Änderungsplanung (ÄP)** in der Praxis etabliert, welcher nach dem allgemeinen Verständnis „die Änderung der AP PT 1 nach Abschluss der fachtechnischen Prüfung, jedoch vor Inbetriebnahme der geplanten Anlage“ [BUD14a] beschreibt. Diese bezieht sich auf den konkreten Ausgabestand einer Planung, die (mindestens) den Status „fachtechnisch geprüft“ besitzt (vgl. Abschnitt 7.2). In Regel- und Vorschriftenwerken wird die ÄM nur indirekt in VV BAU-STE, Ril 809 und Ril 819 beschrieben, konkrete Definitionen und Verfahrensbeschreibungen, wie bei der Bestelländerung vorhanden, suchen Anwender vergebens. In Anbetracht der praktischen Bedeutung von **Änderungsmitteilungen** im Projektalltag, insbesondere des Einhaltens des meist weit im Voraus vorgegebenen Inbetriebnahmetermins, ist es deutlich zu wenig, den Begriff ohne Erklärungen zu verwenden, z. B. zwei Mal in ([VV BAU STE]) bzw. ein Mal in ([Ril 809]).

Einer Änderungsmitteilung sind im allgemeinen Verständnis der LST-Fachwelt folgende Eigenschaften zugeordnet:

- erneute AP PT 1-Erstellung durch LST-Fachplaner unter Aktualisierung des Ausgabestandes
- nach Abschluss der AP PT 1-Erstellung Ablauf der Begutachtungs- und Freigabeschritte wie „normale“ AP PT 1-Planung (siehe Abschnitt 5.4 bis 5.5)
- zwei Dimensionen der darzustellenden Änderungen des geplanten Zielzustandes gegenüber der Planungsgrundlage (Bestand, Startzustand)
  - rot-gelb-schwarz (wie reguläre AP PT 1)
  - besondere Änderungsmarkierung für Veränderungen der ÄM gegenüber der ursprünglich erstellten (und fachtechnisch geprüften) AP PT 1-Planung

- zum Bau genehmigte ÄM ist wie „normale“ AP PT 1 vor Ort durch Umbau der LST-Anlage umzusetzen, ggf. notwendige Revisionseinträge müssen bei Bestandserstellung berücksichtigt werden
- verschiedene Ursachen, z. B.:
  - geänderte Oberbauausführungen (gegenüber des ursprünglichen Trassierungsentwurfs)
  - zwischenzeitlich durchgeführte Bau-/Instandhaltungsmaßnahmen mit verbundenen Bestandsänderungen, die nicht oder nur unzureichend in die Bestandsdokumentationen übernommen wurden bzw. bei der Übereinstimmungsprüfung vor Planungsbeginn nicht identifiziert wurden
  - durch AP PT 2 erzwungene Änderungen in AP PT 1, da diese ursprüngliche (herstellernerneutrale) Planung aufgrund der herstellerspezifischen Funktionalitäten nicht umsetzbar
  - zusätzliche, in AP PT 1 zu definierende Planungsinhalte, die bisher nicht zu allgemeinen Planungsinhalten der Ril 819.01 gehören
  - geänderte Bestellerforderungen aufgrund veränderter Projektrahmenbedingungen, z. B. Finanzierung, Regelwerksaktualisierungen, Betriebsprogramme, die aufgrund der abgeschlossenen fachtechnischen Prüfung nicht mehr als Bestelländerung eingearbeitet werden können
  - Korrektur von in AP PT 1 enthaltenen Fehlern, die auch bei (sorgfältiger) fachtechnischer Prüfung nicht erkannt wurden
  - Identifizierung von sonstigem AP PT 1-Änderungsbedarf während Montage/Abnahmeprüfung
- mögliche Initiatoren einer ÄM können beispielhaft sein:
  - AG/Bh/Bhv: bei veränderten Projektrahmenbedingungen
  - Betrieb bzw. Besteller/Aufgabenträger: bei veränderten Betriebsprogrammen
  - SBI: als AP PT 2-Ersteller und Ausrüsterfirma
  - Abnahmeprüfer: als letzter Gutachter vor Abnahme und Iln

Mit praktischer Umsetzung der ÄM in Gegenwart und Zukunft beschäftigen sich noch die nachfolgenden Abschnitte.

Letzte Möglichkeit zum Einbringen von Änderungen in eine (mindestens) fachtechnisch geprüfte AP PT 1-Planung stellt die sogenannte **Änderungsverfü-**

**gung (ÄV)** dar, welche als solche jedoch nirgends in Regel- und Vorschriftenwerken Erwähnung findet. Darunter wird in der Praxis „*die Ergänzung einer fachtechnisch geprüften und an die Signalbauindustrie übergebene Planung im geringen Umfang (auf einer DIN A4-Seite darstellbar) verstanden*“ [BUD14a]. Weiterhin vereint die ÄV die Merkmale:

- geringfügige Änderungen
- relativ kurzfristig erforderliche Planung und Umsetzung, d.h. sofortige Abstimmung mit allen Beteiligten vor Ort
- gleiche Beteiligte wie bei ÄM

Aufbauend auf den vorgestellten Grundlagen aus wenigen Regelwerksaussagen aber vor allem im AK Anwendungsfälle zusammengetragenen Erkenntnissen zu Änderungsplanungen, sollen diese nachfolgend etwas näher hinsichtlich ihrer praktischen Umsetzungen vorgestellt werden.

### 5.8.2 Bisheriger Prozess

Aufgrund der eingegrenzten Randbedingungen für die 1. Uss PlanPro unter Fokussierung der AP PT 1-Erstellung und der im Regelwerk definierten Verfahrensweisen zum Umgang mit Bestelländerungen sind die Handlungsweisen für ÄM und ÄV von besonderer Bedeutung und wissenschaftlichem Neuerungs-wert.

Obwohl diese im Projektalltag häufig vorkommen, existieren faktisch keinerlei allgemeingültige Vorgaben zu Verfahrensweisen und allgemeinen Randbedingungen in Regelwerks- und Vorschriftentexten, wie auch gezielte wissenschaftliche Untersuchungen bestätigen [MUE15]. Dennoch haben sich in der Praxis allgemeingültige Abläufe etabliert, die zu den anerkannten Regeln der Technik gehören und innerhalb der Fachwelt weitergegeben werden.

#### Änderungsmitteilung

Die Besonderheiten der im vorherigen Abschnitt allgemein definierten Inhalte der ÄM lassen sich für die bisherige Praxis unter Berücksichtigung von Papierplanungsunterlagen als primäre Informationsquelle wie folgt charakterisieren:

- formale Beauftragung Änderungsplanung durch PL bzw. AG/Bh/Bhv in Abstimmung mit Beteiligten
- Umsetzung der Änderungsplanung durch LST-Fachplaner, erneute AP PT 1-Erstellung unter Nutzung Planungswerkzeuge LST, z. B. ProSig

- ÄM bezieht sich auf eine *Bezugsplanung* mit konkretem Ausgabestand, dies kann eine „normale“ AP PT 1 oder bereits bestehende ÄM sein
- jedoch nur Überarbeitung der von Änderungsplanung (ÄM) konkret betroffenen Planungsunterlagen; ausschließlich diese erhalten einen neuen Ausgabestand
- nicht betroffene Planungsunterlagen bleiben unverändert (inhaltlich, fachlich und bzgl. des vergebenen Ausgabestandes)
- Aufbereiten der auszutauschenden Planungsunterlagen der Bezugsplanung dahingehend, dass bereits bestehende zusätzliche Änderungsmarkierungen aus früherer ÄM entfernt werden, sodass als Grundlage für ÄM-Erstellung nur noch rot-gelb-schwarz-Darstellungen dienen
- manuelle Erstellung der besonderen Änderungsmarkierungen zusätzlich zur vorgeschriebenen rot-gelb-schwarz-Markierung, um auf Veränderungen durch ÄM gegenüber der verwendeten Bezugsplanung hinzuweisen
- Die im Rahmen der ÄM-Erstellung überarbeiteten Papierpläne ersetzen als Austauschexemplare die in den Planungsordnern vorher enthaltenen ursprünglichen Planungsunterlagen.
- Aktualisierung des voranzuheftenden Planverzeichnisses gemäß Anhang 3.5 der VV BAU-STE
- Somit bestehen die zur weiteren Bearbeitung (Begutachtung, Freigabe, Umsetzung) zusammengestellten Planungsordner aus Planungsunterlagen mit verschiedenen Ausgabeständen; d. h. je öfter ein Plan durch ÄM überarbeitet wurde, desto höher sein Ausgabestand.
- Ungeachtet der besonderen Änderungsmarkierung unterschreibt der Planprüfer für die fachliche Richtigkeit der gesamten Planung einschließlich Änderungsmitteilung; d. h. die ausschließliche Überprüfung der Änderungen innerhalb der besonderen Änderungsmarkierung ist unzureichend.

Obwohl in der LST-Fachwelt Einverständnis darüber herrscht, dass zur Kennzeichnung der von Änderungen durch die ÄM betroffenen Bereiche eine besondere Änderungsmarkierung notwendig ist, existieren in der Praxis regionalbereichs- oder anwenderspezifisch verschiedenste Darstellungsformen, z. B.

- graue Unterlegung
- graue Hinterlegung
- (dunkel-)blaue Rahmen

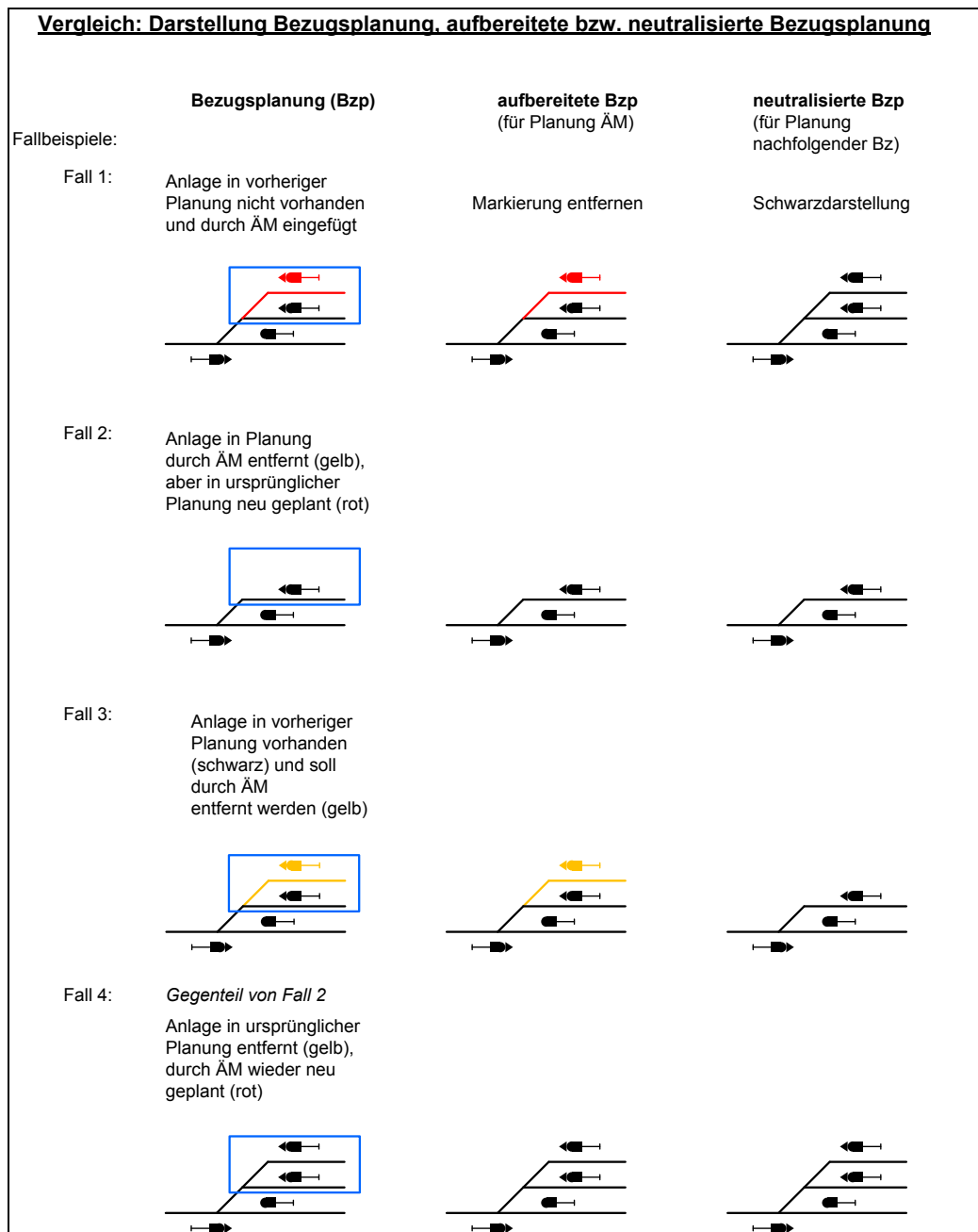
Was auf den ersten Blick nur als formale Differenz ohne praktische Relevanz erscheint, hat tatsächlich schon zu Projektverzögerungen geführt, wenn die zur Planprüfung abgegebenen Planungsunterlagen einschließlich Änderungsmitteilungen hinsichtlich ihrer farblichen Darstellung der Änderungsmarkierung nicht dem Erwartungsbild des konkreten Planprüfers entsprach. Diese formalen „Hürden“, resultierend aus unterschiedlichen Darstellungsformen, die mangels fest definierter Regeln in der Praxis etabliert, aber nicht allgegenwärtig bekannt und akzeptiert sind, sollten zukünftig einerseits aus Prozesssicht zur Reduzierung unnötiger Projektrisiken beseitigt werden. Andererseits muss unter Berücksichtigung der PlanPro-Verfahrensweisen eine Vorzugsdarstellungsvariante definiert werden, da aus den AP PT 1-Planungsdaten automatisiert die PlanPro-Ausgabeformate zu generieren sind.

Neben den formalen Unzulänglichkeiten bestehen weitere essenzielle Nachteile bei den bisherigen Prozeduren:

- hohe menschliche Verantwortung durch manuelle Überarbeitungen und Datenübertragungen in Planungsunterlagen
- hohe Anfälligkeit für Übertragungsfehler bzw. Zusammenstellungsfehler bei Planungsordnern
- hoher Ressourcenverbrauch bei ÄM-Erstellung
- hohe Anforderungen an Projektbeteiligte wie bspw. Planprüfer, da sie anhand der Änderungsmarkierungen innerhalb der Papierplanungsunterlagen erkennen müssen, welche fachlichen Änderungen mit der ÄM verbunden sind

Insgesamt bestehen für die Erstellung der Änderungsmitteilung bei den Prozessdefinitionen mit PlanPro unter Berücksichtigung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung die gleichen Verbesserungspotentiale wie bei einer „regulären“ AP PT 1-Erstellung bzw. der Einarbeitung von Revisionseinträgen - dazu später mehr.

Abbildung 21 zeigt beispielhaft unterschiedliche Fälle der farblichen Aufbereitung von Planungsgrundlagen.



**Abbildung 21: Farbliche Aufbereitungen bei ÄM**

### Änderungsverfügung

Die zur Erfüllung der vorgestellten Inhalte einer Änderungsverfügung einhergehenden Handhabungen lassen sich für die bisherige Praxis folgendermaßen konkretisieren:

- Dokumentation des abgestimmten Ergebnisses in Textform
  - Benennung der von Änderung betroffenen Ausführungsunterlagen
  - jedoch keine Änderungseinträge in betroffenen Plänen (wie bei Revisionseinträgen)
  - stattdessen Erstellung separates DIN A4-Dokument
  - handschriftliche Unterschrift aller Beteiligten
- Änderungen
  - werden (im Gegensatz zur ÄM) sofort wirksam
  - sind bei Erstellung der Bestandsdokumentationen zusätzlich zu den übrigen Revisionseinträgen mit zu berücksichtigen

Damit werden bei der Änderungsverfügung im Gegensatz zur Änderungsmitteilung keine Austauschexemplare erstellt. Notwendige Änderungen können vor Ort zügiger abgestimmt und beim Umbau der LST-Anlage sofort berücksichtigt werden. Der größte Nachteil dieser Verfahrensweise besteht darin, dass die Änderungen nur durch Berücksichtigung des „unscheinbaren“ DIN A4-Dokuments bei Erstellung der Bestandsplanunterlagen durch den LST-Fachplaner einfließen. Sollte dies aufgrund ungünstiger Projektrahmenbedingungen ausbleiben, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die erstellten Bestandspläne nach Projektabschluss nicht mit der Örtlichkeit übereinstimmen. Fällt dies dem Alv bei Entgegennahme und ggf. stattfindender Überprüfung der neuen Bestandspläne nicht auf, entsteht direkt ein Bedarf für Bestandskorrekturen zu Beginn eines Nachfolgeprojektes mit daraus resultierenden Projektrisiken.

Aufgrund fehlender Definitionen und Vorgaben in Regel- und Vorschriftenwerken wird die Einarbeitung notwendiger Änderungen in AP PT 1-Unterlagen - als Revisionseinträge oder Änderungsmitteilung oder Änderungsverfügung - projekt- und personenspezifisch im Einzelfall unterschieden. Dieser auf den ersten Blick vorteilhafte Umstand einer hohen Flexibilität kann sich jedoch negativ auf Projektverläufe und v. a. die abschließende Bestandsplanerstellung auswirken, wenn menschliche Fehler aufgrund ungünstiger projektspezifischer Randbedingungen gemacht werden. Außerdem ist es unter wissenschaftlicher Betrachtung nicht vermittelbar, dass ähnliche fachliche Änderungen (Inhalt und Umfang) nur aufgrund anderer Beteiligter einschließlich verschiedener Regionalbereiche differenziert gehandhabt werden. Hier besteht erweiterter Untersuchungsbedarf, um zumindest allgemeingültige Empfehlungen vorzugeben.



### **5.8.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess**

Ausgehend von den vorgestellten bisherigen Verfahrensweisen sollen an dieser Stelle die mit PlanPro verbundenen Änderungen und Standardisierungen vorgebracht werden. Dabei wird zunächst mit der ÄV begonnen, da diese nur geringfügigen Änderungen unterliegt.

#### Änderungsverfügung

Wesen, Inhalte und Umsetzung der Änderungsverfügung bleiben zunächst unverändert. Aufgrund der Randbedingungen der 1. Uss PlanPro kann die ÄV weiterhin als separates, unterschriebenes DIN A4-Dokument mit Aufzählung der von Änderungen betroffenen Pläne und fachlicher Änderungen erstellt und nach erfolgreicher Abnahmeprüfer an den LST-Fachplaner übergeben werden. Anschließend ist dieser verpflichtet, die in der ÄV enthaltenen Änderungen bei der Erstellung der Bestandsdaten/Bestandsdokumentationen im Zuge der Einarbeitung von Revisionseinträgen gewissenhaft zu berücksichtigen. Bei diesem Schritt kommen die in Abschnitt 5.7.3 vorgestellten Vorteile der zentralen Datenhaltung gleichermaßen zur Wirkung.

#### Änderungsmitteilung

Die in der Praxis etablierten Verfahrensweisen hinsichtlich Beauftragung und Durchführung bleiben nahezu unverändert. Dabei wirken im Wesentlichen die gleichen Vorteile der zentralen Datenhaltung wie bei der Erstellung einer AP PT 1-Planung (vgl. Abschnitt 5.3.3) sowie Einarbeitung der Revisionseinträge (vgl. Abschnitt 5.7.35.7):

- Nutzung Planungswerkzeuge LST sowie weiterer am Prozess beteiligter Komponenten der System- und Softwarearchitektur
- ÄM bezieht sich weiterhin auf eine Bezugsplanung mit konkretem Ausgabestand
- manuelles Aufbereiten der verwendeten Bezugsplanungen überflüssig, da farbliche Markierungen nach Abschluss automatisiert bei XML-Visualisierung entstehen
- Anpassung der Befüllung des LST-Datenmodells durch Überarbeitung des Zielzustandes
  - zentrale Einarbeitung jeder fachlicher Änderung in Planungsdaten
  - Verwendung bedienerfreundlicher Benutzeroberflächen in Form von visualisierten Lageplänen oder Tabellen

- nach Abschluss der Einarbeitung:
  - Erzeugung einer neuen Ausgabe der Einzelplanung durch Kombination des überarbeiteten Zielzustands mit dem ursprünglichen Startzustand und Import als Planungs-XML in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank
  - Aktualisierung des Ausgabestandes für die gesamte Planung
- anschließend automatisierte Generierung der PlanPro-Ausgabeformate unter Nutzung der XML-Visualisierung
  - Erzeugung aktualisierter PlanPro-Ausgabeformate (Druckexemplare der gesamten Planung)
  - Aktualisierung Planverzeichnis gemäß Anhang 3.5 der VV BAU-STE
  - keine Austauschexemplare (im Gegensatz zu bisherigem Prozess)
- automatische Generierung der besonderen Änderungsmarkierung durch zusätzliche Vergleichsoperationen möglich
- Begutachtungs- und Freigabeprozesse für die erzeugten PlanPro-Ausgabeformate wie bisher

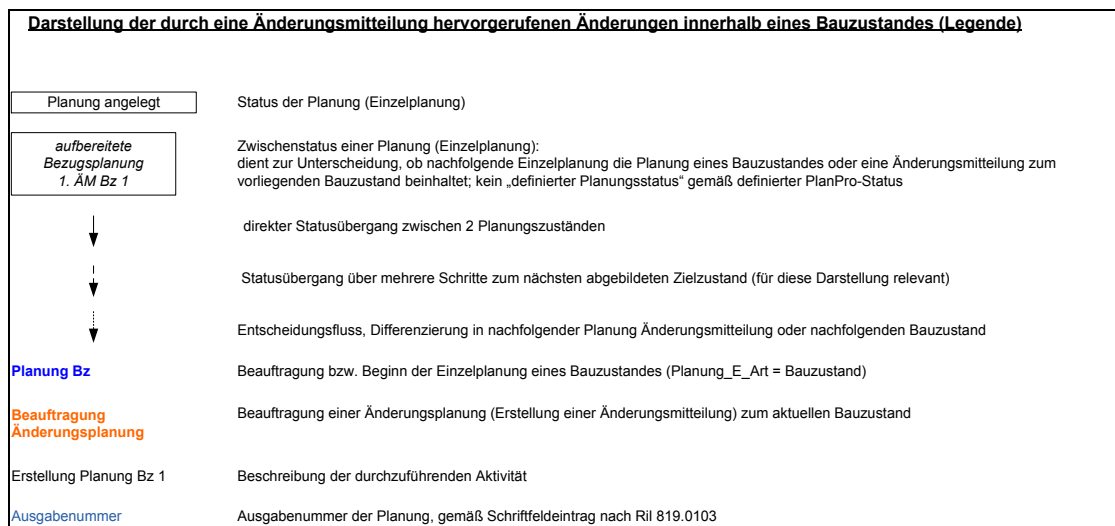
Damit entfallen manuelle Übertragungen redundanter Planungsdaten, die Planungsqualität kann ebenso erhöht werden wie die Effizienz des Ressourceneinsatzes.

Zudem erfolgt die Standardisierung der Änderungsmarkierung: hier soll zukünftig nur noch eine blaue Rahmung zur Anwendung kommen und automatisiert bei der Visualisierung der Planungs-XML erzeugt und abgebildet werden, als Hinweis für die Anwender, an welcher Stelle in den Druckexemplaren Differenzen resultierend aus der Änderungsplanung enthalten sind. Damit entfällt das Projektrisiko, dass aufgrund „persönlicher Befindlichkeiten“ aus formalen Gründen die Planprüfung nicht durchgeführt wird und stattdessen erneut darstellerisch zu überarbeiten ist.

Erscheint die stringente Verfahrensweise der vollständigen, erneuten Visualisierung und Erzeugung neuer PlanPro-Ausgabeformate zunächst unpraktisch, besteht der Vorteil nun darin, dass alle aus den Planungsdaten generierten Planungsunterlagen den gleichen Ausgabestand besitzen und somit aufwendiges Suchen der veränderten Pläne für den Planprüfer und andere Beteiligte entfällt. Doch diese Verfahrensweise entspricht im Grunde her der bisherigen Statusvergabe „fachtechnisch geprüft“, denn dieser gilt ebenfalls für die komplette

Planung, d. h. die Planungsunterlagen mit ursprünglichem Ausgabestand und die Austauschexemplare mit aktualisiertem Ausgabestand. Da zukünftig die (Planungs-)Daten primäre Informationsträger darstellen, muss der Ausgabe-stand und jeweils erreichte Planungsstatus (vgl. Abschnitt 7.2) für einen gesamten Datensatz gelten (Planungs-XML) und nicht nur für einzelne Ausgabeformate.

Die beschriebenen Prozesse zur Darstellung und Abgrenzung von Änderungsmitteilungen, auch im Vergleich gegenüber der Planung des nachfolgenden Bauzustands (vgl. Abschnitt 5.9), lassen sich zum besseren Verständnis folgendermaßen vereinfacht illustrieren (Abbildung 22):



*fachliche Inhalte siehe nachfolgende Seite*

Eine weitere formalisierte Prozessbeschreibung zum Ablauf von Änderungsmitteilungen einschließlich der Abgrenzung gegenüber einem nachfolgenden Bauzustand ist im Anhang J: Ablauf Änderungsmitteilung dieser Arbeit beigefügt.

Ebenso folgt nach Vorstellung der Grundsätze der Containermodellierung im Abschnitt 6.4 noch eine Darstellung zur der spezifischen Vergleichsregeln bei Änderungsmitteilungen.

#### 5.8.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen

Nach Herausstellung bisheriger Abläufe zum Umgang mit Änderungsplanungen, die bisher zum Projektalltag gehören jedoch im Regel- und Vorschriftenwerk unverständlicherweise ausgespart sind, und Definition der zukünftigen PlanPro-Verfahrensweisen, sollen wesentliche Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen zusammengefasst werden (Tabelle 14):

**Tabelle 14: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Änderungsplanungen**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Begriffsdefinitionen: - Bestelländerung (BÄ) - Änderungsmitteilung (ÄM) - Änderungsplanung (ÄP) - Änderungsverfügungen (ÄV)	VV BAU-STE, Ril 413, 809
	ggf. weitere Begriffsdefinitionen: - Bezugsplanung - Aufbereitung der Bezugsplanung - aufbereitete Bezugsplanung	Ril 809
	Beschreibung Aufgaben, Inhalte und Zuständigkeiten für - Änderungsmitteilung - Bestelländerung im bisherigen Planungsprozess	Ril 809
	Vorgaben zur Ausgestaltung der besonderen Änderungsmarkierung einschließlich Beispielvisualisierungen	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
	Vorgabe zur formalen und inhaltlichen Gestaltung der Änderungsverfügung	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
PlanPro spezifische Anforderungen	Beschreibung der notwendigen Berücksichtigung der Änderungsverfügung (in Papierform) bei Erstellung Bestandsdaten	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Beschreibung der veränderten Abläufe der ÄM-Erstellung mit PlanPro gegenüber den bisherigen Verfahrensweisen (Voraussetzung: Aufgaben, Inhalte und Zuständigkeiten für bisherigen Prozess definiert), z. B.: - Überarbeitung Zielzustand - Aktualisierung Ausgabestand für gesamte Planung - automatisierte Erzeugung der PlanPro-Ausgabeformate	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung

Vorbild für die Integration von Vorgaben zum Umgang mit Änderungsmitteilungen und Änderungsverfügungen könnten die Ausführungen zu Bestelländerungen nach Ril 413 sowie Ril 809 sein, da diese bereits Ansätze für leicht nachvollziehbare formalisierte Prozessbeschreibungen enthalten.

Ebenso wie bei Änderungsmitteilungen und Änderungsverfügungen ist der Umgang mit Bauzuständen bisher in den Regel- und Vorschriftenwerken nur

unzureichend thematisiert, obwohl es sich gleichfalls um ein brisantes, oftmals mit Projektrisiken verbundenes Thema handelt, mit dem im Projektalltag umzugehen ist. Deswegen seien diesem nachfolgende Abschnitte gewidmet.

## **5.9 Bauzustände**

### **5.9.1 Gegenstand und Aufgaben**

Aufgrund technisch-betrieblicher Randbedingungen, z. B. Aufrechterhaltung des Eisenbahnbetriebes innerhalb eines (Knoten-)Bahnhofes - oder zumindest in Teilen der Eisenbahninfrastruktur - kann der angestrebte Zielzustand nur über mehrere, in sich geschlossene Teilschritte erreicht werden.

Dabei durchläuft jeder Teilschritt die Abfolge der in den Abschnitten 5.3 bis 5.7 vorgestellten Einzelaktivitäten:

- Erstellung AP PT 1 (Abschnitt 5.3)
- Prüfung und Freigabe (Abschnitt 5.4)
- Gleichstellung (Abschnitt 5.5)
- Montage und Inbetriebnahme (Abschnitt 5.6)
- Erstellung Bestandsdokumentation (Abschnitt 5.7)

Die gesamthafte, sequenzielle Umsetzung benannter Teilschritte zur Realisierung von LST-Anlagen wird in der Praxis als Bauzustand (Bz) bezeichnet. Obwohl die Planung und Realisierung von Bauzuständen zu den Kernaufgaben des Projektalltages gehört, teilweise in Projektplänen sogar vorgeschrieben und weit im Voraus mit konkreten Inbetriebnahmetermenen hinterlegt ist, finden sich in den Regel- und Vorschriftenwerken nur wenige Definitionen und Anweisungen zum Umgang mit Bauzuständen.

So definiert VV BAU-STE im Anhang 1 „Begriffe und Definitionen“ einen Bauzustand als *„geplante, in sich abgeschlossene Baumaßnahme zum Erreichen eines Endzustandes in mehreren Schritten.“* [BAU-STE]

Diese allgemeine Vorgabe wird jedoch in dortigen Ausführungen nicht weiter spezifiziert. Auch Ril 809 verwendet nur an wenigen Stellen den Begriff Bauzustand zur Beschreibung von für erfolgreiche Projektabschlüsse durchzuführende Aufgaben, ohne ihn selbst als solchen konkret zu definieren. Ebenso lassen weitere Richtlinien, z. B. Ril 408, 413, 819, konkrete Begriffsdefinitionen und Beschreibungen vermissen, obwohl dies durchaus angebracht wäre.

Bezug nehmend auf die einführenden Erläuterungen zur Definition eines Bauzustandes (vgl. Abschnitt 5.3.1) seien aufgrund seiner Brisanz an dieser Stelle nochmals die wesentlichen Eigenschaften eines Bauzustandes im allgemeinen Verständnis der LST-Fachwelt verdeutlicht:

- temporäre Abweichung des Zustands einer LST-Anlage vom ursprünglichen Zustand (vorheriger Bestand)
- beschreibt die Änderung einer LST-Anlage zu einem Zeitpunkt während der Bauausführung
- ist vollumfänglich planerisch und genehmigungsrechtlich zu behandeln
- neu definierter Zustand hat Gültigkeit bis zum Beginn des nächsten Bauzustandes oder Erreichen des Endzustandes (neuer Bestand)

Die Grobfestlegung der benötigten Anzahl von Bauzuständen zum Erreichen des geplanten Infrastruktur-Zielzustands erfolgt üblicherweise bereits (weit) vor der Ausführungsplanung, beispielsweise in der Phase der Entwurfsplanung, da hier im Rahmen der Bauablaufplanung zentrale Abhängigkeiten zu Planungen anderer Gewerke definiert werden (vgl. Kapitel 2 sowie Vorgaben in Ril 809). Die inhaltliche Detailplanung von Bauzuständen gehört zu den Aufgaben der Ausführungsplanungserstellung. Dabei ist für das Gewerk LST für jeden Bauzustand (= für jede Inbetriebnahme) eine separate AP PT 1 zu erstellen, prüfen, freizugeben und umzusetzen. Dabei bauen nacheinander folgende Bauzustände logisch aufeinander auf, der Startzustand des nachfolgenden Bauzustandes entspricht dem geplanten (bzw. revidierten) und damit in Betrieb genommenen Zielzustand des vorherigen Bauzustandes.

Dennoch bestehen weitere komplexe Zusammenhänge bzw. Problemstellungen im Umgang mit Bauzuständen, z. B.:

- Reihenfolgetausch von Bz
- Zusammenlegen mehrerer separat geplanter Bz zu einem gemeinsam in Betrieb zu nehmenden Bz
- Aufspalten eines geplanten Bz in mehrere zu realisierende Bz
- Verwerfen bzw. Abbruch eines geplanten Bz

Aufgrund unzureichender Definitionen und Prozessbeschreibungen haben sich in der Praxis unterschiedliche Abläufe zwischen Theorie und Praxis etabliert. Diese beruhen auf unterschiedlichen Interpretationen der wenigen Regelwerkstexte, die meist regionalbereichs- oder projektspezifisch ausgelegt werden.

Deswegen sollen nachfolgend Aspekte des Regelwerkes und praktischer Anforderungen vorgestellt werden, die anschließend hinsichtlich ihrer prozessualen Umsetzung in bisheriger und zukünftiger Verfahrensweisen gegenübergestellt werden, bevor darauf aufbauend wie gewohnt Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitungen herauszustellen sind.

Regelwerksvorgaben (gemäß VV BAU-STE, Ril809, Ril 819):

Theoretische Vorgaben zum Ablauf von Bauzustandsplanungen ergeben sich durch Aneinanderreihung der Aussagen der Regel- und Vorschriftenwerke von der Erstellung der Ausführungsplanung über die Realisierung bis zur Einarbeitung der Revisionseinträge einschließlich Bestandsplanerstellung.

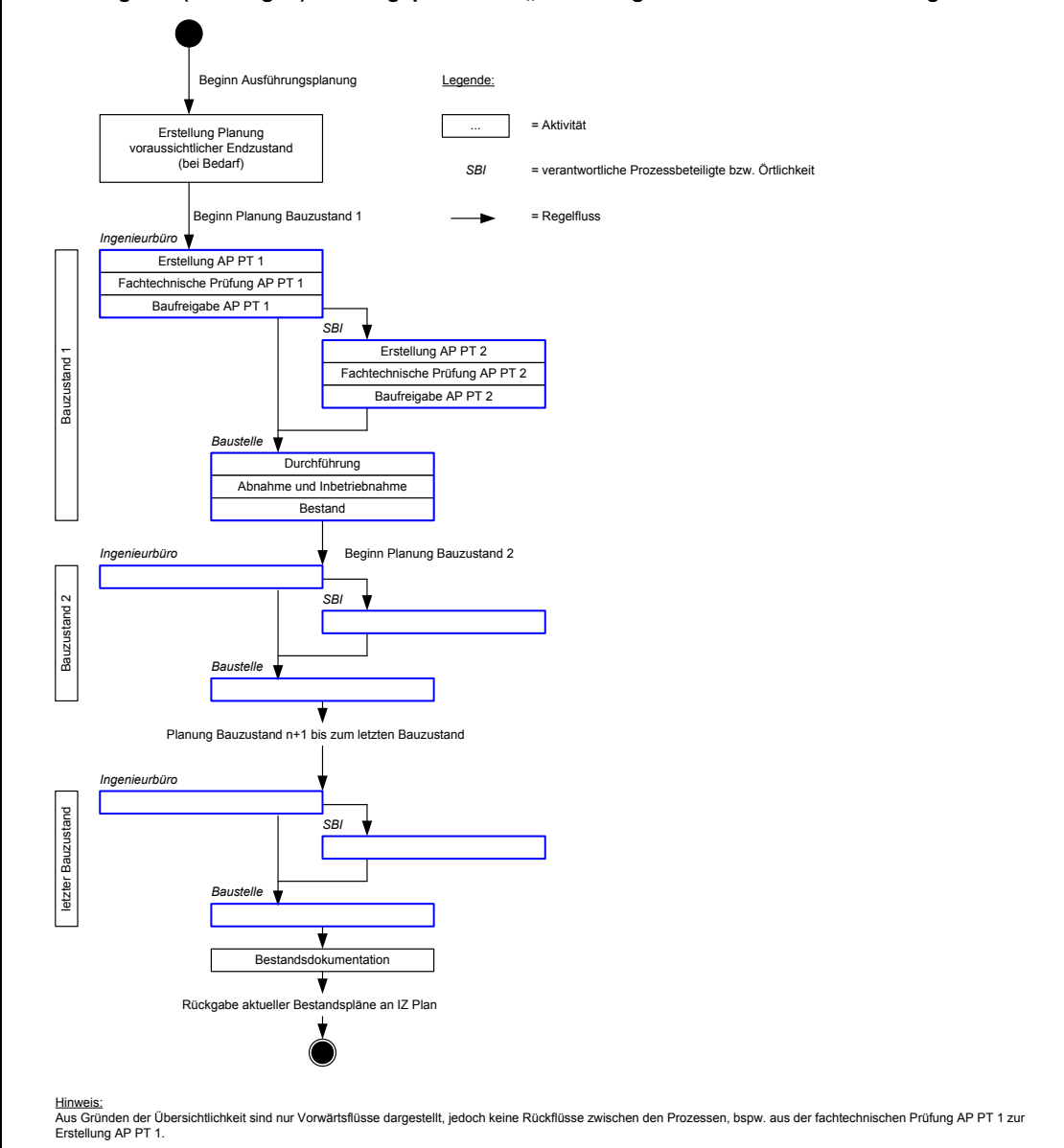
Dabei lassen sich folgende charakteristische Eigenschaften herausstellen:

- sequenzielle Planung, Freigabe, Montage und Abnahme der einzelnen, in sich geschlossenen Bauzustände
- aufeinander folgenden Bz bauen inhaltlich auf (keine Überholungen)
- Planungsverantwortung formal bei einem beauftragten Ingenieurbüro (Prozessrolle: LST-Fachplaner), die durch mehrere natürliche LST-Fachplaner (Akteur: LST-Fachplaner) ausgeführt werden kann (Schriftfeldeintrag „Ersteller“ gemäß Ril 819.0103);

Erstellung eines Planverzeichnisses für jeden maßgeblich an der AP PT 1-Erstellung beteiligten LST-Fachplaner eines Ingenieurbüros

Ausgehend von den bisher vorgestellten Grundlagen lassen sich die im Regelwerk vorgegebenen Aussagen zum Umgang mit Bauzuständen folgendermaßen grafisch veranschaulichen (Abbildung 23):



**Darstellung des (bisherigen) Planungsprozesses „Erstellung AP PT 1“ aus Sicht des Regelwerks:****Abbildung 23: Planung von Bauzuständen (Regelwerksinterpretation)**

Folgende Eigenschaften liegen der beispielhaften Darstellung zum Erreichen des gewünschten Zielzustandes über mehrere Bauzustände in Abbildung 23 zu Grunde:

- 3 Bauzustände zum Erreichen des Zielzustands
- ein beauftragtes Ingenieurbüro, d. h. eine Planungsverantwortung
- Sperrung erforderlicher Bestandspläne (Pb) bei Bestandsplan haltender Stelle (DVS IZ-Plan) vor Beginn Erstellung Ausführungsplanung
- bei Bedarf: Planung des *voraussichtlichen Endzustandes* (Zielzustand, der über mehrere Bauzustände erreicht werden soll)

- Planung, Prüfung und Freigabe AP PT 1 für Bz 1
- erst nach Genehmigung zum Bau der AP PT 1 für Bz 1: Übergabe dieser an SBI zur Erstellung der AP PT 2, anschließende Prüfung und Freigabe
- Durchführung (Montage) erst nachdem auch AP PT 2 zum Bau genehmigt, da AP PT 1 und AP PT 2 gemeinsam Grundlage für Umbau der LST-Anlage
- Abnahme und Inbetriebnahme nachdem Montage abgeschlossen und HdF erreicht
- anschließend Erstellung Bestandsunterlagen (Zustand der LST-Anlage zum Zeitpunkt der Abnahme/Inbetriebnahme des Bz 1) durch Einarbeitung ggf. vorhandener Revisionseinträge aus Abnahmeprüfplänen

Die bisher aufgeführten Teilschritte zur Umsetzung des Bz 1 entsprechen den in Abschnitten 5.1 bis 5.7 detailliert vorgestellten Themenkomplexen.

Erst wenn die Bestandspläne der nach Bz 1 in Betrieb befindlichen LST-Anlage vorliegen, darf formal gesehen mit der Planungserstellung für den aufbauenden Bauzustand (Bz 2) begonnen werden, da die Ausführungsunterlagen in Form der rot-gelb-schwarz-Markierung die Veränderung gegenüber der Bezugsplanung (= Bestand nach Bz 1) beschreiben.

Planung, Begutachtung, Freigabe und Umsetzung des Bz 2 für AP PT 1 und AP PT 2 verlaufen wie bei Bz 1. Erst wenn auch für den abgenommenen bzw. in Betrieb genommenen Bz 2 Bestandsunterlagen erstellt sind, kann wiederum die Planung des darauffolgenden Bauzustandes 3 (Bz 3) beginnen, der in der Beispielgrafik den letzten notwendigen Bauzustand zum Erreichen des gewünschten Zielzustands darstellt. Dieser durchläuft wiederum die in den Abschnitten 5.3 bis 5.7 vorgestellten Teilschritte. Nachdem die Bestandspläne für den abgenommenen und in Betrieb genommenen Bz 3 und damit auch erreichten Endzustand vorliegen, werden diese an den Alv und DVS IZ-Plan übergeben und die Planungsbereichspläne entsperrt, sodass sie für andere/aufbauende Projekte wieder zur Verfügung stehen. Damit endet auch der Planungsauftrag des Ingenieurbüros.

Folgende impliziten Randbedingungen enthält das gewählte Beispiel der Interpretation aus bestehenden Regelwerks-/Vorschriftenvorgaben:

- konstanter Pb und Bb für alle drei Bauzustände

- Verzicht auf Entsperrung der aktualisierter Bestandspläne bei DVS IZ-Plan zwischen den Bauzuständen, da Planungsverantwortung weiterhin bei Ingenieurbüro verbleibt und der Pb weiterhin benötigt wird
- Umsetzbarkeit der AP PT 1 bei AP PT 2-Erstellung, sodass keine Änderungsplanungen erforderlich und abgebildet<sup>4</sup>

Sofern zwischen den Bauzuständen veränderte Pb und Bb erforderlich sind, müssen nach Inbetriebnahme des letzten Bauzustands mit konstanten Bereichen die erstellten Bestandspläne an DVS IZ-Plan zurückgegeben und entsperrt werden. Daraufhin sind andere Bestandsunterlagen gemäß neu definierten Pb und Bb zu bestellen und entsprechend zu sperren. Diese Möglichkeit besteht jedoch nur, wenn die Bestandspläne der neu benötigten Pb noch nicht auf andere, parallele Projekte gesperrt sind. Anderenfalls kommt das Problem des Umgangs mit Nachbarplanungen zum Tragen (siehe Abschnitt 5.10).

Die beschriebenen Verfahrensweisen zum Ablauf von Bauzuständen gemäß Interpretation der Vorgaben der Regel- und Vorschriftenwerke definieren strukturierte Teilschritte, beginnend von Bestand über Planung, Begutachtung, Freigabe, Montage, Abnahme bis hin zur Bestandserstellung, bevor der nachfolgende Bauzustand geplant werden kann. Dadurch können Fehlerketten und Projektrisiken bis zur Umsetzung des letzten Bauzustandes reduziert werden. Jedoch führen die geringen Freiheitsgrade und starken Abhängigkeiten dazu, dass aufgrund projektspezifischer Randbedingungen und Wechselwirkungen die beschriebenen Vorgaben praktisch, gerade bei Großprojekten, kaum umsetzbar sind.

### 5.9.2 Bisheriger Prozess

Nach den theoretischen Betrachtungen zum Umgang mit Bauzuständen zum Erreichen eines gewünschten Zielzustandes sollen in diesem Abschnitt Besonderheiten und Anforderungen der bisherigen Praxis vorgestellt werden.

Bei den in Abbildung 23 gemäß Regelwerksinterpretationen vorgestellten Abläufen zum Erreichen des gewünschten Zielzustandes über mehrere Bauzustände wird bei Zuständigkeit eines Ingenieurbüros vor Erstellung der AP PT 1 für den ersten Bauzustand meist noch ein sogenannter „*voraussichtlicher Endzustand*“ geplant. Dieser zu erreichende Endzustand entspricht meist der kon-

---

<sup>4</sup> Gleiches gilt für grundsätzlich mögliche Rückflüsse (Verzicht aus Übersichtlichkeitsgründen).

kretisierten Lösung des Ergebnisses der Entwurfs-/Genehmigungsplanung (vgl. Abschnitt 4.2).

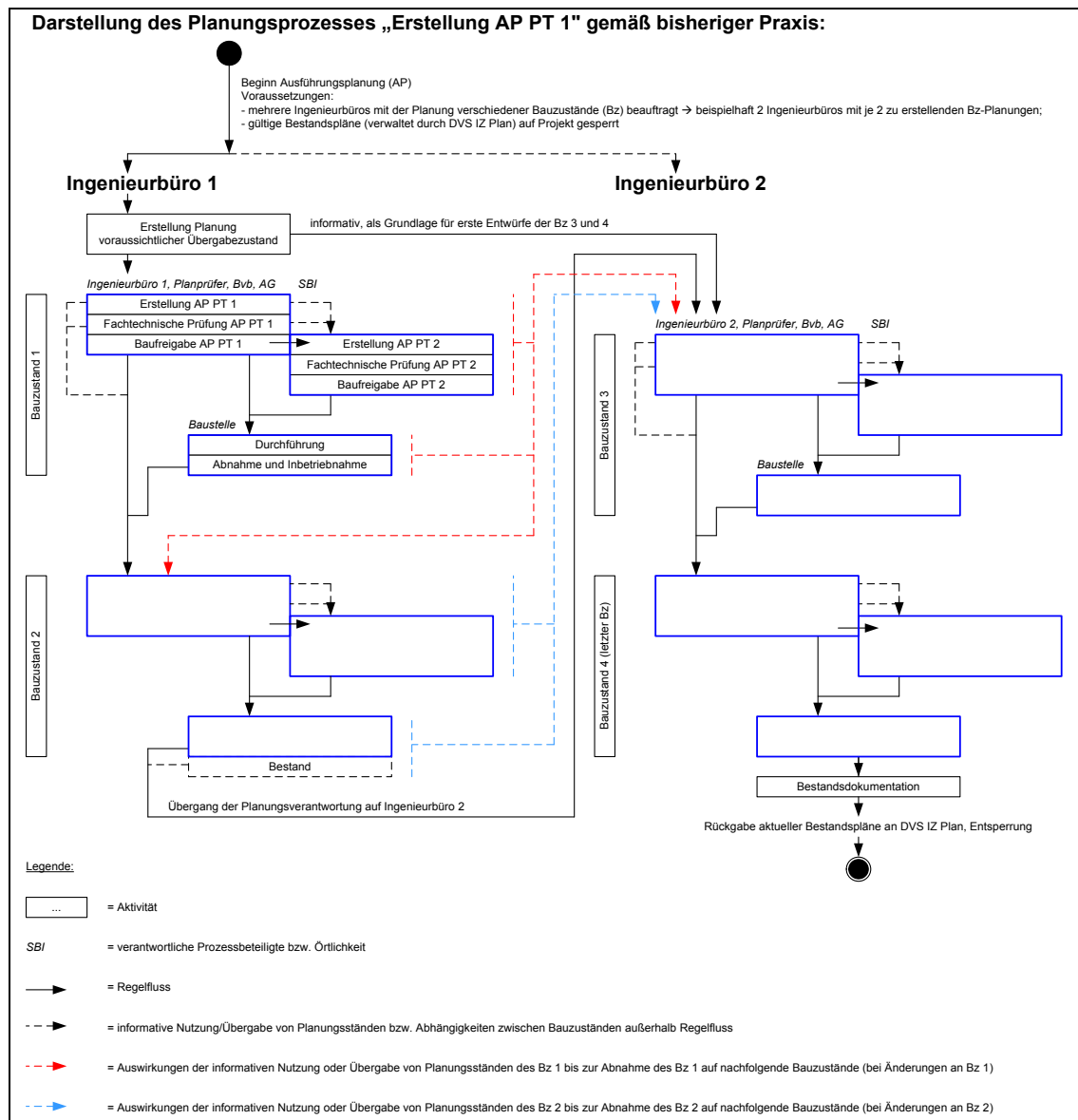
Aufgrund knapper Ressourcen und bereits meist weit im Voraus festgelegter Inbetriebnahmetermine lassen sich die im vorherigen Abschnitt vorgestellten Verfahrensweisen jedoch in der Praxis oftmals, gerade bei Großprojekten, nicht durchsetzen. Stattdessen kommen weitere Anforderungen hinzu, beispielsweise:

- Verteilung der Planungsverantwortung auf mehrere Ingenieurbüros
  - je Ingenieurbüro definierte Anzahl an Bauzuständen
  - Wechsel der Zuständigkeiten zu einem definierten Zeitpunkt (nach Abnahme/Ibn eines festgelegten Bz)
- Beginn mit Planung des nachfolgenden Bauzustands sobald Planung des vorherigen Bauzustands abgeschlossen
- informative Übergabe erstellter AP PT 1 an andere Projektbeteiligte, z. B. SBI, nachfolgendes Ingenieurbüro, in Form von „Vorabzügen“, obwohl diese nirgends in Regel- und Vorschriftenwerken definiert sind
- Erstellung Bestandspläne nur bei Bedarf (vertraglich festgelegte Termine, Bauzustandsinbetriebnahmen), sowie zum Zeitpunkt der Übertragung der Planungsverantwortung

Bei den benannten zusätzlichen Randbedingungen bauen die zum Erreichen des gewünschten Zielzustandes erforderlichen Bauzustände weiterhin logisch aufeinander auf. Zusätzlich wird vor Beginn der AP PT 1-Erstellung für den 1. Bauzustand oft ein sogenannter *„voraussichtlicher Übergabezustand“* erstellt. Auch dieser ist in den bestehenden Regel- und Vorschriftenwerken bisher weder begrifflich noch inhaltlich vorgestellt, bedeutet im praktischen Verständnis jedoch den absehbaren Zustand der LST-Anlage zum Zeitpunkt der späteren Übergabe der Planungsverantwortung. Er gilt als Planungsgrundlage für das interne „Vorausplanen“ definierter Bauzustände des nachfolgend beauftragten Ingenieurbüros mit dem Wissen, dass sich durch Realisierung vorheriger Bz der später tatsächlich vorhandene Anlagenzustand und damit die Planungsgrundlage noch verändern kann.

Die beschriebenen Verfahrensweisen visualisiert Abbildung 24 beispielhaft für den Fall, dass zwei Ingenieurbüros mit der Planung von je zwei Bauzuständen

beauftragt sind, bis letztendlich der länger dem Eisenbahnbetrieb zur Verfügung stehende LST-Zielzustand (neuer Bestand) erreicht wird:



**Abbildung 24: Planung von Bauzuständen (Umsetzung Praxis)**

Die Struktur von Abbildung 24 entspricht den bekannten Abläufen aus Abbildung 23, mit folgenden konkreten Eigenschaften:

- Planungsverantwortung zunächst bei Ingenieurbüro 1:
  - zuständig für AP PT 1-Erstellung Bz 1 und Bz 2
  - Definition des erforderlichen Pb und Bb, Bestellung Bestandspläne und Sperrung Pb
  - Planung des voraussichtlichen Übergabezustands (für den absehbaren LST-Anlagenzustand zum Zeitpunkt der Übergabe der Pla-

nungsverantwortung an Ingenieurbüro 2, dieser dient als Grundlage für interne „Vorausplanungen“ des Ingenieurbüros 2)

- Erstellung und Umsetzung AP PT 1 für Bz 1 und Bz 2 wie Regelwerksinterpretation (sequenziell aufeinander aufbauend)
- Erstellung und Rückgabe Bestandsdokumentationen nach Realisierung Bz 2, anschließend Freigabe Pb-Bereich (für Ingenieurbüro 2)
- Planungsverantwortung bei Ingenieurbüro 2 nach Inbetriebnahme und Revision Bz 2:
  - zuständig für AP PT 1-Erstellung Bz 3 und Bz 4
  - Erstellung interner „Planungsentwürfe (AP PT 1)“ auf von Ingenieurbüro 1 übergebenem voraussichtlichen Übergabezustand, solange formal noch keine Planungsverantwortung vorliegend
  - Definition erforderlichen Pb+Bb, Bestellung Bestandspläne und Sperrung Pb nachdem Ingenieurbüro 1 Bestandspläne des in Betrieb genommenen Bz 2 an DVS IZ-Plan übergeben hat
  - Erstellung und Umsetzung AP PT 1 für Bz 3 und Bz 4 wie Regelwerksinterpretation (sequenziell aufeinander aufbauend)
  - Erstellung und Rückgabe Bestandsdokumentation nach Realisierung Bz 4, anschließend Freigabe Pb-Bereich

Voraussetzung für die aufgeführten Zuständigkeiten ist, dass die Planungsbereiche (und Betrachtungsbereiche) innerhalb der Zuständigkeiten je Ingenieurbüro konstant bleiben. Anderenfalls sind diese zwischenzeitlich unter Bestandsplanerstellung, Rückgabe, Entsperrung und Neubestellung anzupassen. Innerhalb der Planungsverantwortung eines Ingenieurbüros können mehrere Mitarbeiter (= natürliche LST-Fachplaner) an der Planungserstellung mitwirken. Dazu sind die entsprechenden Schriftfeldeinträge „Ersteller“ gemäß Ril 819.0103) sowie separate Planverzeichnisse gemäß Anhang 3.5 der VV BAU-STE auszufüllen (vgl. Abschnitt 5.3)

Innerhalb einer Planungsverantwortung können bedingt durch projektspezifische Randbedingungen folgende wesentliche Abweichungen vom (theoretischen) Regelprozess auftreten (vertikale Abhängigkeiten):

- Übergabe informativer Planungsstände (sog. Vorabzüge) an SBI nach Planungserstellung bzw. Einarbeitung der Prüfanmerkungen aus Planprüfung zur Beschleunigung der AP PT 2-Erstellung sowie notwendigen

LST-Materialisierung (Bestellung und Einkauf benötigter LST-Komponenten, z. B. Signale)

- Erstellung AP PT 1 für nachfolgenden Bz sobald vorheriger Bz geplant
- Änderungen aus Begutachtungs-, Freigabe- und Realisierungsschritten des vorherigen Bz müssen bei (vorausseilender) Planung des nachfolgenden Bz möglichst frühzeitig berücksichtigt werden, ggf. Notwendigkeit von Änderungsplanungen (vgl. Abschnitt 5.8), wenn nachfolgender Bz bereits fachtechnisch geprüft.

Benannte vertikale Abhängigkeiten sind auch in Abbildung 24 dargestellt.

Die Zusammenarbeit der LST-Fachplaner unterschiedlicher Zuständigkeiten (Ingenieurbüros) zum Erreichen des gewünschten Zielzustandes lässt sich folgendermaßen charakterisieren (horizontale Abhängigkeiten):

- Abstimmungen auf dem „kurzen Dienstweg“ per Telefon, E-Mail (sofern jeweilige Kontaktdaten bekannt)
- informativer Austausch von Vorabzügen nach Erstellung, Planprüfung, Freigabe, Realisierung zum Aktualisieren der Planungsgrundlagen (ursprünglich: voraussichtlicher Übergabezustand)

Benannte horizontale Abhängigkeiten sind ebenfalls Abbildung 24 dargestellt.

Aufgrund der komplexen Abstimmungen, vor allem bei nachträglichen Änderungen von als sogenannte Vorabzüge verteilten Planungsständen, kann ein erhöhter Ressourcenverbrauch die Folge sein. Weiterhin besteht bei den bisherigen manuellen Änderungen und Einarbeitungen die Gefahr des Entstehens von Inkonsistenzen, wenn nicht alle Planungsunterlagen nachgepflegt werden.

Ein weiteres Problem existiert hinsichtlich vertraglich-finanzieller Auswirkungen beim Umgang mit Vorabzügen, wenn die SBI anhand eines Planungs-(zwischen)standes aufgrund langer Materialisierungszeiten bereits frühzeitig mit der Materialisierung der LST-Komponenten beginnt, jedoch nachträglich Änderungen zu berücksichtigen sind.

Um Mehraufwendungen bei der Planung von aufeinander folgenden Bauzuständen durch die Einarbeitung von Änderungen etwas reduzieren zu können, hat sich in der Praxis die Verfahrensweise etabliert, dass die Planprüfung eines nachfolgenden Bauzustandes möglichst erst beginnt, wenn der vorherige, die Planungsgrundlage liefernde Bauzustand zumindest (erfolgreich) fachtechnisch

geprüft ist. Damit werden faktisch die durch Interpretation der Regelwerkstexte vorhandenen Freiheitsgrade etwas eingegrenzt.

So gut der Ansatz der Aufteilung der Planungsverantwortung auf mehrere Ingenieurbüros gerade bei zeit- und ressourcenkritischen Projektplänen zunächst erscheinen mag, so sind dieser Variante doch prozessuale Grenzen gesetzt, da:

- Planungsverantwortung für jeweiligen Pb weiterhin nur einem Ingenieurbüro zugeteilt, sodass eine Beschleunigung nur bedingt möglich
- erhöhter Abstimmungsbedarf zwischen den beteiligten Ingenieurbüros, gerade bei häufigem Austausch von Vorabzügen sowie Änderungsbedarfe infolge von Revisionseinträgen

Neben den grundsätzlich vorgestellten Möglichkeiten der Aufteilung der Planungsverantwortung bei der Planung von Bauzuständen existieren darüber hinaus drei verschiedene Varianten, wie Revisionseinträge zu einem Bauzustand bei der Planung nachfolgender Bauzustände berücksichtigt werden:

- 1) (direkte) Revision: separate Einarbeitung der Revisionseinträge vor Planung des darauf aufbauenden Bz
- 2) implizite Revision bei Planung des nachfolgenden Bz ohne separate Revisionseinarbeitung (Erstellung von Bestandsplänen)
- 3) Sammelrevision: konzentrierte Einarbeitung der Revisionseinträge aus mehreren Bauzuständen vor Erstellung von Bestandsdokumentationen zu einem definierten, abgestimmten Bauzustand

Den bisherigen Ausführungen zum Umgang mit Bauzuständen liegt Variante 1) zu Grunde. Diese stellt die „sauberste“ Lösung dar, da hier nach Inbetriebnahme jedes Bauzustands die zugehörigen Revisionseinträge separat in die Bestandsdokumentationen und damit Planungsgrundlagen der Erstellung des nächsten Bauzustands eingearbeitet werden. Bei Variante 2) erfolgt wie Einarbeitung der Revisionseinträge aus einem vorherigen Bauzustand während der AP PT 1-Erstellung des nachfolgenden Bauzustands, sodass keine separaten Schwarzdarstellungen der Planungsgrundlage herausgearbeitet werden, sondern ggf. notwendige Änderungen der Planungsgrundlage bei Verwendung früherer Planungsstände (mindestens fachtechnisch geprüft) manuell durch den LST-Fachplaner einzuarbeiten sind. Grundsätzlich werden dabei Bestandsdokumentationen nicht nach jedem in Betrieb genommenen Bauzustand an den



Alv und DVS IZ-Plan übergeben, sondern zu definierten Zeitpunkten. Ähnlich verhält es sich bei Variante 3) mit der Besonderheit, dass Änderungen aus Montage und Abnahme einzelner Bauzustände erst nach einer definierten Folge von Bauzuständen bzw. einem definierten Zeitpunkt in den Bestandsdokumentationen nachgepflegt werden. Diese Möglichkeit bedingt, dass Revisions-einträge vorheriger Bz keinerlei Auswirkungen auf Fachplanungen der darauffolgenden Bauzustände haben, sodass während der Realisierung nachfolgender Bauzustände bis zur Erstellung der Bestandsdokumentationen erhöhter Koordinationsbedarf vor allem bei der abschließenden Sammelrevisionen besteht, um keine Braun-Pink-Einträge zu vergessen.

Obwohl bei Variante 1) die Wahrscheinlichkeit der Verwendung falscher Planungsgrundlagen für aufbauende Bz sowie Erstellung fehlerhafter Bestandsdokumentationen am geringsten ist, haben sich auch die übrigen vorgestellten Varianten der Einarbeitung von Revisionseinträgen in der Praxis etabliert, gerade bei Projekten mit zeitkritischen Inbetriebnahmetermen. Vorderstes Ziel zur Minimierung von Fehlerquellen im LST-Planungsprozess sowie bei der Bestandserstellung muss es daher sein, die Freiheitsgrade auf ein sinnvolles Maß zu reduzieren. Beschleunigte Verfahrensweisen durch Nutzung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung und - übergabe können dafür wesentliche Voraussetzungen bilden.

### **5.9.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess**

Auch beim Umgang mit Bauzuständen sollen die im Kapitel 2 vorgestellten Vorteile aus dem IT-gestützten Planungsprozess mit zentraler Speicherung von Planungs- und Bestandsdaten in der LST-Datenbank sowie des standardisierten Austauschs per XML-Schnittstelle zum Tragen kommen, insbesondere:

- Prozessbeschleunigung durch zentrale LST-Datenmodellbefüllung
- Standardisierung unter sinnvoller Beschränkung von Freiheitsgraden

Dabei bleiben die grundsätzlich in den vorherigen Abschnitten eingeführten Aufgaben und Verfahrensweisen unverändert. Wichtigstes Ziel muss die konsequente Umsetzung der bestehenden Regelwerksvorgaben sowie Weiterentwicklung dieser anhand der identifizierten Anforderungen der Praxis zum Umgang mit mehreren Bauzuständen für das Erreichen eines definierten Zielzustandes sein. Wichtigste Voraussetzung hierfür stellen die in Abbildung 23 illustrierten Abläufe der sequenziellen Folge von Teilschritten dar:

- AP PT 1-Erstellung für einen Bauzustand (Bz n)
- Begutachtung und Freigabe Bz n
- Montage und Abnahme Bz n
- Einarbeitung der Revisionseinträge aus Bz n
- AP PT 1-Erstellung für den auf Bz n aufbauenden Bauzustand (Bz n+1)
- ...

Weiterhin obliegt die Planungsverantwortung für den räumlich und objektspezifisch definierten Planungsbereich (vgl. Abschnitt 5.1) nur einem LST-Fachplaner, das heißt es existiert ein beauftragtes Ingenieurbüro, dessen Mitarbeiter an der AP PT 1-Erstellung wirken und die maßgeblich beteiligten Fachplaner unter Im Schriftfeldeintrag gemäß Ril 819.0103 und Planverzeichnis „Ersteller“ gemäß Anhang 3.5 der VV BAU-STE aufzuführen sind (vgl. Abschnitt 5.1).

Abhängigkeiten zwischen logisch aufeinanderfolgenden Bauzuständen werden vor allem durch den Austausch von Planungsdaten zwischen den beteiligten Planungswerkzeugen über die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank unterstützt. Von besonderer Bedeutung für die Definition der zukünftigen Verfahrensweisen mit PlanPro war eine sinnvolle Eingrenzung der abbildbaren Szenarien für die 1. Uss PlanPro. Diese können wie folgt charakterisiert werden:

- nacheinander folgende, logisch aufeinander aufbauende Bauzustände
- Vermeidung von
  - Tausch der Reihenfolge der Umsetzung geplanter Bauzustände
  - Zusammenlegen mehrerer separat geplanter Bauzustände zu einem gemeinsam in Betrieb zu nehmenden Bz
  - Aufspalten eines geplanten Bz in mehrere zu realisierende Bz

Es bleibt unbestritten, dass die aufgeführten Einschränkungen durchaus wichtige Anforderungen von Praxisprojekten darstellen können und daher im Zielzustand der PlanPro-Verfahrensweisen abbildbar sein sollten. Jedoch mussten zur Erarbeitung der Abläufe im AK Anwendungsfälle zunächst Einschränkungen vorgenommen werden, um überhaupt in sich schlüssige und praktisch umsetzbare Prozesse definieren zu können.

Wichtige Neuerungen für die PlanPro-Verfahrensweisen bei der Planung von Bauzuständen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Grundlage für Planungen von Bauständen bilden Bestandsdaten aus der Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank (bisher: Bestandsdokumentationen von DVS IZ-Plan) sowie revidierte Planungsdaten vorher abgenommener bzw. in Betrieb genommener Bauzustände
- AP PT 1-Erstellung für einen Bauzustand unter Nutzung der Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur (vgl. Abschnitt 4.4.4):
  - Befüllung des LST-Datenmodells (mit Planungswerkzeugen LST)
  - Entfall manueller Datenübertragungen redundanter Angaben aufgrund Nutzung zentraler Datenhaltung
  - Qualitätserhöhung und Prozessbeschleunigung
  - Qualitätsprüfung bereits in Erstellungsphase durch PlaZ (vgl. Abschnitt 6.1)
- Austausch von Planungsdaten im XML-Format über die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank:
  - fertig erstellter Planungen für Begutachtungs- und Freigabeschritte
  - fertig erstellte Planungen für nachfolgend beauftragte Ingenieurbüros (weitere LST-Fachplaner)
  - Planungsstände (informative Planungen) für nachfolgend beauftragte Ingenieurbüros (weitere LST-Fachplaner)
  - Planungsstände (informative Planungen) für andere berechtigte Nutzer, z. B. SBI, Alv
- Reduzierung und Standardisierung der Freiheitsgrade:
  - Regelprozess:  
Planung Bz n → Umsetzung Bz n → Revision Bz n → Planung Bz n+1;  
Beginn der AP PT 1-Erstellung des nachfolgenden Bauzustands n+1 erst nachdem vorheriger Bauzustand Bz n abgenommen und zugehörige Revisionseinträge eingearbeitet;  
„interne“ Planungserstellung im Planungswerkzeug bereits möglich, jedoch Erstimport der erstellten AP PT 1 in die LST-Datenbank erst nach Einhaltung der aufgeführten Bedingung
  - Alternativprozess bei speziellen Projektrandbedingungen (Planung auf Planung):  
Planung Bz n → fachtechnische Prüfung Bz n → Umsetzung Bz n → Revision Bz n → Planung Bz n+1;

Beginn der AP PT 1-Erstellung des nachfolgenden Bauzustands  $n+1$  bereits nachdem vorheriger Bauzustand Bz  $n$  erfolgreich fachtechnisch geprüft wurde (erreichter Status: „fachtechnisch geprüft“, vgl. Abschnitt 7.2);

anschließend Import in Projektdatenhaltung sowie Weitergabe zu Begutachtungs- und Freigabezwecken möglich, bevor Bz  $n$  realisiert und abgenommen;

wichtige Bedingung: Änderungen aus Montage und Abnahme des vorherigen Bauzustands Bz  $n$  müssen in den Planungsgrundlagen des Bz  $n+1$  nachgepflegt werden, z. B. per Änderungsmitteilung (vgl. Abschnitt 5.8);

Ausnutzung entsprechender Freiheitsgrade wie im bisherigen Prozess v. a. bei terminlichen Zwängen, z. B. Gefährdung des geplanten Inbetriebnahmetermins;

Erfordernis einer Auftraggeberentscheidung für diese besondere Verfahrensweise („Risikoübernahmeerklärung“), d. h. der AG trägt (finanzielles) Risiko für alle Folgen, die sich aus diesem abweichenden Prozess „Planung auf Planung“ ergeben;

erhöhter Koordinationsaufwand einschließlich gesteigerten Fehlerrisikos bei Einarbeitung der Revisionseinträge für eine Menge von abgenommenen Bauzuständen (gesammelte Abnahmeprüfpläne für definierte Folge von Bauzuständen) zur Erstellung der Bestandsdaten;

bis zur Durchführung der Sammelrevision: keine aktuellen Bestandsdaten für parallele Planungen (siehe Abschnitt 5.10) sowie Bestandsauskünfte in LST-Datenbank abgespeichert

Wie bisher können Abstimmungen zwischen beteiligten LST-Fachplanern bei Aufteilung der Planungsverantwortung für eine definierte Folge von Bauzuständen auch weiterhin „per kurzen Dienstweg“ mittels E-Mail oder Telefon erfolgen. Der direkte Austausch von Planungsdaten, informativ wie fertig erstellte Planungen, an Projektbeteiligte stellt einen Vorteil zur Qualitätserhöhung und Prozessbeschleunigung dar. Darüber hinaus wirken ebenfalls die Verbesserungen durch Anwendung der zentralen Datenhaltung bei den Teilschritten der Einarbeitung von Revisionseinträgen, Aktualisierung von Planungsgrundlagen sowie Erstellen von Änderungsplanungen zu Bauzuständen.

Wie bei den bisherigen Verfahrensweisen der Praxis soll zu Beginn ein voraussichtlicher Übergabezustand erstellt und über die Projektdatenhaltung ausgetauscht werden können. Weiterhin ist vor einem Wechsel der Planungsverantwortung zwischen beauftragten Ingenieurbüros ein Bestand zu erstellen. Wie in Abschnitt 5.7 vorgestellt, müssen dabei die Revisionseinträge des letzten abgenommenen und in Betrieb genommenen Bauzustands vor dem Wechsel eingearbeitet und Bestandsdaten erzeugt werden. Aus diesen in die LST-Datenbank übergebenen Bestandsdaten werden einerseits durch Nutzung der XML-Visualisierung aktualisierte Bestandsdokumentationen für den Alv und DVS IZ-Plan erzeugt, andererseits bilden sie die Grundlage für die Planung des ersten Bauzustands nach Wechsel der Planungsverantwortung. Dazu werden diese aus der Bestandsdatenhaltung wiederum in die Projektdatenhaltung importiert werden. Nach Abschluss des letzten Bauzustandes und Erreichen des gewünschten Zielzustandes sind für die neu errichtete LST-Anlage wiederum Bestandsdaten und Bestandsdokumentationen zu erzeugen, ebenso kann der Planungsbereich wieder freigegeben werden.

Gemäß prozessualer Randbedingungen für die 1. Uss PlanPro sind noch zwei Varianten der Einarbeitung von Revisionseinträgen zwischen Bauzuständen zulässig:

- 1) direkte Revision: separate Einarbeitung der Revisionseinträge vor Planung des darauf aufbauenden Bauzustands
- 2) Sammelrevision: konzentrierte Einarbeitung der Revisionseinträge aus mehreren Bauzuständen vor Erstellen der Bestandsdaten zu einem definierten Zeitpunkt

Da die Befüllung des LST-Datenmodells nach Einarbeitung von Revisionseinträgen eines abgenommenen Bauzustands den tatsächlichen Anlagenzustand widerspiegelt und damit aktuellere Informationen als die ursprünglich verwendeten Bestandsdaten enthält, wurde festgelegt, dass nach jeder Revision formal Bestandsdaten zu erzeugen und aus der Projektdatenhaltung in die Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank zu übergeben sind. Anschließend kann mit demselben, oder einem angepassten, verfügbaren Planungsbereich der nächste Bauzustand geplant werden. Bei Bedarf können aus diesen aktuellen Bestandsdaten jederzeit den PlanPro-Ausgabeformaten entsprechende Bestandsdokumentationen erzeugt werden. Ein wesentlicher Vorteil dieser Vorzugsvari-

ante besteht neben der Bereitstellung aktueller Planungsgrundlagen darin, dass zeitnah nach Abnahme (und erfolgter Einarbeitung der Revisionseinträge) gegenwartsnahe Bestandsdaten in der Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank vorliegen und für parallel aktive Planungen sowie allgemeine Bestandsauskünfte zur Verfügung stehen.

Obwohl im Regelfall nach der Abnahme eines jeden Bauzustands umgehend die Revisionseinträge eingearbeitet werden sollen, kann bei ungünstigen projektspezifischen Randbedingungen die Notwendigkeit der Verfahrensweise „Planung auf Planung“ bestehen. Dann sind nach einer definierten Folge von Bauzuständen jeweilige Revisionseinträge als Sammelrevision einzuarbeiten und ebenfalls Bestandsdaten zu erzeugen. Diese Möglichkeit der beschleunigten Planung aufeinanderfolgender Bauzustände besteht nur dann, wenn die Revisionseinträge eines  $Bz\ n$  keine Auswirkungen auf die fachliche Planung des nachfolgenden Bauzustands  $Bz\ n+1$  haben, da anderenfalls die Aktualität der Planungsgrundlagen für die AP PT 1-Erstellung des  $Bz\ n+1$  nicht gewährleistet wäre.

Gemäß Vorstellung der drei grundsätzlichen Möglichkeiten zur Einarbeitung von Revisionseinträgen in Abschnitt 5.9.2 bliebe noch die „implizite Revision“ zu diskutieren: Diese ist in den PlanPro-Prozessen der 1. Uss bisher nicht vorgesehen, da nach Einschätzung der Arbeitskreise hierfür kein fachlicher Bedarf mehr besteht. Durch die mit der zentralen Datenabspeicherung unter Nutzung weiterentwickelter Planungswerkzeuge erwartete Prozessbeschleunigung der Einarbeitung der Braun-Pink-Einträge (vgl. Abschnitt 5.7) ist es den Anwendern zuzumuten, entweder umgehend nach Abnahme eines Bauzustands Bestandsdaten durch eine separate Revision zu erstellen oder die Variante „Sammelrevision“ zu nutzen. Damit können Entwicklungsaufwendungen insbesondere für komplexe Vergleichsfunktionalitäten in den Planungswerkzeugen sowie der XML-Visualisierung bzw. dem XML-Vergleich eingespart werden (siehe auch Details zur Containermodellierung im Abschnitt 6.4).

Anhand der vorgestellten PlanPro-Verfahrensweisen zum Umgang mit der Planung und Realisierung von Bauzuständen sollen einerseits bisherige, teilweise regionalbereichs- oder projektspezifisch definierte Verfahrensweisen standardisiert werden. Andererseits lassen sich durch die sinnvolle Reduzierung vorhandener Freiheitsgrade unter Berücksichtigung der erwarteten Vorteile einer

durchgängigen elektronischen Datenhaltung und -übergabe Prozesse beschleunigen und die erforderliche Qualitätserhöhung für AP PT 1-Erstellungen einschließlich Revisionen erreichen.

Möglichkeiten der Einarbeitung von Revisionseinträgen im Zusammenhang mit der Planung von aufeinanderfolgenden Bauständen zeigt nachfolgend Abbildung 25.

Weitere Ausführungen zum Umgang mit Bauzuständen, insbesondere zu den erwarteten Datenflüssen zwischen Planungswerkzeugen und der LST-Datenbank, sind Abschnitt 7.4 und weiteren Anhängen dieser Arbeit zu entnehmen.

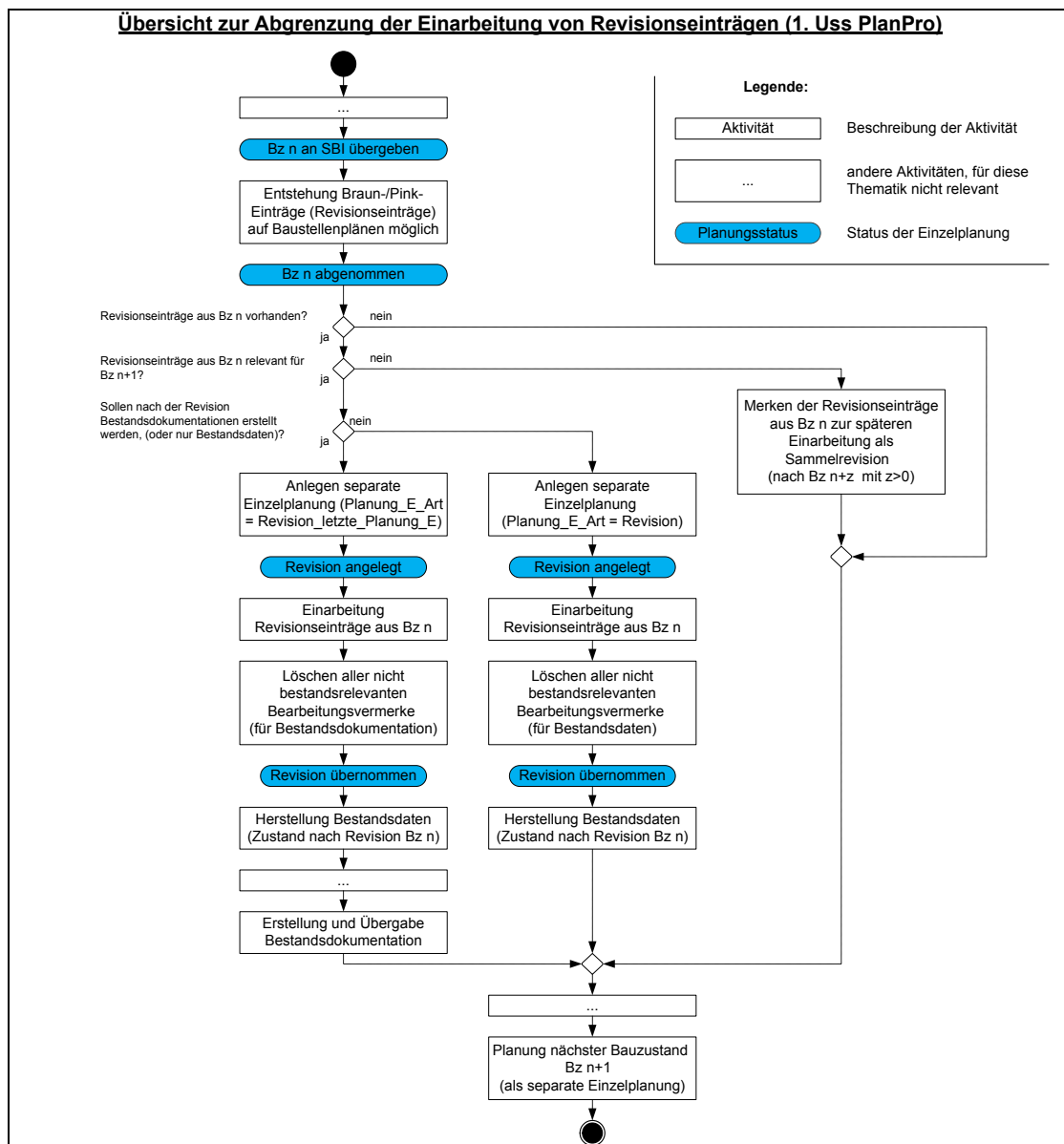


Abbildung 25: Revisionseinträge bei Bauzuständen (1. Uss PlanPro)

#### 5.9.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen

Ausgehend von den vorgestellten Grundlagenbetrachtungen zum Umgang mit Bauzuständen einschließlich derer Eigenschaften, prozessualer Besonderheiten in der bisherigen Praxis und den neuen PlanPro-Verfahrensweisen bestehen unter Berücksichtigung der bislang nur spärlich vorhandenen Regelwerksausagen vielschichtige Anforderungen an bevorstehende Regelwerksüberarbeitungen.

Wesentliche Erkenntnisse hierfür zeigt Tabelle 15:



**Tabelle 15: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Bauzustände**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Begriffsdefinitionen: - Bauzustand (Bz) - voraussichtlicher Endzustand - voraussichtlicher Übergabezustand	VV BAU-STE, Ril 413, 809, 819
	Benennung Besonderheiten von Bauzuständen, z. B.: - Reihenfolgetausch - Zusammenlegung - Aufspaltung - Abbruch einschließlich Umgang mit diesen Szenarien	Ril 809, 819
	Benennung erforderlicher Schritte zur Planung eines Bauzustands einschließlich Komplexitätssteigerungen bei aufeinander folgenden Bauzuständen in - theoretischer Betrachtung (Planung -> Revision) - Praxisanforderungen (Planung auf Planung, mehrere Ingenieurbüros); einschließlich Verantwortlichkeiten insbesondere für notwendige Abstimmungen bei parallel aktiven Nachbarplanungen (mehrere nacheinander beauftragte Ingenieurbüros)	VV BAU-STE, Ril 809, 819
	Definition zu Bedingungen und Verfahrensweisen der Erstellung und Übergabe von Bestandsdokumentationen an Alv bzw. IZ Plan zwischen Bauzuständen	VV BAU-STE, Ril 809, 819, 885
	Integration formalisierter Prozessbeschreibungen für Umgang mit Bauzuständen zum Erreichen des gewünschten Zielzustands: - Regelablauf (Regelwerksvorgaben) - Praxisanforderungen	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
	Benennung und Charakterisierung der bisher vorhandenen Möglichkeiten zur Einarbeitung von Revisionseinträgen: - direkte Revision - implizite Revision - Sammelrevision	Ril 809
	Integration formalisierter Prozessbeschreibungen für bisher vorhandene Möglichkeiten zur Einarbeitung von Revisionseinträgen	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
PlanPro spezifische Anforderungen	Benennung und Charakterisierung der für die 1. Uss PlanPro zulässigen Varianten der Erstellung von Bauzustandsplanungen: - Planung Bz n -> Revision Bz n -> Planung Bz n+1 -> Revision... - Planung Bz n -> Planung Bz n+1 -> ... -> Sammelrevision einschließlich derer Vor-/Nachteile und Definition des Regelprozesses	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Definition zu Bedingungen und Verfahrensweisen der Erstellung von Bestandsdaten und Import dieser in die Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Definition zu Bedingungen und Verfahrensweisen der automatischen Generierung von Bestandsdokumentationen aus erzeugten Bestandsdaten einschließlich Übergabe dieser an Alv und IZ Plan	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Benennung der Aufgaben der LST-Datenbank bei der Planung von Bauzuständen: - Projektdatenhaltung: Austausch von Planungsdaten bei parallel aktiven Nachbarplanungen - Bestandsdatenhaltung: Abspeicherung von Bestandsdaten nach jeder Einarbeitung von Revisionseinträgen, anschließend Bereitstellung aktueller Planungsgrundlagen für Planung des aufbauenden Bauzustands n+1	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration formalisierter Prozessbeschreibungen für Umgang mit Bauzuständen in PlanPro: - Regelprozess (Planung, Revision) - Alternativprozess bei besonderer Notwendigkeit (Planung auf Planung)	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration formalisierter Prozessbeschreibungen für Möglichkeiten der Einarbeitung von Revisionseinträgen: - direkte Revision - Sammelrevision	PlanPro-Prozessbeschreibung

Nachdem der Themenkomplex „Umgang mit Bauzuständen“ ausführlich diskutiert ist, beschäftigt sich der nachfolgende Abschnitt mit dem Umgang von Nachbarplanungen. Dabei treten hinsichtlich zu diskutierender Anforderungen und Umsetzungen Parallelen auf.

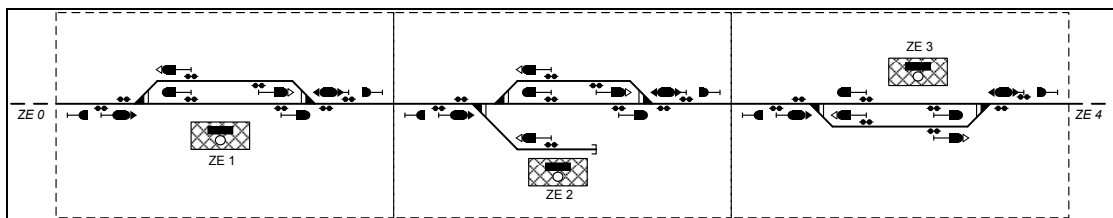
## 5.10 Nachbarplanungen

### 5.10.1 Gegenstand und Aufgaben

Ausgehend von den bisherigen Beschreibungen zur Definition von Planungs- und Betrachtungsbereichen, AP PT 1-Erstellung für einen Bauzustand bis hin zur Erstellung der Bestandsdokumentationen (siehe Abschnitt 5.1 bis 5.7) sowie der Planung und Realisierung mehrerer Bauzustände innerhalb eines (ähnlichen) Pb/Bb (vgl. Abschnitt 5.9) existieren weitere Abhängigkeiten bei der Erstellung und Umsetzung von Ausführungsplanungen, die Projektrisiken darstellen (können).

Aufgrund begrenzter Ressourcen, z. B. Planungskapazitäten von Ingenieurbüros, enger Terminpläne und notwendigerweise oft weit im Voraus festgelegter Inbetriebnahmetermine, können Veränderungen im Rahmen von Infrastrukturprojekten erforderlich sein, deren Ausmaß die Leistungsfähigkeit eines beauftragten LST-Fachplaners (Ingenieurbüro) übersteigt. Konsequenterweise ist zum Einhalten der (engen) Projektpläne die Aufteilung der Planungszuständigkeiten auf mehrere LST-Fachplaner (Ingenieurbüros) erforderlich, die jeweils in ihrem separat zu definierenden Planungsbereich unter Berücksichtigung eines zugehörigen Betrachtungsbereichs planerische Lösungen zum Erfüllen der Aufgabenstellung(en) erbringen.

Zu besserer Nachvollziehbarkeit sei folgende vereinfachte Infrastruktur eingeführt (Abbildung 26):

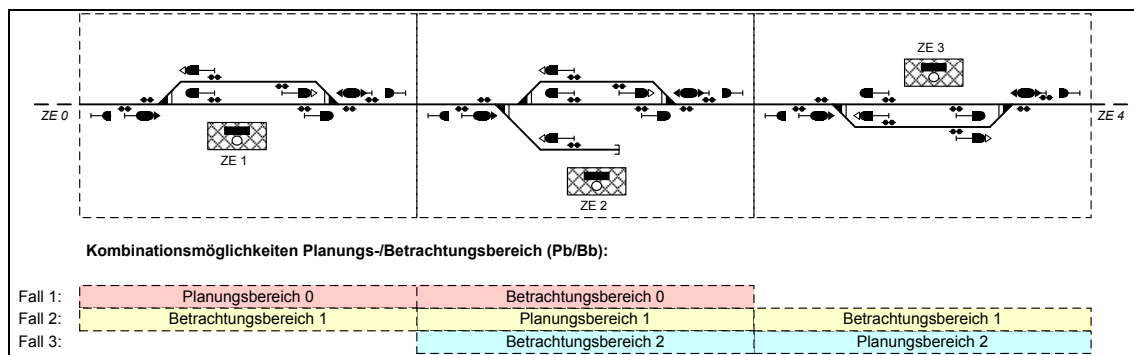


**Abbildung 26: Beispielinfrastruktur für Nachbarplanungen (einfach)**

Diese zeigt den Ausschnitt einer eingleisigen Eisenbahnstrecke mit drei Kreuzungsbahnhöfen. Zur Vereinfachung ist jedem Bahnhof genau eine

ESTW-Zentraleinheit (ESTW-ZE) zugeordnet. Weiterhin können die Infrastrukturen einschließlich LST-Anlagen, welche nur auszugsweise visualisiert sind, auf jeweils einem Lageplan/schematischen Übersichtsplan je Bahnhof abgebildet werden. Damit stellt jeder Bahnhof einschließlich zugehöriger Bestandsdokumentationen eine ESTW-ZE dar, sodass auch für spätere Erklärungen die für die 1. Uss PlanPro bestehende Forderung der SBI bzgl. der Übergabe von Planungen im Umfang einer ESTW-ZE erfüllt ist (vgl. Abschnitt 4.3.2).

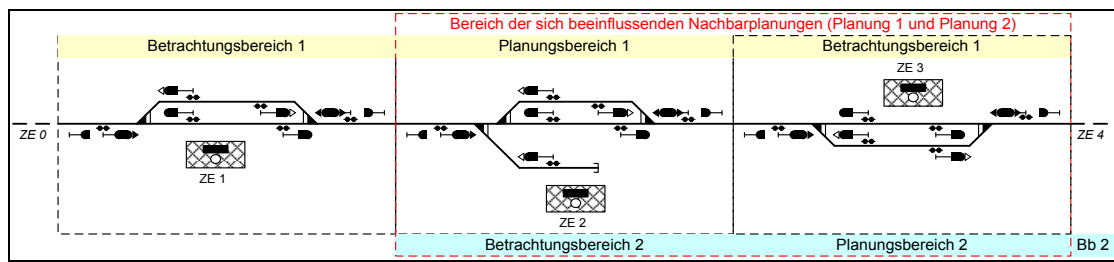
Gemäß eingeführter Verfahrensweisen zur Definition von Planungs- und Betrachtungsbereichen (vgl. Abschnitt 5.1) lassen sich unter der Bedingung, dass jede Zentraleinheit (und damit auch jeder Blattschnitt) einen separaten Bereich darstellt, bereits drei Kombinationsmöglichkeiten hinsichtlich der Zuordnung benachbarter Planungs- und Betrachtungsbereiche visualisieren (Abbildung 27):



**Abbildung 27: Kombinationsmöglichkeiten Pb/Bb (einfach)**

Hieraus ergeben sich Wechselwirkungen zwischen parallel aktiven *Nachbarplanungen*, wenn bei einer Streckenmodernisierung die AP PT 1-Erstellung an (drei) verschiedene Ingenieurbüros so vergeben wird, dass jedem Ingenieurbüro die Planungsverantwortung für genau eine ESTW-ZE zugeordnet ist.

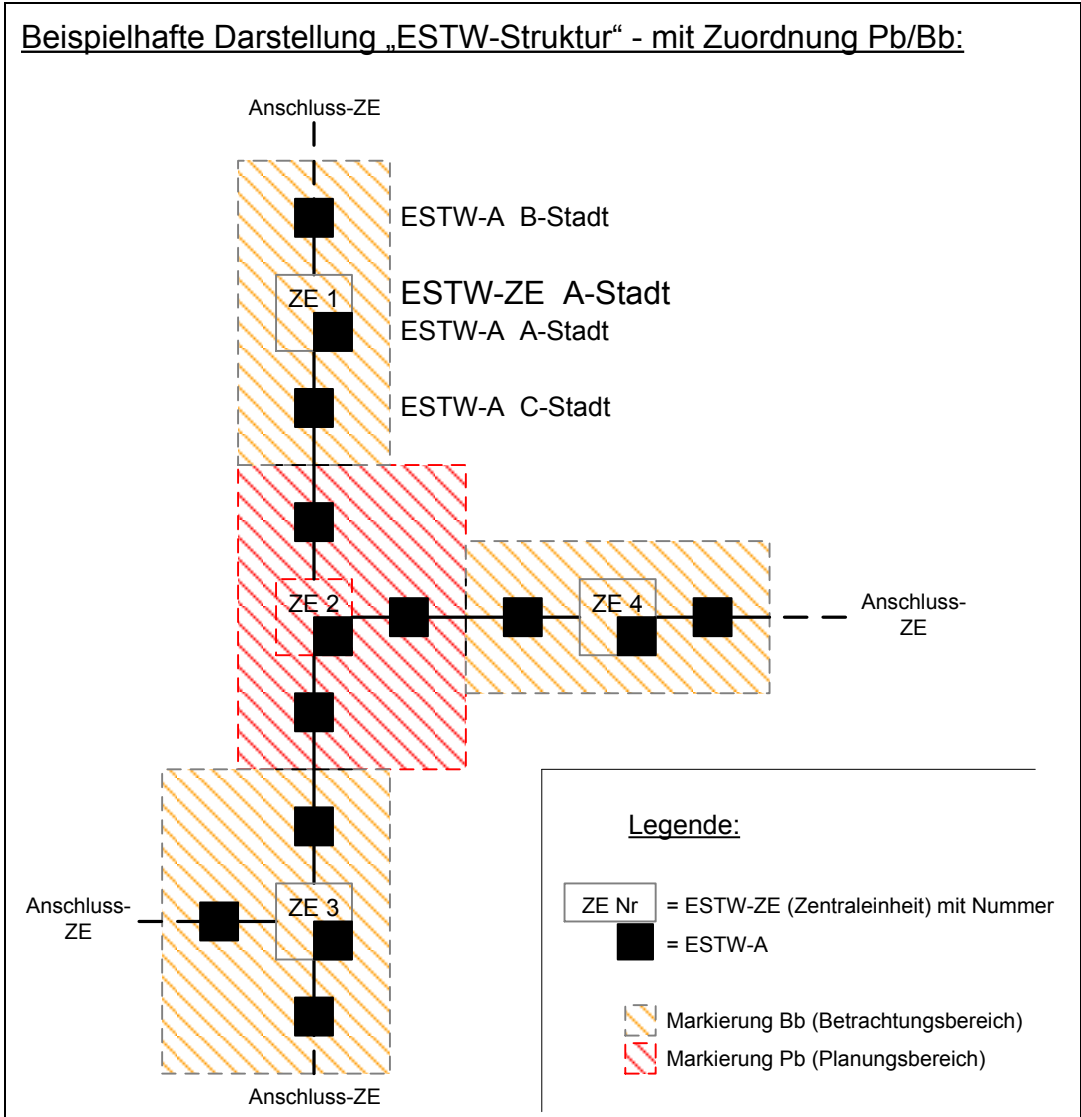
Stellvertretend bestehen Abhängigkeiten zwischen zwei konkreten, durch verschiedene Ingenieurbüros parallel zu erstellenden Nachbarplanungen, wenn diese beispielsweise so stattfinden, dass Planungsbereich 1 der ZE 2 und Planungsbereich 2 der ZE 3 entsprechen. Abbildung 28 verdeutlicht benannte Zusammenhänge:

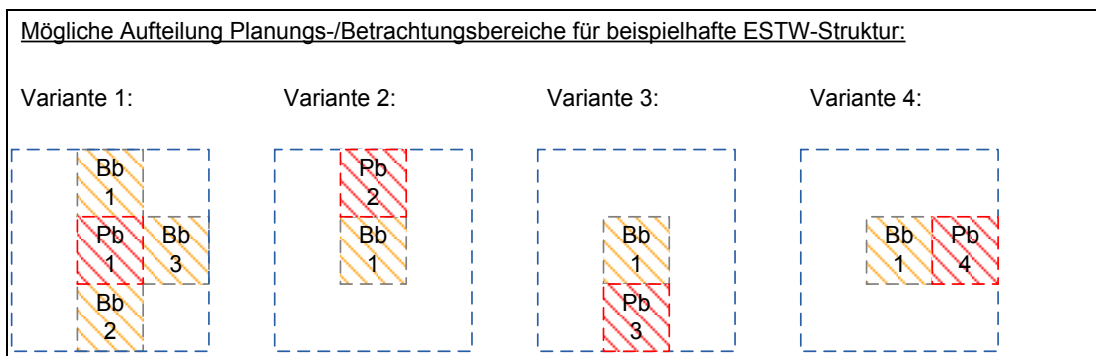


**Abbildung 28: Planungs- und Betrachtungsbereiche bei Nachbarplanungen**

Die Determiniertheiten lassen sich dahingehend konkretisieren, dass jeder Planungsbereich gleichzeitig (mindestens) einem Betrachtungsbereich einer parallel aktiven Nachbarplanung entspricht. Da jede für einen Pb erstellte AP PT 1 zu den zu berücksichtigenden Betrachtungsbereichen passfähig sein muss, was auch im Rahmen der fachtechnischen Prüfung durch den Planprüfer begutachtet wird (vgl. Abschnitt 5.4), ergibt sich hieraus beispielsweise die Pflicht der wechselseitigen Betrachtungsbereichsaktualisierung vor Fertigstellung der jeweiligen AP PT 1, da jede Änderung im eigenen Planungsbereich gleichzeitig auch eine Veränderung im Betrachtungsbereich der parallel aktiven Nachbarplanungen bedeutet.

Zur Veranschaulichung der Abhängigkeiten zwischen Nachbarplanungen sei eine komplexere ESTW-Struktur eingeführt (Abbildung 29):

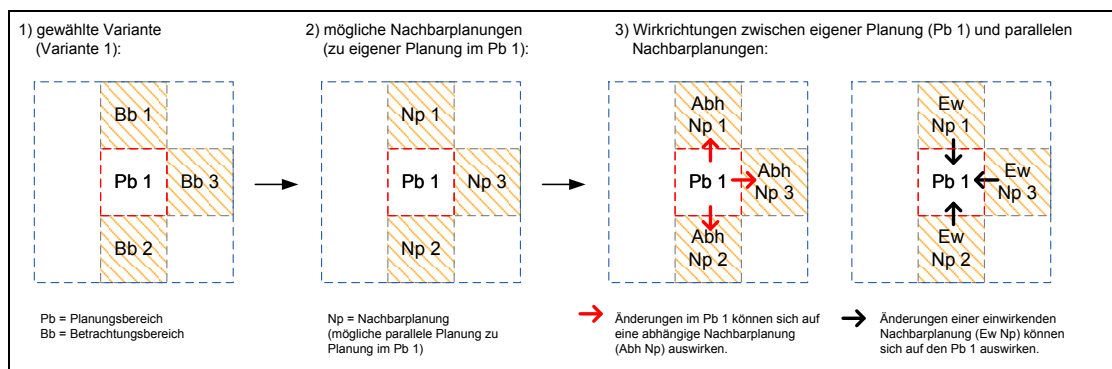




**Abbildung 30: Kombinationsmöglichkeiten Pb/Bb (komplex)**

Zur Verdeutlichung der Wechselwirkungen zwischen benachbarten Planungen wird im Folgenden Variante 1 weiter diskutiert. Hierbei bildet ESTW-ZE 2 (ZE 2) den Planungsbereich, die bei der AP PT 1-Erstellung zu berücksichtigenden Betrachtungsbereiche bestehen aus den Zentraleinheiten 1, 3, 4 (ZE 1, ZE 3, ZE 4). Finden in den gewählten Betrachtungsbereichen selbst andere, parallele LST-Planungen statt, so unterliegen diese Nachbarplanungen selbst Veränderungen durch jeweils eigene Planungsbereiche, sodass insgesamt bis zu drei weitere parallele Planungen bezüglich der Aktualität der Betrachtungsbereiche zu berücksichtigen sein können.

Bei Wechselwirkungen zwischen benachbarten Planungs- und Betrachtungsbereichen können grundsätzlich zwei verschiedene Eigenschaften - einwirkende und abhängige Nachbarplanung - unterschieden werden (siehe Abbildung 31):



**Abbildung 31: Wirkrichtungen bei Nachbarplanungen**

Die Begriffe der abhängigen und einwirkenden Nachbarplanungen selbst sind bisher außerhalb PlanPro noch nicht allgemein definiert, entsprechen aber den anerkannten Regeln der Technik hinsichtlich der bisher implizit zu berücksichtigenden Abstimmungen zwischen parallel aktiven Nachbarplanungen.

Diesbezüglich können folgende Eigenschaften jeweils charakterisiert werden:

- *Abhängige Nachbarplanung (Abh Np):*
  - Änderungen im eigenen Planungsbereich haben Auswirkungen auf Betrachtungsbereiche der Nachbarplanungen.
  - In dessen Konsequenz sind die betroffenen Nachbarplanungen zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen.
- *Einwirkende Nachbarplanung (Ew Np):*
  - Änderungen im eigenen Betrachtungsbereich, hervorgerufen durch parallele Planungen in deren Pb, führen dazu, dass die planerische Lösung für den eigenen Planungsbereich überprüft und ggf. angepasst werden muss, um die Passfähigkeit von Pb und Bb zu gewährleisten.
  - Es besteht ein erhöhter Koordinationsaufwand, da mehrere parallele Planungen im eigenen Betrachtungsbereich wirksam werden können und damit hinsichtlich ihrer Auswirkungen überprüft werden müssen.

Unabhängig von der Wirkrichtung, bei aktiven Nachbarplanungen können beide gleichzeitig auftreten, müssen Abstimmungen bei der AP PT 1-Erstellung so vorstattengehen, dass bei Abgabe der jeweiligen Planung zur fachtechnischen Prüfung die Pb und zugehörigen Bb fachlich zueinanderpassen, da dies auch Gegenstand der Planprüfung ist (vgl. Abschnitt 5.4).

Bei Erfüllung der aufgeführten Anforderungen unterscheiden sich die prozessualen Verfahrensweisen zwischen bisherigem und zukünftigem Planungsprozess, wie die beiden nachfolgenden Abschnitte verdeutlichen.

### **5.10.2 Bisheriger Prozess**

Die in den Abschnitten 5.1 und 5.2 vorgestellten Randbedingungen zur Definition Pb/Bb, Bestellung Bestandsunterlagen einschließlich Überprüfung dieser mit dem Zustand der LST-Anlage vor Ort bleiben für jede Planung unverändert.

Das bedeutet zusammengefasst:

- Planungsverantwortung jedes LST-Fachplaners nur für seinen jeweils beauftragten Pb
- Bestellung, Lieferung Bestandspläne von DVS IZ-Plan sowie Sperrung der Bestandspläne für jeweiligen Pb

- Lieferung Bestandspläne des jeweils benötigten Bb nur zur Information

Gegenüber bisherigen Ausführungen besteht nun die Besonderheit darin, dass die zur Information von DVS IZ-Plan erhaltenen Bestandspläne des jeweils erforderlichen Bb selbst als Planungsbereiche für parallel aktive Planungen (= Nachbarplanungen) gesperrt sind und deswegen Änderungen erfahren werden. Somit können sie nur bedingt als Grundlage für planerische Lösungen im eigenen Pb verwendet werden. Vielmehr bestehen Wechselwirkungen darin, dass die Aktualität der eigenen Bb durch Abstimmungen mit den LST-Fachplanern der parallelen Nachbarplanungen zu überprüfen und notwendigerweise selbst herzustellen ist, damit die Passfähigkeit von Pb und Bb einer fachtechnisch zu prüfenden Planung gewährleistet ist.

Mangels Vorgaben definierter Verfahrensweisen in bestehenden Regel- und Vorschriftenwerken, bspw. VV BAU-STE, Ril 809 und Ril 819, haben sich in der Praxis verschiedene Abläufe etabliert, ohne dass diese allgemein zugänglich dokumentiert wurden. Die Passfähigkeit der Planungs- und Betrachtungsbereiche wird entweder direkt durch den LST-Fachplaner oder unter Mitwirkung des Projektmanagements hergestellt. Ersterer Verfahrensweise können folgende Eigenschaften zugeordnet werden:

- Abstimmung per „kurzem Dienstweg“, d. h. per Telefon oder E-Mail
- informative Übernahme der Änderungen im Bb durch eigenständige manuelle Eintragungen oder Integration von Planungsständen der Nachbarplanung(en) in eigene Planungsunterlagen
- Vermerk des Standes der berücksichtigten Nachbarplanungen im Erläuterungsbericht als Nachweis für den Planprüfer
- Überprüfen der eigenen Planung im Pb und
  - ggf. Überarbeitung der eigenen Planung zur Herstellung der Passfähigkeit Pb+Bb, oder
  - Information an Nachbarplaner bzgl. notwendiger planerischer Änderungen in dessen Pb (= eigenem Bb) um Passfähigkeit Pb+Bb herzustellen

Voraussetzung für die beschriebenen Lösungsmöglichkeiten ist einerseits, dass die Kontaktdaten benachbarter LST-Fachplaner (konkrete Mitarbeiter der Ingenieurbüros) bekannt sind und andererseits ein kollegiales Zusammenarbeiten der Fachplaner (auch auf persönlicher Ebene) möglich ist. Ein zweiter Weg wä-



re die Anforderung offizieller Stände der Nachbarplanung(en) über den Projektleiter bzw. das Projektmanagement. Dabei werden dem AP PT 1-Ersteller aktuelle Planungsgrundlagen/-stände seitens der Projektleitung organisiert und zugesichert, jedoch ist diese Verfahrensweise aufwendiger als die Abstimmung per „kurzem Dienstweg“. Andererseits können so Abstimmungsfehler, die sonst bei Nutzung von Fernkommunikationsmitteln wie Telefon und E-Mail möglich erscheinen, ausgeschlossen werden. [ROT16]

Unabhängig von der Art der Betrachtungsbereichsaktualisierung besteht bei notwendigen Überarbeitungen des eigenen Pb bisher das in den vorangegangenen Abschnitten erläuterte Problem, dass (fachliche) Änderungen manuell, meist CAD-gestützt, durch den LST-Fachplaner übertragen werden müssen. Neben einer hohen Ressourcenbelastung bedeutet dies vor allem ein Restrisiko bezüglich entstehender Inkonsistenzen innerhalb einer AP PT 1 und damit eine Beeinträchtigung der Planungsqualität.

Aufgrund der Wechselwirkungen bei benachbarten Pb/Bb können iterative Aktualisierungen zwischen Nachbarplanungen notwendig sein. Als Fachbegriff kann hierfür die wechselseitige Aktualisierung von Betrachtungsbereichen eingeführt werden. Dabei werden grundsätzlich zwei verschiedene Verfahrensweisen unterschieden, die sich fachlich an der Inbetriebnahme des geplanten Bauzustands (AP PT 1 eines Bz) orientieren:

- 1) unabhängige Inbetriebnahme mit einseitiger Bb-Aktualisierung
- 2) gleichzeitige Inbetriebnahme mit wechselseitiger Bb-Aktualisierung

Während bei Variante 1) beide AP PT 1-Planungen unabhängig voneinander in Betrieb genommen werden und damit eine Planung zuerst umgesetzt wird, deren abgenommener Zustand (einschließlich Revisionseinträge) als Planungsgrundlage und damit bei der Bb-Aktualisierung bei der nachfolgend in Betrieb zu nehmenden Nachbarplanungen zwingend zu berücksichtigen ist, verkompliziert Variante 2) die Abstimmungen zwischen parallel aktiven Nachbarplanungen. Hier sollen mehrere, durch verschiedene LST-Fachplaner (Ingenieurbüros) separat erstellte AP PT 1 zeitgleich in Betrieb genommen werden. Deswegen müssen hier die jeweiligen Pb und Bb zum gemeinsamen Inbetriebnahmezeitpunkt passfähig sein. Diese Bedingung gehört bereits zu den Begutachtungsinhalten der fachtechnischen Prüfung. Deswegen müssen zum Abschluss der AP PT 1-Erstellung die wechselseitigen Betrachtungsbereichsaktualisierungen

ggf. mehrmals, iterativ durchgeführt werden, so lange, bis sich durch die Übernahme des aktuellen Bb (= Pb einer Nachbarplanung, einwirkende Nachbarplanung) keine Änderungen mehr auf den eigenen Pb (= Bb ein oder mehrerer Nachbarplanungen, abhängige Nachbarplanung(en)) ergeben.

Damit sind insgesamt zusätzliche Abstimmungen zwischen parallelen Nachbarplanungen innerhalb des Gewerks LST (gleiches Untergewerk, z. B. ESTW gemäß 1. Uss PlanPro) notwendig, die Mehraufwand in dem ohnehin komplexen LST-Planungsprozess bedeuten. Zur Prozessbeschleunigung und Qualitätserhöhung sollen zukünftig auch hierfür die Vorteile der zentralen Datenhaltung und elektronischen Datenübergabe mit PlanPro genutzt werden.

### 5.10.3 Zukünftiger PlanPro-Planungsprozess

Die in den vorangegangenen Abschnitten definierten Grundlagen von der Definition der Pb/Bb bis hin zur Erstellung der AP PT 1-Daten unter Nutzung der Planungswerkzeuge LST bleiben unverändert (vgl. Abschnitte 5.1 bis 5.3).

Für die Thematik des Umgangs mit parallel aktiven Nachbarplanungen sind vor allem die Funktionalitäten der LST-Datenbank als „Drehscheibe“ für den Austausch von Planungsdaten von besonderer Bedeutung. Neben den weiterhin zulässigen und erforderlichen Abstimmungen per „kurzem Dienstweg“ zwischen benachbarten LST-Fachplanern soll das manuelle Übernehmen von Aktualisierungen im eigenen Bb (aufgrund von Pb-Änderungen bei der Nachbarplanung) entfallen. Stattdessen können fertig erstellte AP PT 1-Planungsdaten<sup>5</sup> über die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank ausgetauscht und anschließend in die Planungswerkzeuge LST importiert werden. Folgende Teilschritte sind hierfür notwendig:

- Erstellung AP PT 1-Daten einer Planung 1 (Pb 1)
- PlaZ-Prüfung für erstellte Planungsdaten (vgl. Abschnitt 6.1), auch für Zwischenstände möglich
- XML-Import der Planungsdaten in Projektdatenhaltung
- Import der Planungsdaten aus Projektdatenhaltung in Planungswerkzeug LST für Betrachtungsbereichsaktualisierung der Nachbarplanung (denn Bb 2 = Pb 1)

---

<sup>5</sup> auch bereits qualitätsgeprüfte Zwischenstände

- Überprüfung der planerischen Lösung im eigenen Pb der Nachbarplanung (Pb 2), ggf. Überarbeitung AP PT 1 für Pb 2
- Import AP PT 1 für Planung 2 (Pb 2) in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank

Bezüglich der Wechselwirkungen zwischen parallel aktiven Nachbarplanungen können weiterhin beide vorgestellten Verfahren unterschieden werden:

- 1) unabhängige Inbetriebnahme mit einseitiger Bb-Aktualisierung
- 2) gleichzeitige Inbetriebnahme mit wechselseitiger Bb-Aktualisierung

Bei der unabhängigen Inbetriebnahme wird eine Planung zuerst umgesetzt, abgenommen und anschließend die neu errichtete Infrastrukturanlage in Betrieb gesetzt, sodass die Betrachtungsbereichsaktualisierung nur für nachfolgende Planungen erforderlich ist. Dagegen sollen bei Variante 2) der gleichzeitigen Inbetriebnahme mehrere getrennt erstellte AP PT 1 zu einem gleichen Zeitpunkt abgenommen und in Betrieb gesetzt werden. Dafür müssen die entsprechenden Pb und Bb mehrerer Nachbarplanungen iterativ aktualisiert werden, solange, bis sich durch dies wechselseitigen Betrachtungsbereichsaktualisierungen keine Auswirkungen mehr auf die jeweiligen Planungen und damit notwendige Planungsanpassungen ergeben.

Zum besseren Verständnis der prozessualen Abläufe unter Berücksichtigung beteiligter Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur sind formale Prozessbeschreibungen für beide Varianten der wechselseitigen Aktualisierung von Betrachtungsbereichsdaten im „Anhang K: Aktualisierung von Betrachtungsbereichen“ beigefügt.

Zusammenfassend seien die Vorteile der elektronischen Datenhaltung und Datenübergabe mit PlanPro für den Themenkomplex „Umgang mit Nachbarplanung“ wie folgt beschrieben:

- Import aktueller/aktualisierter und durch PlaZ qualitätsgeprüfter Planungsdaten für Pb und Bb aktiver Nachbarplanungen
- damit: Bereitstellung aktueller Planungsdaten für Betrachtungsbereiche paralleler Planungen
- Import dieser aktualisierten Bb-Daten in Planungswerkzeuge; Entfall manueller, fehleranfälliger Datenübernahmen zur Aktualisierung der Bb

- einfachere AP PT 1-Überarbeitungen resultierend aus Bb-Aktualisierungen, indem jedes Planungsdatum (Wert des LST-Datenmodells) durch den Fachplaner nur noch an einer Stelle nachzupflegen ist
- Vereinfachung iterativer Bereichsaktualisierungen durch Datenbereitstellung und Datenaustausch zwischen Planungswerkzeugen über Projektdatenhaltung der LST-Datenbank
- automatisierte Generierung aktueller PlanPro-Ausgabeformate unter Nutzung der XML-Visualisierung; Entfall manueller Datenübernahmen

Nachdem die einmalige bzw. iterative Betrachtungsbereichsaktualisierung bei mehreren aktiven Nachbarplanungen durch Herstellen der Passfähigkeit von Planungs- und Betrachtungsbereichsdaten abgeschlossen ist, können die Planungen nach einer erfolgreichen PlaZ-Prüfung in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank importiert und den weiteren Begutachtungsschritten zugeführt werden. Dabei durchlaufen die Planungen die in Abschnitt 5.4 vorgestellten Schritte.

Letztendlich werden so Abläufe beschleunigt, Ressourcen effizienter genutzt und die Planungsqualität aller aktiven Nachbarplanungen erhöht. In dessen Konsequenz lassen sich auch zusätzliche Projektrisiken, v. a. die Gefährdung des weit im Voraus festgelegten und (politisch) bedeutsamen Inbetriebnahmetermins, reduzieren. Wichtig ist dabei, dass erforderliche Änderungen in den Begutachtungs- und Umsetzungsschritten, z. B. Änderungsplanungen oder Revisionseinträge, letztlich nicht nur Auswirkungen auf eine einzelne Planung sondern auch auf parallel aktive Nachbarplanungen haben können. Auf weitere Diskussionen muss an dieser Stelle aus Gründen des Umfangs verzichtet werden.

#### **5.10.4 Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen**

Die aufgeführten Randbedingungen und Verfahrensweisen für den bestehenden Planungsprozess bei parallelen Nachbarplanungen sowie Anforderungen an den zukünftigen Planungsprozess mit PlanPro sind bisher nur unzureichend in den Regel- und Vorschriftenwerken abgebildet. Hieraus ergeben sich folgende wichtigen Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitungen (Tabelle 16):

**Tabelle 16: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Nachbarplanungen**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Begriffsdefinitionen: - Nachbarplanung - abhängige Nachbarplanung - einwirkende Nachbarplanung	VV BAU-STE, Ril 809, 819
	Vorgabe zur Pflicht der (informativen) Abstimmung beteiligter LST-Fachplaner bei parallel aktiven Nachbarplanungen zum Erreichen der Integrität der jeweiligen Pb und Bb vor Abgabe der erstellten AP PT 1 zur fachtechnischen Prüfung	VV BAU-STE, Ril 809, 819
	Benennung der Notwendigkeit wechselseitiger Betrachtungsbereichsaktualisierungen bei parallel aktiven Nachbarplanungen unter Berücksichtigung der Varianten: - unabhängige Inbetriebnahme (einseitige Aktualisierung) - gleichzeitige Inbetriebnahme (wechselseitige Aktualisierung) einschließlich zugehöriger Aufgaben	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
	Integration formalisierter Prozessbeschreibungen bzgl. Wirkrichtungen von Nachbarplanungen sowie Möglichkeiten der Betrachtungsbereichsaktualisierungen	Ril 809 oder separate Prozessbeschreibung
PlanPro spezifische Anforderungen	Definition der Möglichkeiten und erforderlichen Prozessschritte der Betrachtungsbereichsaktualisierungen unter Nutzung der definierten Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur, insbesondere Projektdatenhaltung der LST-Datenbank, Planungswerkzeuge LST sowie PlaZ einschließlich des darauf folgenden Imports der erstellten Planungsdaten in die Projektdatenhaltung und automatisierten Erzeugung der PlanPro-Ausgabeformate unter Nutzung der XML-Visualisierung	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	Formalisierte Prozessbeschreibung für Umsetzung der wechselseitigen Aktualisierung von Betrachtungsbereichen, Import Planungsdaten in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank sowie automatisierter Erzeugung der PlanPro-Ausgabeformate für weitere Begutachtungsschritte	Ril 809 oder PlanPro-Prozessbeschreibung

Die in diesem Kapitel vorgestellten Themenkomplexe entsprechen den wesentlichen Schritten für die Erstellung der AP PT 1, Begutachtung und Freigabe, über die Realisierung vor Ort bis hin zur Erstellung aktueller Bestandsunterlagen. Weiterhin beinhalten die vorgenommenen Prozessanalysen und Definitionen zukünftiger PlanPro-Verfahrensweisen einschließlich notwendiger Regelwerksanpassungen wesentliche Aussagen zu besonderen Themen, die bei der Durchführung von Praxisprojekten oftmals zu berücksichtigen sind, ohne dass diese bisher ausreichend in den Regel- und Vorschriftenwerken thematisiert werden.

Darüber hinaus existieren Themenfelder, die durch PlanPro und die durchgängige elektronische Datenhaltung völlig neu betrachtet und in die Prozessabläufe integriert werden müssen. Diese stehen im Mittelpunkt des nachfolgenden Kapitels stehen.

## 6 Grundlegende Neuerungen mit PlanPro

In diesem Kapitel sollen Anforderungen und Prozessschritte vorgestellt werden, die aus der durchgängigen elektronischen Datenhaltung unter Verwendung der PlanPro-System- und Softwarearchitektur resultieren und somit bei bisherigen Planungsprojekten nicht zu berücksichtigen waren.

Dazu gehören beispielhaft die Themenfelder:

- Plausibilitäts- und Zulässigkeitsprüfung (PlaZ)
- Bestandsdigitalisierung
- Verbundplanung
- Containermodellierung
- Objektmanagement
- Änderungsmanagement/Versionshebung

Da es sich im Wesentlichen um Neuerungen handelt, erfolgt eine Anpassung der inhaltlichen Schwerpunkte gegenüber den Ausführungen im Kapitel 5, da nun beispielsweise die Analyse bisheriger Prozesse entfallen muss. Somit konzentrieren sich die Ausführungen auf die themenspezifische Vorstellung von:

- Gegenstand und Aufgaben
- Umsetzung und Regelwerksanforderungen

Nach Vorstellung der Thematik bzw. inhaltlicher Aufgaben werden die PlanPro-Prozesse unter Herausarbeitung grundlegender Anforderungen an Regelwerksanpassungen zur Legitimation der praktischen Umsetzung zukünftiger Verfahrensweisen dargestellt. Dabei liegt der Fokus auf wesentlichen Besonderheiten.

Auf weiterführende, themenspezifische Detailerläuterungen muss in den nachfolgenden Abschnitten weitestgehend verzichtet werden, da sich einerseits die Ausführungen nur auf grundlegende Zusammenhänge für das Gesamtverständnis beschränken sollen und andererseits die Notwendigkeit zur Abgrenzung aus Gründen des Umfangs dieser Arbeit besteht.

Zudem war bei Redaktionsschluss die Definition der Detailabläufe einschließlich derer praktischer Umsetzung noch nicht endgültig abgeschlossen, sodass nur ein temporär konsolidierter Arbeitstand wissenschaftlich aufbereitet vorgestellt werden kann.

## 6.1 Plausibilitäts- und Zulässigkeitsprüfung (PlaZ)

### 6.1.1 Gegenstand und Aufgaben

Ausgehend von den am PlanPro-Planungsprozess beteiligten Systemen (vgl. Abschnitt 4.4) erfüllt die Plausibilitäts- und Zulässigkeitsprüfung (kurz: PlaZ) besondere Aufgaben, um die Planungsqualität zu erhöhen. Während das LST-Datenmodell umfassende Möglichkeiten zum Abbilden der LST-Anlagen einer Eisenbahninfrastruktur zur Verfügung stellt, die nur geringfügig auf Einhaltung der Regel- und Vorschriftenwerksvorgabe eingeschränkt sind (vgl. Abschnitt 2.2.2), müssen die mit den Planungswerkzeugen LST erstellten Planungen auf die planungsspezifisch richtige Anwendung der (fachlichen) Freiheitsgrade überprüft werden.

Der Umfang der Prüfungen zur Erfüllung der hohen Qualitätsansprüche an Planungs- und Bestandsdaten bezieht sich hierbei auf folgende 4 Ebenen:

- Gültigkeit, Signatur und Wohlgeformtheit der XML-Datei
- schlüssige Befüllung der Attribute eines Objektes samt zugehöriger Referenzen
- Passfähigkeit der Objekte zueinander
- Funktionalität/Beanspruchung der Objekte untereinander

Hierfür sind in der PlanPro-Systemarchitektur vier verschiedene Komponenten vorgesehen, die gemäß der vorgesehenen Prüfzwecke PlaZ zugeordnet werden:

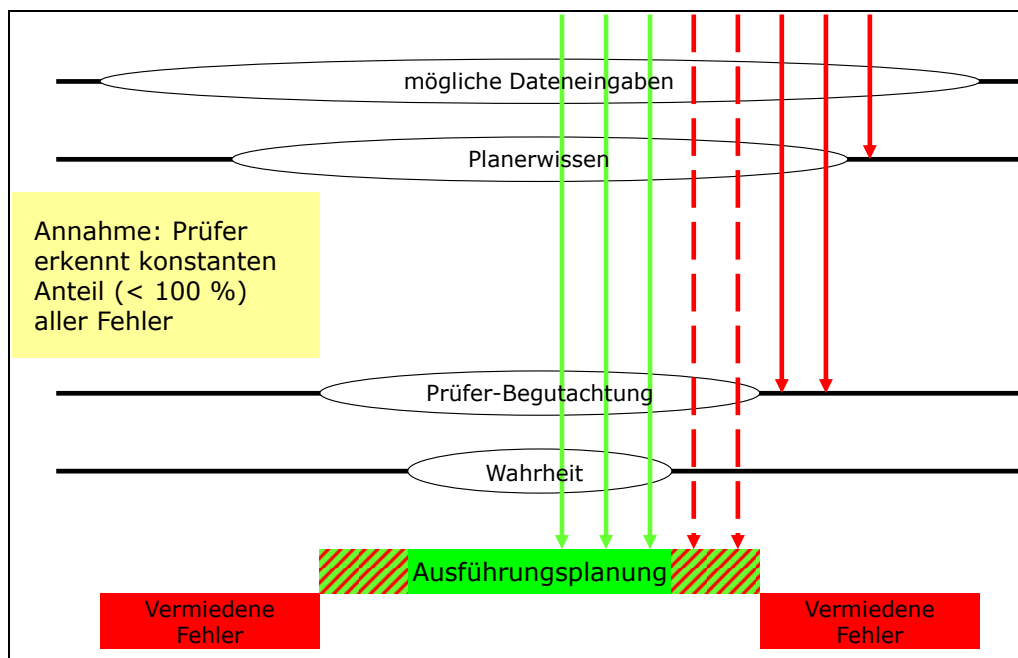
- PlaZ-Abhängigkeit
- PlaZ-Konsistenz
- PlaZ-LST
- PlaZ-Modell

Während mittels PlaZ-Konsistenz bei der Integration von Planungsdaten in die LST-Datenbank Inkonsistenzen identifiziert und durch PlaZ-Abhängigkeit die Aktualität von Ausgangsdaten bzw. (Planungs-)Daten von Betrachtungsbereichen gewährleistet werden sollen, müssen modellierungstechnische Vorgaben, beispielsweise dass ein an einer Gleiskante verortetes LST-Objekt in seiner Position nicht über die eigentliche Länge der Gleiskante hinausragt, überprüft werden. Die fachliche, LST-spezifische Überprüfung von erstellten Planungsdaten gemäß definierter Prüfregeln findet in der Komponente „PlaZ-LST“ statt.

Dabei werden „semantische Zusammenhänge, also Sachverhalte, die je nach Anwendungsfall und -zusammenhang in unterschiedlicher Form erfüllt sein müssen“ [BRÖ15] getestet. Beispielweise lässt die fachliche, im LST-Datenmodell definierte Modellierung für eine Weichenanlage 1 bis 4 Zungenpaare zu, jedoch besitzt eine einfache Weiche nur 1 Zungenpaar, während bei einer doppelten Kreuzungsweiche 4 Zungenpaare ausgeprägt sind. Somit ist durch PlaZ-LST in Abhängigkeit von der konkreten Weichenart zu überprüfen, ob die Befüllung des LST-Datenmodells durch den LST-Fachplaner korrekt ist. Andere Details zu den notwendigen PlaZ-Prüfungen können beispielsweise in [BRÖ15] nachgelesen werden.

Wichtig für weitere Betrachtungen zur Definition der zukünftigen Verfahrensweise ist die Tatsache, dass nur PlaZ-geprüfte (PlaZ-LST) Planungsdaten in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank importiert werden können, um die Qualitätsanforderungen zu erfüllen. Detaillierte Beschreibungen zur Verfahrensweise von PlaZ werden im Abschnitt 6.1.2 integriert.

Zunächst soll erneut die Bedeutung der PlaZ-Prüfung im Gesamtkontext der AP PT 1-Erstellung einschließlich Begutachtung thematisiert werden. Betrachtet sei dazu der „Datentrichter bisheriger LST-Planungen“ (Abbildung 32):



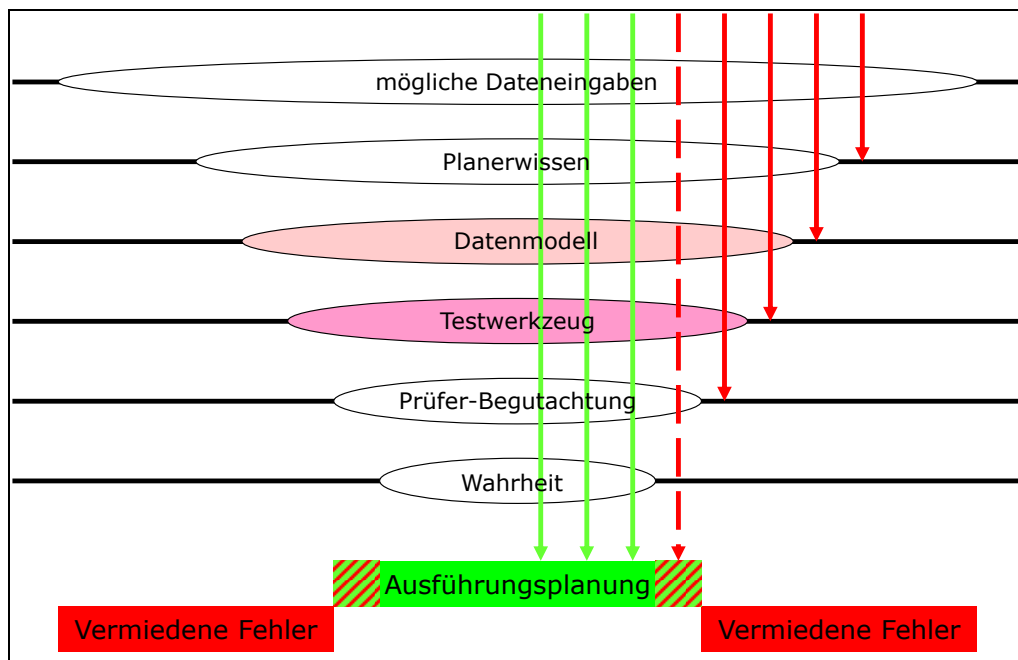
**Abbildung 32: Datentrichter bisheriger Planungen [MAS15a, Folie 15]**

Durch den LST-Fachplaner können alle möglichen Planungsdaten eingegeben werden, die bisher die Gestaltung des verwendeten Planungswerkzeugs LST,



z. B. ProSig oder ProCoPS zulässt. Falsche Angaben werden durch das Fachwissen des Erstellers ausgeschlossen - zumindest vorsätzliche. Fahrlässige Fehler, z. B. mangelhafte manuelle Übernahmen von Planungsinhalten in verschiedene Ausgabeformate, bleiben hierbei unerkannt, sofern diese bei der internen Qualitätsprüfung (vgl. Abschnitt 5.3) nicht identifiziert werden. Bei der fachtechnischen Prüfung durch anerkannte Planprüfer („Prüfer-Begutachtung“ in Abbildung 32) erfolgt eine unabhängige, intensive fachliche Prüfung der erstellten AP PT 1 (vgl. Abschnitt 5.4). Dabei werden neben Inkonsistenzen innerhalb der AP PT 1-Planungsunterlagen vor allem fachliche Fehler bei Auslegung der Regelwerksvorgaben sowie übergreifender Zusammenhänge zwischen Planungs- und Betrachtungsbereichen einschließlich ggf. vorhandener Nachbarplanungen identifiziert. Somit können ggf. in den Ausführungsunterlagen vorhandene Fehler noch vor Umsetzung der Planung beim Umbau der LST-Anlage festgestellt, dokumentiert und korrigiert werden. Dennoch enthalten möglicherweise selbst erfolgreich fachtechnisch geprüfte Planungen noch Fehler, da die fachtechnische Prüfung weiterhin eine menschliche Handlung darstellt, bei der nach [HIN93] eine Fehlerwahrscheinlichkeit von ca.  $10^{-3}$  pro Handlung anzusetzen ist, die auch für den Planprüfer gilt. Damit stellt die „Wahrheit“ bzw. Korrektheit der Planung nur eine Untermenge der begutachteten und zur Umsetzung geprüften Planungsunterlagen dar. Restliche formale und fachliche Fehler werden ggf. erst beim Umbau der Eisenbahninfrastruktur identifiziert, sodass diese dann als Revisionseinträge oder erforderliche Änderungsplanungen bereinigt werden müssen.

Durch den Einsatz von PlaZ sollen mögliche Fehler in LST-Planungen bereits vor Beginn der fachtechnischen Prüfung reduziert werden, was zu einer Entlastung des Planprüfers vor allem bei Routineaufgaben führen kann. Den veränderten „Datentrichter“ für PlanPro-Planungen zeigt Abbildung 33:



**Abbildung 33: PlanPro-Datentrichter [nach MAS15a, Folie 14]**

Im Vergleich zu Abbildung 32 fällt auf, dass nun sowohl das LST-Datenmodell („Datenmodell“) als auch PlaZ („Testwerkzeug“) bereits vor der fachtechnischen Prüfung („Prüfer-Begutachtung“) Fehler in den (Ausführungs-)Planungen identifizieren und vermeiden können. Dabei wirken einerseits die Befüllungsvorgaben des LST-Datenmodells, andererseits die ausgearbeiteten PlaZ-Prüfregeln, nach denen erstellte Planungsdaten vor Import in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank zu prüfen sind (vgl. [BRÖ15]). Benannte Verfahrensweisen sowie die Berücksichtigung der mit der zentralen Datenhaltung verbundenen Vorteile, dass beispielsweise aus einem Planungsdatensatz unter Verwendung der XML-Visualisierung automatisiert alle PlanPro-Ausgabeformate erstellt werden, ermöglichen eine Entlastung des Planprüfers in seinen Aufgaben. Dieser kann sich zukünftig verstärkt auf fachliche „Sonderfälle“, beispielsweise die Umsetzung von Unternehmensinternen Genehmigungen (UiG) und Zustimmungen im Einzelfall (ZiE) konzentrieren und muss die ohnehin knappen Ressourcen nicht bei Routinetätigkeiten, wie etwa die Überprüfung der Richtigkeit redundanter Angaben innerhalb der AP PT 1, verbrauchen. Im Ergebnis können bei Erstellung und Begutachtung der Planungen durch die zukünftigen Verfahrensweisen mehr Fehler vermieden werden, sodass sich die Anzahl daraus begründeter Änderungsplanungen und Revisionseinträge reduzieren sollte.

PlaZ mit seinen Komponenten - insbesondere PlaZ-LST während der Erstellung der AP PT 1 - nimmt damit eine herausragende Bedeutung für die Qualitätssicherung der PlanPro-Planungen und -Prozesse ein.

### **6.1.2 Umsetzung und Regelwerksanforderungen**

Nach allgemeinen Aussagen zu PlaZ stellt dieser Abschnitt wichtige prozessuale Besonderheiten der PlaZ-Prüfung vor.

Wie bereits dargelegt, soll PlaZ (PlaZ-LST) zur Qualitätsprüfung von Planungsdaten vor Import in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank zum Einsatz kommen. Darüber hinaus ist eine Verwendung durch den LST-Fachplaner während der AP PT 1-Erstellung jederzeit möglich, um bereits im Vorfeld Überprüfungen von (Planungs-)Daten durchführen zu können.

Die inhaltliche Prüfung der Befüllungen des Datenmodells erfolgt unter Nutzung der Technologie Schematron gemäß definierter PlaZ-Regeln, weitere Details können stellvertretend in [BRÖ15] nachgelesen werden. Wichtig für das Gesamtverständnis dieser Arbeit und die Anwendung von PlaZ im zukünftigen Planungsprozess sind die vorgesehenen Möglichkeiten und Ergebnisse einer PlaZ-Prüfung von XML-Planungsdaten:

#### Möglichkeiten:

- jederzeit während AP PT 1-Erstellung durch LST-Fachplaner
- verpflichtend vor Import AP PT 1-Planungsdaten in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank

#### Ergebnisse:

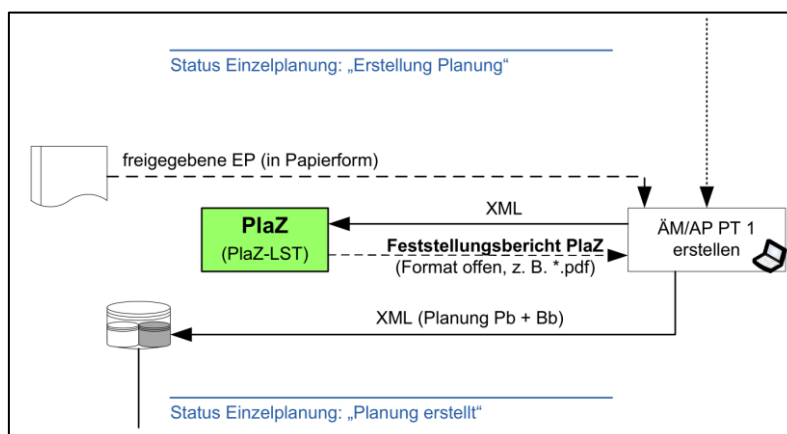
- Dokumentation der inhaltlichen Ergebnisse der PlaZ-Prüfung in Form eines *Feststellungsberichts PlaZ*, hier Feststellungsbericht PlaZ-LST:
  - XML-Datei als maschinenlesbares Format
  - PDF-Datei als menschenlesbare Form
- objekt-/attributspezifische Differenzierung der Prüfungsergebnisse in Form einer rot-gelb-grün-Abstufung:
  - grün: keine Fehler
  - gelb: Warnung, Auffälligkeit des objektspezifischen Zusammenhangs ist in Abhängigkeit vom konkreten Anwendungsfall zulässig, abschließende Einschätzung durch LST-Fachplaner erforderlich

- rot: Fehler, als fehlerhaft identifizierte Befüllung des LST-Datenmodells ist durch LST-Fachplaner zu überprüfen und zu korrigieren

Gemäß Angaben des Feststellungsberichts PlaZ-LST hat der LST-Fachplaner die AP PT 1 bei Fehlern und Auffälligkeiten nochmals zu überarbeiten und vor Import der Planungsdaten in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank erneut zu prüfen.

Mit Import der Planungsdaten in die Projektdatenhaltung wird der LST-Fachplaner aufgefordert, die erfolgreich durchgeführte PlaZ-LST-Prüfung zu bestätigen. Hierzu soll in der Benutzeroberfläche ein „Haken“ zu setzen sein. Die Qualitätssicherung der PlanPro-Verfahrensweisen wird somit prozessual umgesetzt. Alternativ wäre auch die PlaZ-Prüfung als festes Qualitätskriterium denkbar, indem die PlaZ-Prüfung ein Teilschritt des Imports der Planungsdaten in die LST-Datenbank darstellt. Jedoch wurde zunächst für die 1. Uss PlanPro bewusst auf diese technische Kopplung verzichtet, um „Deadlock-Konflikte“ auszuschließen. Stattdessen liegt hier die Verantwortung zur korrekten Prozessumsetzung bei den Beteiligten. Nachdem die PlaZ-geprüften Planungsdaten in die Projektdatenhaltung importiert sind, können gemäß Erläuterungen im Kapitel 5 die PlanPro-Ausgabeformate automatisiert erstellt und den Begutachtungs- und Freigabeschritten zugeführt werden.

Die beschriebenen Verfahrensweisen der Umsetzung der PlaZ-LST-Prüfung lassen sich in folgender formalisierten Prozessbeschreibung zusammenfassen (Abbildung 34, Auszug aus Gesamtdatenfluss):



**Abbildung 34: Formalisierte Prozessbeschreibung - PlaZ-LST**

Zur Umsetzung der definierten Verfahrensweisen der PlaZ-Prüfung ergeben sich Anforderungen an Regelwerksüberarbeitung bzw. für die Erstellung formalisierter Prozessbeschreibungen. Wesentliche Sachverhalte zeigt Tabelle 17:

**Tabelle 17: Erforderliche Regelwerksanpassungen - PlaZ-Prüfung**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	keine	
PlanPro spezifische Anforderungen	Definition PlaZ einschließlich PlaZ-Komponenten: - PlaZ-Abhängigkeit - PlaZ-Konsistenz - PlaZ-LST - PlaZ-Modell einschließlich möglicher Ergebnisse der PlaZ-Prüfung: - rot: Fehlermeldung -> Korrekturbedarf - gelb: Warnung -> Überprüfungsbedarf - grün: Fehlerfreiheit	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Vorgabe zum Einsatz von PlaZ (beispiel PlaZ-LST): - verpflichtend vor Import Planungsdaten in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank - optional jederzeit möglich	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Formalisierte Prozessbeschreibung zur Darstellung der PlaZ-LST-Prüfung im Kontext der AP PT 1-Erstellung	PlanPro-Prozessbeschreibung

## 6.2 Bestandsdigitalisierung

### 6.2.1 Gegenstand und Aufgaben

Als Planungsgrundlage für die AP PT 1-Erstellung mit PlanPro sind Bestandsdaten aus der LST-Datenbank (Ebene Bestandsdatenhaltung) zu verwenden. Da bisher nur Bestandsdokumentationen beim Anlagenverantwortlichen und der Bestandsplan haltenden Stelle der DB (DVS IZ-Plan) vorgehalten werden, ist zur Erfüllung der genannten Voraussetzung ein Zwischenschritt erforderlich - die Durchführung einer so genannten *Bestandsdigitalisierung*.

Dabei werden die Inhalte des LST-Datenmodells durch Übertragen der fachlichen Angaben aus den von DVS IZ-Plan übergebenen Bestandsdokumentationen befüllt und qualitätsgeprüft (PlaZ-geprüft) in die LST-Datenbank importiert.

Die Bestandsdigitalisierung lässt sich in PlanPro vom Wesen her wie eine vereinfachte Planung charakterisieren, bei der folgende bekannte Randbedingungen und Aufgaben zum Tragen kommen:

- Definition des Digitalisierungsbereichs (vergleichbar mit Bb und Pb bei AP PT 1-Erstellung)
- Bestellung und Sperrung Bestandspläne bei DVS IZ-Plan

- Übereinstimmungsprüfung Bestandspläne mit aktuellem Zustand der LST-Anlage vor Ort
- Erstellung Bestandsdigitalisierung (Befüllung des LST-Datenmodells) einschließlich PlaZ-Prüfung (PlaZ-LST) durch LST-Fachplaner (beauftragtes Ingenieurbüro, mehrere „natürliche Personen“ können daran beteiligt sein (Ersteller im Schriftfeldeintrag nach Ril 819.0103)
- Import der Planungsdaten in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank nach Abschluss der Bestandsdigitalisierung
- anschließend Überführung Planungsdaten aus Projektdatenhaltung in Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank
- Generierung von Bestandsdokumentationen aus Planungs-/Bestandsdaten automatisiert unter Nutzung der Komponente XML-Visualisierung
- Übergabe aktueller Bestandsdokumentationen an Alv und Bestandsplan haltende Steller der DB (DVS IZ-Plan), Entsperrung Bestandspläne

Nach erfolgreicher Umsetzung der benannten Aufgaben/Aktivitäten stehen einerseits Bestandsdaten in der LST-Datenbank zur weiteren Bearbeitung und für Bestandsauskünfte zur Verfügung. Andererseits liegen beim Alv und bei DVS IZ-Plan aktuelle Bestandsunterlagen als PlanPro-Ausgabeformate bereit.

Erforderliche Detailschritte der Bestandsdigitalisierung sind hinsichtlich ihrer praktischen Umsetzung komplex, wie der nachfolgende Abschnitt verdeutlicht.

### **6.2.2 Umsetzung und Regelwerksanforderungen**

Zum erstmaligen Befüllen des LST-Datenmodells existieren zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten:

- 1) Bestandsdigitalisierung zu Beginn eines beauftragten LST-Planungsprojektes
- 2) Bestandsdigitalisierung als separates „Sonderprojekt“

Beide Varianten haben Vor- und Nachteile. Während bei der separaten Bestandsdigitalisierung beispielsweise durch spezialisierte Ingenieurbüros unabhängig von (meist engen) Projektplänen operiert werden kann und mittel- bis langfristig Ressourcen vor allem bei Beauftragung des ersten Planungsprojektes eingespart werden können, besteht ein wesentlicher Nachteil darin, dass Ressourcen ohne konkreten Projektbezug gebunden werden, was bei kaufmännischen Betrachtungsweisen zu Problemen führen kann. Dieser Nachteil

besteht bei Variante 1) nicht, da hier ein konkretes Projekt einschließlich zugeordneter Kostenstelle vorliegt. Andererseits können durch hohe Ressourcenbeanspruchungen auch in Folge langer Zeitbedarfe für die Übereinstimmungsprüfung des Alv inklusive anschließend einzuarbeitender Bestandskorrekturen schnell Projektrisiken entstehen, sofern bei den Projektplanungen nicht ausreichend Ressourcen (personell, zeitlich, finanziell) und Puffer berücksichtigt wurden.

Unabhängig von der gewählten Variante der Bestandsdigitalisierung können und müssen zwei verschiedene Teilschritte mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten absolviert werden:

- 1) Bestandsdigitalisierung Geo-Topo (kurz: Bestdig Geo-Topo)
- 2) Bestandsdigitalisierung LST (kurz: Bestdig LST)

Beide genannten Handlungen resultieren aus unterschiedlichen Verantwortlichkeiten, Quelldaten und Ergebnissen und sind bereits bei der Erstellung einer AP PT 1 für einen Bauzustand implizit zu differenzieren (vgl. Abschnitt 5.3)

Die Arten der Bestandsdigitalisierung lassen sich folgendermaßen charakterisieren (Tabelle 18):

**Tabelle 18: Arten der Bestandsdigitalisierung**

	<b>1) Bestdig Geo-Topo</b>	<b>2) Bestdig LST</b>
Verantwortlicher	"Geodaten-Fachplaner"	LST-Fachplaner
Quelldaten	Gleisnetzdaten (GND) aus DB-GIS	Bestandsdokumentationen von DVS IZ-Plan; Informationsobjekte (IO) (entsprechen ~ den LST-Fachobjekten mit geringeren Informationsgrad aus GND (falls vorhanden))
Komponente der PlanPro- Architektur	Planungswerkzeug Geo	Planungswerkzeug LST
Wesen/ Aufgaben	<p>Digitalisierung der Gleislage durch Übernahme GND einschließlich Qualitätsprüfung dieser unter Nutzung der Komponente "Geoprüfung"</p> <p>Erstellung Bestandsdaten (Geo-Topo) zum Abschluss der Bestdig Geo-Topo</p> <p>Resümee: Voraussetzung für anschließende Durchführung der Bestdig LST</p>	<p>Digitalisierung der LST-Fachinformationen durch manuelle Übernahme der Angaben aus den Bestandsdokumentationen in das LST- Datenmodell</p> <p>automatisches Einlesen von IO-Daten, z. B. Signale, Weichen, Gleismagnete, möglich, wenn diese in GND enthalten --&gt; Erleichterung der manuellen Arbeit</p> <p>Erstellung Bestandsdaten (Geo-Topo und LST) nach Abschluss Bestdig LST</p> <p>anschließend Generierung der PlanPro- Ausgabeformate als Bestandsdokumentationen einschließlich Übergabe an DVS IZ-Plan und den Alv</p> <p>Resümee: Voraussetzung für nachfolgende Planungsprojekte</p>

Für die Durchführung der Bestandsdigitalisierung ist ein sogenannter Digitalisierungsbereich unter Nutzung der Komponente Bereichswahl zu definieren (vgl. Abläufe bei der Definition von Pb und Bb im Abschnitt 5.1).

Sofern die Bestandsdigitalisierung im Vorfeld einer beauftragten LST-Planung stattfindet, muss der *Digitalisierungsbereich (Digb)* die Menge des späteren Pb und Bb umfassen. Grundsätzlich können sich die Digb der Bestdig Geo-Topo und Bestdig LST unterscheiden, jedoch muss zur Durchführung der Bestdig LST bereits eine Bestdig Geo-Topo stattgefunden haben, da sonst die Gleislage in Form von Topologie und Geografie zum Verorten der LST-Fachobjekte fehlt.

Weiterhin sollen für den Zeitraum der Bestandsdigitalisierung, insbesondere die Bestdig LST die bei DVS IZ-Plan vorhandenen Bestandsdokumentationen für den Digb gesperrt werden, um parallele Änderungen zu verhindern.

Ein großer Vorteil bei der Prozessdefinition der Bestdig LST besteht darin, dass im Zuge der Digitalisierung der LST-Fachdaten bereits die Ergebnisse der Übereinstimmungsprüfung des Alv eingearbeitet werden, sodass bei zeitnaher

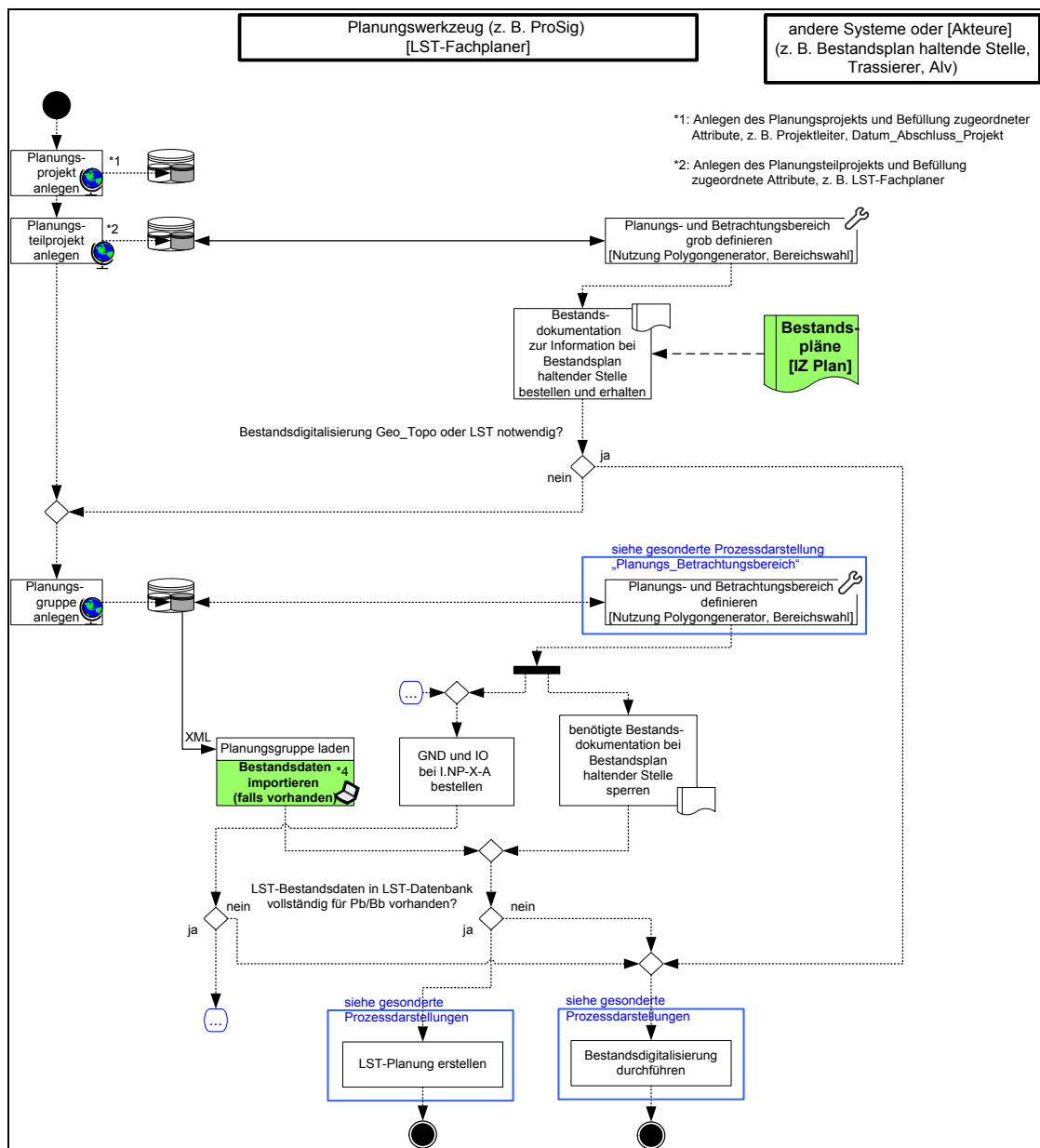


Durchführung eines LST-Planungsprojektes ggf. aufwendige vorgelagerte Bestandskorrekturen entfallen können. Die Verfahrensweise bedeutet zwar einen höheren Ressourcenverbrauch durch Einbeziehung des Alv, jedoch sollten die Vorteile von qualitätsgeprüften Bestandsdaten als Planungsgrundlage für aufbauende AP PT 1-Planungen und Bestandsauskünfte mittel-/langfristig überwiegen.

Nach Abschluss der Bestdig LST müssen einerseits neue Bestandsdokumentationen an den Alv sowie DVS IZ-Plan als gedruckte PlanPro-Ausgabeformate übergeben werden. Andererseits sind entsprechende Vermerke bei den von DVS IZ-Plan vorgehaltenen Bestandsdokumentationen erforderlich, welche Pläne bereits vollständig oder teilweise digitalisiert wurden, da bei digitalisierten Bestandsplänen die zugehörigen Bestandsdaten in der LST-Datenbank (Bestandsdatenhaltung) als Grundlage für zu erstellende Fachplanungen zu verwenden sind.

Zumindest für den Übergangszeitraum, bis alle Bestandsdokumentationen digitalisiert als Bestandsdaten vorliegen, ist hierbei ein erhöhter Koordinationsaufwand zu erwarten, der sich jedoch nicht vermeiden lässt, wenn mittel- und langfristig die Vorteile der durchgängigen elektronischen Datenhaltung und -übergabe im Praxisalltag zum Tragen kommen sollen.

Ungeachtet der beschriebenen Verfahrenswesen ist es ohnehin Aufgabe eines jeden LST-Fachplaners, im Zuge der Festlegung von Planungs- und Betrachtungsbereichen zu überprüfen, ob alle erforderlichen Bereiche und Daten digitalisiert in der LST-Datenbank vorliegen oder weitere Bestandsdigitalisierungen notwendig sind. Abbildung 35 zeigt einen Ausschnitt der zugehörigen formalisierten Prozessbeschreibung zur Entscheidungsfindung:



**Abbildung 35: Abgleich Bestandsdaten und Bestandsdokumentationen**

Die ausführliche formalisierte Prozessbeschreibung zur Durchführung der Bestandsdigitalisierung unter Differenzierung in Bestdig Geo-Topo und Bestdig LST ist dieser Arbeit im „Anhang L: Prozessbeschreibung Bestandsdigitalisierung“ beigelegt.

Abschließend werden noch wesentliche Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen zur Legitimation der PlanPro-Verfahrensweisen zusammengefasst (Tabelle 19):

**Tabelle 19: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Bestandsdigitalisierung**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	keine	
PlanPro spezifische Anforderungen	Definition Begriffe im PlanPro-Kontext: - Bestandsdigitalisierung - Digitalisierungsbereich	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Vorstellung der Möglichkeiten der Bestandsdigitalisierungsdurchführung: - zu Beginn eines beauftragten LST-Planungsprojekts - als Sonderprojekt	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Benennung der Arten der Bestandsdigitalisierung einschließlich Zuständigkeiten und Aufgaben: - Bestdig Geo-Topo - Bestdig LST	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Abgrenzung der durch die Bestdig erstellten Bestandsdaten einschließlich Bestandsdokumentationen in den PlanPro-Ausgabeformaten gegenüber den bisherigen Bestandsdokumentationen bei DVS IZ Plan: - Sperrung Bestandsdokumentationen für Bestdig - Vermerk (teil-)digitalisierter Bestdokus bei DVS IZ Plan - Vorgabe zur Verwendung digitalisierter Bestandsdaten für nachfolgende Planungsprojekte	PlanPro-Prozessbeschreibung, Ril 809, 885
	Integration formalisierter Prozessbeschreibungen zur Darstellung der der Abläufe bei der Bestdig Geo-Topo und Bestdig LST	PlanPro-Prozessbeschreibung

## 6.3 Verbundplanung

### 6.3.1 Gegenstand und Aufgaben

Wie im Abschnitt 2.3.2 eingeführt, sind bei der Errichtung elektronischer Stellwerke mehrere Untergewerke zu berücksichtigen, die bisher meist separat geplant und zu Planungsordnern zusammengestellt werden:

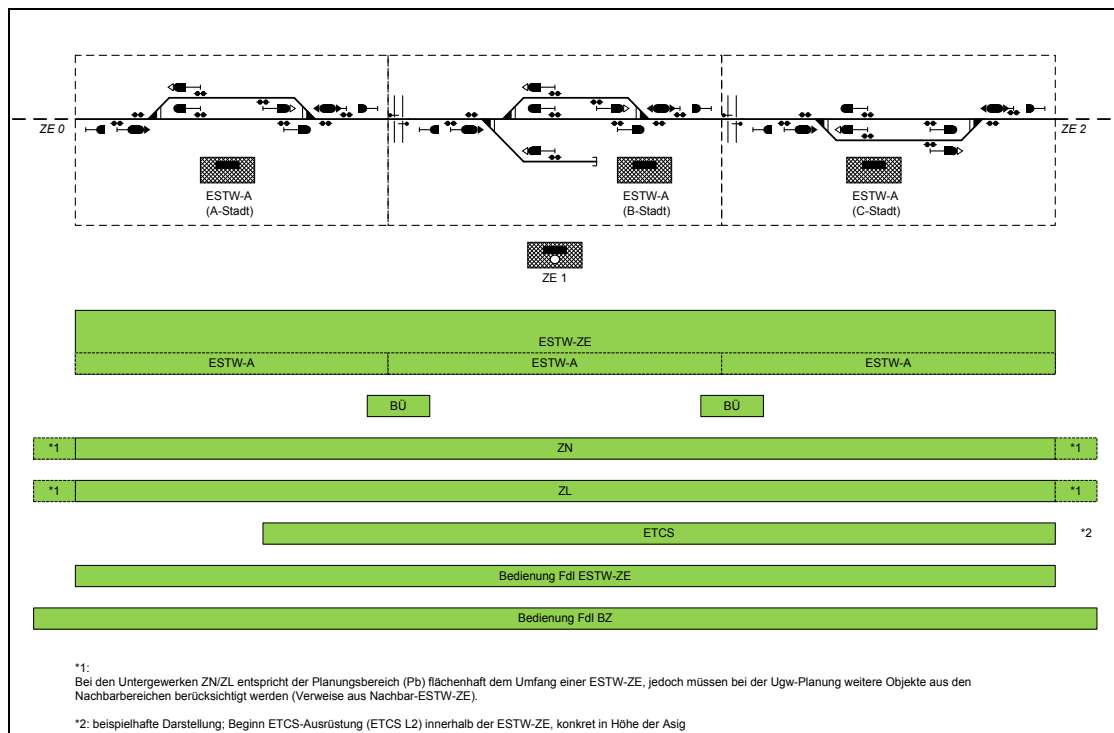
- Elektronisches Stellwerk (ESTW) einschließlich Punktförmige Zugbeeinflussung (PZB)
- Bahnübergänge (BÜ)
- Zugnummernmeldeanlage (ZN)
- Zuglenkung (ZL)
- Bedienung Fahrdienstleiter ESTW
- Bedienung Fahrdienstleiter BZ
- Zugbeeinflussung, z. B. ETCS

Aufgrund der veränderten Verfahrensweisen unter Nutzung der zentralen elektronischen Datenhaltung ergibt sich eine neue Dimension der Anforderungen zum Umgang mit Untergewerksplanungen.

Die *Verbundplanung* beschreibt den Bedarf zur Erstellung und Übergabe einer Gesamt-XML, in der alle Untergewerksplanungen für den Umfang eines defi-

nierten Bereichs (vor allem Planungsbereich) integriert sind. Dieser Bedarf wird insbesondere seitens der Stellwerkshersteller, im AK PlanPro als SBI beteiligt, formuliert, da zum Zeitpunkt der ESTW-Inbetriebnahme und dem damit verbundenen Softwarewechsel alle untergewerksspezifischen Fachplanungen ineinandergreifen und bei der Softwareentwicklung umzusetzen sind.

Für eine vereinfachte Infrastruktur im Umfang einer ESTW-ZE, der drei ESTW-A zugeordnet sind, zeigt Abbildung 36 beispielhaft die Ausdehnung spezifischer Planungsbereiche der definierten LST-Untergewerke:



**Abbildung 36: Untergewerksspezifische Planungsbereiche (Beispiel)**

In den bisherigen Verfahrensweisen werden die AP PT 1 für ein oder mehrere Untergewerke der LST separat durch verschiedene LST-Fachplaner erstellt und nach erfolgreicher Begutachtung und Baufreigabe zur AP PT 2-Erstellung an die SBI übergeben. Zu diesem Zeitpunkt müssen die untergewerksspezifischen AP PT 1-Unterlagen gesamtheitlich durch die SBI manuell in ihre Herstellerwerkzeuge übernommen werden. Die Begutachtung des plausiblen Ineinandergreifens der Untergewerksplanungen erfolgt jedoch bereits im Rahmen der fachtechnischen Prüfung zu einem deutlich früheren Zeitpunkt.

Durch die zentrale Abspeicherung der LST-Fachdaten - jede fachliche Eigenschaft des PT 1 ist nur ein Mal im LST-Datenmodell hinterlegt - werden Daten,

die Bestandteil mehrerer Untergewerke sind, ebenfalls nur ein Mal bearbeitet und anschließend auf alle Untergewerke, die auf ein Fachdatum zugreifen, übertragen sowie in die zugehörigen XML-Datensätze bzw. PlanPro-Ausgabeformate übernommen. Zur Problemlösung sind folgende Schritte notwendig, um zukünftige Verfahrensweisen zur Übergabe einer gesamt-XML im Umfang einer ESTW-ZE definieren zu können:

- Identifizierung fachlicher Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Untergewerken hinsichtlich des Zeitpunkts bzw. einer logischen Reihenfolge, nach der diese üblicherweise geplant werden
  - Welches Untergewerk wird zuerst geplant?
  - Welche Untergewerke bauen aufeinander auf?
  - Welche Untergewerke können parallel geplant werden?
- Identifizierung fachlicher Zusammenhänge und Zuständigkeiten auf Ebene des LST-Datenmodells
  - Welche Objekte bzw. Attribute des LST-Datenmodells werden durch welches Untergewerk planerisch festgelegt?
  - Auf welche Objekte bzw. Attribute greifen mehrere Untergewerksplanungen zurück?

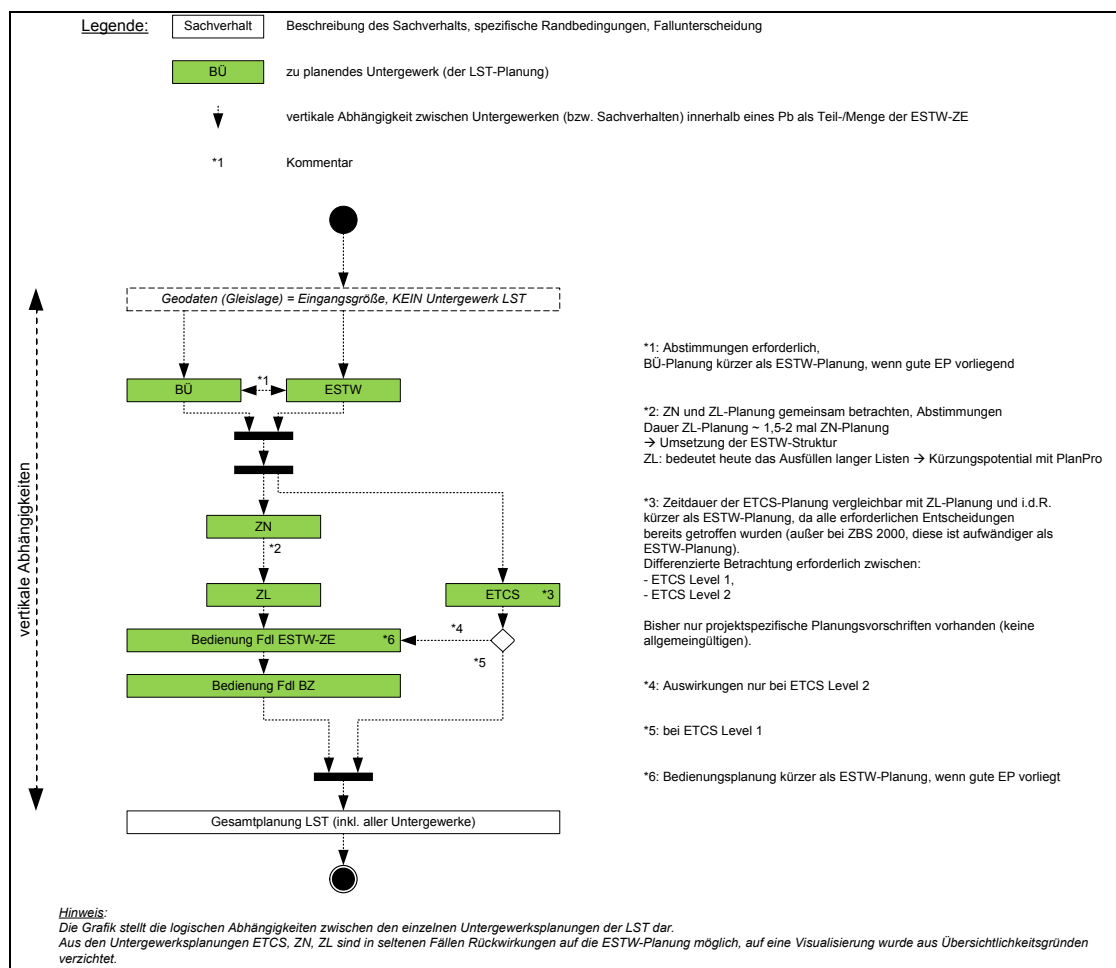
Bezüglich des Forschungsauftrages zur Übergabe einer Gesamt-XML für alle LST-Fachplanungen im Umfang eines gemeinsamen Planungsbereiches - in der 1. Uss PlanPro auf die ESTW-ZE festgelegt - können zwei verschiedene Wirkrichtungen von Abhängigkeiten differenziert werden:

- vertikale Abhängigkeit:  
Wechselwirkungen mehrerer Einzelplanungen verschiedener Untergewerke innerhalb eines (ähnlichen) Planungsbereichs zum Erstellen einer Gesamtplanung des Gewerks LST.
- horizontale Abhängigkeit:  
Wechselwirkungen mehrerer, benachbarter Einzelplanungen des gleichen Untergewerks, z. B. ESTW, oder unterschiedlicher Untergewerke zum Erstellen einer LST-Gesamtplanung.

In der Praxis werden beide Abhängigkeiten mehr oder weniger gemeinsam bei Planungsprojekten zu koordinieren sein, je nach Projektrandbedingungen und Anzahl der beteiligten Ingenieurbüros (LST-Fachplaner) einschließlich Größe der zugeordneten Planungsbereiche.

Unter den vorgestellten PlanPro-Restriktionen beschäftigte sich der PlanPro-AK Anwendungsfälle intensiv mit dem Thema Teilplanungen bzw. Untergewerksplanungen, um zukünftige Verfahrensweisen mit PlanPro definieren zu können. Grundlage hierfür waren die praktischen Abläufe bisheriger Planungsprojekte unter Berücksichtigung modellierungstechnischer Aspekte des LST-Datenmodells.

Identifizierte vertikale Abhängigkeiten zwischen den Untergewerken der LST zeigt Abbildung 37:



**Abbildung 37: Abhängigkeiten zwischen LST-Untergewerken - vertikal**

Folgende Kernaussagen lassen sich zusammenfassen:

- Grundlage für alle Untergewerksplanungen bilden die Geodaten (Gleislagedaten für Bestandsgleise und Neutrassierung)
- Anschließend können die Untergewerke (Ugw) BÜ und ESTW parallel geplant werden, ggf. bestehen Abhängigkeiten zwischen beiden Planungen, z. B. bezüglich einzuhaltender Signalmindestabstände (bei BÜ

mit Überwachungssignalen) oder zwischen BÜ-Einschaltung und ESTW, durch gemeinsame Ausnutzung vorhandener Gleisschaltmittel oder fahrstraßenbewirkte Einschaltung (bei Hp-BÜ).

- Darauf folgen die Planungen der Ugw ZN und ZL, zwischen denen Wechselwirkungen bestehen (können) sowie parallel die Planung des Ugw ETCS.
- Bedienoberfläche des Fdl (ESTW und BZ) planen nach Abschluss ZN- und ZL-Planung sowie erstellter ETCS Level 2-Planung.
- Im Anschluss, nachdem alle Ugw-Planungen erstellt sind, können die Teilplanungen zu einer Gesamt-XML zusammengefügt werden.

Im Einzelfall sind Rückwirkungen zwischen den separaten Untergewerksplanungen möglich, z. B. von ETCS auf ESTW, sodass erneute Planungsüberarbeitungen erforderlich werden können.

Wenn der Planungsbereich, vor allem für das Untergewerk ESTW, weniger als dem Umfang einer ESTW-ZE entspricht, und somit einzelne ESTW-Planungen in verschiedenen, jeweils definierten Planungsbereichen durchgeführt werden müssen, entstehen zusätzlich horizontale Abhängigkeiten zwischen den einzelnen LST-Untergewerken, sodass die Komplexitäten zum Erzeugen einer Gesamtplanung (Gesamt-XML) für eine ESTW-ZE deutlich steigen.

Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit soll an dieser Stelle auf Detailerläuterungen und weiterführenden Darstellungen verzichtet werden. Stattdessen verdeutlicht Abbildung 60 im „Anhang M: Horizontale Abhängigkeiten“ die Auswirkungen kleinerer Planungsbereiche auf die LST-Gesamtplanung in Anlehnung an Abbildung 37.

### **6.3.2 Umsetzung und Regelwerksanforderungen**

Ausgehend von den erläuterten Charakteristiken zum Umgang mit Teilplanungen bzw. Untergewerksplanungen sollen in diesem Abschnitt erste Ansätze zur Problemlösung bei Nutzung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung sowie wichtige erforderliche Regelwerksanpassungen vorgestellt werden.

Die definierten Verfahrensweisen zur Erstellung der AP PT 1, für das Untergewerk ESTW im Kapitel 5 beschrieben, gelten grundsätzlich auch weiterhin bei nachfolgenden Diskussionen zum Umgang mit Untergewerksplanungen. Dies betrifft insbesondere:

- Definition Pb/Bb
- Bestellung Bestandspläne bzw. Reservierung Bestandsdaten
- Erstellung beauftragte AP PT 1, Planungsverantwortung jeweils genau bei einem LST-Fachplaner (Ingenieurbüro)
- Begutachtung und Freigabe
- Montage
- Erstellung Bestandsdaten und Bestandsdokumentationen

Folgende Herausforderungen der untergewerksspezifischen Planungen sind zusätzlich zu lösen:

- verschiedene räumliche und objektspezifische Planungs- und Betrachtungsbereiche
- Wechselwirkungen bei der teilplanungsspezifischen Reservierung von Bestandsdaten
- Wechselwirkungen und erhöhter Abstimmungsbedarf bei AP PT 1-Erstellung aufgrund unterschiedlicher Pb/Bb und fachlicher Abhängigkeiten
- Bedingungen und Notwendigkeiten zur Zusammenführung mehrerer Teilplanungen zu einer Gesamt-XML als Verbundplanung (in 1. Uss PlanPro für Bereich einer ESTW-ZE):
  - Ab wann ist dies frühestens möglich (vgl. Planungsstatus im Abschnitt 7.2)?
  - Bis wann müssen die Einzelplanungen zu einer Gesamtplanung spätestens vereinigt sein (vgl. Planungsstatus im Abschnitt 7.2)?
  - Wie können Begutachtungs- und Freigabeschritte erfolgreich getrennt/vereinigt durchlaufen werden?
  - Welche zusätzlichen Randbedingungen existieren beim Umgang mit Änderungsplanungen (vgl. Abschnitt 5.8) durch mehrere Unterwerksplanungen?

Da benannte Fragestellungen zum Redaktionsschluss dieser Arbeit in den PlanPro-Arbeitskreisen noch nicht abschließend geklärt waren, können an dieser Stelle keine detaillierten Lösungsmöglichkeiten und Verfahren vorgestellt werden.

Dennoch lassen sich bereits erste Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitungen zusammenfassen (Tabelle 20):



**Tabelle 20: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Verbundplanung**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	Begriffsdefinition Untergewerksplanung im Kontext der Fachplanung LST	Ril 809, Ril 819
	Beispielhafte Aufführung der zu koordinierenden Fachbereiche der LST einschließlich prozessualer Vorgaben und Benennung von Verantwortlichkeiten	Ril 809, Ril 819 oder separate Prozessbeschreibung
PlanPro spezifische Anforderungen	Definition Begriffe: - Verbundplanung - Teilplanung bzw. Untergewerksplanung	Ril 809, 819 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	vertiefende Erläuterungen zur fachlichen Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Untergewerksplanungen: - vertikale Abhängigkeiten - horizontale Abhängigkeiten einschließlich verschiedener räumlicher und objektspezifischer Planungs-/Betrachtungsbereiche	Ril 809, 819 oder PlanPro-Prozessbeschreibung
	prozessuale Vorgaben zur Durchführung der Verbundplanung: - Wann? - Durch wen? - Weitere Verfahrensweise bei Freigabe- und Begutachtung?	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration einer formalisierten Prozessbeschreibung für zu definierende PlanPro-verfahrensweisen	PlanPro-Prozessbeschreibung

Nachdem bisher drei neue Themenfelder mit Praxisbezug vorgestellt wurden, widmen sich die folgenden Abschnitte projektorganisatorischen Sachverhalten und Hintergründen zur Einführung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung.

## 6.4 Containermodellierung

### 6.4.1 Gegenstand und Aufgaben

Die Containermodellierung stellt eine wichtige Grundlage für das Gesamtverständnis zum Umgang mit Planungen unter zentraler Datenhaltung dar.

Auf ihr bauen alle zukünftigen Prozesse der durchgängigen Datenhaltung und Datenübergaben unter Verwendung der definierten System- und Softwarearchitektur auf.

Als *Container* (auch Versionscontainer genannt) wird im Zusammenhang mit den PlanPro-Prozessen ein Befüllungszustand der Objekte (genauer Objektinstanzen) und Attribute (Attributinstanzen) des LST-Datenmodells bezeichnet. Diese werden für Datenauskünfte sowie die Übergabe von Planungsdaten benötigt.

Während bei Datenauskünften nur ein Container und damit ein Zustand des LST-Datenmodells im XML-Format zwischen beteiligten Komponenten zu übergeben ist, müssen bei Planungen mehrere Container (Zustände des

LST-Datenmodells) miteinander verknüpft werden, um Veränderungen der Modellbefüllung und damit auch der LST-Anlage vor Ort beschreiben zu können.

Die Befüllungen des LST-Datenmodells und damit die Veränderung der Containerinhalte erfolgt durch Nutzung der definierten Planungswerkzeuge unter der zugeordneten Prozessrolle des LST-Fachplaners.

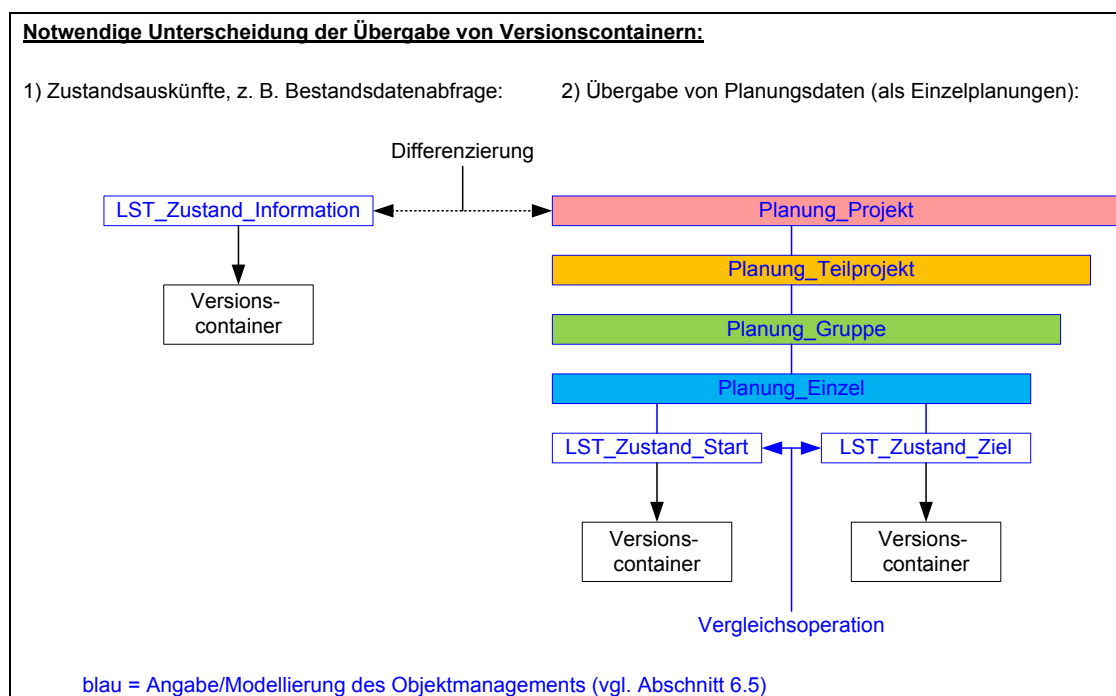
Die Interpretation der Containerinhalte obliegt den Funktionalitäten der Komponenten der System- und Softwarearchitektur. Damit können einerseits einfache Datenauskünfte und andererseits Planungsdaten übergeben werden. Details zu den PlanPro-Verfahrensweisen sollen im nachfolgenden Abschnitt detailliert vorgestellt werden.

#### 6.4.2 Umsetzung und Regelwerksanforderungen

Die PlanPro-Containermodellierung ermöglicht grundsätzlich zwei verschiedene Arten der Containerübergabe zwischen beteiligten Komponenten:

- Zustandsauskünfte (genau ein Versionscontainer)
- Übergabe von Planungen (mehrere Versionscontainer erforderlich)

Beide Varianten sind in Abbildung 38 gegenübergestellt:



**Abbildung 38: Zuordnung Versionscontainer - Fallunterscheidung**

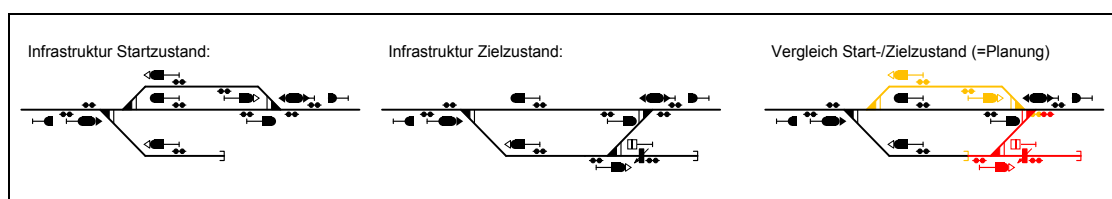
Datenauskünfte werden als „LST\_Zustand\_Information“ (Informationszustand) modelliert. Demgegenüber bestehen Planungen, modellierungstechnisch abs-

trakt als „Planung\_Projekt“ (Planungsprojekt) bzw. konkret als „Planung\_Einzel“ (Einzelplanung) bezeichnet, grundsätzlich aus der Kombination zweier Versionscontainer des LST-Datenmodells. Die Vereinigung bilden der sogenannte Startcontainer (=Startzustand (Sz), „LST\_Zustand\_Start“) und zugehörige Zielcontainer (=Zielzustand (Zz), „LST\_Zustand\_Ziel“). Mit diesem „Baukastenprinzip“ lassen sich alle notwendigen Anwendungsfälle im Umgang mit elektronischen Bestands-/Planungsdaten beschreiben, wie nachfolgende Erläuterungen verdeutlichen.

Für Datenauskünfte, vor allem Bestandsauskünfte, werden die LST-Fachdaten für den abgefragten Bereich in einem Container, dem sogenannten Informationszustand „LST\_Zustand\_Information“, zusammengefasst, zwischen beteiligten Komponenten übergeben und anschließend ausgewertet.

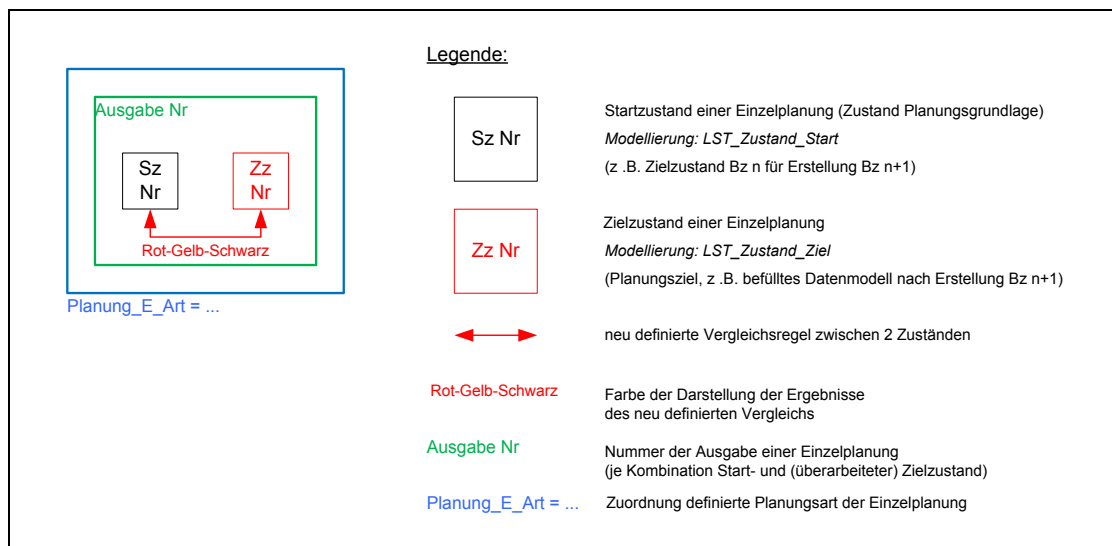
Ist eine LST-Fachplanung beauftragt, so bilden diese Bestandsdaten die Planungsgrundlage und damit den Startzustand für die zu erstellende Planung. Aufgabe des LST-Fachplaners unter Nutzung der Planungswerkzeuge ist es dann, den Zielzustand zu erarbeiten - also die Befüllung des LST-Datenmodells so zu verändern, dass es den für die (geplante) Inbetriebnahme Zustand der LST-Anlage beschreibt.

Anschließend werden der Start- und Zielzustand für die erstellte Planung miteinander kombiniert und als Ausgabe der Einzelplanung per XML an die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank, sowie weitere Komponenten übergeben. Durch Vergleich des erstellten Zielzustandes mit dem zugrunde liegenden Startzustand ergibt sich die Veränderung der LST-Anlage bei Umsetzung der AP PT 1. Dies ist bereits bisher in den Planungsunterlagen für das menschliche Auge erfassbar als Rot-Gelb-Schwarzmarkierung aufbereitet. Zur Wiederholung sei nochmals Abbildung 39 (wie Abbildung 17 aus Abschnitt 5.3.3) vorgestellt:



**Abbildung 39: Planung als Vergleich Start-Ziel-Zustand**

Die zugehörige datentechnische Betrachtung der Vergleichsoperationen beschreibt Abbildung 40:



**Abbildung 40: Containermodellierung - Grundkonzept**

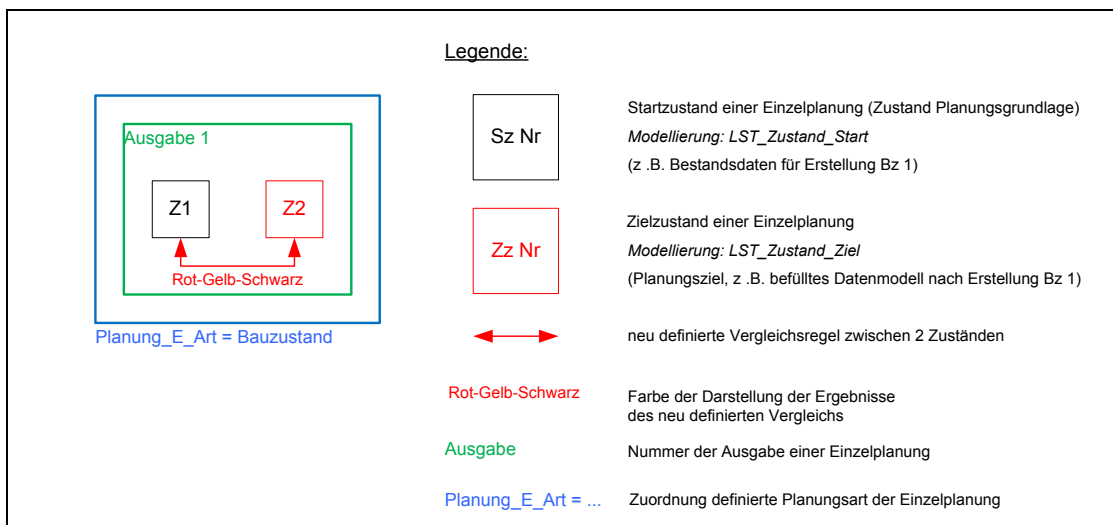
Ausgehend von der allgemeinen Bildungsvorschrift lassen sich nun weitere Kombinationen für besondere Anwendungsfälle wie die Änderungsplanung (vgl. Abschnitt 5.8) ableiten. Dabei muss einerseits definiert werden, welche Zustände miteinander zu kombinieren und auszuwerten sind sowie andererseits, welche farblichen Darstellungen für die PlanPro-Ausgabeformate aus den Vergleichsergebnissen zu generieren sind. Hierfür wurden bei Modellierung der erforderlichen Prozesse weitere Grundlagen festgelegt:

Die Erstellung von Planungen erfolgt immer als Einzelplanung (Planung\_Einzel). Je nach „Verwendungszweck“ sind hierfür verschiedene Planungsarten definiert, da diese unterschiedliche Vergleichsergebnisse zur Folge haben, z. B.:

- Bauzustand (Bz)
- Bestandsdigitalisierung Geo-Topo (Bestdig\_Geo\_Topo)
- Bestandsdigitalisierung LST (Bestdig\_LST)
- Bestandskorrektur (Bestkorr)
- Revision (Rev)

Ausgehend von den genannten Arten wird jede Kombination aus Start- und Zielzustand als Ausgabe der Einzelplanung bezeichnet.

Für einen Bauzustand sieht die Umsetzung der beschriebenen Definitionen mit erstmaliger Auslieferung der Planungsdaten wie folgt aus (Abbildung 41):

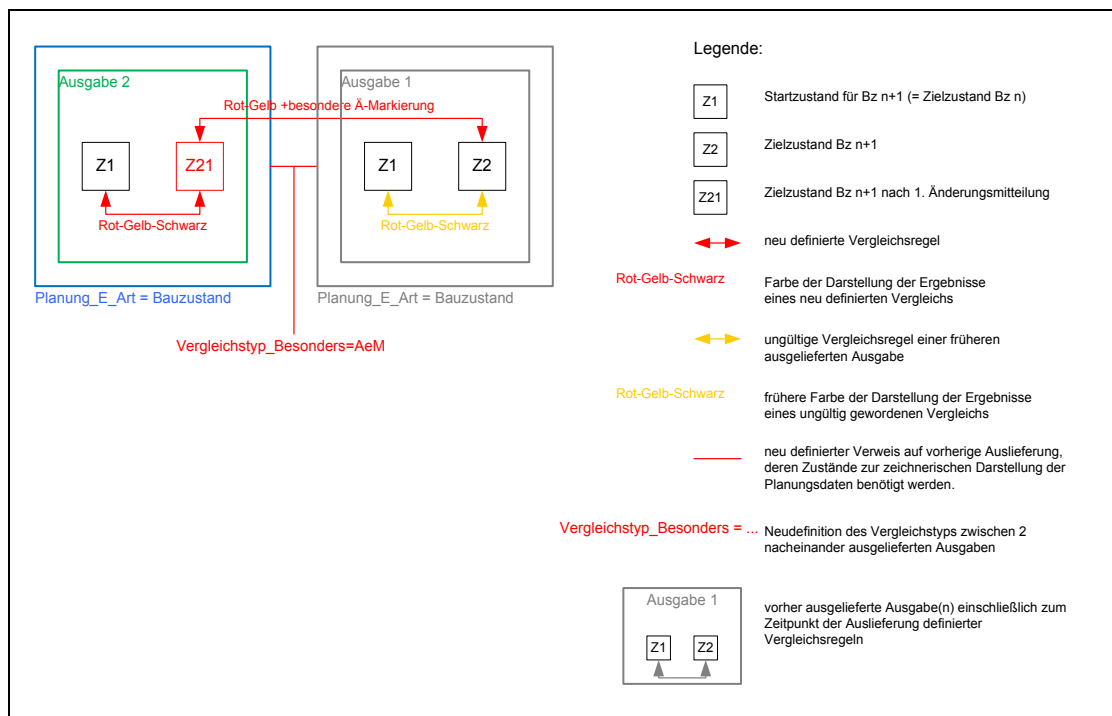


**Abbildung 41: Containermodellierung - Bauzustand**

Ist ein Bauzustand erstellt, als Start-Zielzustands-Kombination im XML-Format an die LST-Datenbank übergeben, und eine weitere Änderung notwendig, so wird durch den LST-Fachplaner der Zielzustand unter Nutzung der Planungswerkzeuge angepasst. Anschließend müssen der überarbeitete Zielzustand und der (unveränderte) Startzustand zu einer neuen Ausgabe der Einzelplanung (Art Bauzustand) zusammengefasst und an die LST-Datenbank (Projektdatenhaltung) übergeben werden. Diese Verfahrensweise wird bereits bisher durch Erhöhen des Ausgabestandes einer Planung als Schriftfeldeintrag gemäß Ril 819.0103 bei erneuter Überarbeitung implizit so praktiziert. Das Vergleichsergebnis des aktualisierten Zielzustandes mit dem Startzustand erscheint ebenfalls als Rot-Gelb-Schwarz-Darstellung<sup>6</sup> in den zugehörigen Planungsunterlagen, sodass Projektbeteiligte wie gewohnt die Veränderungen der LST-Anlage identifizieren können.

Etwas komplizierter wird die Vergleichsverfahrensweise bei Herausgabe einer Änderungsmitteilung zu einem bereits fachtechnisch geprüften Bauzustand. Wie im Abschnitt 5.8 erläutert, ist dabei einerseits der Zielzustand erneut zu überarbeiten und andererseits die besondere Änderungsmarkierung zu generieren. Gemäß definierter Modellierungsgrundsätze wird die Änderungsmitteilung als neue Ausgabe zur bestehenden Einzelplanung herausgegeben (siehe Abbildung 42):

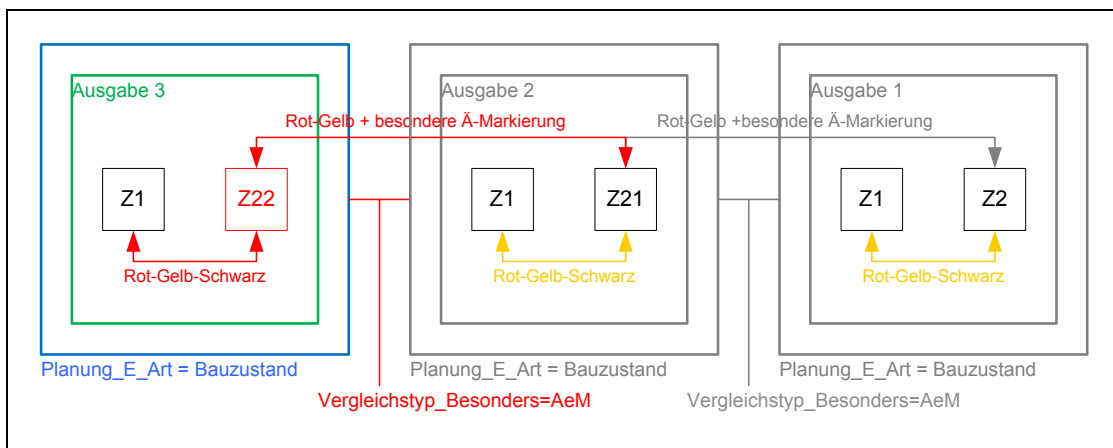
<sup>6</sup> Voraussetzung: Ursprünglich erstellte Planung (ohne weitere Änderungen) war noch nicht „fachtechnisch geprüft“ (vgl. Abschnitt 5.8).



**Abbildung 42: Containermodellierung - 1. ÄM**

Durch Vergleich des überarbeiteten Zielzustands (Z21) mit dem Startzustand (Z1, Bestandsdaten, Planungsgrundlage) entsteht die Rot-Gelb-Schwarz-Darstellung. Die Veränderung des überarbeiteten Zielzustands (Z21) gegenüber dem in der 1. Ausgabe ausgelieferten Zielzustand (Z2) ergibt die besondere Änderungsmarkierung, welche Projektbeteiligte gezielt auf Differenzen der ÄM hinweisen soll (vgl. Abschnitt 5.8).

In Fortführung der definierten Änderungsschritte sieht die Auslieferung der 2. Änderungsmitteilung wie folgt aus (Abbildung 43):



**Abbildung 43: Containermodellierung - 2. ÄM**

Aufbauend auf dem Zielzustand der 1. Änderungsmitteilung (Z21) beschreibt Z22 den direkt darauf folgenden, überarbeiteten Zielzustand.

Nach gleicher Verfahrensweise werden auch bei den anderen Arten der Einzelplanungen jeweils die Zielzustände unter Nutzung der Planungswerkzeuge LST erstellt und damit die Befüllung des LST-Datenmodells fachlich angepasst.

Die Vergleichsergebnisse sind bei den meisten Einzelplanungsarten bisher und auch zukünftig jedoch nicht besonders farblich aufzubereiten:

- Bestdig\_Geo\_Topo: keine farbliche Darstellung erforderlich
- Bestdig\_LST: keine farbliche Darstellung erforderlich
- Bestkorr: ggf. als separate Änderungsmarkierung („\*“) darstellen
- Rev: ggf. als besondere Revisionsmarkierung (bei impliziter Revision) darstellen, z. B. „\*: Revision/Korrektur Planungsgrundlage“

Die Vergleichsergebnisse, die bisher planbezogen als besondere farbliche Markierungen in Ausgabeformaten vorgestellt wurden, können selbstverständlich auch datentechnisch in Form von sogenannten Deltalisten aufbereitet werden. Diese sind für maschinelle Weiterverarbeitungen (auch XML-Visualisierung) besser geeignet, übersteigen jedoch das menschliche Erfassungsvermögen.

Die Vorteile der benannten PlanPro-Verfahrensweisen zur Auslieferung von LST-Planungen in Form von Ausgaben der jeweiligen Einzelplanungsart lassen sich folgendermaßen beschreiben:

- Erstellung des Zielzustands unter Nutzung der Planungswerkzeuge LST durch Anpassung des LST-Datenmodells (Grundlage: Startzustand)

- Grundfunktionalität des Vergleichs zweier Zustände (Zweierkombination Start- und Zielzustand)
- Herausbringen neuer Ausgaben der Einzelplanung bei notwendiger Planungsüberarbeitung bzw. Erstellung einer Änderungsmitteilung, einschließlich Definition angepasster Vergleichsregeln zur Generierung besonderer Markierungen (bspw. Änderungsmarkierung bei ÄM)
- Entfall redundanter, manueller Datenübernahmen durch LST-Fachplaner aufgrund Nutzung der zentralen Datenspeicherung und anschließender automatischer Generierung der PlanPro-Ausgabeformate

Ausgehend von den beschriebenen zukünftigen Verfahrensweisen der Erstellung von Planungsdaten ergeben sich Anforderungen für zukünftige Regelwerksüberarbeitungen (Tabelle 21):

**Tabelle 21: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Containermodellierung**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	keine	
PlanPro spezifische Anforderungen	Differenzierung möglicher Datenauskünfte in - Informationszustand (LST_Zustand_Information) - Planungszustand (Planung_Projekt bzw. Planung_Einzel)	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Verwendung des Informationszustand zur Übergabe eines Zustands des LST-Datenmodells, z. B. Bestandsdatenauskünfte; Verwendung des Planungszustands (Planung_Projekt) zur Übergabe von Planungsdaten	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Benennung der Eigenschaften einer Einzelplanung: - Kombination Start- und Zielzustand mit definierter Vergleichsregel - Definition jeder benannten Kombination als Ausgabe der Einzelplanung - Bearbeitung des Zielzustands durch LST-Fachplaner unter Nutzung der Planungswerkzeuge LST - Erstellung eines überarbeiteten Zielzustandes bei erforderlichen Änderungen von bereits in LST-Datenbank importierten Planungsdaten, anschließend Erzeugen einer neuen Ausgabe der Einzelplanung	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration formalisierter Prozessbeschreibungen bzw. planungsfallabhängiger Visualisierungen zur Containermodellierung	PlanPro-Prozessbeschreibung

## 6.5 Objektmanagement

### 6.5.1 Gegenstand und Aufgaben

Ebenso wie die Containermodellierung gehört das Objektmanagement zu den elementaren Grundlagen für das Verständnis zukünftiger, veränderter Verfahrensweisen bei der Etablierung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung im LST-Planungsprozess.



Gemäß Festlegungen des AK Anwendungsfälle ist das *Objektmanagement* als Sammelbegriff für alle notwendigen organisatorischen Angaben zum Austausch von Fachinformationen des LST-Datenmodells in Form des Informationszustands (LST\_Zustand\_Information) oder einer (Einzel-)Planung (Planung\_Projekt bzw. Planung\_Einzel) zu verstehen. Diese organisatorischen Angaben entsprechen im Wesentlichen den bereits bisher in den Planungs- bzw. Bestandsunterlagen aufgeführten Schriftfeldeinträgen gemäß Ril 819.0103 und sind mitsamt den LST-Fachdaten des Versionscontainers per XML-Schnittstelle zwischen beteiligten Komponenten der System- und Softwarearchitektur zu übergeben. Damit ist es möglich, die Eineindeutigkeit der Fachinformationen zu gewährleisten sowie die zugehörigen PlanPro-Ausgabeformate einschließlich erforderlicher Schriftfeldbefüllungen zu generieren.

Für die Identifizierung abzubildender Objektmanagementdaten wurden im AK Anwendungsfälle folgende Quellen konsultiert:

- bisherige Schriftfeldeinträge gemäß Ril 819.0103
- bisherige Einträge in Formblättern und Dokumenten (AP PT 1) gemäß Vorgaben der VV BAU-STE, insbesondere das Planverzeichnis gemäß Anhang 3.5 VV BAU-STE
- Schriftfelder einschließlich Zusatzeinträge aus umgesetzten Praxisplanungen
- notwendige, weiterführende IT-spezifische Angaben zur eindeutigen Zuordnung von Datensätzen

Die Inhalte der Objektmanagementdaten lassen sich wie folgt abgrenzen:

- aktueursspezifische Daten: Wer hat an den LST-Daten gearbeitet?
- werkzeugspezifische Daten: Mit welchem Werkzeug (Komponente der PlanPro-System- und Softwarearchitektur) wurden die Daten erstellt bzw. verändert?
- anlagenspezifische Daten: Welche LST-Anlage (Örtlichkeit) wird durch einen Datensatz abgebildet?
- planungsspezifische Daten: Welche Art von Planung liegt vor?

Ausgehend von diesen allgemeingültigen Grundüberlegungen sind die identifizierten Inhalte geeignet zu strukturieren und in das PlanPro-Modell zu integrieren. Dabei müssen auch Aspekte des Datenschutzes, insbesondere des Schutzes personenbezogener Daten vor automatisierter Auswertung, mit berücksich-

tigt werden. Dabei gilt der Grundsatz, dass personenbezogene Daten prinzipiell im Umfang der bisherigen Abbildung in Papierplänen (Bestands- und Planungsunterlagen) auch zukünftig vorzusehen sind, um den Vorgaben der Regel- und Vorschriftenwerke, beispielsweise VV BAU-STE und Ril 819, zu entsprechen. Weiterhin sollen daraus unter Nutzung der XML-Visualisierung die Ausgabeformate erzeugt und in bekannten Verfahrensweisen den Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt werden können. Jedoch sind geeignete Zugriffsrechte und Schutzmechanismen vor Auswertung und Nutzung persönlicher Daten ohne Projektbezug bzw. berechtigtem LST-Fachinteresse zu entwickeln.

### **6.5.2 Umsetzung und Regelwerksanforderungen**

Ausgehend von den vorangestellten grundsätzlichen Überlegungen sollen in diesem Abschnitt wesentliche Inhalte des Objektmanagements sowie Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen vorgestellt werden.

Der Umfang der bei der Übergabe von LST-Fachdaten im XML-Format notwendigen Objektmanagementangaben ist abhängig von den beiden im Abschnitt 6.4 differenzierten Verwendungszwecken (vgl. Abbildung 38):

- Informationszustand: „LST\_Zustand\_Information“
- Planungsprojekt: „Planung\_Projekt“ bzw. „Planung\_Einzel“

Wie bei bisherigen Papierplanunterlagen enthalten Bestandsauskünfte (Bestandsdokumentationen bzw. zukünftig Bestandsdaten) weniger Schriftfeldeinträge als Planungen (Planungsunterlagen bzw. zukünftig Planungsdaten). Dennoch müssen zur Abbildung aller benötigten organisatorischen Angaben entsprechende Objekte bzw. Attribute im übergeordneten Objektmanagement modelliert werden. Das Maximum bildet hierfür eine weit vorangeschrittene LST-Planung, sodass sich nachfolgende Aussagen auf Planungsprojekte beziehen.

Das Objektmanagement besteht aus folgenden 4 hierarchischen Ebenen:

- Planungsprojekt, abgebildet als Objekt: „Planung\_Projekt“
- Planungsteilprojekt, abgebildet als Objekt: „Planung\_Teilprojekt“
- Planungsgruppe, abgebildet als Objekt: „Planung\_Gruppe“
- Einzelplanung, abgebildet als Objekt: „Planung\_Einzel“

Jeder benannten Ebene sind spezifische Eigenschaften zugeordnet, die folgendermaßen kurz charakterisiert werden können:

- Planung\_Projekt: globale Angaben zum Projekt
- Planung\_Teilprojekt: Zuordnung der Planungsverantwortung im Sinne des beauftragten Ingenieurbüros (Prozessrolle: LST-Fachplaner)
- Planung\_Gruppe: Zuordnung der Planungsverantwortung unterhalb des beauftragten Ingenieurbüros auf konkrete Planungs- und Betrachtungsbereiche (vgl. Kapitel 5.1)
- Planung\_Einzel: Erstellung einer konkreten Einzelplanung (AP PT 1) für den gewählten Pb unter Passfähigkeit des Bb (durch Ersteller als Mitarbeiter eines Ingenieurbüros)

Den Ebenen zugeordnete Attribute sind der Arbeit im „Anhang N: Attribute des Objektmanagements“ beigefügt, auf weitere Detailerläuterungen wird an dieser Stelle verzichtet. Stattdessen sollen für das Gesamtverständnis wesentliche Eigenschaften zusammengefasst werden.

Veränderungen der Befüllung des LST-Datenmodells erfolgen unter Nutzung der Planungswerkzeuge durch die Rolle LST-Fachplaner (beauftragtes Ingenieurbüro) auf Ebene der Einzelplanung (Planung\_Einzel). Wie in den Abschnitten 5.3 bzw. 6.4 beschrieben, werden die durch den LST-Fachplaner erarbeiteten Zielzustände mit dem zugrundeliegenden Startzustand zu einer Ausgabe zusammengefasst und als Planungs-XML an die LST-Datenbank (Projektdatenhaltung) übergeben. Bei der automatischen Generierung der PlanPro-Ausgabeformate unter Verwendung der XML-Visualisierung werden die fachlichen Inhalte für die Anwender erfassbar aufbereitet und aus den Angaben des Objektmanagements die Schriftfeldeinträge gemäß Ril 819.0103 erzeugt.

Neben der eigentlichen Erstellung von Planungen (AP PT 1) für Bauzustände sind Sonderformen der Planungsgruppe und Einzelplanung abzubilden, da diese teilweise unterschiedliche Planungs-/Betrachtungsbereiche, Visualisierungsergebnisse und Weitergaben in den Prozessabläufen erfordern. Stellvertretend aufgeführt seien folgende Beispiele:

- Arten der Einzelplanung, u. a.:
  - Bauzustand (als Standard)
  - Bestandsdigitalisierung\_Geo\_Topo
  - Bestandsdigitalisierung\_LST
  - Bestandskorrektur
  - Revision

- Versionshebung (siehe Abschnitt 6.6)
- besondere Arten der Planungsgruppe, u. a.:
  - Bestandsdigitalisierung\_Geo\_Topo
  - Bestandsdigitalisierung\_LST
  - Versionshebung

In Abhängigkeit von der konkreten Art der Einzelplanung bzw. der Planungsgruppe werden unterschiedliche Visualisierungsergebnisse (z. B. Farbdarstellungen) erzielt und Planungsstatus (siehe Abschnitt 7.2) durchlaufen.

Wichtig für den Gesamtkontext ist noch die Art und Weise der Befüllung der Attribute des Objektmanagements. Hierfür wird die Entwicklung von Web-Oberflächen oder die Nutzung von ohnehin am PlanPro-Prozess beteiligten (Planungs-)Werkzeugen empfohlen. In Abhängigkeit vom konkreten Status der Planung sollen attributspezifische Schreibrechte zur Bearbeitung des Objektmanagements den Prozessrollen Projektleiter und LST-Fachplaner zugeordnet werden.

Abschließend stellt Tabelle 22 ausgewählte Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitungen heraus:

**Tabelle 22: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Objektmanagement**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	keine	
PlanPro spezifische Anforderungen	Definition des Begriffs Objektmanagement im Zusammenhang mit PlanPro-Prozessen unter Verweis auf bisherige Angaben zu Schriftfeldeinträgen gemäß Ril 819.0103 sowie Einträgen in Dokumenten gemäß VV BAU-STE, z. B. Planverzeichnis	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Benennung der Ebenen des Objektmanagements einschließlich Aufgaben und zugehöriger Angaben (Attribute): - Planungsprojekt (Planung_Projekt) - Planungsteilprojekt (Planung_Teilprojekt) - Planungsgruppe (Planung_Gruppe) - Einzelplanung (Planung_Einzel)	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Benennung der besonderen Arten der Planungsgruppe sowie Einzelplanung einschließlich deren Verwendungszweck	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Zuständigkeitsmatrix, welche Objektmanagementattribute durch welche Prozessrolle unter Verwendung welcher Komponente/Technik zu befüllen sind	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Übersichtsmatrix, welche Objektmanagementattribute in welcher Planungsphase befüllt werden können, zu befüllen sind bzw. vorhanden sein müssen	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration von Visualisierungsbeispielen zur Vergleichbarkeit und Wiedererkennbarkeit von Schriftfeldeinträgen mit den Attributen des Objektmanagements	PlanPro-Prozessbeschreibung

## 6.6 Änderungsmanagement/Versionshebung

Nachfolgend werden grundlegende Ideen zur Versionierung des LST-Datenmodells und von am PlanPro-Prozess beteiligten Komponenten der System- und Softwarearchitektur vorgestellt.

### 6.6.1 Gegenstand und Aufgaben

Bedingt durch technische Weiterentwicklungen und fachliche Änderungen bei der Ausrüstung von LST-Anlagen einschließlich der legitimierenden Regel- und Vorschriftenwerke müssen Anpassungen des LST-Datenmodells und der am Prozess beteiligten Werkzeuge/Komponenten grundsätzlich möglich sein. Hierfür ist ein Änderungsprozess unter Berücksichtigung von Zuständigkeiten, Aufgaben und Inhalten zu definieren. Diesbezügliche Vorgaben und Handlungsanweisungen werden im Forschungsprojekt PlanPro unter dem Sammelbegriff *Änderungsmanagement* zusammengefasst.

Bei der Definition eines Prozesses zum Ändern des LST-Datenmodells sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Änderungsinitiatoren
- Änderungsgründe
- Änderungsinhalte
- Änderungsumsetzung
- Änderungsfolgen

Ausgehend von den genannten Einflussfaktoren ergeben sich folgende Fragestellungen einschließlich zugehöriger erster Antworten:

- Änderungsinitiatoren:  
Wer ist berechtigt, Anträge zur Einbringung fachlicher Änderungen im LST-Datenmodell hervorzubringen und an wen sind diese zu adressieren?
  - „Datenmodellpfleger“, bisher AK Datenmodell, (vgl. Abs. 2.2.2)
  - Entwickler/Hersteller von Planungswerkzeugen und Komponenten der System- und Softwarearchitektur
  - Signalbauindustrie als primärer Nutzer der PlanPro-XML
  - sonstige PlanPro-Prozessbeteiligte mit berechtigtem Interesse

- Änderungsgründe:

Warum sind Änderungen am LST-Datenmodell, an beteiligten Werkzeugen oder am gesamten Planungsprozess erforderlich?

  - Lastenheftänderungen
  - Änderungen an Werkzeugfunktionalitäten
  - Regelwerksänderungen (fachliche und prozessuale Änderungen)
  - technische Innovationen (Abbildung neuer Techniken)
  - Änderungsbedarf aus Praxiserfahrungen am Planungsprozess
  - Fehlerbereinigungen bei LST-Datenmodell und/oder Werkzeugen
- Änderungsinhalte:

Wie sind die beantragten Änderungen hinsichtlich Notwendigkeit, Dringlichkeit, Komplexität und Umsetzbarkeit zu bewerten? Welche Auswirkungen haben die Änderungsanträge auf die praktischen (Planungs-)Prozesse sowie gesamte System- und Softwarearchitektur einschließlich separater Komponenten?

  - inhaltliche Auswertung der Änderungsanträge
  - fachliche und prozessuale Abstimmungen mit Beteiligten
  - Formulierung konkreter Änderungsanträge an LST-Datenmodell bzw. Werkzeugfunktionalitäten
- Änderungsumsetzung:

Kann den Änderungsanträgen stattgegeben werden? Wenn ja, mit welcher Priorität? Wer entscheidet über die Umsetzung und Folgen?

  - Entscheidung: Änderungsabstimmungsgremium
  - Überwachung: Änderungskontrollgremium
  - Bewertungskategorien von Änderungen: sofortige Umsetzung oder mittelfristig nach Modifizierung oder Ablehnung
  - Definition vertraglicher Verpflichtungen und zeitlicher Rahmenbedingungen einschließlich Testphasen
- Änderungsfolgen:

Welche Möglichkeiten bestehen bei der firmenspezifischen Umsetzung der beschlossenen Änderungen? Wie können Weiterentwicklungen und Überarbeitungsergebnisse zur Qualitätssicherung der PlanPro-Verfahrensweise überwacht werden, in wessen Zuständigkeitsbereich fallen die Aufgaben?

- firmeninterne Werkzeugversionen
- Fertigstellung und Bereitstellung für allgemeingültige bzw. externe Anwendungen im PlanPro-Prozess
- Differenzierung der Nutzer des PlanPro-Datenmodells in „Nutzer für Export von Planungsdaten“ und „Nutzer für Import von Planungsdaten“

Neben einer Anpassung der beteiligten Werkzeuge infolge notwendiger Änderungen des LST-Datenmodells müssen auch die als Planungsgrundlage für die AP PT 1-Erstellung zu verwendenden Bestandsdaten aus der LST-Datenbank transformiert werden; es ist die sogenannte *Versionshebung* durchzuführen. Die Ursache hierfür liegt darin begründet, dass bei einer LST-Planung nur ein Versionsstand des LST-Datenmodells (XSD-Version) verwendet werden soll, da anderenfalls die vorzuhaltenden Funktionalitäten der Komponenten der System- und Softarchitektur zu komplex würden und die Leistungsfähigkeit eingeschränkt werden könnte.

### **6.6.2 Umsetzung und Regelwerksanforderungen**

Die aufgeführten Aspekte zur Versionierung des LST-Datenmodells sowie der Komponenten der System- und Softwarearchitektur wurden in den PlanPro-Arbeitskreisen intensiv diskutiert. Hinter den Klärungen der eben aufgeführten Fragestellungen zu Änderungen des bei Planungserstellung zu verwendenden LST-Datenmodells verbergen sich komplexe Prozesse, die aus Umfangsgründen im Rahmen dieser Dissertation nicht detailliert diskutiert werden können. Zudem war bei Redaktionsschluss die Definition der Detailabläufe bezüglich der Umsetzung des Änderungsmanagements noch nicht abgeschlossen.

Ein erster Prozessentwurf zum Änderungsmanagement in „Anhang O: Prozessbeschreibung XSD-Versionierung“ eingesehen werden.

Auch für die Transformation der mit einer früheren Datenmodellversion erzeugten Bestandsdaten auf die aktuelle Version vor Beginn der beauftragten LST-Planung sind besondere Verfahrensweisen zu definieren. Ein erster Entwurf sieht hierfür besondere Arten auf Ebene der Planungsgruppe (Planung\_Gruppe) und Einzelplanung (Planung\_Einzel) vor (vgl. Abschnitt 6.5). Diese gesonderte Versionshebungsplanung bedeutet „formale“ Anpassungen bezüglich der Struktur der vorliegenden LST-Daten, jedoch keine fachlichen Änderungen im Sinne des (baulichen) Zustandes der LST-Anlage, da der Anlagenzu-

stand unverändert bleibt. Die Versionshebung ist bei Bedarf für alle Objekte des für die darauffolgende LST-Fachplanung (Bauzustand) benötigten Pb und Bb durchzuführen. Dabei werden nur modellierungstechnische Änderungen aufgrund einer anderen Datenmodellstruktur angepasst. Die Einarbeitung von Bestandskorrekturen und sonstiger fachlicher Veränderungen erfolgt später im Rahmen der beauftragten AP PT 1-Erstellung.

Ein erster Prozessentwurf zum Umgang mit erforderlichen Versionshebungen kann ebenfalls in „Anhang P: Prozessbeschreibung Versionshebung“ eingesehen werden.

Da es sich bei den Themen Änderungsmanagement und Versionshebung ausschließlich um eine PlanPro-spezifische Problemstellung handelt, sind aus Sicht des Autors damit keine allgemeingültigen Regelwerksänderungen verbunden. Vielmehr scheint es sinnvoll, zur Etablierung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung bei zukünftigen LST-Planungen gesonderte Handlungsempfehlungen zu ergänzen. Ausgewählte Inhalte hierfür zeigt Tabelle 23:

**Tabelle 23: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Änderungsmanagement**

Themenbereich	Inhalte	Integrationsvorschlag
allgemeine Anforderungen	keine	
PlanPro spezifische Anforderungen	Definition der Begriffe (für PlanPro-Bezug): - Änderungsmanagement - Versionshebung - Versionshebungsplanung	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Benennung Aspekte der Prozesse sowie Zuständigkeiten zur Einarbeitung von Änderungen am LST-Datenmodell und den beteiligten Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur: - Änderungsinitiatoren - Änderungsgründe - Änderungsinhalte - Änderungsumsetzung - Änderungsfolgen	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Vorgabe zur Verwendung der aktuellen Datenmodellversion (XSD-Version) zur AP PT 1-Erstellung und damit ggf. im Vorfeld notwendigerweise durchzuführender Versionshebungsplanung	PlanPro-Prozessbeschreibung
	Integration formalisierte Prozessbeschreibungen für: - Versionierung des Datenmodells und Komponenten (XSD-Versionierung) - Versionshebung der Bestandsdaten für Pb und Bb der beauftragten Planung	PlanPro-Prozessbeschreibung

Nachdem in diesem Kapitel aufbauend auf den erforderlichen Detailschritten zur Erstellung und Umsetzung von AP PT 1 (vgl. Kapitel 5) völlig neue Themenkomplexe vorgestellt wurden, die aus dem Einsatz der durchgängigen elektro-



nischen Datenhaltung für zukünftige LST-Planungen resultieren und prozessual sowie inhaltlich zu definieren sind, sollen im nachfolgenden Absatz grundlegende Themen zum Umgang mit der LST-Datenbank als zentrale „Drehscheibe“ für den Austausch von Planungs- und Bestandsdaten wiedergegeben werden.

## 7 Schnittstellenbetrachtung LST-Datenbank

Aufbauend auf den im Abschnitt 4.3.2 definierten Datenflüssen sowie Bestandteilen der System- und Softwarearchitektur (vgl. Abschnitt 4.4.4) sollen in diesem Kapitel grundsätzliche Anforderungen und Voraussetzungen für den zukünftigen Planungsprozess unter Verwendung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung hinsichtlich erforderlicher Datenbankfunktionalitäten und damit einhergehender prozessualer Randbedingungen vorgestellt werden. Dabei beschränken sich die Ausführungen auf fachlich-prozessuale Vorgaben, Detaildiskussionen zur technischen Umsetzung sind bewusst zurückgestellt. Hierfür existiert einerseits der PlanPro-AK „Realisierung“ (vgl. Abschnitt 2.2.2), andererseits sind weiterführende Arbeiten besser geeignet, inhaltliche Abschätzungen mit Expertenkenntnissen aus der IT-Branche zu treffen.

Deswegen stehen in diesem Kapitel folgende Themenbereiche im Mittelpunkt der Diskussion:

- Grundanforderungen an die LST-Datenbank
- Planungsstatus
- Gesamtdatenfluss
- Datenfluss bei der Planung von Bauzuständen

### 7.1 Grundanforderungen an die LST-Datenbank

An die LST-Datenbank als primäre Datenquelle für zukünftige Bestandsabfragen und Ausgangsdaten für LST-Planungen sowie als Speicher- und Austauschplattform für Planungsdaten werden besondere Anforderungen hinsichtlich strukturellem Aufbau, Aufgaben und Funktionalitäten gestellt.

Zu den wesentlichen, erforderlichen Aufgaben und vorzuhaltenden Funktionalitäten gehören u. a.:

- Abspeicherung von LST-Bestandsdaten
- Bereitstellung von LST-Bestandsdaten für LST-Planungen
- Abspeicherung von LST-Planungsdaten, zunächst AP PT 1
- Bereitstellung und Austausch von LST-Planungsdaten zwischen am PlanPro-Prozess beteiligten Werkzeugen
- Nutzeradministration
- Verwaltung von LST-Planungsdaten in Abhängigkeit des Fertigstellungsgrades (Planungsstatus, vgl. Abschnitt 7.2)

- Verwaltung von Zugriffsrechten im Sinn der Differenzierung von Lese- bzw. Schreibrechten

Daraus wurden folgende notwendigen Bestandteile der LST-Datenbank identifiziert (Tabelle 24):

**Tabelle 24: Bestandteile und Aufgaben der LST-Datenbank**

Nr.	Bestandteil	Aufgaben
1	Bestandsdatenhaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abspeicherung LST-Bestandsdaten für Bestandsdatenauskünfte</li> <li>- Bereitstellung Eingangsdaten als Planungsgrundlage für LST-Fachplanungen</li> </ul>
2	Projektdatenhaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abspeicherung von AP PT 1-Planungsdaten</li> <li>- Austausch von Planungsdaten an prozessbeteiligte Werkzeuge</li> <li>- Datenquelle für Bestandsdatenaktualisierung</li> </ul>
3	Projektdatenarchivierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Abspeicherung und Archivierung von Planungsdaten abgeschlossener Planungen</li> <li>- Einsicht in gespeicherte Planungsdaten bei Bedarf (Auffälligkeiten, Havariefälle); (vergleichbar mit bisheriger Bauaktenarchivierung)</li> </ul>

Von besonderer Bedeutung für die Dissertationsinhalte ist der Umgang mit Planungsdaten bei Errichtung von LST-Anlagen, insbesondere ESTW. Deswegen werden nachfolgend wichtige Anforderungen an die Projektdatenhaltung unter Berücksichtigung der definierten Planungsprozesse näher vorgestellt. Neben dem Umgang mit Planungsstatus betrifft das stellvertretend Verfahrensweisen des Gesamtdatenflusses sowie dem Datenfluss bei der Planung von Bauzuständen, da hier Interaktionen zwischen Planungswerkzeugen bzw. Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur und der LST-Datenbank erfolgen.

## 7.2 Planungsstatus

Für die Vergabe von Zugriffsrechten auf erstellte Planungsdaten in Abhängigkeit vom Fortschritt einer konkreten LST-Planung sind Regelabläufe im Sinne eines späteren Workflowmanagements zu definieren, um Voraussetzungen für einen risikoarmen Projektverlauf zu schaffen. Als Entscheidungskriterium zur Zuweisung von rollen-/akteurspezifischen Lese- bzw. Schreibrechten eignet sich der (aktuelle) Status einer Planung. Die definierten *Planungsstatus* orientieren sich an den prozessualen Teilschritten bei der Erstellung und Umsetzung einer AP PT 1, wie sie bereits heute in den Regel- und Vorschriftenwerken, z. B. VV BAU-STE, Ril 809, Ril 819, vorgegeben sind, ergänzt um besondere Aufgaben und Verfahrensweisen, die aus der elektronische Datenhaltung und Datenübergabe resultieren. Anhand dieses sogenannten Planungsuhrwerks

sind jeder Planung stets der aktuelle Bearbeitungsstand im Sinne des Gesamtkontextes sowie aktuelle Verantwortlichkeiten (Prozessrollen) zugeordnet. Nach Abschluss der statusspezifisch zugewiesenen Aktivitäten erfolgt eine Statusweitschaltung gemäß definiertem Planungsuhrwerk, sodass anschließend neue Berechtigungen und Aufgaben zugeteilt werden.

Gemäß den im Abschnitt 6.5 vorgestellten Grundlagen sind zu durchlaufende Status konkret jeder der vier hierarchischen Ebenen des Objektmanagements zugeordnet:

- Planungsprojekt, modelliert als Objekt „Planung\_Projekt“
- Planungsteilprojekt, modelliert als Objekt „Planung\_Teilprojekt“
- Planungsgruppe, modelliert als Objekt „Planung\_Gruppe“
- Einzelplanung, modelliert als Objekt „Planung\_Einzel“

Aufgrund verschiedener Abläufe in Abhängigkeit von der konkreten Bearbeitung existieren in den Ebenen der Planungsgruppe und Einzelplanung unterschiedliche Arten (vgl. Abschnitt 6.5.2). Hierfür sind spezifische Statusfolgen definiert. Auch auf Ebene des Planungsteilprojektes bestehen aufgrund unterschiedlicher Bearbeitungsziele, insbesondere der Entscheidung, ob Bestandsdigitalisierungen oder die Planung von Bauzuständen der Beauftragungsgrund waren, differenzierte Statusabfolgen.

Die definierten Status je Ebene sind dem „Anhang Q: PlanPro-Planungsstatus“ zu entnehmen.

Zur besseren Nachvollziehbarkeit sollen an dieser Stelle auszugsweise zu durchlaufende Status, Berechtigungen und zugehörige Aufgaben für die Planung eines Bauzustands sowie der anschließenden Einarbeitung von Revisioneinträgen vorgestellt werden (Tabelle 25). Die darin dargestellte Statusfolge beschreibt beispielhaft das entsprechende Planungsuhrwerk.

**Tabelle 25: Status der Planung einer Bauzustands (Beispiel)**

Legende:				
Status des Planungsprojekts (Planung_Projekt) (kurz: P_P)	Status des Planungsteilprojekts (Planung_Teilprojekt) (kurz: P_T)	Status der Planungsgruppe (Planung_Gruppe) (kurz: P_G)	Status der Einzelplanung (Planung_Einzel) (kurz: P_E)	Projektleiter = PL LST-Fachplaner = LST-Fp Planprüfer = Pp Bauvorlageberechtigter = Bvb Auftraggeber/Bauherr/Bauherrenvertreter = AG/Bh/Bhv Signalbauindustrie = SBI
Status	Aufgaben			Zuständigkeiten
Projekt aktiv	Füllen organisatorischer Angaben des Objektmanagements zum Planungsprojekt.			PL
Durchführung Menge Planungsteilprojekte	Zuweisung Verantwortlichkeiten der Ingenieurbüros (Rolle: LST-Fachplaner) für zu definierende Pb/Bb; Sprung auf Ebene Planung_Teilprojekt.			PL
Auswahl Planungsablauf	Füllen organisatorischer Angaben des Objektmanagements zum Planungsteilprojekt.			PL
Definition Planungsbereich (grob)	Grobdefinition des erforderlichen Pb gemäß Angaben in BAST.			PL
Überprüfung Planungsbereich (grob)	Überprüfung des grob definierten Pb.			LST-Fp
Definition Betrachtungsbereich (grob)	Definition des zugehörigen Bb, informative Bestellung Bestandsdokumentation für Pb und Bb bei Bestandsplan haltender Stelle der DB (IZ-Plan).			LST-Fp
Abgleich Bestandspläne mit Bestandsdaten	Übergabe Bestandsdokumentation, Überprüfung Notwendigkeit Bestdig.			LST-Fp
Vorläufige Definition Pb und Bb der P_G	Definition des erforderlichen Pb und Bb für die nachfolgende P_G_Regel.			LST-Fp
Durchführung Gruppe Regelablauf	Durchführung der P_G_Regel zum Planen von Bauzuständen; Sprung auf Ebene P_G			LST-Fp
Definition Pb und Bb der P_G_Regel	Endgültige Definition des Pb und Bb für die P_G, objektscharfe Zuordnung aus vorab grob definierten Pb+Bb; Import Bestandsdaten für Pb und Bb aus Bestandsdatenhaltung in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank als Kopie; Bestellung und Sperrung Bestandspläne bei IZ-Plan; Übergabe Bestandspläne an Alv zur Übereinstimmungsprüfung.			LST-Fp
Auswertung Ergebnisse Übereinstimmungsprüfung des Anlagenverantwortlichen	Empfang und Bewertung des Ergebnisses der Übereinstimmungsprüfung der Örtlichkeit und Bestandspläne in Form von handrevidierten Papierplänen vom Alv; Entscheidung über Notwendigkeit gesonderte Bestandskorrektur vor Bz-Planung.			LST-Fp
...	...			
Durchführung Menge P_E der Art Bauzustand (Planung_Einzel_Bz)	Durchführen einer Menge P_E der Art Bauzustand; Sprung auf Ebene P_E.			LST-Fp
Planung angelegt	Einzelplanung der Art Bauzustand wurde angelegt, organisatorische Angaben des Objektmanagements zur P_E gefüllt; Import Bestandsdaten aus Projektdatenhaltung als Startzustand (LST_Zustand_Start) in Planungswerkzeug LST.			LST-Fp
Erstellung Planung	Erstellung der Planung eines Bauzustands unter Nutzung Planungswerkzeug LST; -> Erstellung Zielzustand (LST_Zustand_Ziel).			LST-Fp
Planung erstellt	Erstellung des Zielzustandes des Bz abgeschlossen und nach erfolgreicher Plaz-Prüfung in Form einer Ausgabe (Kombination Start- und Zielzustand) als XML in Projektdatenhaltung der LST-Datenbank importiert.			PL
Fachtechnische Prüfung Planung	Fachtechnische Prüfung der AP PT 1 des Bauzustands (1. Uss PP: in Papierform).			Pp
Einarbeitung Prüfanmerkungen	ggf. Überarbeitung der AP PT 1 unter Nutzung Planungswerkzeug LST gemäß Anmerkungen des Planprüferberichts.			LST-Fp
Fachtechnisch geprüft	Fachtechnische Prüfung der AP PT 1 erfolgreich abgeschlossen; Änderungen ab hier nur noch als Änderungsmitteilung möglich.			PL
Formale Prüfung Planung und Freigabe	Formalen Prüfung und Freigabe der AP PT 1 des Bz (1. Uss PP: in Papierform).			Bvb
Formal geprüft und freigegeben	Formale Prüfung und Freigabe zur Ausführung durch Bvb abgeschlossen.			PL
Genehmigung AG und PL	Genehmigung der AP PT 1 des Bz zum Bau (als letzten Freigabeschritt).			AG/Bh/Bhv
Zum Bau genehmigt	AP PT 1 des Bz zum Bau genehmigt, Übergabe an SBI zur AP PT 2-Erstellung.			PL bzw. SBI
An SBI übergeben	AP PT 1 des Bz wurde an SBI übergeben (1. Uss PlanPro: XML und Papier); Erstellung der AP PT 2.			SBI
Abgenommen	Planung des Bz wurde auf Baustelle umgesetzt, Abnahmeprüfung erfolgreich abgeschlossen, keine Änderungen mehr möglich.			PL
Durchführung der letzten Revision vor Erstellung der Bestandsdokumentation (Revision_letzte_Planung_Einzel)	Durchführen einer Einzelplanung der Art Revision zur vorher erstellten Menge an Einzelplanungen der Art Bauzustand vor Erstellung von Bestandsdaten und ggf. anschließender Bestandsdokumentationen.			LST-Fp
Revision angelegt	Einzelplanung der Art Revision wurde angelegt, organisatorische Angaben des Objektmanagements zur P_E gefüllt.			LST-Fp
Erstellung Revision	Einarbeitung der Abnahmeprüfeinträge (Braun-Pink-Einträge) aus Abnahmeprüfplänen zu einer definierten Folge von Bauzuständen im Planungswerkzeug LST.			LST-Fp
Revision übernommen	Erstellung der P_E Revision (Übernahme der Revisionseinträge) abgeschlossen.			LST-Fp
Herstellung Bestandsdaten ... vor Erstellung der Bestandsdokumentation	Herstellen von Bestandsdaten, sodass diese für Auskünfte und neue Planungen zur Verfügung stehen; Generieren der Bestandsdokumentationen möglich.			LST-Fp
...	...			
Übergabe Bestandsdokumentation	Übergabe der aus den Bestandsdaten generierten Bestandspläne an den Alv und die Bestandsplan haltende Stelle (IZ Plan).			PL
Planung_Teilprojekt abgeschlossen	Erfolgreicher Abschluss des Teilplanungsprojekts.			PL
Projekt abgeschlossen	Erfolgreicher Abschluss des Planungsprojekts.			PL

Nach Abschluss der je Ebene und Status verbundenen Aufgaben kann der Planungsstatus weitergeschaltet werden, sodass neue Aktivitäten gegebenenfalls unter geänderten Verantwortlichkeiten durchzuführen sind. An definierten Stel-

len erfolgen dabei Statusübergänge und Sprünge zwischen benachbarten, definierten Ebenen von Planung\_Projekt bis Planung\_Einzel. Bei ausgewählten, definierten Status sind in den zukünftigen Prozessen auch Rücksprünge sowie qualifizierte Abbrüche vorgesehen, da beispielsweise die Definition des Pb/Bb sowie fachtechnische Prüfung mit anschließender Überarbeitung der Einzelplanung iterative Schritte darstellen können. Auf die ausführliche Darstellung der benannten Verfahrensweisen muss an dieser Stelle aus Gründen der Komplexität und des Themenumfangs verzichtet werden. Stattdessen lassen sich Verallgemeinerungen herausstellen.

So durchlaufen sämtliche, in Abschnitt 6.5.2 vorgestellten Einzelplanungen, außer ein Bauzustand, die verkürzten Statusfolgen, wie sie in Tabelle 25 für die Einzelplanung der Art Revision dargestellt sind, da hier nur die jeweilige Erstellung ohne zugehörige Begutachtungs- und Freigabeschritte durchzuführen ist. Die verallgemeinerten Bedeutungen der Status lassen sich hierfür folgendermaßen zusammenfassen:

- „...angelegt“:  
„Hülle“ der Einzelplanung ist durch Befüllen der organisatorischen Attribute des Objektmanagements definiert
- „Erstellung...“:  
Veränderung der fachlichen Inhalte des LST-Datenmodells, Erstellung des zu einem verwendeten Startzustand gültigen Zielzustands unter Nutzung des entsprechenden Planungswerkzeugs LST
- „...übernommen“:  
Planungsvorgang durch LST-Fachplaner abgeschlossen, aktualisierte Planungsdaten (als Ausgabe der Einzelplanung in Form einer Kombination Start- und Zielzustand) von Planungswerkzeug an Projektdatenhaltung der LST-Datenbank per XML übergeben

Jede Planungsgruppe gemäß im Abschnitt 6.5.2 definierter Arten schließt mit der Erstellung von Bestandsdaten ab. Die Ursache liegt darin begründet, dass mit Beenden einer Planungsgruppe nach Abschluss der entsprechenden Einzelplanungen der vormals definierte Pb wieder freigegeben werden muss. Benannte Abhängigkeit ist vergleichbar mit den bisherigen Verfahrensweisen der Rückgabe aktualisierter Bestandsdokumentationen für den ursprünglichen Pb an DVS IZ-Plan mit gleichzeitiger Entsperrung dieser. Somit sollen zukünftig

auch mit Abschluss der Planungsgruppe aktualisierte Daten zum LST-Anlagenzustand für Bestandsauskünfte in der LST-Datenbank zur Verfügung stehen.

Die Übergabe von automatisch aus aktualisierten Bestandsdaten generierten Bestandsdokumentationen ist zukünftig vor Abschluss der Planungsteilprojekte notwendig. Diese Verfahrensweise wird damit begründet, dass innerhalb eines Planungsteilprojekts die Planungsverantwortung jeweils einem Ingenieurbüro (Rolle: LST-Fachplaner) zugeordnet ist und damit formal die von der Bestandsplan haltenden Stelle der DB ausgegebenen Bestandspläne auf das jeweilige Ingenieurbüro gesperrt bleiben können (unter Berücksichtigung, dass zukünftig die Sperrung der Bestandsdaten des Pb in der LST-Datenbank relevant ist). Da jedoch weiterhin aktuelle Bestandsdokumentationen an DVS IZ-Planung und den Alv zu übergeben sind, kann so der Aufwand an zu übergebenden Papierunterlagen reduziert werden, indem nur unter bestimmten Voraussetzungen jedoch nicht bei jeder Bestandsdatenerstellung neue PlanPro-Ausgabeformate erzeugt werden.

Zuletzt muss nach Beendigung aller dem Planungsprojekt zugeordneter Planungsteilprojekte dieses selbst in Verantwortung des Projektleiters abgeschlossen werden, nachdem hierfür alle fachlich-organisatorischen Voraussetzungen vorliegen.

Somit sind für alle erforderlichen Aufgaben und Planungen Zielprozesse unter Vorgabe zugehöriger Planungsstatus als Planungsuhrwerk definiert, die ihrerseits vorhandene Freiheitsgrade auf ein sinnvolles Maß einschränken und somit zur Prozessbeschleunigung und Qualitätserhöhung beitragen können.

### **7.3 Gesamtdatenfluss**

Ausgehend von den vorgestellten Grundlagen lässt sich für den zukünftigen LST-Planungsprozess unter Einsatz der durchgängigen elektronischen Datenerhaltung und Datenübergabe der Gesamtdatenfluss für den Austausch von Planungsdaten im XML-Format zwischen beteiligten Komponenten der System- und Softwarearchitektur definieren. Bedeutsamste Randbedingungen hierfür sind:

- Zielvorgaben zum Datenfluss im PlanPro-Planungsprozess (vgl. Abschnitt 4.3)
- Komponenten der System- und Softwarearchitektur (Abschnitt 4.4.4)

- Detailschritte der AP PT 1-Erstellung bis zum Erzeugen der Bestandsdaten (im Kapitel 5)
- grundlegende PlanPro-Neuerungen, insbesondere
  - PlaZ (vgl. Abschnitt 6.1)
  - Containermodellierung (vgl. Abschnitt 6.4)
  - Objektmanagement (vgl. Abschnitt 6.5)
- definierte Planungsstatus für die definierten Ebenen (Abschnitt 7.2)

Die formalisierte Beschreibung zum angestrebten Gesamtdatenfluss enthält im Wesentlichen folgende Informationen bzw. Eigenschaften:

- beteiligte Systeme
- durchzuführende Aktivitäten
  - Pflichtaktivitäten
  - optionale Aktivitäten
- Datenflüsse, differenziert in
  - elektronische Datenflüsse (im XML-Format)
  - indirekte Daten-/Informationsflüsse, z. B. in Papierform
  - Entscheidungsflüsse
- Planungsstatus
  - jeweils aktueller
  - Statusübergänge
  - für Ebenen Planung\_{Projekt; Teilprojekt; Gruppe; Einzel}
- Sonderformate (Papierplanunterlagen/PlanPro-Ausgabeformate)
- ergänzende Kommentare

Abbildung 44 zeigt auszugsweise den vorgesehenen Gesamtdatenfluss für die 1. Uss PlanPro, aus Gründen der Übersichtlichkeit sind mögliche Rücksprünge und Rückflüsse grundsätzlich nicht dargestellt.

Der ausführliche Gesamtdatenfluss<sup>7</sup> ist im „Anhang R: Gesamtdatenfluss mit PlanPro“ beigefügt.

---

<sup>7</sup> gemäß Projektstand zum Redaktionsschluss dieser Arbeit



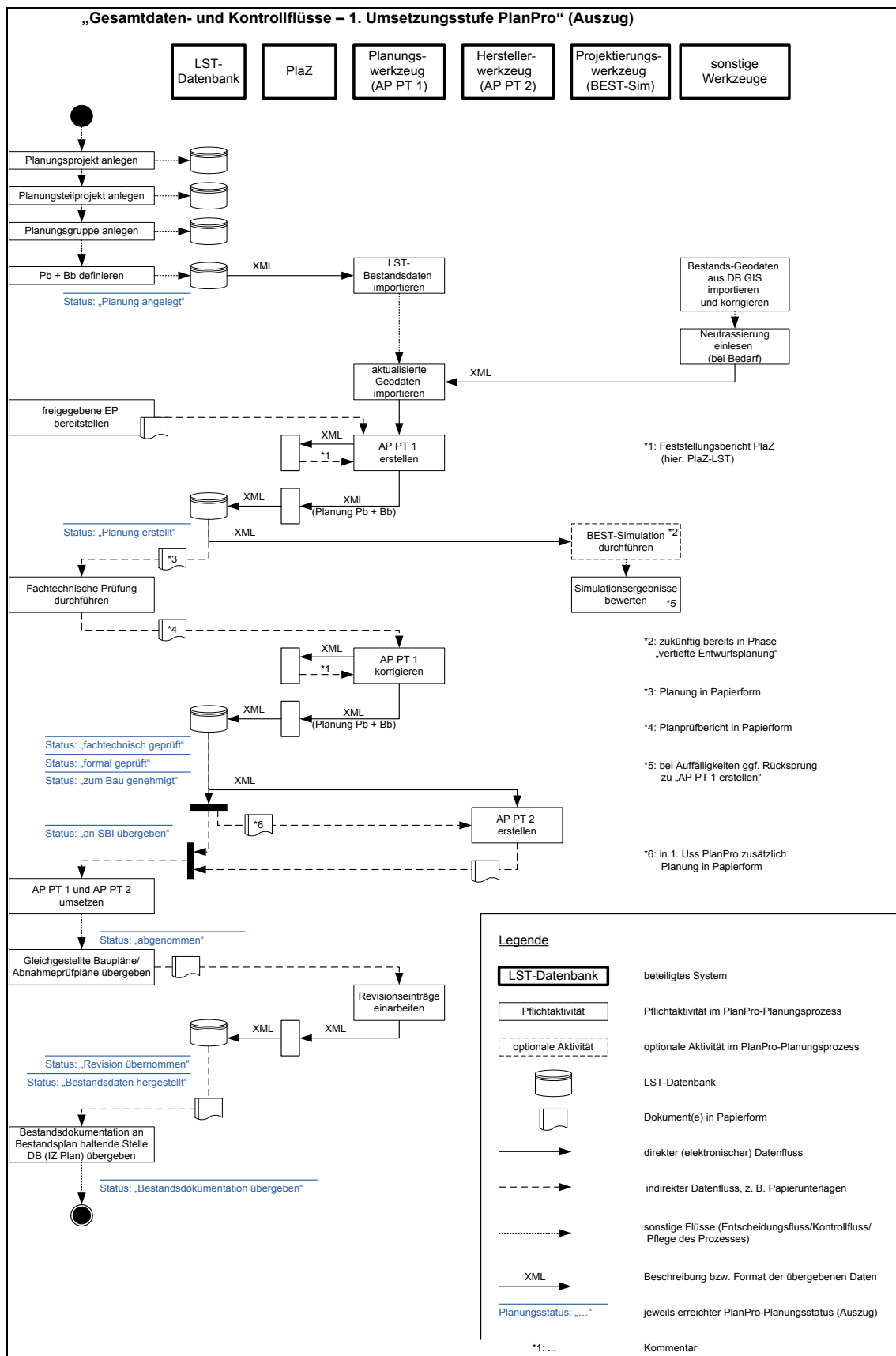


Abbildung 44: Gesamtdatenfluss PlanPro (1. Uss, Auszug)

Anhand des in Abbildung 44 dargestellten vereinfachten Datenflusses lassen sich Bezug nehmend auf die Detailausführungen in den vorangegangenen Kapiteln die wichtigsten Schritte zusammenfassend erläutern.

Im ersten vorbereitenden Schritt für die Erstellung von LST-Planungen mit PlanPro werden zunächst das Planungsprojekt sowie Planungsteilprojekt in der LST-Datenbank angelegt, Planungs- und Betrachtungsbereiche definiert und zugehörige Pb-Daten gegen Bearbeitung durch Dritte gesperrt. Anschließend können vorhandene Bestandsdaten (Gleislage und LST-Fachdaten) aus der LST-Datenbank in das Planungswerkzeug LST importiert werden. Parallel sind Bestandsgeodaten aus dem Geodaten-System der DB (DB GIS) in das Planungswerkzeug Geo (in Abbildung 44 unter „sonstige Werkzeuge“ zusammengefasst) einzulesen und mit ggf. vorhandenen Neutrassierungsdaten zu einem konsistenten Satz an aktuellen Geodaten zu vereinigen, die in das Planungswerkzeug LST eingelesen werden. Danach kann der LST-Fachplaner aufbauend auf den angepassten Eingangsdaten - Startzustand mit LST-Bestandsdaten sowie ggf. aktualisierte Geodaten - mit der eigentlichen AP PT 1-Erstellung beginnen. Dabei erzeugt er unter Nutzung des entsprechenden Planungswerkzeugs LST, z. B. ESTW, ZN/ZL, BÜ, durch Anpassung der Befüllung des LST-Datenmodells den Zielzustand, der den geplanten Anlagenzustand nach Umbau der Anlage darstellt.

Die umzusetzenden baulichen Veränderungen vor Ort ergeben sich durch Vergleich des Zielzustands mit dem Startzustand und werden später als Rot-Gelb-Schwarz-Darstellungen in den Ausgabeformaten für das menschliche Auge nachvollziehbar visualisiert. Bevor die erstellte AP PT 1 in die LST-Datenbank zur Weitergabe an andere Projektbeteiligte importiert werden darf, ist diese einer PlaZ-Prüfung zu unterziehen, um sicherzustellen, dass nur qualitätsgeprüfte (Planungs-)Daten in der LST-Datenbank verwaltet werden. Die Planungsdaten werden im Zuge der PlaZ-Prüfung (konkret PlaZ-LST) durch die gleichnamige Komponente gemäß definierten Regeln geprüft. Im Ergebnis erhält der LST-Fachplaner einen Feststellungsbericht PlaZ-LST, der bei Auffälligkeiten Fehler und Warnungen dokumentiert, die anschließend durch den LST-Fachplaner zu überprüfen sind. Die beschriebenen Verfahrensweisen der PlaZ-Prüfung sind ebenfalls bereits während der AP PT 1-Erstellung jederzeit möglich. Schlussendlich erfolgt der Import der erstellten, qualitätsgeprüften AP PT 1 in Form einer Ausgabe der Einzelplanung (als Kombination Start- und Zielzustand) per

XML in die LST-Datenbank. Von dort kann die Planungs-XML anschließend an die BEST-Projektierung bzw. BEST-Simulation übergeben werden, um das vorgesehene Betriebsprogramm auf dem geplanten Anlagenzustand zu simulieren. Somit können bereits frühzeitig notwendige Planungsänderungen identifiziert und anschließend eingearbeitet werden, wenn sich das vorgesehene Betriebsprogramm nicht umsetzen lässt.

Weiterhin, bestenfalls nach erfolgreicher BEST-Simulation bzw. Überarbeitung der AP PT 1, werden aus den in der LST-Datenbank importierten Planungsdaten die PlanPro-Ausgabeformate erzeugt. Anschließend erfolgt die Übergabe der AP PT 1 in Form von Planungsunterlagen an den Planprüfer zur fachtechnischen Prüfung. Die Ergebnisse dieser fachlichen Begutachtung, die im Planprüfbericht dokumentiert sind, erhält der LST-Fachplaner in Papierform. Bei Notwendigkeit ist die Planung nochmals zu überarbeiten (Fehlerkorrektur oder grundlegende Umplanung) und gegebenenfalls erneut fachtechnisch zu prüfen. Mit Vorliegen eines positiven Planprüfberichtes erfolgt die Statusweitschaltung in „fachtechnisch geprüft“. Es schließen sich weitere Freigabe und Genehmigungsschritte an, die in der 1. Uss PlanPro anhand erzeugter Ausgabeformate in gedruckten Ausführungen durchlaufen werden. Nachdem die AP PT 1 zum Bau genehmigt ist, kann der zugehörige Planungsstatus in der LST-Datenbank entsprechend weitergeschaltet und die Planungs-XML an die SBI zur Erstellung der AP PT 2 übergeben werden. An dieser Stelle kommen die beiden wesentlichsten Verbesserungen der durchgängigen elektronischen Datenhaltung und -übergabe zum Tragen, die im Projektgeschäft bedeutsam sind: Die AP PT 1-Daten können sofort ohne manuelle Übernahmen per XML-Schnittstelle in die Herstellerwerkzeuge der SBI eingelesen werden. Zudem erhält die SBI qualitätsgeprüfte Eingangsdaten, die im Vorfeld einer (erfolgreichen) PlaZ-Prüfung unterzogenen wurden.

Nach Erstellung, Begutachtung und Freigabe der AP PT 2 erfolgt die Errichtung der (LST-)Anlage gemäß aller Ausführungsunterlagen Planteil 1 und 2. Notwendige Änderungen werden entweder als Änderungsplanungen einschließlich erforderlicher Begutachtungs- und Freigabeschritte eingebracht oder in Abstimmung mit allen Beteiligten in Form von Revisionseinträgen (oder ggf. als Änderungsverfügung) auf den Bauplänen dokumentiert. Nach Abnahme der umgebauten Infrastruktur, einschließlich Statusweitschaltung in der LST-Datenbank, müssen die Baustellenänderungen gegenüber den AP PT 1-Daten

noch in das LST-Datenmodell nachgepflegt werden. Hierzu übernimmt der LST-Fachplaner im Rahmen einer Einzelplanung der Art Revision noch die manuellen Einträge in die Fachinhalte des Datenmodells und erstellt somit einen neuen Zielzustand, der die LST-Anlage zum Zeitpunkt der Abnahme (und damit Inbetriebnahme) abbildet. Nach Abschluss der Einarbeitung von Revisionseinträgen bzw. Änderungsverfügungen werden die aktualisierten Daten per XML in die LST-Datenbank importiert und die Bestandsdaten aktualisiert. Somit stehen gegenwartsnah LST-Anlagen-Fachdaten für Bestandsauskünfte oder aufbauende Planungsprojekte zur Verfügung. Zuallerletzt müssen aus den aktualisierten Bestandsdaten automatisiert neue Bestandsdokumentationen erzeugt und an den Alv und die Bestandsplan haltende Stelle der DB (DVS IZ-Plan) übergeben werden.

Damit ist ein Datenflussdurchlauf für ein Planungsprojekt zum Erreichen eines geplanten und realisierten Zielzustands der LST-Anlage ausgehend vom Bestand beschrieben. Kompliziertere Abläufe und Datenflüsse entstehen, wenn der gewünschte Zielzustand über mehrere separate Bauzustände erreicht wird.

## **7.4 Datenfluss bei der Planung von Bauzuständen**

Aufbauend auf den Ausführungen zum Gesamtdatenfluss bei Planungen mit PlanPro sollen in diesem Abschnitt Veränderungen und Besonderheiten vorgestellt werden, die sich auf den Datenfluss zwischen beteiligten Komponenten auswirken, wenn mehrere aufeinanderfolgende Bauzustände zum Erreichen des gewünschten Zielzustandes notwendig sind.

Wesentliche Charakteristiken und Verfahrensweisen zum prozessualen Umgang mit der Planung und Realisierung von Bauzuständen wurden bereits grundlegend im Abschnitt 5.9 thematisiert. Diese haben Auswirkungen auf den Datenfluss. Hierbei müssen zwei grundsätzliche Unterscheidungen vorgenommen werden:

- 1) mehrere Bauzustände innerhalb eines Ingenieurbüros  
(vgl. Abbildung 23 im Abschnitt 5.9.1)
- 2) Wechselwirkungen zwischen Bauzuständen verschiedener Ingenieurbüros (vgl. Abbildung 24 im Abschnitt 5.9.2)

Betrachtet sei zunächst Variante 1). Dabei sind durch den LST-Fachplaner (Ebene Planung\_Teilprojekt des Objektmanagements, vgl. Abschnitt 6.5) für einen

definierten Planungs- und Betrachtungsbereich (Ebene Planung\_Gruppe) mehrere aufeinanderfolgende Bauzustände zu planen. Gemäß bekannter Schritte aus dem Gesamtdatenfluss werden hierfür nach Definition des Pb und Bb einschließlich der Verwendung aktualisierter Geodaten für jeden Bauzustand separate AP PT 1 erstellt, PlaZ-geprüft und als XML in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank importiert. Danach schließen sich die Begutachtungs- und Freigabeschritte unter Nutzung der gedruckten Ausführungsunterlagen an. Erfolgreiche Abschlüsse der einzelnen Etappen machen sich in der LST-Datenbank als Statusweitschaltungen (vgl. Abschnitt 7.2) bemerkbar. Bei Änderungsbedarf in Folge der fachtechnischen Prüfung durch den Planprüfer oder anderer Begutachtungsschritte werden die Planungsdaten überarbeitet (Aktualisierung des Zielzustands, vgl. Abschnitt 6.4) und der Ausgabestand aktualisiert. Erst nachdem ein Bauzustand den Status „zum Bau genehmigt“ erhalten hat, sollen die Planungsdaten aus der Projektdatenhaltung der LST-Datenbank als XML der Signalbauindustrie zur Erstellung der AP PT 1 übergeben werden.

Parallel kann der LST-Fachplaner bereits unter Nutzung des Planungswerkzeugs LST mit der internen Planung des nachfolgenden Bauzustandes innerhalb seines Zuständigkeitsbereiches (Pb) beginnen, muss im Regelprozess jedoch mit dem Import der Planungsdaten in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank warten, bis der vorherige, als Planungsgrundlage dienende Bauzustand abgenommen ist und eventuell vorhandene Revisionseinträge geliefert werden. Diese sind zunächst als separate Einzelplanung in das LST-Datenmodell einzuarbeiten und in die LST-Datenbank zu importieren. Dabei werden nach jeder erstellten Revision die Bestandsdaten der Bestandsdatenhaltung über die Projektdatenhaltung aktualisiert. Anschließend kann mit demselben (oder einem angepassten) Pb und Bb durch den LST-Fachplaner der nachfolgende Bauzustand „offiziell“ geplant und nach erfolgreicher PlaZ-Prüfung in die LST-Datenbank importiert werden. Darauf folgen die definierten Begutachtungs- und Freigabeschritte, bei erforderlichen planerischen Änderungen/Fehlerkorrekturen werden jeweils ein aktualisierter Zielzustand und eine neue Ausgabe erzeugt.

Sofern keine Revisionseinträge oder Änderungsverfügungen zwischen den Bauzuständen eingearbeitet werden müssen, kann die Verfahrensweise „Planung auf Planung“ umgesetzt werden, solange bis zu einem abgenommenen Bauzustand Revisionseinträge vorhanden sind. Dann müssen diese vor Erstellung der Planung des nachfolgenden Bauzustands in die Planungsdaten einge-

arbeitet und neue Bestandsdaten erzeugt werden. Da mit dem Abschluss der Planungsverantwortung durch ein Ingenieurbüro (Rolle: LST-Fachplaner) neue Bestandsdokumentationen an den Alv und die Bestandsplan haltende Stelle der DB (DVS IZ-Plan) übergeben werden müssen, ist im Fall der Einarbeitung von Revisionseinträgen des letzten abgenommenen Bauzustands die besondere Einzelplanung der letzten Revision (Planung\_E\_Art = Revision\_letzte\_Planung\_E) durchzuführen. Die Besonderheit besteht darin, dass nicht für die Bestandsdokumentationen relevante Bearbeitungsvermerke entfernt werden, während bei der üblichen Bestandsdatenerstellung nur die nicht bestandsdatenrelevanten Bearbeitungsvermerke zu löschen sind. Nach Erstellung der Bestandsdaten, Generierung und Übergabe der aktuellen Bestandsdokumentationen können Planungsteilprojekt und Planungsprojekt abgeschlossen werden.

Die beschriebenen Verfahrensweisen sind in „Anhang S: Datenfluss Bauzustände - ein LST-Fachplaner“ ausführlicher veranschaulicht.

Bei Variante 2) verkomplizieren sich die Komplexitäten der Datenflüsse weiter, da hier mehrere LST-Fachplaner auf die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank zugreifen und in aufeinanderfolgender Verantwortung Planungsdaten zum Erreichen des gewünschten Zielzustands der LST-Anlage erzeugen. Damit sind folgende wesentlichen Eigenschaften im Gesamtdatenfluss der Bauzustände zu berücksichtigen:

- Erstellung des voraussichtlichen Übergabezustands durch ersten LST-Fachplaner zu Beginn, bevor erster Bauzustand geplant wird
- Import des voraussichtlichen Übergabezustands in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank
- Zugriffsberechtigungen für alle im Planungsprojekt beteiligten LST-Fachplaner (alle Planungsteilprojekte) auf in Projektdatenhaltung importierte Planungsstände
- Import von Planungsständen in Planungswerkzeuge anderer (zu späterem Zeitpunkt zuständige) LST-Fachplaner möglich
- werkzeuginterne informative Planungen späterer Bauzustände möglich
- Planungsverantwortung bei nachfolgendem LST-Fachplaner formal erst zugeteilt, wenn Revision des letzten Bauzustands einschließlich Erzeugung von Bestandsdaten und Bestandsdokumentationen durch vorher zuständigen LST-Fachplaner umgesetzt

- höherer Aufwand der Änderungsnachverfolgung bei informativen Planungen „unter Vorbehalt“ durch spätere LST-Fachplaner

Die grundsätzlich beschriebenen Verfahrensweisen zum Gesamtdatenfluss und Austausch von Planungsdaten bleiben davon unberührt. Eine ausführliche, formalisierte Beschreibung für den Gesamtdatenfluss bei der Planung von Bauzuständen bei mehreren nacheinander beauftragten Ingenieurbüros ist als „Anhang T: Datenfluss Bauzustände - mehrere LST-Fachplaner“ beigefügt, auf weitere Erläuterungen wird an dieser Stelle verzichtet.

Weitere Wechselwirkungen entstehen, wenn praktische Verfahrensweisen von den definierten Regelprozessen abweichen (müssen) oder Komplexitätsebenen hinzukommen. Dies betrifft beispielsweise die Themenbereiche:

- Umgang mit impliziten Revisionen
  - bei Bauzustandsfolge innerhalb eines Ingenieurbüros
  - bei Wechselwirkungen zwischen nacheinander beauftragten Ingenieurbüros unter verstärkter Anwendung der „Planung unter Vorbehalt“
- Umgang mit beschleunigten Verfahrensweisen (Planung auf Planung)
  - Beginn Erstellung Bz n+1 sofort nach fachtechnischer Prüfung Bz n
  - Beginn Erstellung Bz n+1 nach Genehmigung zum Bau des Bz n
  - Planung Bz n+1 vor Einarbeitung Revisionseinträge aus Bz n
- Umgang mit Änderungsplanungen
  - bei Bauzustandsfolgen innerhalb eines Ingenieurbüros
  - bei Wechselwirkungen zwischen nacheinander beauftragten Ingenieurbüros unter verstärkter Anwendung der „Planung unter Vorbehalt“
- Umgang mit Nachbarplanungen
  - weitere Wechselwirkungen zwischen Pb und Bb benachbarter Planungen (horizontale Abhängigkeiten)
  - Betrachtungsbereichsaktualisierungen
- Umgang mit Untergewerksplanungen
- Umgang bei unterschiedlichen Regelwerks-/Datenmodellständen

Für diese Besonderheiten sind perspektivisch prozessuale Lösungen einschließlich angepasster Datenflüsse herauszuarbeiten. Zu Redaktionsschluss

lagen hierfür noch keine abschließenden Ergebnisse vor. Aufgrund der Komplexität und Nachvollziehbarkeit können benannte Bereiche an dieser Stelle nicht weiter vorgestellt werden, stattdessen dient obige Aufzählung der Vervollständigung auch zukünftig zu betrachtender Themen.

## **7.5 Zusammenfassung**

Abschließend sollen Kernaussagen dieses Kapitels zusammengefasst werden.

Die LST-Datenbank bildet mit ihrer Komponente Projektdatenhaltung die zentrale „Drehscheibe“ für den Austausch von LST-Planungsdaten unter dem Einsatz der durchgängigen elektronischen Datenhaltung und -übergabe. Definierte Planungsstatus stellen eine grundlegende Voraussetzung für zukünftige Verfahrensweisen einschließlich zu vergebender Nutzer- und Zugriffsrechte dar. Diesem vorgegebenen Planungsuhrwerk haben alle mit PlanPro durchzuführenden LST-Planungen zu folgen. Unter Berücksichtigung der am Prozess beteiligten Akteure und Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur wurde hieraus der vorgesehene Gesamtdatenfluss erarbeitet. Darin werden elektronische und indirekte (Daten-)Flüsse für den Regelplanungsprozess, der bisherige Verfahrensweisen und Neuerungen aus der elektronischen Datenübergabe vereint, unterschieden, ebenso wie Unterscheidungsflüsse. Wichtigste beteiligte Werkzeuge/Komponenten neben der LST-Datenbank sind:

- Planungswerkzeuge LST (ggf. untergewerksspezifisch) zur Befüllung des LST-Datenmodells und damit Erstellung der (ggf. untergewerkspezifischen) LST-Fachplanung und
- PlaZ (PlaZ-LST) und weitere PlaZ-Komponenten zur automatisierten Qualitätsprüfung vor Import der Planungsdaten in die Projektdatenhaltung der LST-Datenbank
- Herstellerwerkzeuge der SBI zum Import der Planungs-XML (AP PT 1) und anschließender AP PT 2-Erstellung

Aufbauend auf dem Gesamtdatenfluss waren für Planungen mehrerer aufeinander folgender Bauzustände zum Erreichen des gewünschten Zielzustands einer LST-Anlage weitere Datenflüsse für den daraus resultierenden Umgang mit Bauzuständen zu definieren. Hierbei kommen dem Austausch von Planungsständen und die Aktualisierung von Eingangsdaten bzw. als Planungsgrundlage verwendeter Quelldaten besondere Bedeutungen zu. Weiterhin sollen die erstellten Datenflussdiagramme und formalisierten Prozessbeschrei-



bungen als Grundlage für spätere Workflow-Darstellungen der definierten Regelprozesse dienen, aber auch abgeänderte Verfahrensweisen aufgrund projektspezifischer Randbedingungen, z. B. Planung auf Planung, nicht generell ausschließen.

Neben der Projektdatenhaltung stellt die Bestandsdatenhaltung den zweiten wesentlichen Bestandteil der LST-Datenbank dar. Diese dient bezeichnungsgemäß der Vorhaltung aktueller Bestandsdaten für die Erzeugung von Bestandsdokumentationen und als Datenquelle allgemeiner Bestandsauskünfte. Die Aktualisierung der Bestandsdaten ist bei LST-Planungen nach jeder eingearbeiteten Revision bzw. Änderungsverfügung vorgesehen.

Damit sind alle wesentlichen Themenkomplexe, Detailschritte und Randbedingungen für den zukünftigen LST-Planungsprozess unter dem Einsatz einer durchgängigen elektronischen Datenhaltung und Datenübergabe vorgestellt. Mit Gedanken zur Einführung von PlanPro in der Praxis und allgemeinen Schlussbetrachtungen soll die Arbeit in den letzten beiden Kapiteln abgerundet werden.

## 8 Einführungskonzept PlanPro

Bei der Umsetzung der vorgestellten Ansätze und Etablierung des zukünftigen LST-Planungsprozesses in der Praxis sind verschiedene Einflussfaktoren und Maßnahmen zu berücksichtigen, die über Erfolg oder Misserfolg entscheiden können. Deswegen widmet sich dieses Kapitel wesentlichen Überlegungen zur Einführung von PlanPro als angestrebter Standard für zukünftige LST-Fachplanungen für ESTW-Inbetriebnahmen. Die Ausführungen beziehen sich dabei auf den zum Redaktionsschluss vorliegenden aktuellen Sachstand des Forschungsprojektes PlanPro.

### 8.1 Grundsätze

Die vorgestellten Sachstände und allgemeinen Inhalte des Forschungsprojektes PlanPro sind bisher größtenteils nur den Teilnehmern der PlanPro-Arbeitskreise (vgl. Abschnitt 2.2) bekannt.

Darüber hinaus wurden Zwischenstände auszugsweise im Rahmen verschiedener Fachveranstaltungen bekannt gemacht, z. B. [SAC13], [KLA13], [KLA15], sowie ausgewählte Inhalte in allgemein zugänglichen Fachzeitschriften veröffentlicht, z. B. [BRÖ15], [BUD14a], [BUD14b], [BUD14c], [MAS12]. Weiterhin verbreiteten sich Grundgedanken zur durchgängigen elektronischen Datenhaltung mit PlanPro bisher bei Fachgesprächen mit sonstigen Geschäfts- und Praxispartnern im Fachgebiet der Verkehrssicherungstechnik und technischen Ausrüstung von LST-Anlagen. Gezielte Öffentlichkeitsarbeit zum Forschungsprojekt PlanPro und allgemeinen Erkenntnissen fand aufgrund der bisherigen Bearbeitungstiefe und knapper Ressourcen noch nicht statt - abgesehen vom öffentlichen Webauftritt, der jedoch nur wenige allgemeine Projektinfos sowie den aktuell veröffentlichten Datenmodellstand vorhält [DBN16a].

Mit zunehmenden Bearbeitungsfortschritten und konsolidierten Ergebnissen müssen die zukünftigen Verfahrensweisen in die Praxis weitergetragen und die allgemeine Öffentlichkeitsarbeit intensiviert werden. Nur mit ausreichendem Informationsvorlauf, Hintergrundwissen, klar definierten Zielstellungen und Aufzeigen auszuschöpfender Verbesserungspotentiale können Nutzerakzeptanzen positiv beeinflusst sowie Grundlagen für eine erfolgreiche Praxiseinführung der bisher auf Arbeitskreisebene entworfenen Verfahrensweisen gelegt werden. Zu den Adressaten gehören beispielsweise:

- Struktureinheiten der DB
  - DB Netz
  - DB International, DB ProjektBau, DB Engineering&Consulting
- LST-Fachplaner privater Ingenieurbüros
- sonstige Beteiligte am LST-Planungsprozess
  - Projektleiter
  - AG/Bh/Bhv
  - Alv
  - Planprüfer
  - Bvb
  - Bauüberwacher
  - Abnahmeprüfer
- Aufsichtsbehörden
  - EBA

Nach erfolgreich etablierter Öffentlichkeitsarbeit gilt es mit Einführung und Erstanwendung der neuen PlanPro-Verfahrensweisen im Rahmen von Praxisprojekten sowohl Prozesse als auch Nutzer aktiv zu begleiten. Hier stehen neben einer intensiven Anwenderbetreuung beispielsweise die Evaluierung der Prozesse und ihrer Nutzerakzeptanzen im Mittelpunkt, um weitere Verbesserungspotentiale identifizieren und ausschöpfen zu können.

Zur erfolgreichen Einführung der definierten PlanPro-Prozesse im Praxisbetrieb sind folgende Teilschritte bzw. Themengebiete zu berücksichtigen:

- Regelwerksanpassungen
- Prozessanpassungen
- Systemanpassungen
- Testprojekte
- anschließende Auswertungen und Anpassungen (Versionierung)

Diese werden in den nachfolgenden Abschnitten thematisiert.

## **8.2 Regelwerksanpassungen**

Zu Legitimation zukünftiger Verfahrensweisen unter dem Einsatz der durchgängigen elektronischen Datenhaltung im LST-Planungsprozess müssen Regelwerke angepasst werden, entweder durch Überarbeitung bestehender oder Herausgabe grundsätzlich neu konzipierter Texte. Dabei sind die im Ab-

schnitt 4.1 benannten Randbedingungen zu berücksichtigen, da das Konglomerat aus Regel- und Vorschriftenwerken sehr komplex aufgebaut und deren Änderungsaufwand zu minimieren ist. Zudem besteht eine Strategie darin, die erforderlichen Änderungen vorzugsweise in Richtlinien (der DB) oder separaten Prozessbeschreibungen umzusetzen. Wie bereits im Kapitel 5 vorgestellt, setzt sich der Änderungsbedarf aus zwei verschiedenen Gründen zusammen:

- 1) allgemeine Anpassungen aufgrund von Differenzen zwischen (unzureichenden) Regelwerksvorgaben und bisheriger Praxis
- 2) PlanPro-spezifische Anpassungen für geänderte Verfahrensweisen durch elektronische Datenhaltung und Datenübergabe für zukünftige Prozesse

Detailvorschläge für Regelwerksanpassungen wurden spezifisch für jeden Themenkomplex in den Kapiteln 5 und 6 herausgearbeitet. Darauf aufbauend sollen an dieser Stelle allgemeine Gedanken zu erforderlichen Regelwerksänderungen benannt werden, die auch aus Fachgesprächen, z. B. [MOR15], und Erkenntnissen von Fachveranstaltungen, z. B. [SAC13], [SAC14], resultieren.

Notwendige Änderungen müssen über definierte Regelprozesse integriert werden. Dabei erfolgt bisher weitestgehend eine Trennung von Regelwerkstexten und formalisierten Prozessbeschreibungen, da hierfür DB-intern unterschiedliche Zuständigkeiten zugeordnet sind. Für DB-Regelwerke definiert Ril 138.0203 allgemeine Vorgaben hinsichtlich Gestaltung, Struktur und Nummerierung, die zwingend zu berücksichtigen sind [RIL138]. Für Richtlinien oder Richtlinienmodule ist jeweils ein Fachautor benannt, der für die Richtlinienpflege und -weiterentwicklung zuständig ist. Zudem gilt dieser als Ansprechpartner für Rückfragen, die sich bei Interpretation der Regelwerkstexte in ihrer Umsetzung bei Praxisprojekten ergeben, sowie für Verbesserungsvorschläge bezüglich möglicher Regelwerksüberarbeitungen.

Bei anzustrebenden Anpassungen einer Richtlinie erstellt der zuständige Fachautor zunächst Formulierungsvorschläge, die anschließend in Abstimmungsrunden zur Diskussion gestellt werden. Dabei sind neben Wechselwirkungen zu anderen Richtlinien(-modulen) auch unterschiedlichste Sichtweisen, bspw. Infrastruktur, Betrieb und Betriebsrat, zu harmonisieren, bevor letztendlich eine konsolidierte Fassung freigegeben und in der Praxis eingeführt werden kann. Deswegen gestalten sich Regelwerksüberarbeitungen mitunter schwierig, da veröffentlichte Werke und Formulierungen bereits einen intensiv diskutierten

und abgestimmten Sachstand aufweisen. Dieser Einflussfaktor ist bei anstehenden Änderungen für PlanPro nicht zu unterschätzen.

Eine andere Möglichkeit der Legitimation der PlanPro-Verfahrensweisen stellt die Konzeption grundsätzlich neuer Regelwerke, z. B. vorrangig Richtlinien(module) gemäß definierter DB-Standards, dar. Dabei können zu definierende Sachverhalte konzentriert und mit vergleichsweise geringem Aufwand als Regelwerkstexte einschließlich ergänzender Abbildungen bzw. formalisierter Prozessbeschreibungen formuliert und die Neuerungen nach erfolgreichen Abstimmungsrunden in Kraft gesetzt werden. Durch eine von der Historie losgelöste Regelwerksgestaltung bestünde ein Vorteil darin, dass veraltete Inhalte und Formulierungen per se entfallen. Damit entstehen in sich geschlossene und konsistente Werke, deren Passfähigkeit zu anderen, gültigen Regelwerken selbstredend sicherzustellen ist.

Da in Kraft gesetzte Regelwerksformulierungen zwar abgestimmte Sachverhalte abbilden, aber gleichzeitig meist so allgemeingültig formuliert sind, dass alle Interessensgruppen sich darin wiederfinden, bestehen teilweise unterschiedliche Ansichten bei der Interpretation der Regelwerkstexte für praktische Umsetzungen. Zudem werden Anforderungen aus der Praxis zum Teil bisher gar nicht abgebildet (vgl. stellvertretend Abschnitte 5.8 bis 5.10). Hinzu kommt der natürliche Effekt, dass trotz zentraler Gestaltungsvorgaben jeder Fachautor subjektive Vorzüge an Formulierungen einbringt, die mehr oder weniger allgemeinverständlich sind.

Aufgrund der benannten Auffälligkeiten hinsichtlich der Interpretation von Regelwerksvorgaben und -formulierungen wurden in der Praxis bereits - meist unternehmensinterne - formalisierte Prozessbeschreibungen zu diversen Themengebieten aus Regelwerkstexten entwickelt, um einerseits Standardisierungen<sup>8</sup> vornehmen und Prozessbeschleunigungen umsetzen zu können. Als konkrete Beispiele sei auf [DBPB10] und [DBPB14] verwiesen. Andererseits können damit auch Besonderheiten durch übergreifende Vergleiche einfacher identifiziert und perspektivisch harmonisiert werden. Ein Vorteil der meist formalisierten Prozessbeschreibungen besteht darin, dass diese mit vergleichsweise geringem Aufwand erstellt werden können, da aufwendige Abstimmungsrunden durch eine geringere Anzahl an Beteiligten meist entfallen. Weiterhin er-

---

<sup>8</sup> regionalbereichs- oder unternehmensspezifisch

möglicht die verstärkte Verwendung von Bildbeschreibungen eine Reduzierung möglicher Fehlinterpretationen, die sonst durch mehrdeutige, autoren-spezifische Formulierungen entstehen (können).

Ein wesentlicher Nachteil der internen Prozessbeschreibungen liegt darin begründet, dass diese nur einem begrenzten Nutzerkreis zur Verfügung stehen, Vereinheitlichungen damit nur regional bzw. unternehmensintern vorgenommen werden (können). In der Konsequenz werden ressourcenbindend parallele Standardisierungen erarbeitet, deren Ergebnisse sich durch unterschiedliche Interpretationssichtweisen weiterhin widersprechen können.

Bei der Überarbeitung der Regelwerksvorgaben zur Definition der zukünftigen PlanPro-Verfahrensweisen können Vorteile beider Darstellungsformen genutzt werden. Einerseits sollten Regelwerkstexte um die ohnehin erforderlichen Regelungsinhalte ergänzt werden, z. B. Umgang mit Bauzuständen und Änderungsplanungen. Andererseits lassen sich ausgehend von den erstellten PlanPro-Ablaufdiagrammen mit voraussichtlich geringerem Aufwand leicht formalisierte Prozessbeschreibungen erstellen, die entweder den Richtlinien als Anhang direkt beigefügt werden oder gesammelt als eine Art „Formalisierte Prozessbeschreibungen für LST-Planungen mit PlanPro“ herausgegeben werden, auf die aus den Regelwerkstexten zentral verwiesen werden könnte. Letztere Variante würde die Pflege und Weiterentwicklung der formalisierten Prozessbeschreibungen vermutlich erleichtern, während zuerst genannte Variante wahrscheinlich das Gesamtverständnis vereinfacht, da kein Medienbruch beim Lesen und Verstehen der Vorgaben vorhanden ist. Die konkrete Art der Umsetzung muss noch entschieden werden.

Wesentliche Anpassungen hinsichtlich allgemeingültiger Regelwerksvorgaben für LST-Planungen auch mit PlanPro sind bei folgenden Themen erforderlich:

- Differenzierung der Ausführungsplanung in AP PT 1 und AP PT 2
- Umgang mit Bauzuständen
- Umgang mit Änderungsplanungen
- Umgang mit Nachbarplanungen

Weitere inhaltliche, in den Regelwerken aufzunehmende Sachverhalte wurden ausführlich in den Abschnitten des Kapitels 5 herausgearbeitet und können dort themenspezifisch nachgelesen werden.

Diese beschränken sich entsprechend dem Projektfokus der 1. Uss PlanPro zunächst nur auf Schritte der AP PT 1-Erstellung bis zur Erstellung aktualisierter Bestandsdokumentationen/Bestandsdaten. Perspektivisch sollten auch weitere Planungsphasen und Wechselwirkungen mit berücksichtigt werden, z. B.:

- übergreifende Abstimmungen und Wechselwirkungen mit anderen Gewerken der Eisenbahntechnischen Ausrüstung
- Integration weiterer Planungsphasen, bspw. EP, in die Abläufe der elektronischen Datenhaltung und Datenübergabe
- weitere Differenzierung der Regelwerksvorgaben bezüglich untergewerkspezifischer Besonderheiten und Verfahrensweisen für die Erstellung von LST-Planungen

Eine erste wissenschaftliche Untersuchung zur Integration der PlanPro-Abläufe in Regelwerkstexte benennt und bewertet verschiedene Möglichkeiten. In Abhängigkeit von den verfügbaren Ressourcen (personell, finanziell) und zeitlichen Randbedingungen kommt die punktuelle Ergänzung von Regelwerkstexten um PlanPro-Inhalte oder eine grundlegende Überarbeitung der Ril 809 mit allgemeinen Grundlagen und einem separaten Modul für LST-Planungen mit PlanPro in Frage. Eine abschließende Bewertung konnte aufgrund der noch laufenden Projektarbeit und Prozessdefinitionen noch nicht vorgenommen werden [HEN15].

### **8.3 Prozessanpassungen**

Geänderte Regelwerksvorgaben und ergänzende formalisierte Prozessbeschreibungen bilden nur eine wesentliche Grundvoraussetzung zur Anpassung zukünftiger Verfahrensweisen für die durchgängige elektronische Datenhaltung im LST-Planungsprozess.

Erwartete und notwendige Verbesserungen hinsichtlich Prozessbeschleunigung und Qualitätserhöhung lassen sich nur erreichen, wenn die definierten Abläufe auch eingehalten werden. Hierzu gilt es, die (zukünftigen) Anwender frühzeitig auf dem Weg der Prozessmigration mitzunehmen. Das bedeutet einerseits proaktiv über bevorstehende Veränderungen zu informieren, beispielsweise durch wirksame Öffentlichkeitsarbeit in Form von Webauftritten, Fachartikeln und Fachvorträgen, andererseits potenzielle Nutzer von den Vorteilen zu überzeugen sowie gleichzeitig diese geeignet bei den anstehenden Veränderungen einzubeziehen. Nur wenn ein Anwender selbst ausreichend von

den Vorteilen sich anbahnender Veränderungen überzeugt ist, wird dieser sich von den bisherigen, „eingeschliffenen“ Verfahrensweisen lösen und die Vorteile der IT-gestützten Planung und Projektumsetzung mittragen. Hierbei gilt es zudem gegenseitiges Verständnis aufzubauen, da aufgrund des Paradigmenwechsels, der zahlreichen Themenkomplexe sowie der umfangreichen System- und Softwarearchitektur die Verbesserungen mit PlanPro wahrscheinlich nur mittel- und langfristig erreicht werden können. Kurzfristig muss sogar mit Mehraufwänden gerechnet werden, da beispielsweise für vorhandene Anlagen zunächst Bestandsdigitalisierungen (vgl. Abschnitt 6.2) zum erstmaligen Erzeugen von LST-Bestandsdaten entsprechend dem PlanPro-Datenmodell durchzuführen sind.

Ebenfalls erfordern die standardisierten Verfahrensweisen Verhaltensanpassungen von den Projektbeteiligten, z. B. bei:

- Definition Pb+Bb
- Planung von Bauzuständen
- Begutachtung und Freigabe
- AP PT 1-Übergabe als Druckexemplare (Papier) und als Planungs-XML
- Einarbeitung von Revisionseinträgen
- Umgang mit Änderungsmitteilungen
- Umgang mit Nachbarplanungen
- Umgang mit untergewerkspezifischen Planungen

Die besten und darüber hinaus im Regelwerk vorgeschriebenen Prozesse kommen nicht zur Wirkung, wenn diese praktisch nicht umsetzbar sind, z. B. bei der Planung von Bauzuständen (vgl. Abschnitt 5.9), oder aus verschiedenen, teilweise nur schwer nachvollziehbaren Gründen nicht angewendet werden. Dies führt bereits in der bisherigen Praxis zu Projektrisiken und -verzögerungen, wie stellvertretend in [BUD14a] nachzulesen sind.

Deswegen werden im Forschungsprojekt PlanPro vor allem durch die AK Anwendungsfälle und Planungsorganisation bereits frühzeitig Sachinhalte und Strategien zur bevorstehenden Prozessmigration gesammelt. Möglichkeiten zur Weitergabe von Arbeitsständen und -ergebnissen der PlanPro-Arbeitskreise sowie allgemeiner Informationen zu zukünftigen Verfahrensweisen bestehen bei:



- Fachveranstaltungen/-symposien
- Fachartikel in Fachzeitschriften
- Webauftritten
- spezielle Nutzerschulungen
- Diskussionsrunden

Zu den Adressaten gehören:

- Leiter von Struktureinheiten der DB, Ingenieurbüros, Signalbauindustrie sowie sonstiger Entscheidungsträger im Umgang mit LST-Fachplanungen
- Beteiligte an LST-Projekten
  - Projektleiter
  - AG/Bh/Bhv
  - Alv
  - LST-Fachplaner
  - Planprüfer
  - Bvb
  - Bauüberwacher
  - Abnahmeprüfer
  - Aufsichtsbehörden
- Entwickler von am Planungsprozess beteiligten Werkzeugen und Komponenten der System- und Softwarearchitektur
- Nutzer der am Planungsprozess beteiligten Werkzeuge und Komponenten der System- und Softwarearchitektur
- Regelwerksautoren
- Projektbeteiligte anderer Gewerke

Definierte und bekanntgemachte Verfahrensweisen sind in der Praxis anzuwenden, z. B. im Rahmen von Testprojekten (vgl. Abschnitt 8.5), aktiv durch Mitarbeiter des Forschungsprojektes PlanPro zu begleiten und anschließend hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit zu bewerten. Bei Evaluierung der Abläufe sind Projektbeteiligte sowie weitere eben aufgeführte Adressaten geeignet mitzunehmen. Dabei sollen neben positiven Erfahrungen vor allem Verbesserungspotenziale identifiziert werden, die anschließend durch Anpassung der Prozessabläufe und/oder Komponenten der System- und Softwarearchitektur sowie Regelwerksvorgaben abgestimmt umzusetzen sind.

Auch diese Teilschritte sind ebenso umfangreich und komplex wie die allgemeinen prozessualen und projektspezifischen Randbedingungen von PlanPro. Deswegen werden sich die Erfolge aus Prozessverbesserungen erst mittel- bis langfristig einstellen (können).

## **8.4 Systemanpassungen**

Neben Anpassung der Regelwerksvorgaben und praktischer Prozesse müssen auch am LST-Planungsprozess beteiligte Systeme (weiter-)entwickelt werden. Dies betrifft Planungswerkzeuge sowie Komponenten der System- und Softwarearchitektur einschließlich der LST-Datenbank und ihrer zugeordneten Funktionalitäten.

In den vorangegangenen Kapiteln wurden Grundlagen der zukünftigen System- und Softwarearchitektur bereits ausführlich vorgestellt, beispielsweise im Abschnitt 4.4.4 sowie Kapitel 7. Die darin definierten Anforderungen und Funktionalitäten sind durch die Werkzeug-/Systementwickler umzusetzen. Dies betrifft die Fälle:

- Weiterentwicklung bestehender Werkzeuge
  - z. B. ProSig als Planungswerkzeug LST; zur Befüllung des LST-Datenmodells sowie Entwicklung von XML-Schnittstellen
- Entwicklung neuer Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur
  - z. B. PlaZ (PlaZ-LST); zur Qualitätsprüfung von LST-Planungsdaten

Anschließend können die zukünftigen Prozesse anhand geeigneter Testprojekte (siehe Abschnitt 8.5) erprobt werden. Dabei ist es auch denkbar, dass erforderliche Funktionalitäten zunächst in anderen Werkzeugen integriert werden und die definierte Systemarchitektur erst zu einem späteren Zeitpunkt vollumfänglich erreicht wird. Ein Beispiel hierfür wäre, dass zunächst die PlanPro-Ausgabeformate direkt aus den Planungswerkzeugen LST generiert werden, solange die Entwicklung der Komponente XML-Visualisierung noch nicht abgeschlossen ist.

Zudem müssen beteiligte Systeme an spätere Weiterentwicklungen des LST-Datenmodells sowie prozessuale Veränderungen angepasst werden können. Anforderungen wurden diesbezüglich bereits im Abschnitt 6.6 detaillierter vorgestellt. Diese sind in der Praxis umzusetzen und zu testen.

## 8.5 Testprojekte

Nachdem alle Voraussetzungen durch Anpassung und (Weiter-)Entwicklung der Regelwerke, Prozesse und beteiligten Systeme erfüllt sind, müssen deren Passfähigkeit für Praxisabläufe an geeigneten Projekten getestet werden.

Bei der Einführung von PlanPro werden gemäß aktuellen Projektplänen zwei Arten von Testprojekten unterschieden [PPP16]:

- 1) Referenzprojekte
- 2) Pilotprojekte

Bei den *Referenzprojekten* handelt es sich um LST-Projekte, die ihrerseits bereits „herkömmlich“ geplant und umgesetzt wurden. Diese sollen unter Anwendung des PlanPro-Datenmodells und definierter PlanPro-Verfahrensweisen - sofern die zugehörigen Komponenten bereits entwickelt sind - nachgeplant werden. Der Vorteil besteht darin, dass die dabei erzielten Ergebnisse mit den ursprünglichen Planungsergebnissen verglichen werden können. Optimaler Weise wird dazu die AP PT 1 durch denselben LST-Fachplaner anfertigt und an die beauftragte Signalbaufirma zum Einlesen in die SBI-internen Systeme einschließlich der AP PT 2-Erstellung übergeben, wie dies bereits im „herkömmlichen“ Planungsprojekt umgesetzt war. Idealerweise sollte mit jeder an den SBI-Workshops teilnehmenden Ausrüsterfirma mindestens ein Referenzprojekt gemeinsam durchgeführt werden, um die Verfahrensweisen für spätere Pilot- und Praxisprojekte testen zu können. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Referenzprojekte zusätzliche Ressourcen an Planungskapazitäten und sonstigen Projektbeteiligten vorgehalten werden müssen, die ggf. durch andere Praxisprojekte gebunden sein könnten und erst zu einem späteren Zeitpunkt zur Verfügung stehen. Für die Auswahl von Referenzprojekten wurden bereits verschiedene Anforderungen definiert und mit den Signalbaufirmen abgestimmt. Dies betrifft zunächst unter anderem:

- Umfang Pb entspricht einer ESTW-ZE
- möglichst kleine ESTW-ZE mit wenigen ESTW-A
- ESTW-A innerhalb einer ESTW-ZE möglichst in gleicher Bauform
- Konzentration auf LST-Untergewerk ESTW

Die Erfahrungen aus den Referenzprojekten sind durch das PlanPro-Projektteam gemeinsam mit der SBI und anderen Beteiligten auszuwerten und

notwendige Überarbeitungsbedürfnisse bezüglich Inhalte des LST-Datenmodells, vorgesehener Abläufe und Funktionalitäten der System- und Softwarearchitektur abzustimmen.

Anschließend können ausgewählte *Pilotprojekte* durchgeführt werden. Als Pilotprojekte werden *„Großversuche oder Demonstrationsprojekte, die bei gesellschaftlich, wirtschaftlich und technisch risikobehafteten Entwicklungen vor die allgemeine Einführung gesetzt werden, um Fragen der Akzeptanz, der Wirtschaftlichkeit, des Marktpotentials und der technischen Optimierung im Feldversuch [...] zu erproben“*, bezeichnet. [WIK16d]

Diese allgemeine Definition trifft auch auf die PlanPro-Pilotprojekte zu, da hier erstmals die Abläufe der durchgängigen elektronischen Datenhaltung unter Verwendung ausgewählter Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur einschließlich der neuen PlanPro-Ausgabeformate im Rahmen der Durchführung realer LST-Projekte getestet werden. Dazu sind ebenfalls geeignete Projekte zu identifizieren und erforderliche Ressourcen einzuplanen. Dabei sollten zunächst ähnliche Randbedingungen bezüglich Umfangs und Inhalte wie bei den Referenzprojekten gelten. Anderenfalls, beispielsweise bei zu komplexen Zusammenhängen, „politischen Prestigeprojekten“ oder zu knapp kalkulierten Ressourcen bzw. Projektplänen besteht die Gefahr, dass die PlanPro-Prozesse als untauglich eingestuft werden. Damit würde jahrelange Entwicklungsarbeit vorzeitig ad absurdum geführt, obwohl vielleicht „nur“ die Pilotprojekte einschließlich ihrer Randbedingungen unglücklich ausgewählt waren. Wie bei anderen technischen Innovationen gilt es zunächst Grundfunktionalitäten in der Praxis zu etablieren und darauf aufbauend Weiterentwicklungen hinsichtlich Komplexität von Verfahrensweisen oder Nutzerkomfort auf den Markt zu bringen. Pilotprojekte sollten ebenfalls mit allen an den AK PlanPro beteiligten Ausrüsterfirmen (SBI) durchgeführt und anschließend ausgewertet werden. Bei diesen Auswertungsrunden des ersten Praxiseinsatzes der durchgängigen elektronischen Datenhaltung bei LST-Projekten sind ebenfalls weitere Prozessbeteiligte gemäß im Abschnitt 8.3 vorgestellten Adressatenkreisen einzubeziehen und mit diesen Verbesserungspotenziale abzustimmen. Nach der erfolgreichen Durchführung von Referenzprojekten und gegebenenfalls notwendiger Anpassungen des LST-Datenmodells, der Prozessabläufe und/oder beteiligter Werkzeuge bzw. Komponenten der System- und Softwarearchitektur kann PlanPro allgemein in der Praxis zur Umsetzung von LST-Projekten einge-

führt werden. Im Zuge dieses sich anschließenden *Produktivbetriebes* können zukünftig ESTW unter Anwendung der PlanPro-Verfahrensweisen umgebaut bzw. neu errichtet werden.

## 8.6 Versionierung

Ausgehend von den grundlegenden Ausführungen zur Änderung des LST-Datenmodells im Abschnitt 6.6 gilt es an dieser Stelle nochmals Überlegungen zur Versionierung aller am PlanPro-Planungsprozess beteiligten Werkzeuge und Komponenten der System- und Softwarearchitektur für den Produktivbetrieb anzustellen.

Bei der Anwendung der PlanPro-Verfahrensweisen sind folgende Sachverhalte weiterzuentwickeln und damit zu versionieren:

- LST-Datenmodell
- Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur
- Werkzeuge Dritter, z. B. Herstellerwerkzeuge der SBI
- Regel- und Vorschriftenwerke
- (Praxis-)Prozesse

Dabei sind verschiedene Fragestellungen zu beantworten, beispielsweise:

- Ist es möglich und zweckmäßig, definierte Änderungsintervalle vorzugeben, in denen neue Versionen des Datenmodells und definierter Komponenten veröffentlicht werden und diese in der Praxis anzuwenden sind?
- Werden neue Versionen zu definierten Zeitpunkten im Praxisbetrieb eingeführt, z. B. parallel mit dem Fahrplanwechsel (im Dezember bzw. Juni eines Jahres)?
- Wie viele Versionen des LST-Datenmodells und zugehöriger Komponenten der System- und Softwarearchitektur werden parallel unterstützt und sind somit gleichzeitig anwendbar?
- Welche Komponenten müssen zwingend mit Herausgabe neuer Datenmodellstände angepasst werden?
- Wie wird mit aktiven Planungsprojekten umgegangen, wenn eine neue Datenmodellversion herausgebracht wird? Können diese mit alten Versionen zu Ende geführt werden, oder müssen stets aktuellste Versionen verwendet werden?

- Wie steht es um die Kompatibilität unterschiedlicher Versionen eines Werkzeugs an sich und im Gesamtkontext des Planungsprozesses?

Bei Klärung der Fragen spielen verschiedene Aspekte eine Rolle. So hängen konkrete Verfahrensweisen von den verfügbaren Ressourcen der Prozessbeteiligten wie Werkzeugentwickler, Freigebenden und Anwender ab. Praktischerweise erscheint die Vorgabe fester Aktualisierungsintervalle ähnlich dem betrieblichen Fahrplanwechsel sinnvoll, ebenso wie das Ziel, jeweils nur eine Version zuzulassen, um Entwicklungs- und Unterstützungsaufwand zu reduzieren. Jedoch lässt sich schwer abschätzen, ob diese Verfahrensweisen praktikabel und bei Fällen mit eigentlich sofortigem Änderungsbedarf überhaupt durchführbar sind. Zur Lösungsfindung sollten auch die bisherigen Vorgaben und Verfahrensweisen bei Regelwerksänderungen berücksichtigt werden, da hierfür bereits konkrete Verfahren zur Versionierung der Regelwerke existieren.

Die zum Redaktionsschluss vorliegenden Ideen zur Versionierung des LST-Datenmodells mit Auswirkungen auf beteiligte Werkzeuge können als formalisierte Prozessbeschreibung im „Anhang O: Prozessbeschreibung XSD-Versionierung“ nachgelesen werden. Auf weitere Diskussionspunkte muss an dieser Stelle verzichtet werden, da benannte Fragestellungen im AK PlanPro noch abschließend zu klären sind.

Damit wurden wesentliche, im Zuge der Einführung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung im LST-Planungsprozess durch PlanPro zu berücksichtigende Aspekte näher vorgestellt.

## 9 Schlussbetrachtungen

Abschließend sollen in diesem Kapitel wesentliche Erkenntnisse herausgestellt und einer kritischen Würdigung unterzogen werden, bevor ein Ausblick bezüglich des weiteren Untersuchungsbedarfs die Arbeit abrundet.

### 9.1 Zusammenfassung

Obwohl Anlagen der Leit- und Sicherungstechnik (LST) nur eine Teilmenge der Gewerke der Eisenbahntechnischen Ausrüstung (ETA) darstellen, verbergen sich bei deren Planung und Realisierung komplexe Prozesse. Dabei sind verschiedene, in Ril 809 definierte Projekt-/Planungsphasen zu durchlaufen. Für die Phase der Ausführungsplanung (AP), in der die Montagepläne zu erstellen, zu begutachten und freizugeben sind, besteht bei LST-Planungen die Besonderheit darin, dass Planungsinhalte auf zwei Teile, dem firmenneutral zu erstellenden Planteil 1 (AP PT 1) und dem herstellerspezifischen Planteil 2 (PT 2), aufgeteilt werden. Dabei lassen sich die im Rahmen der AP PT 1 zu definierenden Fachinhalte wiederum verschiedenen LST-Untergewerken zuordnen, die ihrerseits meist durch unterschiedliche LST-Fachplaner geplant werden, letztendlich jedoch integral bei der AP PT 2-Erstellung und Montage zu berücksichtigen sind.

Obwohl bisher die AP PT 1-Erstellung zwar teilweise CAD-gestützt erfolgt, wird diese jedoch ausschließlich in Form von Planungsordnern, die zusammengestellte Papierunterlagen enthalten, zur AP PT 2-Erstellung an die Signalbauindustrie (SBI) übergeben. Anschließend werden die fachlichen Planungsinhalte wiederum aus den gedruckten Ausführungen, die ihrerseits redundante Angaben enthalten, manuell in die Herstellerwerkzeuge übertragen. Die Nachteile dieser Verfahrensweise bestehen vor allem in einem ineffizienten Ressourceneinsatz (zeitlich, personell, finanziell) sowie einer hohen Fehleranfälligkeit bei manuellen Datenübertragungen. Erzeugte Planungsdaten können zudem nur werkzeugspezifisch weiterverwendet werden.

Genau an benannten Schwächen der bisherigen Verfahrensweisen setzen die Gedanken zur Anwendung einer durchgängigen elektronischen Datenhaltung im LST-Planungsprozess an. Zukünftig sollen erzeugte Planungsdaten qualitätsgeprüft über eine LST-Datenbank direkt an beteiligte Planungswerkzeuge im standardisierten XML-Format übergeben werden. Die erwarteten Verbesserun-

gen bestehen einerseits in einer Prozessbeschleunigung verbunden mit einem effektiveren Ressourceneinsatz durch Entfall der manuellen Datenübernahmen. Daraus resultieren andererseits Qualitätserhöhungen hinsichtlich der erstellten und übergebenen Planungsdaten, da jedes LST-Fachdatum nur noch zentral an einer Stelle im sogenannten LST-Datenmodell abgespeichert wird, und damit Fehler innerhalb einer Planung, verursacht durch redundante Planungsangaben/-inhalte, der Vergangenheit angehören.

Zur Erarbeitung des LST-Datenmodells, zukünftiger Planungsprozesse, begleitet durch eine neue bzw. angepasste System- und Softwarearchitektur, wurde 2008 das Forschungsprojekt PlanPro durch die DB Netz initiiert. Ergebnisse und Sachstände der verschiedenen Arbeitskreise wurden auch mit führenden Signalbaufirmen intensiv diskutiert und konsolidiert, schließlich lassen sich notwendige und erwartete Verbesserungen im LST-Planungsprozess durch veränderte zukünftige Verfahrensweisen nur gemeinsam verwirklichen. Die vorliegende Dissertation stellte den zum Redaktionsschluss aktuellen Sachstand der zukünftigen PlanPro-Planungsprozesse ausführlich vor. Dabei wurden neben projektinternen Arbeitsständen auch weiterführende Recherchen und Ergebnisse studentischer Arbeiten zu den einzelnen Themenkomplexen der AP PT 1-Erstellung bis zur Erzeugung neuer Bestandsdaten/Bestandsdokumentationen einbezogen und diskutiert. Für alle notwendigen Teilschritte erfolgte zunächst eine Analyse der bisherigen Verfahrensweisen der Praxis verglichen mit Vorgaben existierender Regel- und Vorschriftenwerken einschließlich zusätzlicher Besonderheiten. Ausgehend von den gewonnenen Erkenntnissen wurden unter Berücksichtigung geänderter Randbedingungen durch IT-gestützte Prozesse zukünftige Abläufe für LST-Planungen mit PlanPro definiert. Für die Etablierung der PlanPro-Verfahrensweisen unter dem Einsatz der durchgängigen elektronischen Datenhaltung müssen für LST-Planungen zu berücksichtigende Regel- und Vorschriftenwerke angepasst und weiterentwickelt werden. Jedoch resultiert der Anpassungsbedarf nicht nur aus den neuen, zukünftigen Verfahrensweisen, sondern auch aus bestehenden Differenzen hinsichtlich der Abläufe bisheriger Planungsprojekte in der Praxis gegenüber den zugehörigen Regelwerksvorgaben. Deswegen wurden im Ergebnis der Prozessanalysen und Prozessneudefinitionen für jeden relevanten Themenkomplex Anforderungen an zukünftige Regelwerksüberarbeitungen herausgearbeitet und formuliert.



Bei der AP PT 1-Erstellung bis zur Bestandserstellung sind sieben wesentliche Teilschritte/Themenkomplexe zu berücksichtigen, die gegenüber bisherigen Verfahrensweisen mehr oder weniger umfangreiche Anpassungen erfordern:

- Definition Planungs-/Betrachtungsbereich
- Umgang mit Bestandsunterlagen vor Planungsbeginn
- Planung eines Bauzustands
- Prüfung und Freigabe
- Gleichstellung
- Montage und Inbetriebnahme
- Erstellung und Übergabe Bestandsdokumentation

Hinzukommen drei Themenkomplexe, mit denen bisher im Projektalltag umgegangen werden muss, die jedoch nicht oder nur unzureichend in zugehörigen Regel- und Vorschriftenwerken definiert sind:

- Umgang mit Änderungsplanungen
- Planung von Bauzuständen
- Nachbarplanungen

Bei der Definition zukünftiger PlanPro-Prozesse sind zudem weitere Themengebiete zu berücksichtigen, die sich aus dem Einsatz IT-gestützter Funktionen, dem LST-Datenmodell sowie der gesamten PlanPro-System- und Softwarearchitektur ergeben, beispielsweise:

- Plausibilitäts- und Zulässigkeitsprüfung (PlaZ)
- Bestandsdigitalisierung
- Verbundplanung
- Containermodellierung
- Objektmanagement
- Änderungsmanagement/Versionshebung

Auch hier müssen Zuständigkeiten und Aufgaben definiert sowie Anforderungen an Regelwerksfortschreibungen herausgearbeitet werden.

Für den Einsatz der durchgängigen elektronischen Datenhaltung und Datenübergabe ist neben den Regel- und Vorschriftenwerken, Planungsabläufen, Ausgabeformaten auch die System- und Softwarearchitektur weiterzuentwickeln. Das Kernelement in zukünftigen Verfahrensweisen stellt dabei die LST-Datenbank dar, die ihrerseits aus der Bestandsdatenhaltung, der Projektda-

tenhaltung und der Projektdatenarchivierung besteht. Der Austausch von Planungsdaten an beteiligte Systeme erfolgt über die Projektdatenhaltung. Diese kann auch für besondere Aufgaben, wie beispielsweise die Aktualisierung von Betrachtungsbereichen bei aktiven Nachbarplanungen, genutzt werden. Aktive Planungen der Projektdatenhaltung durchlaufen dabei definierte Status, die vergleichbar mit den Erstellungs-/Freigabe-/Umsetzungsschritten der bisherigen Praxis sind. Mit jedem absolvierten Teilschritt kann der Planungsstatus weitergeschaltet werden. Vor Abschluss eines Projektes, bzw. mit der Einarbeitung von Revisionseinträgen bei Bauzuständen, werden neue Bestandsdaten aus der Projektdatenhaltung in die Bestandsdatenhaltung der LST-Datenbank übernommen, sodass diese für Bestandsauskünfte zur Verfügung stehen. Parallel dazu werden abgeschlossene Planungen in die Projektdatenarchivierung verschoben. Diese ist vergleichbar mit der bisherigen Bauaktenarchivierung, ein Zugriff darauf erfolgt nur bedarfsweise unter besonderen Voraussetzungen.

Zum Erreichen der mit PlanPro gesteckten Ziele zur Qualitätserhöhung und Prozessbeschleunigung von LST-Planungen sind die bestehenden Freiheitsgrade der Praxisabläufe auf ein sinnvolles Maß einzuschränken. Die Ursache liegt darin begründet, dass zukünftig die Planungsdaten im XML-Format den primären Informationsträger darstellen, während erforderliche Papierplanungsunterlagen, beispielsweise für Begutachtungs- und Freigabeprozesse sowie die Montage vor Ort, nur noch als sekundäre Informationsträger dienen und automatisiert aus den XML-Planungsdaten unter Nutzung der zugeordneten Komponente XML-Visualisierung erzeugt werden. Damit müssen zukünftig einheitliche Standards der Visualisierung (z. B. Art, Farben, besondere Markierungen) definiert werden, regionalbereichsspezifische (formale) Besonderheiten können nicht mehr abgebildet werden. Mit Entwicklung der neuen PlanPro-Ausgabeformate werden zudem die bisherigen Planungsunterlagen in Form von Lageplänen, Tabellen und ergänzenden Berichten erstmals seit langem gesamthaft konsolidiert und hinsichtlich darzustellender Inhalte<sup>9</sup> weiterentwickelt.

Perspektivisch ist in Zukunft sogar ein vollständiger Verzicht auf gedruckte Planungsunterlagen denkbar, wenn Visualisierungen der Planungsdaten im Zuge des technischen Fortschritts auf digitalen Anzeigegeräten, z. B. Tablet-PC, entsprechend der menschlichen Fähigkeiten verständlich aufbereitet werden.

---

<sup>9</sup> bei Bedarf auch nutzergruppenspezifisch

## 9.2 Kritische Würdigung

Ausgehend von den zusammengefassten Erkenntnissen sollen die vorgestellten Aussagen kritisch gewürdigt und Betrachtungsgrenzen verdeutlicht werden.

Den inhaltlichen Ausführungen zu Verfahrensweisen des bisherigen LST-Planungsprozesses sowie zukünftiger Abläufe unter Einsatz der elektronischen Datenhaltung in den vorangegangenen Kapiteln sind natürliche Grenzen gesetzt. Die dargestellten Inhalte entsprechen einerseits den zum Redaktionschluss der Arbeit vorliegenden Bearbeitungsständen des Forschungsprojektes PlanPro, an dem der Autor als Leiter des Arbeitskreises Anwendungsfälle zur Definition der zukünftigen PlanPro-Planungsprozesse mitwirkte. Die erarbeiteten Projektergebnisse wurden für diese Dissertation verallgemeinert und wissenschaftlich aufbereitet. Darüber hinaus betreute der Autor studentische Arbeiten zu Themenkomplexen der AP PT 1-Erstellung und deren Umsetzung und recherchierte eigenverantwortlich weitere Fachliteratur und Zusammenhänge zum LST-Planungsprozess. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sind ebenfalls in die vorliegenden Ausführungen in Form von Verallgemeinerungen eingeflossen. Andererseits stellen die aufgezeigten Verfahrensweisen, insbesondere der bisherigen Praxisabläufe, dennoch nur einen Teil der in der Praxis etablierten Handlungsschritte und Besonderheiten dar, da trotz intensiver Recherchen nicht alle regionalbereichs- und projektspezifischen Randbedingungen bzw. Besonderheiten erforscht werden konnten. Dennoch ist der Autor davon überzeugt, einen Großteil der bisherigen Praxisabläufe von LST-Planungsprojekten erfasst zu haben und mit den definierten PlanPro-Prozessen ebenfalls mehrheitlich allgemeingültige Anforderungen der zukünftigen Planungspraxis zur Errichtung von ESTW herausgearbeitet zu haben.

Die gewonnenen Erkenntnisse und Projekthinhalte wurden in sich schlüssig aufbereitet. Diese sind durch Referenz- und Pilotprojekte hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit noch zu evaluieren und anhand der daraus gewonnenen Erkenntnisse weiterzuentwickeln. Es bleibt unbestritten, dass eine solche Verifizierung anhand konkreter, abgeschlossener Referenz-/Pilotprojekte bereits für diese Dissertation eine Bereicherung gewesen wäre, um die Ausführungen argumentativ zu unterstützen sowie erste Erfahrungen und deren Auswirkungen diskutieren zu können. Jedoch waren diesem erstrebenswerten Ansinnen

aufgrund der Projektrestriktionen und laufenden Entwicklungsarbeit Grenzen gesetzt, sodass benannte Ziele erst nach Redaktionsschluss erreicht und bei der weiteren PlanPro-Projektarbeit berücksichtigt werden können.

Darüber hinaus müssen auch zukünftig das LST-Datenmodell, die Planungsprozesse, die System- und Softwarearchitektur und PlanPro-Ausgabeformate gemäß Erfahrungen aus Praxisprojekten sowie technischen Entwicklungen und Regelwerksaktualisierungen stetig vervollkommen werden.

Bei der Diskussion zukünftiger Verfahrensweisen und Verbesserungen im LST-Planungsprozess unter Einsatz der durchgängigen elektronischen Datenerhaltung ist zu betonen, dass die erwarteten Prozessbeschleunigungen und Qualitätserhöhungen sich wahrscheinlich erst mittel- und langfristig einstellen werden. Die Ursachen liegen unter anderem darin begründet, dass sich Projektbeteiligte zunächst von historisch gewachsenen, teilweise subjektiv geprägten Verfahrensweisen trennen müssen, um die gewünschte und erforderliche Standardisierung sowie Reduzierung der vorhandenen Freiheitsgrade – die auch einen Grund für vorhandene Projektrisiken und -verzögerungen darstellen – zu erreichen. Dies wird eine gewisse Anlaufzeit benötigen, ebenfalls müssen die neuartigen Abläufe unter Nutzung der überarbeiteten Werkzeuge sowie neuen Komponenten der System- und Softwarearchitektur erst angenommen und in der Praxis etabliert werden. Kurzfristig können aufgrund der Umstellungen bzw. Neuerungen sogar Mehraufwände entstehen, z. B. durch erforderliche Bestandsdigitalisierungen zu Projektbeginn, geänderte Werkzeugfunktionalitäten oder angepasste Inhalte der PlanPro-Ausgabeformate. Diese müssen durch alle Beteiligten akzeptiert werden, um das mittel-/langfristige Ziel des Ausschöpfens identifizierter Verbesserungspotentiale nicht aus den Augen zu verlieren. [ROT12]

Eine weitere Einschränkung besteht darin, dass sich vorgestellte Aussagen und Inhalte im Wesentlichen nach dem bisherigen Projektfokus der 1. Uss PlanPro richten. In dessen Konsequenz gehen die beschriebenen Verfahrensweisen von einer parallelen Nutzung der Planungsdaten im XML-Format und der Planungsunterlagen als Druckexemplare aus, wobei die Planungsdaten den primären Informationsträger und die gedruckten Ausführungen den sekundären Informationsträger darstellen. Dabei werden die PlanPro-Ausgabeformate vor allem für die Begutachtungs- und Freigabeschritte und die Montage vor Ort benötigt.

Erforderliche Änderungen werden hierbei handschriftlich unter Nutzung definierter Änderungsfarben in die Planungsunterlagen eingetragen und anschließend in das LST-Datenmodell eingepflegt. Perspektivisch wären unter Einsatz technischer Weiterentwicklungen direkte Anpassungen der Planungsdaten denkbar, wenn Prozessbeteiligten, z. B. Planprüfer, Abnahmeprüfer, beispielsweise Tablet-PC oder andere elektronische Anwendung zur Visualisierung und Bearbeitung von (Planungs-)Daten zur Verfügung stünden. Momentan laufen hierzu erste Versuche im Bereich der Instandhaltung [FIS15] und Bauablaufdokumentation bei Gleisbaustellen [LIL16]. Bei erfolgreichen Tests würden perspektivisch Papierunterlagen höchstens für die Bestandsplan haltende Stelle der DB (DVS IZ-Plan) sowie den Anlagenverantwortlichen benötigt.

### **9.3 Ansätze für weitere Untersuchungen**

Abschließend seien ausgewählte Aspekte und Themenstellungen für weitere Untersuchungen benannt.

Mit Umsetzung der definierten PlanPro-Verfahrensweisen in Referenz- und Pilotprojekten müssen diese aktiv begleitet und nach Abschluss umfassend ausgewertet werden. Dabei gilt es vor allem Schwachstellen und Verbesserungspotentiale zu identifizieren und Aussagen zur Praxistauglichkeit, insbesondere hinsichtlich der bisher teilweise unterschiedlichen Detailabläufe<sup>10</sup>, zu treffen. Darauf aufbauend sind bei Notwendigkeit Weiterentwicklungen und Anpassungen herauszuarbeiten, beispielsweise für:

- LST-Datenmodell
- PlanPro-System- und Softwarearchitektur
- externe Planungswerkzeuge
- Planungsprozesse der durchgängigen elektronischen Datenhaltung
- Regel- und Vorschriftenwerke

Weiterhin müssen die aufgeführten Anforderungen an Regelwerksüberarbeitungen in die Vorgaben der Regel- und Vorschriftenwerke integriert oder neue Ausprägungen geschaffen werden, um die definierten PlanPro-Verfahrensweisen zu legitimieren. Anschließend sind diese auf ihre praktische Umsetzbarkeit zu überprüfen.

---

<sup>10</sup> projekt- und regionalbereichsspezifisch

Ebenfalls gilt es, basierend auf den formalisierten PlanPro-Prozessbeschreibungen, ein allgemeines Workflow-Management bzw. Qualitätsmanagementsystem nach EN ISO 9001 zu entwickeln und zu pflegen.

Ausgehend von den beschriebenen Abläufen für den bisherigen Projektfokus von PlanPro (1. Uss) müssen weitere Funktionalitäten in späteren Umsetzungsstufen ergänzt werden. Dies betrifft beispielsweise:

- Integration aller LST-Untergewerksplanungen in PlanPro (vgl. Abschnitt 6.3)
- Umgang mit Nachbarplanungen (vgl. Abschnitt 5.10)
- Umgang mit impliziten Revisionen (vgl. Abschnitt 5.9)
- (möglichst) vollständiger Verzicht auf gedruckte PlanPro-Ausgabeformate für Begutachtungs- und Freigabeschritte; stattdessen Nutzung (elektronisch) visualisierter Planungsdaten
- Ausweitung PlanPro-Prozesse auf weitere Planungsphasen (vgl. Ausführungen in Abschnitt 4.3)
  - Entwurfsplanung
  - vertiefte Entwurfsplanung
  - Vorentwurfsplanung
- Integration Quell- und Zieldaten anderer Gewerke in PlanPro-Prozesse für AP PT 1-Erstellung (z. B. Oberleitungsanlagen, TK)
- Komplexintegration anderer Gewerksplanungen in PlanPro-Prozesse und Datenbanksystem; perspektivisch Nutzung einer gemeinsamen Datenbank zum Austausch aller Planungsdaten in einem Pb/Bb unabhängig vom Gewerk; ggf. gemeinsame, standardisierte Bestandsdatenhaltung

Für alle benannten Themen sind Detailuntersuchungen durchzuführen und anschließend definierte Prozesse, das LST-Datenmodell sowie sonstige Komponenten anzupassen.

Dabei können auch erste Erfahrungen der Signalbauindustrie zum Umgang und Austausch elektronischer Planungsdaten aus Praxisprojekten im Ausland aufgegriffen werden, beispielsweise die Abläufe und Erfahrungen bei der ETCS-Ausrüstung von Eisenbahnstrecken in Dänemark [JÄC14].

Zudem existiert weiterhin Forschungsbedarf bezüglich verschiedener Themenkomplexe der AP PT 1-Erstellung und Umsetzung. Dies betrifft beispielsweise

den qualitativen und quantitativen Umgang mit Änderungsplanungen oder die Fragestellung, wie firmenneutral der firmenneutrale PT 1 praktisch überhaupt sein kann und ob hier eine weitere Differenzierung der Ausführungsplanung in firmenneutralen PT 1, firmenspezifischen PT 1 und anschließende hersteller-spezifische AP PT 2 geeigneter ist. Zur Lösungsfindung könnten durchgeführte Praxisprojekte detaillierter analysiert werden.

In weiteren wissenschaftlichen Arbeiten zu Umfang und Inhalten von Betrieblichen Aufgabenstellungen (BAST) in Abhängigkeit von konkreten LST-Projekten wäre zu prüfen, ob eine Art Muster-BAST dahingehend entwickelt werden kann, dass automatisiert organisatorische Angaben des Objektmanagements zum Planungsprojekt, beispielsweise Angaben zu betroffenen Strecken, bei der Projektinitialisierung digital eingelesen werden könnten.

Interessant wären auch notwendige Anpassungen des LST-Datenmodells, der System- und Softwarearchitektur sowie zugehöriger Planungsprozesse bei Errichtung von ESTW, die dem innovativen Ansatz der NeuPro-Technologie folgen. Erste Ergebnisse durchgeführter Untersuchungen bezüglich allgemeiner Projektrisiken bei Errichtung von modularen NeuPro-ESTW liegen dazu bereits vor [BÜT15].

Weiterhin sind die vorgestellten Überlegungen und Ergebnisse des Forschungsprojektes PlanPro auch mit anderen Innovationsprojekten und Strategien der DB, die sich ebenfalls die Beschleunigung von Projektabläufen sowie die Erhöhung der Planungsqualität als Ziel gesetzt haben, abzugleichen und bei Bedarf zu harmonisieren. Als stellvertretendes Beispiel sei an dieser Stelle die Methodik des Building Information Modeling (BIM) genannt, deren Ansätze exemplarisch in [KIL16a] und [KIL16b] veröffentlicht sind.

Zudem könnte untersucht werden, ob die Einführung der durchgängigen elektronischen Datenhaltung im LST-Planungsprozess Auswirkungen auf allgemein bekannte Projektrisiken hat (vgl. [OTT12]) und diese sich möglicherweise begleitend reduzieren lassen.

## Abkürzungsverzeichnis

abh Np	abhängige Nachbarplanung
AG	Auftraggeber
AGON	Forschungsprojekt „Ablösung der Geosysteme bei der DB Netz AG“
Agate	PlanPro-Arbeitskreis Ausgabeformate
AK	Arbeitskreis (innerhalb Forschungsprojekt PlanPro)
Alv	Anlagenverantwortlicher
AP PT 1	Ausführungsplanung Planteil 1
AP PT 2	Ausführungsplanung Planteil 2
aRdT	anerkannte Regeln der Technik
Awf	Anwendungsfälle
ÄM	Änderungsmitteilung
ÄP	Änderungsplanung
ÄV	Änderungsverfügung
BAST	Betrieblichen Aufgabenstellung
BÄ	Bestelländerung
Bb	Betrachtungsbereich
BEST	Betriebs- und Stellwerkssimulation
Bestdig	Bestandsdigitalisierung
Bestkorr	Bestandskorrektur
BETRA	Betriebs- und Bauanweisung
BEVA	Bahnenergieversorgungsanlagen
Bh	Bauherr
Bhv	Bauherrenvertreter
BIM	Building Information Modeling
BO	Bedienoberfläche (Bedienung Fdl)
BÜ	Bahnübergang
BZ	Betriebszentrale
Bz	Bauzustand
Bz n	aktueller Bauzustand
Bz n+1	nachfolgender Bauzustand
CAD	Computer-aided-Design (Computer unterstütztes Entwerfen)
DAG	Durchführungsauftragsgespräch
DB	Deutsche Bahn AG



DB GIS	Geografisches Informationssystem der Deutschen Bahn
Digb	Digitalisierungsbereich
DMS	Dokumentenmanagementsystem
DVS IZ-Plan	Dokumentenverwaltungssystem Informationszentrum Plan (Bestandsplan haltende Stelle der DB)
EBA	Eisenbahn-Bundesamt
EBW	eisenbahnbetriebswissenschaftlich
EEA	Elektrische Energieanlagen
EIU	Eisenbahninfrastrukturunternehmen
EP	Entwurfsplanung
ESTW	Elektronisches Stellwerk
ETA	Eisenbahntechnische Ausrüstung
ETCS	European Train Control System
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
ew Np	einwirkende Nachbarplanung
GP	Genehmigungsplanung
HdF	Herstellung der Funktionsfähigkeit
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
Ibn	Inbetriebnahme
IT	Informationstechnologien
KTb	Kabeltiefbau
LST	Leit- und Sicherungstechnik
OLA	Oberleitungsanlagen
Pb	Planungsbereich
Pg	Planungsgruppe
PL	Projektleiter
PlaZ	Plausibilitäts- und Zulässigkeitsprüfung
Plo	PlanPro-Arbeitskreis Planungsorganisation
Plus	PlanPro-Arbeitskreis Ausgabeformate
PP	PlanPro
PZB	Punktförmige Zugbeeinflussung
Rev	Revision
Ril	Richtlinie der Deutschen Bahn
SBI	Signalbauindustrie
SGV	Schienengüterverkehr

SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
STREDA	Geosystem DB-Streckendaten
Stw	Stellwerk
Sz	Startzustand
TK	Telekommunikationsanlagen
TM	Technische Mitteilung
Ugw	Untergewerk (der LST-Planung)
UML	Unified Modeling Language
Uss	Umsetzungsstufe innerhalb des Projekts PlanPro
Vbk	Verbindungsknoten
VEP	Vorentwurfsplanung
VV	Verwaltungsvorschrift
XML	Extensible Markup Language
XSD	XML Schema Definition
Z	Zustand
ZE	Zentraleinheit (des ESTW)
ZL	Zuglenkung
ZN	Zugnummernmeldung
Zz	Zielzustand

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung von Informationsmodellen [MAS15a]	17
Abbildung 2: PlanPro – Projekthinhalte [MAS15a, Folie 9]	19
Abbildung 3: XML-Beispiel [MAS15a]	20
Abbildung 4: Legende PlanPro-Prozessbeschreibungen	32
Abbildung 5: Regelwerkspyramide [nach RAU14]	34
Abbildung 6: Regel- und Vorschriftenwerke zum LST-Planungsprozess	35
Abbildung 7: Projektphasen und -inhalte nach Ril 809 [BUD14a]	37
Abbildung 8: Daten- und Informationsflüsse - bisheriger Prozess	39
Abbildung 9: Daten- und Informationsflüsse - mit PlanPro	40
Abbildung 10: Beteiligte an LST-Projekten	47
Abbildung 11: Bearbeitungsschwerpunkte für PlanPro-Planungsprozess	49
Abbildung 12: Beteiligte Systeme am PlanPro-Prozess (Auszug)	51
Abbildung 13: Abgrenzung Planungs-/Betrachtungsbereich	57
Abbildung 14: Umgang mit Bestandsdaten vor Planungsbeginn	70
Abbildung 15: Planunterlagen PT 1 und PT 2 (Beispiele)	74
Abbildung 16: Farbdarstellungen - Variantenbeispiel	80
Abbildung 17: Planung als Vergleich Start-Ziel-Zustand	84
Abbildung 18: Datentechnische Betrachtung des Vergleichs	85
Abbildung 19: Prozess der Planprüfung mit PlanPro	99
Abbildung 20: Prozess der Gleichstellung mit PlanPro	106
Abbildung 21: Farbliche Aufbereitungen bei ÄM	127
Abbildung 22: Darstellung und Abgrenzung von ÄM	132
Abbildung 23: Planung von Bauzuständen (Regelwerksinterpretation)	137
Abbildung 24: Planung von Bauzuständen (Umsetzung Praxis)	141
Abbildung 25: Revisionseinträge bei Bauzuständen (1. Uss PlanPro)	152
Abbildung 26: Beispielinfrastruktur für Nachbarplanungen (einfach)	154
Abbildung 27: Kombinationsmöglichkeiten Pb/Bb (einfach)	155
Abbildung 28: Planungs- und Betrachtungsbereiche bei Nachbarplanungen	156
Abbildung 29: ESTW-Struktur für Nachbarplanungen (komplex)	157
Abbildung 30: Kombinationsmöglichkeiten Pb/Bb (komplex)	158
Abbildung 31: Wirkrichtungen bei Nachbarplanungen	158
Abbildung 32: Datentrichter bisheriger Planungen [MAS15a, Folie 15]	168

Abbildung 33: PlanPro-Datentrichter [nach MAS15a, Folie 14]	170
Abbildung 34: Formalisierte Prozessbeschreibung - PlaZ-LST	172
Abbildung 35: Abgleich Bestandsdaten und Bestandsdokumentationen	178
Abbildung 36: Untergewerksspezifische Planungsbereiche (Beispiel)	180
Abbildung 37: Abhängigkeiten zwischen LST-Untergewerken - vertikal	182
Abbildung 38: Zuordnung Versionscontainer - Fallunterscheidung	186
Abbildung 39: Planung als Vergleich Start-Ziel-Zustand	187
Abbildung 40: Containermodellierung - Grundkonzept	188
Abbildung 41: Containermodellierung - Bauzustand	189
Abbildung 42: Containermodellierung - 1. ÄM	190
Abbildung 43: Containermodellierung - 2. ÄM	191
Abbildung 44: Gesamtdatenfluss PlanPro (1. Uss, Auszug)	209
Abbildung 45: Ausführliches XML-Beispiel [MAS15a]	258
Abbildung 46: Daten- und Informationsflüsse - bisheriger Prozess	259
Abbildung 47: Daten- und Informationsflüsse - mit PlanPro	260
Abbildung 48: LST-Datenbank als Drehscheibe [aktualisiert nach BRÖ15]	261
Abbildung 49: Funktionale Systemarchitektur PlanPro [PPP16]	262
Abbildung 50: PlanPro-Prozess Festlegung Pb/Bb (Auszug)	263
Abbildung 51: Prozessbeschreibung Umgang mit Geodaten (Auszug)	264
Abbildung 52: Prozessbeschreibung Gleichstellung (Variante 1)	265
Abbildung 53: Prozessbeschreibung Gleichstellung (Variante 2)	266
Abbildung 54: Einarbeitung Revisionseinträge - Variantenübersicht	267
Abbildung 55: Einarbeitung Revisionseinträge - Vorzugsvariante PlanPro	268
Abbildung 56: Ablauf einer Änderungsmitteilung (Auszug)	269
Abbildung 57: Bb-Aktualisierung bei unabhängiger Ibn (Auszug)	270
Abbildung 58: Bb-Aktualisierung bei abhängiger Ibn (Auszug)	271
Abbildung 59: Prozessbeschreibung Bestandsdigitalisierung (Auszug)	272
Abbildung 60: Abhängigkeiten zwischen LST-Untergewerken - horizontal	273
Abbildung 61: Attribute des Objektmanagements (Auszug)	274
Abbildung 62: Prozessbeschreibung Änderungsmanagement (Auszug)	275
Abbildung 63: Prozessbeschreibung Versionshebung Pb und Bb (Auszug)	276
Abbildung 64: Planungsstatus PlanPro (Auszug)	277
Abbildung 65: Gesamtdatenfluss mit PlanPro (Auszug)	278
Abbildung 66: Datenfluss Bauzustände - ohne LST-Fachplaner-Wechsel	279
Abbildung 67: Datenfluss Bauzustände - mit LST-Fachplaner-Wechsel	280

Abbildungen, die keine Quellenangabe besitzen, wurden vom Autor persönlich erstellt.

Zahlreiche Abbildungen wurden unter Nutzung der Signalschablone Version 2.0 angefertigt; zur Verfügung gestellt durch Dr.-Ing. Ulrich Maschek unter <http://signalschablone.maschexx.de/>.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gewerke der Eisenbahntechnischen Ausrüstung	25
Tabelle 2: Übersicht UML-Diagrammmarten [nach STE09]	30
Tabelle 3: Themenkomplexe der Detaildiskussion	54
Tabelle 4: Methodische Schritte der Prozessanalyse und -definition	55
Tabelle 5: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Pb+Bb-Definition	61
Tabelle 6: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Planungsgrundlagen	72
Tabelle 7: Erforderliche Regelwerksanpassungen - AP PT 1-Erstellung	88
Tabelle 8: Begutachtungs- und Freigabeschritte AP PT 1	89
Tabelle 9: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Begutachtung	102
Tabelle 10: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Gleichstellung	107
Tabelle 11: Stufen des Umbaus von LST-Anlagen	108
Tabelle 12: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Montage und Ibm	113
Tabelle 13: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Bestandserstellung	120
Tabelle 14: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Änderungsplanungen	133
Tabelle 15: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Bauzustände	153
Tabelle 16: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Nachbarplanungen	165
Tabelle 17: Erforderliche Regelwerksanpassungen - PlaZ-Prüfung	173
Tabelle 18: Arten der Bestandsdigitalisierung	176
Tabelle 19: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Bestandsdigitalisierung	179
Tabelle 20: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Verbundplanung	185
Tabelle 21: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Containermodellierung	192
Tabelle 22: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Objektmanagement	196
Tabelle 23: Erforderliche Regelwerksanpassungen - Änderungsmanagement	200
Tabelle 24: Bestandteile und Aufgaben der LST-Datenbank	203
Tabelle 25: Status der Planung einer Bauzustands (Beispiel)	205

Tabellen, die keine Quellenangabe besitzen, wurden vom Autor persönlich erstellt.

## Quellenverzeichnis

- [BAU-STE] Verwaltungsvorschrift für die Bauaufsicht über Signal-, Telekommunikations- und Elektrotechnische Anlagen (VV BAU-STE), Version 4.6, gültig ab 01.08.2014, Eisenbahn-Bundesamt, Bonn
- [BEE15] Beer, B.: Vergleich der ESTW-Inbetriebnahmeverfahren „Rollendes Rad“ und „Totalsperrung“ durch Analyse abgeschlossener Projekte, Masterarbeit, 2015, TU Dresden, nicht öffentlich
- [BEH14] Behrend, W.: Auswirkungen der Einträge in Abnahmeprüfplänen auf die Bestandsdokumentation, Masterarbeit, 2014, TU Dresden, nicht öffentlich
- [BRÖ15] Brödel, R.; Klaus, C.; Buder, J.: Neue Werkzeuge in der LST-Planung mit PlanPro, in Der Eisenbahningenieur, 07/2015, Hamburg
- [BUD14a] Buder, J.; Oelschläger, S.: Theorie und Praxis des LST-Planungsprozesses - eine Analyse, in Der Eisenbahningenieur, 01/2014, Hamburg
- [BUD14b] Buder, J.; Oelschläger, S.: Veränderter ESTW-Planungsprozess mit PlanPro - Teil 1, in Der Eisenbahningenieur, 11/2014, Hamburg
- [BUD14c] Buder, J.; Oelschläger, S.: Veränderter ESTW-Planungsprozess mit PlanPro - Teil 2, in Der Eisenbahningenieur, 12/2014, Hamburg
- [BÜT15] Büttner, A.-K.: Risikobetrachtung für die Errichtung des NeuPro-ESTW Falkenberg, Masterarbeit, 2015, TU Dresden
- [DBN16a] DB Netze: Durchgängige Datenhaltung der Leit- und Sicherungstechnik (LST) von der Planung bis zum Bestand, Internetauftritt, <http://fahrweg.dbnetze.com/fahrweg-de/technik/innovationen/planpro> aufgerufen am 02.03.2016 um 17:30 Uhr
- [DBN16b] DB Netze: Bestellformular von Daten und Bestandsplänen für Projekte und Maßnahmen, Excel-Tabelle, Stand 01/2016
- [DBPB10] DB ProjektBau GmbH, Planlauf und Planbezeichnung bei LST-Planungen (PT 1), Verfahrensanweisung, Stand: 31.08.2010, nicht öffentlich
- [DBPB12] DB ProjektBau GmbH, DMS-Planlauf Ausführungsplanung, Entwurfsdokumente, Stand: 20.11.2012, nicht öffentlich
- [DBPB14] DB ProjektBau GmbH: Handlungsleitfaden Bauphasen- und Bauzustandsplanung, Version 1, 12.05.2014
- [DIM13] Dimitrov, R.: Drohnen als Vermessungsersatz?, in Der Eisenbahningenieur, 10/2013, Hamburg
- [FIS15] Fischer, M.: Mobile Anwendungen versprechen deutliche Effizienzsteigerung in der Instandhaltung, in Signal und Draht 11/2015, Hamburg
- [FUS14] Fuß, W.; Lampel, M.: Effizientes Testen von Außenanlagen, in Der Eisenbahningenieur, 04/2014, Hamburg

- [GEI12] Geisler, R.: Einfluss der betrieblichen Aufgabenstellung auf die Qualität der LST-Planung, Hauptseminararbeit, 2012, TU Dresden
- [HEL14] Hellwig, M.; Sypli, V.: Leit- und Sicherungstechnik mit drahtloser Datenübertragung; Sicherheit im drahtlosen Bahnbetrieb, Qualität der Informationsverarbeitung, Methoden der Qualitätssicherung, Springer Fachmedien, 2014, Wiesbaden
- [HEN13] Hennig, S.: Analyse und Neukonzeption von Regelwerken für LST-Planungen mit PlanPro, Masterarbeit, 2015, TU Dresden
- [HIN93] Hinzen, A.: Der Einfluss des menschlichen Fehlers auf die Sicherheit der Eisenbahn, Dissertation, 1993, RWTH Aachen
- [HOAI13] Verordnung der Bundesregierung, Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen (Honorarordnung für Architekten und Ingenieure - HOAI), Drucksache 334/13, 25.04.2013, Berlin
- [HÖP15] Höppner, S.: Generische Beschreibung von Eisenbahnbetriebsprozessen, Dissertation, 2015, ETH Zürich
- [HRI15] Hrivnák, I; Hundt, R.: Das Anwendungsspektrum der Stellwerkssimulation – eine Übersicht, in Der Eisenbahningenieur, 03/2015, Hamburg
- [IVV16] IVV GmbH: Planungssoftware für Bahnanlagen, Internetauftritt, <http://www.ivv-gmbh.de/prosig>, aufgerufen am 02.03.2016 um 17:00 Uhr
- [JÄC14] Jäckel, S.: Projektierung im Wandel, Fachvortrag im Rahmen der Sicherungstechnischen Fachtagung, 26.09.2014, TU Dresden
- [JOH15] Johannes, L.; Almeida, E.; Groos, J. C.; Adam, S.: Georeferenzierte Erfassung von Messpunkten mit Schienenfahrzeugen, in Der Eisenbahningenieur, 11/2015, Hamburg
- [KIL16a] Kilian, S.: Building Information Modeling in der Eisenbahnvermessung, in Der Eisenbahningenieur 02/2016, Hamburg
- [KIL16b] Kilian, S.; Willich, M.: Digitales Planen und Bauen, in Der Eisenbahningenieur 06/2016, Hamburg
- [KLA13] Klaus, C.; Maschek, U.: Durchgängige elektronische Datenhaltung für sicherungstechnische Anwendungen, in Der Eisenbahningenieur 02/2013, Hamburg
- [KLA15] Klaus, C.: Vom Bleistift zur Maus - LST-Planungswerkzeuge heute und morgen, in Der Eisenbahningenieur, 07/2015, Hamburg
- [LAU11] Lau, F.: Seminar VV BAU-STE 4.51, Vortragsunterlagen, 21.09.2011, Fulda
- [LIL16] Lillie, D.; Kantorski, S.: Smarte Bestandsdokumentation, in Der Eisenbahningenieur, 01/2016, Hamburg
- [MAS02] Maschek, U.: Datenmodell zur Planung von Stellwerken, Dissertation, 2002, TU Braunschweig



- [MAS12] Maschek, U.; Klaus, C.; Gerke, C.; Uminski, V.; Girke, K.-J.: PlanPro – Durchgängige elektronische Datenhaltung im ESTW-Planungsprozess, in Signal und Draht 09/2012, Hamburg
- [MAS15a] Maschek, U.: Formalisierung der LST-Planung mit PlanPro, Vorlesungsfolien, Stand 05/2015, TU Dresden
- [MAS15b] Maschek, U.: Sicherung des Schienenverkehrs, Grundlagen der Leit- und Sicherungstechnik, 3. überarbeitete und erweiterte Auflage, Springer Fachmedien, 2015, Wiesbaden
- [MAT15a] Mattern, R.: Betriebliche Validierung von Entwurfsplanungen - Teil 1, in Der Eisenbahningenieur, 07/2015, Hamburg
- [MAT15b] Mattern, R.: Betriebliche Validierung von Entwurfsplanungen - Teil 2, in Der Eisenbahningenieur, 08/2015, Hamburg
- [MOR15] Telefonat mit Hrn. Morgenroth, I.NPS 333, DB Netz Zentrale, Berlin am 11.06.2015 zum Umgang mit notwendigen Regelwerksänderungen für PlanPro; siehe Anhang U: Gesprächsprotokolle
- [MUE15] Müller, F.: Voruntersuchungen zum Umgang mit Änderungsmitteilungen und Bestelländerungen im LST-Planungsprozess, Hauptseminararbeit, 2015, TU Dresden
- [OTT12] Otto, C.: Fehler- und Risikofaktoren bei ESTW-Projekten, Diplomarbeit, 2012, TU Dresden
- [PPP16] PlanPro-Portal, 2016: Projektdokumentationen PlanPro, eingestellt in <https://vst.tu-dresden.de/planpro>, nicht öffentlich, nur Projektteam zugänglich
- [RIL138] Richtlinie 138.0203 „Gestaltung, Struktur und Nummerierung von Regelwerk“, gültig ab 01.07.2014, Deutsche Bahn, Frankfurt/M.
- [RIL406] Richtlinie 406 „Baubetriebsplanung, Betra, La“, gültig ab 11.12.2011, DB Netz AG, Frankfurt/M.
- [RIL408] Richtlinie 408 „Fahrdienstvorschrift“, gültig ab 31.12.2015, DB Netz AG, Frankfurt/M.
- [RIL413] Richtlinie 413 „Infrastruktur gestalten“, gültig ab 02.01.2010, DB Netz AG, Frankfurt/M.
- [RIL809] Richtlinie 809 „Infrastruktur- und elektrotechnische Maßnahmen realisieren“, gültig ab 01.12.2014, DB Netz AG, Frankfurt/M.
- [RIL819] Richtlinie 819 „LST-Anlagen planen“, gültig modulspezifisch aktuellste Fassung, DB Netz AG, Frankfurt/M.
- [RIL885] Richtlinie 885 „Vorhaltung technischer und raumbezogener Bestandsdaten“, gültig ab 01.01.2011, DB Netz AG, Frankfurt/M.
- [RIL892] Richtlinie 892 „LST-Anlagen montieren und instand halten“, gültig ab 01.10.2011, DB Netz AG, Frankfurt/M.
- [ROT11] Roth, A.; Selent, D.: CoPS – Computergestützte Planung in der Leit- und Sicherungstechnik, in Der Eisenbahningenieur, 10/2011, Hamburg

- [ROT12] Roth, A.: Planungsunterstützung mittels EDV - Ein wichtiger Aspekt zur Akzeptanz, Fachvortrag im Rahmen der Sicherungstechnischen Fachtagung, 28.09.2012, TU Dresden
- [ROT16] Telefonat mit Hrn. Dr. Roth, I.TVP(O), DB ProjektBau, Prüfbereich Ost, Berlin, am 10.03.2016 zu Detailfragen des Ablaufs von Planprüfungen und Besonderheiten beim Umgang mit Nachbarplanungen; siehe Anhang U: Gesprächsprotokolle
- [SAC13] Sack, D.: 57. Eisenbahntechnische Fachtagung in Leipzig, in Der Eisenbahningenieur, 04/2013, Hamburg
- [SAC14] Sack, D.: 58. Eisenbahntechnische Fachtagung, in Der Eisenbahningenieur, 04/2014, Hamburg
- [STE09] Steinpichler, D.: Projektabwicklung mit UML und Enterprise Architect, Trainingsunterlage - 7.5, überarbeitete Auflage, 12.06.2009, Sparxsystems Software GmbH, Wien
- [SST16] Scheidt & Bachmann System Technik GmbH, Internetauftritt, <http://www.scheidt-bachmann.de/he/systeme-fuer-signaltechnik/system-technik-gmbh/> aufgerufen am 02.03.2016 gegen 18:00 Uhr
- [TM 2009-164] Technische Mitteilung: Anwendung des Simulationssystems BEST im ESTW-Planungsprozess, TM 2009-164 I.NVT 3, 22.06.2009, DB Netz AG, Frankfurt/M.
- [TM1-2015] Technische Mitteilung: Bestandsdokumentation in den Bestandsplänen und Bahn-Geodaten vor Planungsbeginn und zum Abschluss von bestandsverändernden Baumaßnahmen (Neu-, Aus- und Rückbau der Infrastruktur, Instandhaltung und Instandsetzung), TM1-2015-10202 I.NPP, 07.09.2015, DB Netz AG, Zentrale
- [WEN15] Wenzel, B.; Wolf, A., Uminski, V.: Eine durchgehende Werkzeugkette für Messung und Planung von ETCS, in Der Eisenbahningenieur, 09/2015, Hamburg
- [WIE16] Wiebrock, I.: AGON - Ablösung der Geosysteme bei der DB Netz AG, in Der Eisenbahningenieur, 02/2016, Hamburg
- [WIK16a] Wikimedia Foundation Inc. (Hrsg.): Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, 2016, Seite „Geschäftsprozessmodellierung“, online verfügbar unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gesch%C3%A4ftsprozessmodellierung>, aufgerufen am 06.06.2016 gegen 14:15 Uhr
- [WIK16b] Wikimedia Foundation Inc. (Hrsg.): Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, 2016, Seite „Geschäftsprozess“, online verfügbar unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gesch%C3%A4ftsprozess> aufgerufen am 06.06.2016 gegen 14:20 Uhr
- [WIK16c] Wikimedia Foundation Inc. (Hrsg.): Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, 2016, Seite „Workflowmanagement“, online verfügbar unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Workflow-Management>, aufgerufen am 06.06.2016 gegen 14:25 Uhr

- [WIK16d] Wikimedia Foundation Inc. (Hrsg.): Wikipedia – Die freie Enzyklopädie, 2016, Seite „Pilotprojekt“, online verfügbar unter: <https://de.wikipedia.org/wiki/Pilotprojekt>, aufgerufen am 07.06.2016 gegen 14:40 Uhr
- [WOL15a] Wolf, M.: Systematisierung zur Untersuchung von Abweichungen zwischen Bestandsplänen und LST-Anlage, Studienarbeit, 2015, TU Dresden
- [WOL15b] Wolf, M.: Untersuchung der Abweichungen zwischen Bestandsplänen und LST-Anlage sowie ihrer Auswirkungen auf Planungsprojekte, Diplomarbeit, 2015, TU Dresden

## Glossar

Die nachfolgenden Begriffsdefinitionen gelten spezifisch für die vorliegende Arbeit. Sie können im Detail von den sonst üblichen Bedeutungen abweichen. Querverweise zu anderen Stichworten sind *kursiv* dargestellt.

### **abhängige Nachbarplanung**

*Nachbarplanung*, auf die sich Änderungen aus dem eigenen *Planungsbereich* der Planung auswirken (können).

### **Änderungsmanagement**

Anpassung des LST-Datenmodells, der PlanPro-Prozesse und/oder weiterer am PlanPro-Prozess beteiligter Komponenten aufgrund geänderter Regel- und Vorschriftenwerke oder technischer Weiterentwicklungen oder sonstiger Randbedingungen.

### **Änderungsmitteilung**

Ergebnis einer *Änderungsplanung*.

Änderungsmitteilungen (ÄM) bedeuten eine partielle Änderung der fachtechnisch geprüften Planung (AP PT 1) bis spätestens zur Abnahme der LST-Anlage.

### **Änderungsplanung**

Änderung einer Planung, die mindestens den Status „fachtechnisch geprüft“ besitzt, durch Erzeugen einer neuen *Ausgabe*.

### **Änderungsverfügung**

Ergänzung einer fachtechnisch geprüften und an die Signalbauindustrie übergebenen Planung in geringfügigen Umfang.

Dabei ist der Änderungsumfang der Änderungsverfügung (ÄV) während der Montagearbeiten relativ kurzfristig umzusetzen, mit allen Beteiligten vor Ort abzustimmen und üblicherweise auf einer DIN A4-Seite zu dokumentieren.

### **Ausgabe**

Auslieferung des aktuellen Start- und Zielzustandes einer *Einzelplanung*.

Durch Vergleich des Start- und Zielzustandes einer Ausgabe entsteht die Rot-Gelb-Schwarzdarstellung der daraus erzeugbaren Planungsunterlagen.

### **Ausgabedatum**

Datum der Erstellung einer Planung.

Das Ausgabedatum ist Bestandteil des *Ausgabestandes* gemäß Schriftfeldeintrag nach Ril 819.0103 und dient zur eindeutigen Zuordnung von Planungsunterlagen.

### **Ausgabenummer**

Eintrag im Schriftfeld, der sich aus dem Index und der laufenden Nummer der *Ausgabe* für die erstellte Planung zusammensetzt.

Die Ausgabenummer ist Bestandteil des *Ausgabestandes* gemäß Schriftfeldeintrag nach Ril 819.0103 und dient zur eindeutigen Zuordnung von Planungsunterlagen.

**Ausgabestand**

Übergeordneter Begriff für *Ausgabenummer* und *Ausgabedatum* einer Planung.

**Bestandsdaten**

In der LST-Datenbank abgelegte Daten zum LST-Anlagenzustand.

**Bestandsdatenhaltung**

Bestandteil der LST-Datenbank, in dem (aktuelle) *Bestandsdaten* nach Einarbeitung von *Revisionseinträgen* gespeichert werden und von berechtigten Nutzern (DB Netz, Alv, Ingenieurbüros,...) abgefragt werden können.

**Bestandsdigitalisierung**

Ersterfassung vorhandener Bestandsdokumentationen in der LST-Datenbank.

**Bestandskorrektur**

Einarbeitung des realen LST-Anlagenzustands in die Bestandsdaten/-dokumentationen bei identifizierten Abweichungen.

**Bestelländerung**

Planungsänderung in der Erstellungsphase (vor Abschluss der fachtechnischen Prüfung).

Eine Bestelländerung (BÄ) kann beispielsweise durch den AG/Bh/Bhv oder Betrieb initiiert werden, wenn die planerische Lösung aufgrund geänderter (Projekt-)Randbedingungen, z. B. Projektbudgets, geplantes Betriebsprogramm, gezielt von den Vorgaben der BAST oder Ergebnissen früherer Planungsphasen abweichen soll.

**Betrachtungsbereich**

Menge von Objekten der LST-Anlage sowie eines flächenhaften Bereiches.

Der Betrachtungsbereich (Bb) muss vom LST-Fachplaner für die Erbringung seiner beauftragten Leistungen berücksichtigt werden, kann jedoch durch diesen selbst nicht verändert werden.

**Bezugsplanung**

Fertig erstellte und fachtechnisch geprüfte Planung eines Bauzustandes, die als Grundlage für die Erstellung einer *Änderungsplanung* oder der Planung des nachfolgenden Bauzustandes dient.

**Container**

„Hülle“ für einen Zustand der fachlichen Befüllung des LST-Datenmodells.

Der Container (auch Versionscontainer genannt) entspricht beispielsweise den *Bestandsdaten* bei Bestandsauskünften. Im Rahmen einer *Einzelplanung* ist der Zielzustand (Zielcontainer) zu erstellen, der in Kombination mit dem verwendeten Startzustand (Startcontainer, z. B. Bestandsdaten) zu einer *Ausgabe* zusammengefasst wird und die fachlichen Änderungen abbildet.

**Digitalisierungsbereich**

Bereich, in dem eine *Bestandsdigitalisierung* stattfindet.

**einwirkende Nachbarplanung**

Nachbarplanung, deren Änderungen sich auf den *Betrachtungsbereich* der eigenen Planung auswirken und weitere Änderungen im eigenen *Planungsbereich* zur Folge haben können.

**Einzelplanung**

Durch einen LST-Fachplaner erstellte Planung, die die Veränderung zwischen vorhandenem Startzustand und erstelltem Zielzustand des LST-Datenmodells beschreibt.

Bei der Einzelplanung kann es sich um die Planung eines Bauzustandes oder auch andere Arten, z. B. Revisionen, handeln.

Jeder Einzelplanung ist zukünftig mit PlanPro genau ein *Ausgabestand* zugeordnet.

**Feststellungsbericht PlaZ**

Dokument zur Darstellung der Ergebnisse der PlaZ-Prüfung.

**Herstellerwerkzeuge**

(Planungs-)Werkzeuge der Signalbauindustrie zur Erstellung der AP PT 2.

**Herstellung der Funktionsfähigkeit**

Für Signalbauindustrie (SBI) relevanter Anlagenzustand.

Die Erklärung der ~ (HdF) gibt an, dass die LST-Anlage durch die SBI errichtet sowie auf Funktionalität geprüft wurde und für die Abnahme durch die DB zur Verfügung steht. Ab dem Zeitpunkt der ~ sind keine Änderungen an der Anlage mehr möglich, es sei denn, die Abnahmeprüfung erfordert dies.

**horizontale Abhängigkeit**

Wechselwirkung mehrerer benachbarter *Einzelplanungen* des gleichen *Untergewerks*, z. B. ESTW, oder unterschiedlicher Untergewerke zum Erstellen einer Gesamtplanung.

**Nachbarplanung**

Entsteht, wenn sich *Planungs-* und *Betrachtungsbereiche* unterschiedlicher Planungen überschneiden. Hieraus können sich *abhängige* und *einwirkende Nachbarplanungen* ergeben.

**Neutralisierung**

Erstellung einer dem Bestandsplan entsprechenden Planunterlage (bzw. *Bestandsdaten* entsprechende *Planungsdaten* mit PlanPro), ohne dass ein formaler Bestand nach Ril 885 hergestellt wird (bzw. Bestandsdaten mit PlanPro).

**Objektmanagement**

Sammelbegriff für alle organisatorischen Eigenschaften einer Planung oder von Datenauskünften in PlanPro.

**Pilotprojekt**

LST-Projekt im Praxisbetrieb, bei dem (erstmalig) die PlanPro-Abläufe unter Verwendung des LST-Datenmodells und der Komponenten der System- und Softwarearchitektur sowie definierten PlanPro-Prozesse erprobt wird.

**Planungsbereich**

Umfasst eine Menge von Objekten der LST-Anlage sowie einen flächenhaften Bereich.

Der Planungsbereich (Pb) kann vom LST-Fachplaner in einer *Einzelplanung* durch Ändern, Einfügen und Löschen von Objekten verändert werden.

**Planungsdaten**

Diejenigen Daten der LST-Datenbank, die nicht *Bestandsdaten* sind.

**Planungsstatus**

Definierter technischer Status, in dem sich eine Planung mit PlanPro in Abhängigkeit von der konkreten Planungsart befindet.

**Primäreintrag**

In PlanPro-Ausgabeformaten dargestelltes Fachdatum, dass „erstmals“ in bedeutendem Zusammenhang ausgegeben ist.

An Stelle des Primäreintrages sind fachliche Änderungen nachzupflegen, damit diese in das LST-Datenmodell übernommen werden können.

**Primärplan**

Definiertes PlanPro-Ausgabeformat, in dem mindestens ein Primäreintrag enthalten ist.

Fachliche Änderungen sind auf diesem nachzupflegen, um später in das LST-Datenmodell übernommen werden zu können.

**Produktivbetrieb**

Einsatz der PlanPro-Verfahrensweisen unter Nutzung des LST-Datenmodells, der Planungsprozesse und der Komponenten der PlanPro-System- und Softwarearchitektur bei Planung und Umsetzung von LST-Projekten.

**Projektdatenhaltung**

Bestandteil der LST-Datenbank, in dem LST-Projekte durchgeführt und *Planungsdaten* aktiver *Einzelplanungen* abgespeichert werden.

**Referenzprojekt**

Bereits "herkömmlich" geplantes und umgesetztes LST-Projekt, das unter Anwendung des PlanPro-Datenmodells und zugehöriger Verfahrensweisen zu Testzwecken nachgeplant wird.

**Revisionseinträge**

Fachliche Änderungen von zum Bau freigegebenen Planungen im Rahmen der Montage oder Abnahme, die durch manuelle Ergänzungen als Braun- bzw. Pink-Einträge in den Ausführungsunterlagen/Montageplänen festgehalten werden.

**Sekundäreintrag**

In PlanPro-Ausgabeformaten dargestelltes Fachdatum, dass zum Gesamtverständnis „als Kopie“ ausgegeben ist.

Gegebenenfalls erforderliche fachliche Änderungen sollen nur in den zugehörigen *Primäreinträgen* vorgenommen, anschließend in das LST-Datenmodell übertragen und erneut ausgegeben werden.

**Sekundärplan**

PlanPro-Ausgabeformat, in dem ausschließlich *Sekundäreinträge* enthalten sind.

**Teilplanung**

*Einzelplanung* für einen definierten *Planungsbereich*, die einer Untermenge der beauftragten LST-Gesamtplanung entspricht.

**Untergewerk**

Teilbereich eines Gewerks.

Das Gewerk Leit- und Sicherungstechnik (LST) besteht aus verschiedenen Untergewerken, für die meist separate Ausführungsplanungen (AP PT 1) erstellt werden:

ESTW, ZN, ZL, BÜ, Bedienung Fahrdienstleiter ESTW bzw. BZ, Zugbeeinflussung (z. B. ETCS)

**Verbundplanung**

*Einzelplanung* zur Vereinigung mehrerer *Teilplanungen* oder *Untergewerksplanungen* für die Erstellung einer LST-Gesamtplanung.

**Versionshebung**

*Einzelplanung* zur Anpassung von *Bestandsdaten* bzw. *Planungsdaten* auf eine LST-Datenmodell-Version (PlanPro-XSD).

**vertikale Abhängigkeit**

Wechselwirkungen mehrerer *Einzelplanungen* verschiedener *Untergewerke* innerhalb eines (ähnlichen) *Planungsbereichs* zum Erstellen einer Gesamtplanung des Gewerks LST.

**voraussichtlicher Endzustand**

Zielzustand der LST-Anlage gemäß erster Planung nach Vorgaben der BAST.

Der ~ einer LST-Anlage kann (bei komplexeren Bauvorhaben) zunächst vor der Planung von Bauzuständen nach Festlegung des *Planungsbereiches* geplant werden.

Der ~ dient auch zur groben Orientierung für andere Planungen als Zielzustand im *Betrachtungsbereich*, kann jedoch von dem später erreichten Endzustand der Anlage abweichen.

**voraussichtlicher Übergabezustand**

Geplanter Zielzustand der LST-Anlage bei Übergabe der Planungsverantwortung an einen anderen LST-Fachplaner.

Der ~ ist in seiner Bedeutung gleichzusetzen mit dem *voraussichtlichen Endzustand*, nur dass er bei mehreren, aufeinanderfolgenden LST-Fachplanern anstelle des *voraussichtlichen Endzustandes* geplant wird.



## Anhang - Vorbemerkungen

Die nachfolgenden Anhänge unterstützen die Ausführungen und das Verständnis der vorangegangenen Kapitel. Sie enthalten ergänzende Abbildungen, formalisierte Prozessbeschreibungen und Gesprächsnotizen.

Da zahlreiche formalisierte Prozessbeschreibungen aus Mehrseitendokumenten bestehen, die themenspezifisch auch den zum Redaktionsschluss vorliegenden Sachstand aus dem Forschungsprojekt PlanPro wiedergeben (auch auszugsweise), wird meist nur die erste Seite als Abbildung im Anhang illustrativ dargestellt.

Die vollständigen Prozessdarstellungen sind dieser Dissertation auf CD abgespeichert im „Anhang V: Digitale Anhänge“ beigefügt und können dort digital eingesehen werden. Bei den von dieser Verfahrensweise betroffenen Abbildungen ist der [Name der zu betrachtenden Datei](#) (→ siehe Datei: „[Anhang\\_Musterdatei.pdf](#)“) aufgeführt.

Weiterhin ist auf der CD die gesamte Arbeit als PDF abgespeichert, sodass alle verwendeten Abbildungen und Tabellen auch dort eingesehen und ggf. vergrößert werden können.

## Anhang A: Ausführliches XML-Beispiel

Zur besseren Nachvollziehbarkeit der Struktur einer XML-Datei sei folgender Ausschnitt einer beispielhaften XML-Datei visualisiert (Abbildung 45):

```
<Fstr_Zug_Rangier>
  <Identitaet>
    <Wert>4ACF81A6-EB2A-4AB7-9220-5CC982F9BFC5</Wert>
  </Identitaet>
  <Fstr_Zug_Rangier_Allg>
    <F_Bedienung>
      <Wert>>false</Wert>
    </F_Bedienung>
    <Fstr_Art>
      <Wert>ZR</Wert>
    </Fstr_Art>
    <Fstr_Bedienstring>
      <Wert>60A.60ZR3D2</Wert>
    </Fstr_Bedienstring>
  </Fstr_Zug_Rangier_Allg>
  <ID_Fstr_Fahrweg>
    <Wert>7AD473F2-66F1-4FB8-8D73-A03A3733C2AA</Wert>
  </ID_Fstr_Fahrweg>
</Fstr_Zug_Rangier>
```

**Abbildung 45: Ausführliches XML-Beispiel [MAS15a]**

## Anhang B: Daten- und Informationsflüsse (bisher)

Abbildung 46 zeigt die bisherigen Daten- und Informationsflüsse im LST-Planungsprozess (siehe auch Abschnitt 4.3.1).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_B\\_Datenfluss\\_bisher.pdf](#)“

### Bisheriger LST-Planungsprozess ohne PlanPro (PP)

Vorbemerkung: Rücksprünge bei erforderlichen Planungsänderungen aus Komplexitäts- und Nachvollziehbarkeitsgründen nicht dargestellt

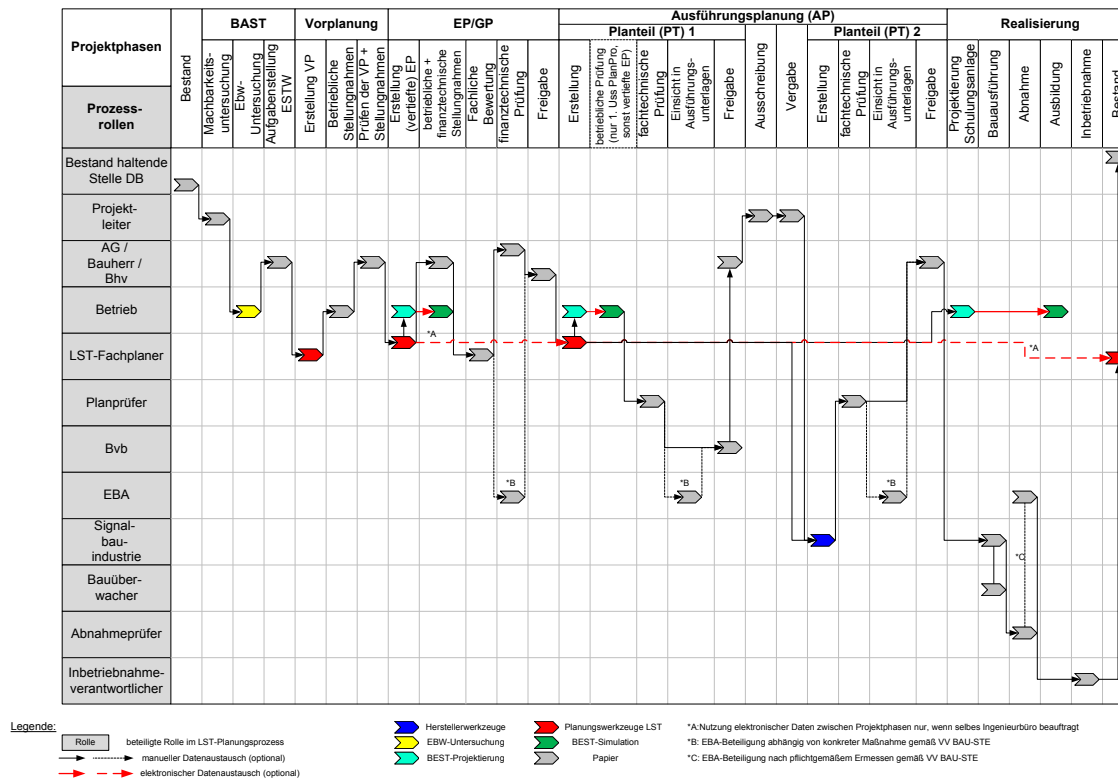


Abbildung 46: Daten- und Informationsflüsse - bisheriger Prozess

## Anhang C: Daten- und Informationsflüsse mit PlanPro

Abbildung 47 zeigt die zukünftigen Daten- und Informationsflüsse im LST-Planungsprozess (siehe auch Abschnitt 4.3.2).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_C\\_Datenfluss\\_PlanPro.pdf](#)“

### LST-Planungsprozess mit PlanPro (PP)

Vorbemerkung: Rücksprünge bei erforderlichen Planungsänderungen aus Komplexitäts- und Nachvollziehbarkeitsgründen nicht dargestellt

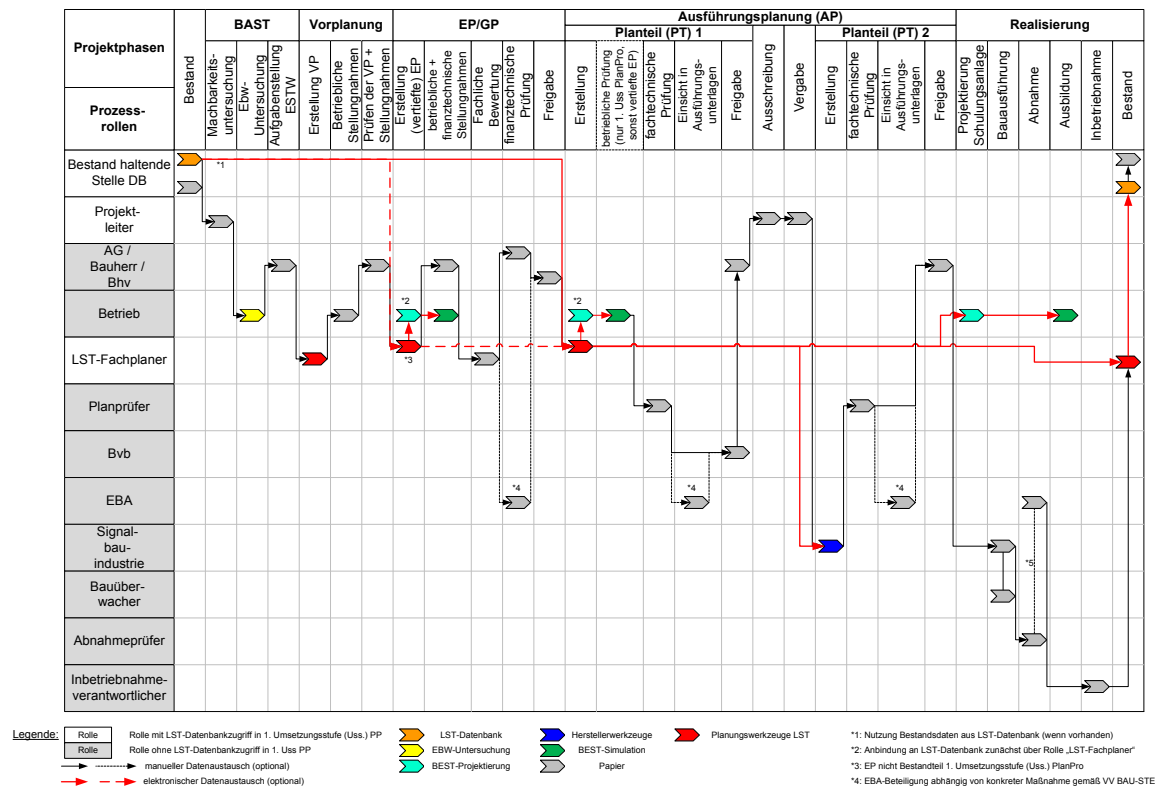
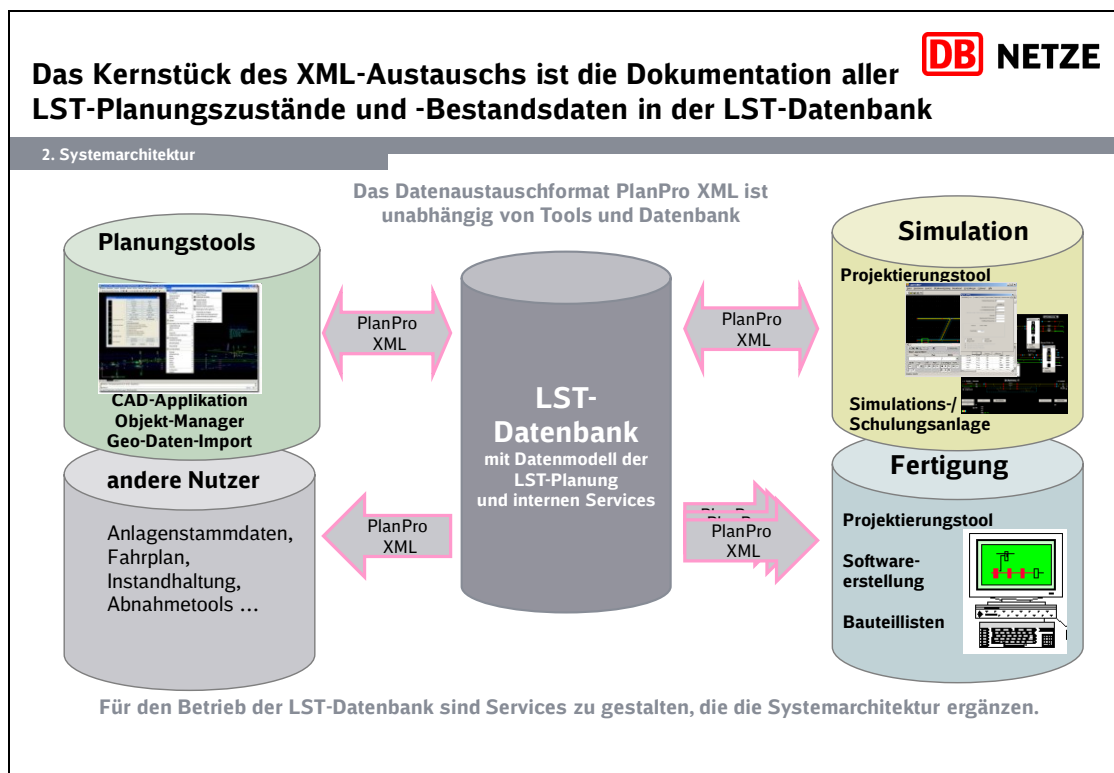


Abbildung 47: Daten- und Informationsflüsse - mit PlanPro

## Anhang D: Datenaustausch über die LST-Datenbank

Die LST-Datenbank stellt zukünftig die zentrale Komponente für die Bereitstellung und den Austausch von Bestands-/Planungsdaten zwischen am PlanPro-Prozess beteiligten Systemen dar.

Ergänzend zu Ausführungen den Abschnitten 4.4.4 und 7.1 zeigt Abbildung 48 wesentliche Austauschoperationen:



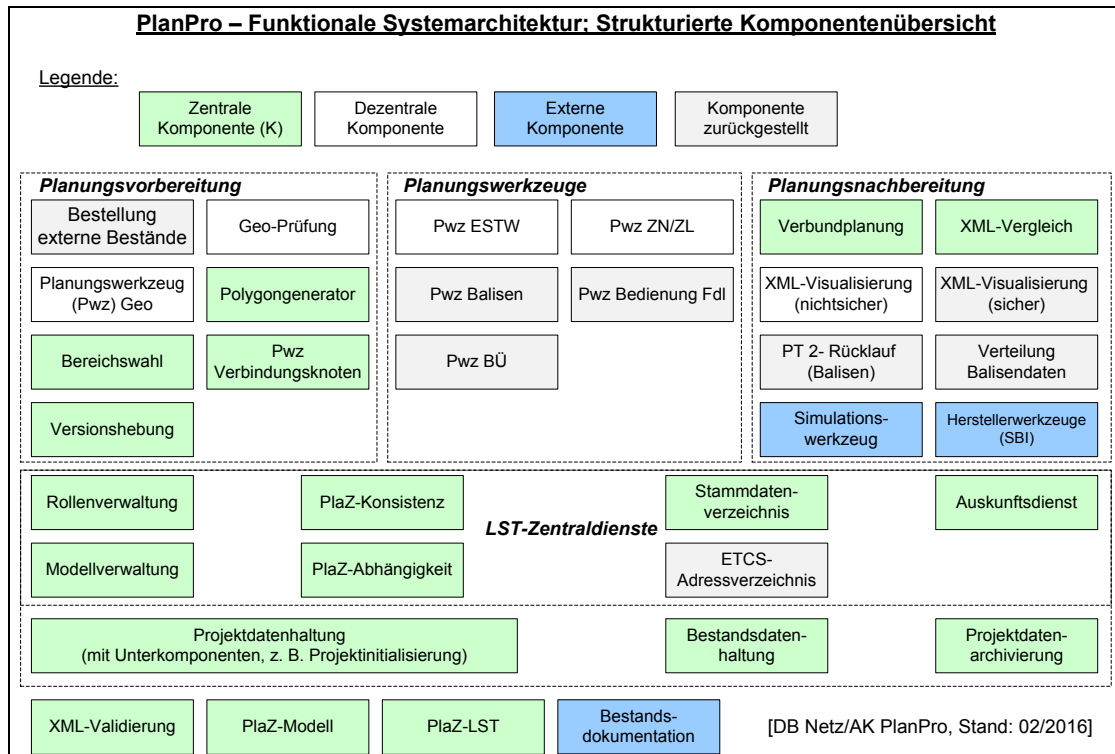
**Abbildung 48: LST-Datenbank als Drehscheibe [aktualisiert nach BRÖ15]**

Abbildung 48 verdeutlicht, dass in der LST-Datenbank abgespeicherte Daten, sowohl Bestands- als auch Planungsdaten, im PlanPro-XML-Format mit verschiedenen Systemen der DB und anderer Nutzer ausgetauscht werden.

Hinweis: Der in der Abbildung gebräuchliche Begriff „Tool“ ist gleichzusetzen mit dem in der Dissertation üblicherweise verwendeten, deutschsprachigen Begriff „Werkzeug“.

## Anhang E: PlanPro-System- und Softwarearchitektur

Die nachfolgende Abbildung 49 zeigt die Komponentenübersicht der geplanten System- und Softwarearchitektur (ergänzend zum Abschnitt 4.4.4):



**Abbildung 49: Funktionale Systemarchitektur PlanPro [PPP16]**

Der zukünftigen PlanPro-System- und Softwarearchitektur können vier wesentlichen Komponentengruppen zugeordnet werden: Planungsvorbereitung, Planungswerkzeuge, Planungsnachbereitung, LST-Datenbank. Wichtige Bestandteile der LST-Datenbank stellen die LST-Zentraldienste, Projektdatenhaltung, Bestandsdatenhaltung und Projektdatenarchivierung dar.

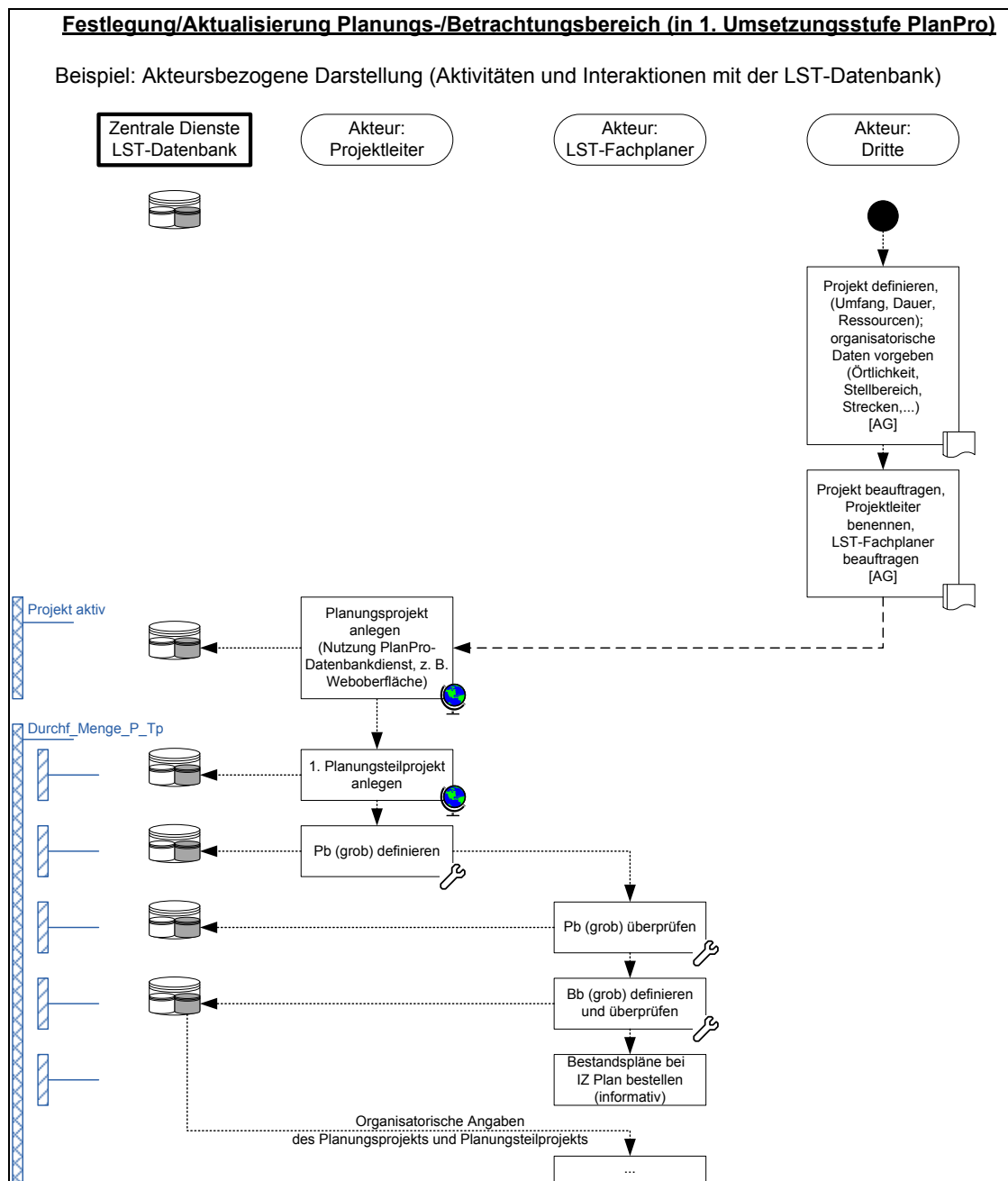
Auf eine Detailvorstellung der Struktur und Komponenten wird verzichtet, da die konkrete Ausgestaltung zum Redaktionsschluss dieser Dissertation noch nicht abschließend konsolidiert war und Änderungen wahrscheinlich sind.

Beispielsweise bestehen Überlegungen, ausgewählte Komponenten in Form eines sogenannten „PlanPro-Werkzeugkoffers“ als frei verfügbares Standardwerkzeug zum Betrachten und Validieren von PlanPro-XML-Dateien verschiedenen Benutzergruppen zur Verfügungen zu stellen. Hiermit läge eine gemeinsame Basis zur Darstellung und Diskussion von PlanPro-XML-Dateien vor.

## Anhang F: Prozessbeschreibung Festlegung Pb/Bb

Abbildung 50 zeigt den Prozess zur Definition von Planungs- und Betrachtungsbereichen mit PlanPro (ergänzend zum Abschnitt 5.1).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_F\\_Def\\_Pb\\_Bb.pdf](#)“



**Abbildung 50: PlanPro-Prozess Festlegung Pb/Bb (Auszug)**

## Anhang G: Prozessbeschreibung Umgang mit Geodaten

Abbildung 51 zeigt den Prozess des Umgangs mit Geodaten vor Planungsbeginn (ergänzend zum Abschnitt 5.3.3).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_G\\_Geodaten.pdf](#)“

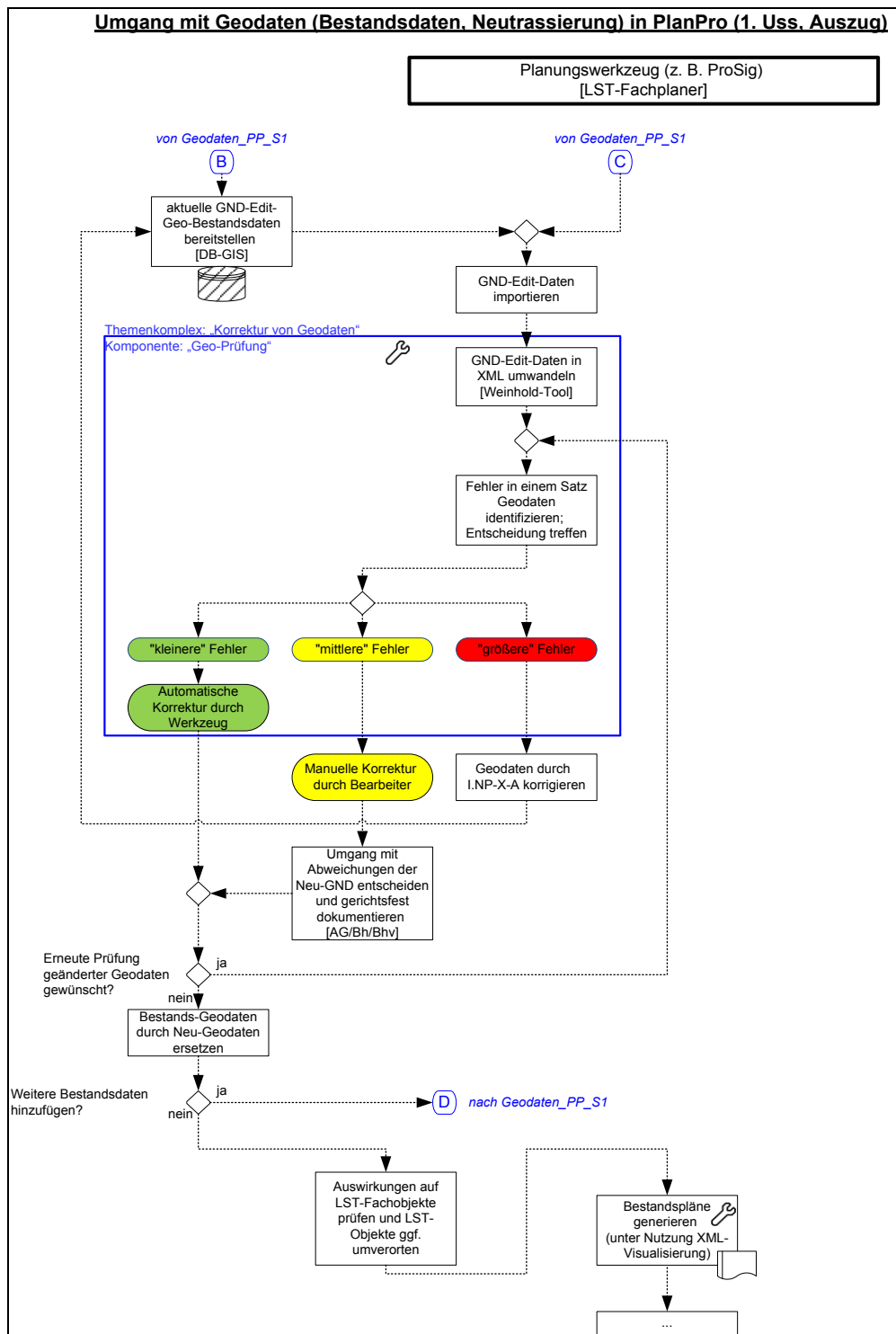


Abbildung 51: Prozessbeschreibung Umgang mit Geodaten (Auszug)



## Anhang H: Prozessbeschreibung Gleichstellung

Abbildung 52 und Abbildung 53 zeigen die Prozessbeschreibungen zur Durchführung der Gleichstellung (ergänzend zum Abschnitt 5.5).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_H\\_Gleichstellung.pdf](#)“

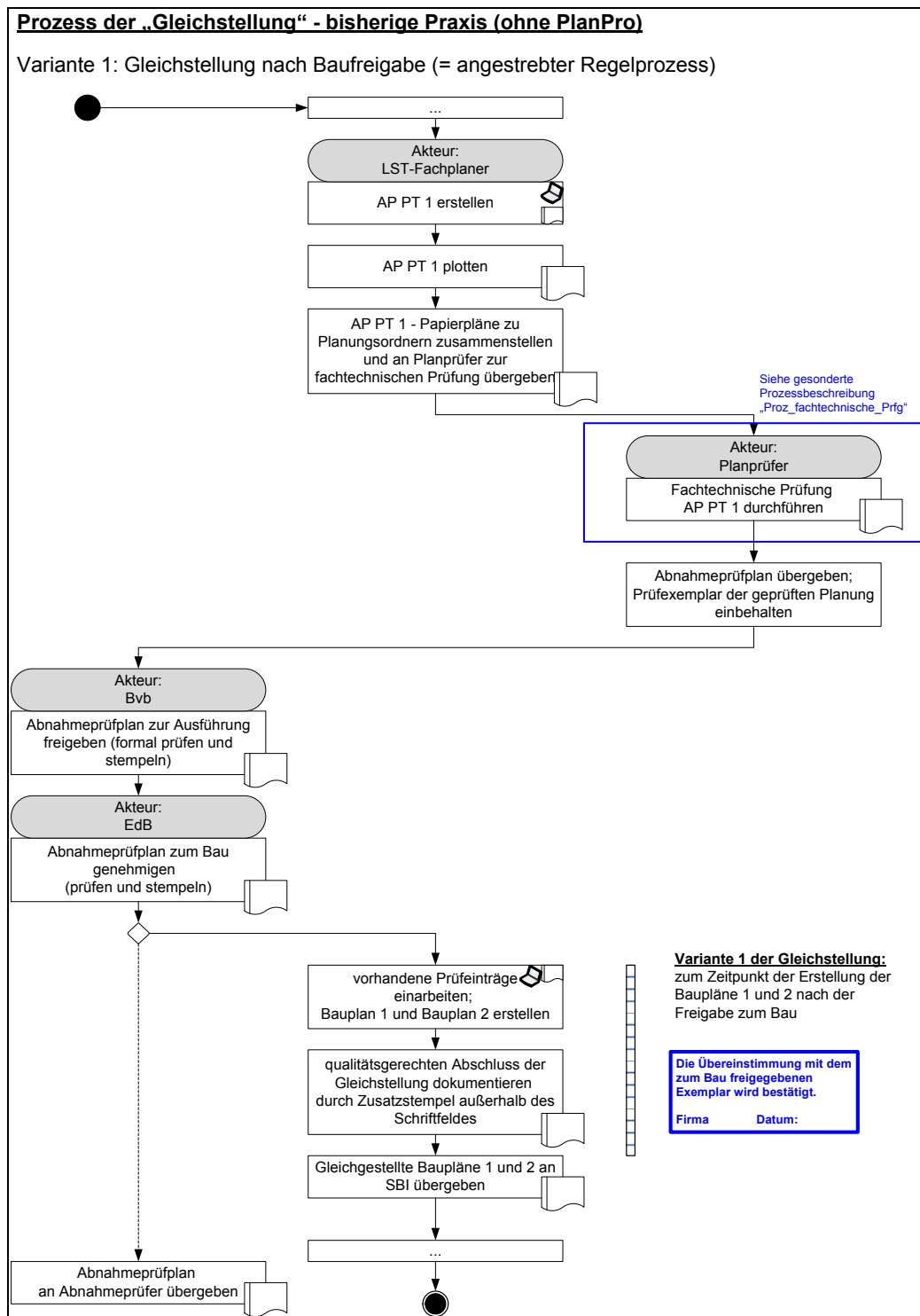


Abbildung 52: Prozessbeschreibung Gleichstellung (Variante 1)

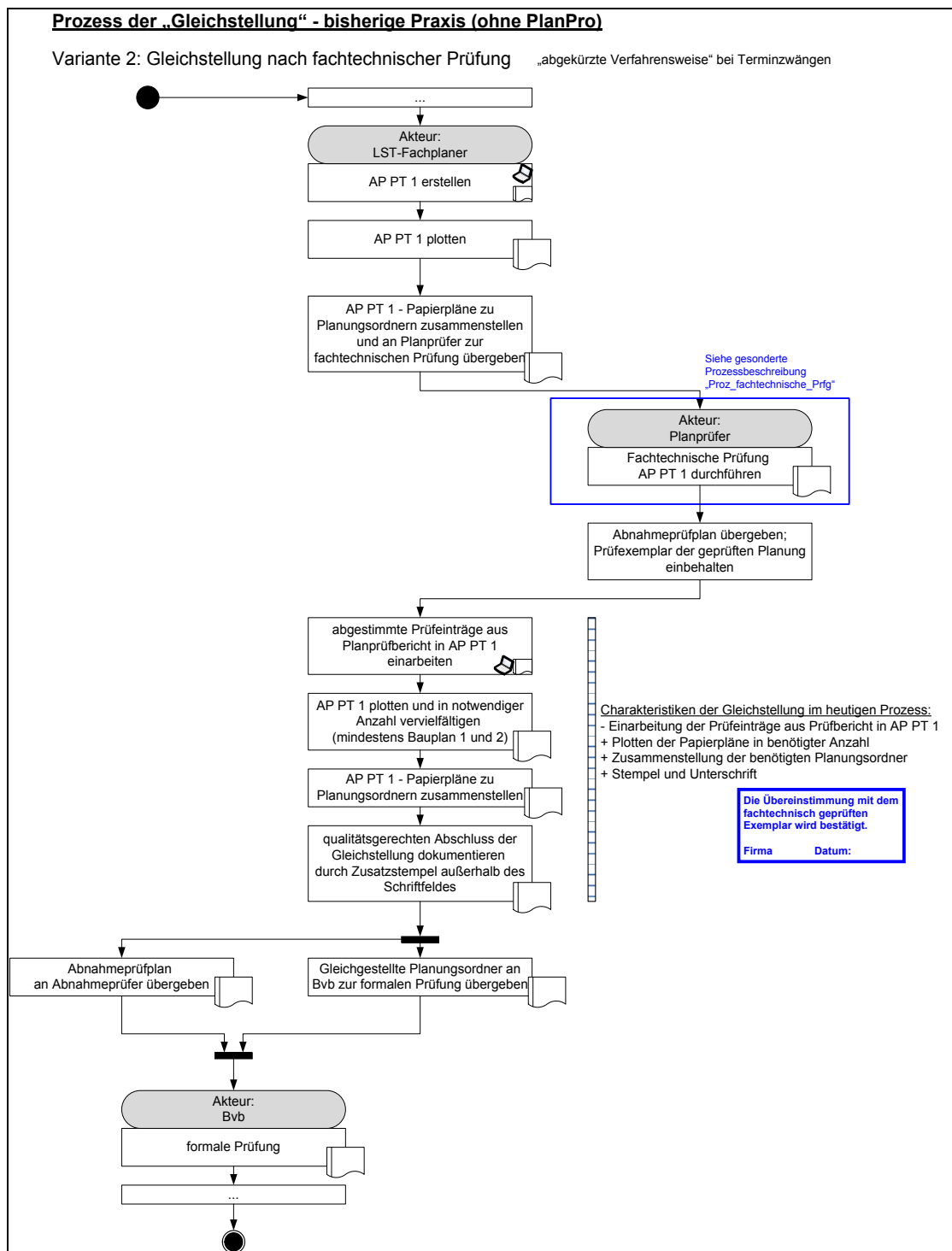


Abbildung 53: Prozessbeschreibung Gleichstellung (Variante 2)

## Anhang I: Prozessbeschreibung Revisionseinträge

Abbildung 54 zeigt Möglichkeiten der Einarbeitung von Revisionseinträgen (ergänzend zum Abschnitt 5.7).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_I\\_Revisionseinträge.pdf](#)“

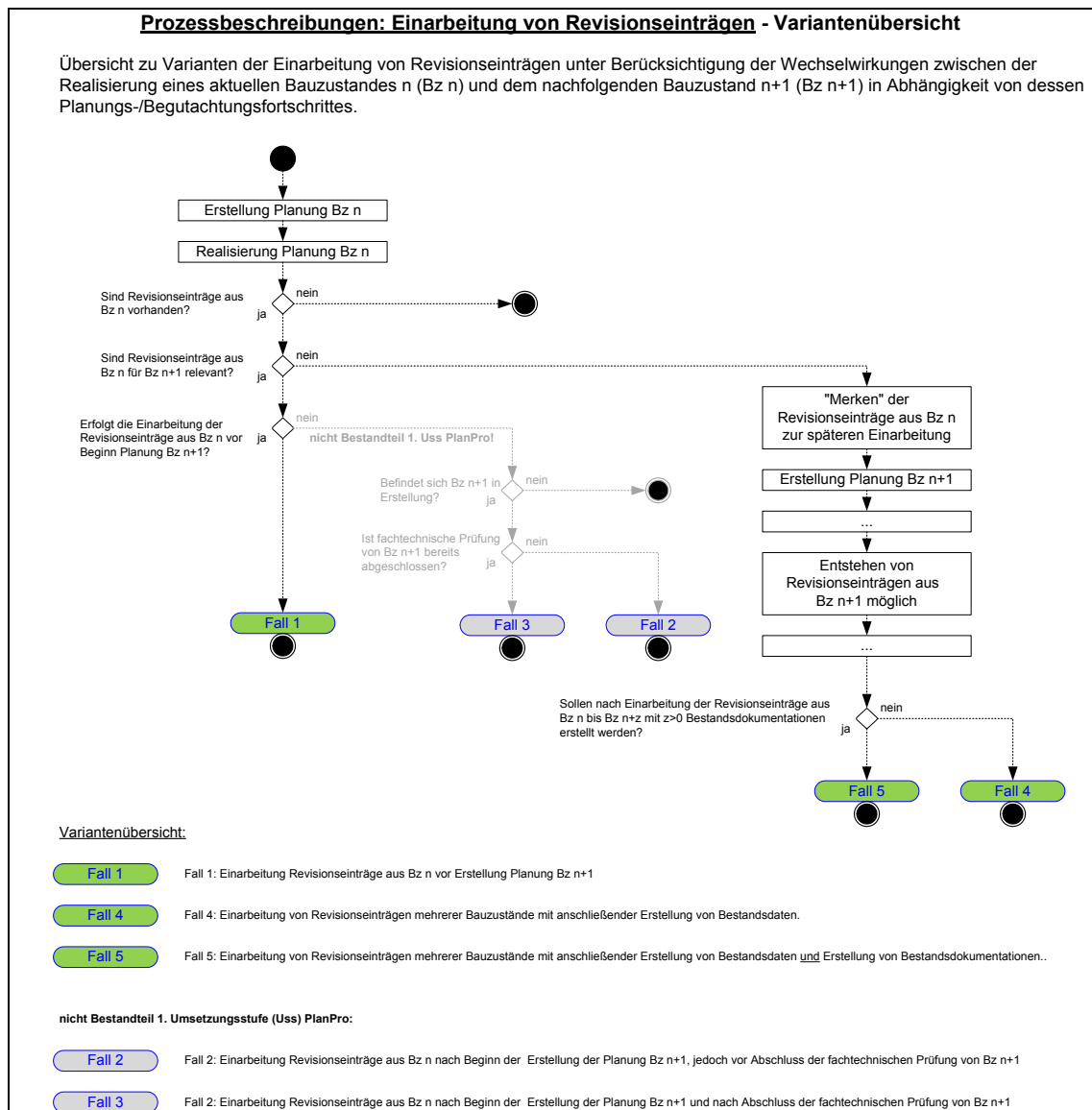
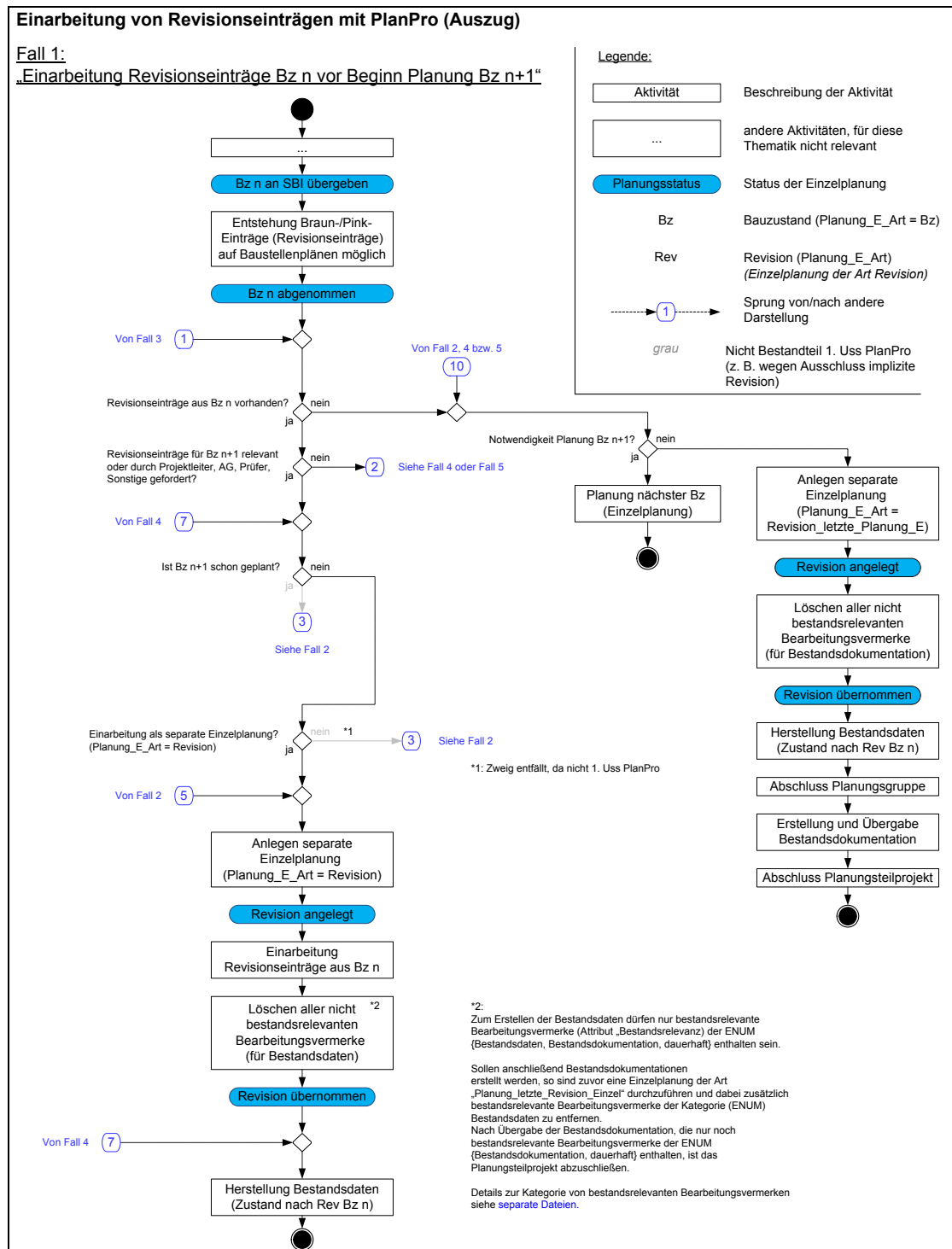


Abbildung 54: Einarbeitung Revisionseinträge - Variantenübersicht

Abbildung 55 zeigt die Prozessbeschreibung für die Vorzugsvariante der Einarbeitung von Revisionseinträgen mit PlanPro (ergänzend zum Abschnitt 5.7).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_I\\_Revisionseinträge.pdf](#)“



**Abbildung 55: Einarbeitung Revisionseinträge - Vorzugsvariante PlanPro**

## Anhang J: Ablauf Änderungsmitteilung

Abbildung 56 zeigt den Ablauf von Änderungsmitteilungen (ergänzend zum Abschnitt 5.8).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_J\\_Änderungsmitteilungen.pdf](#)“

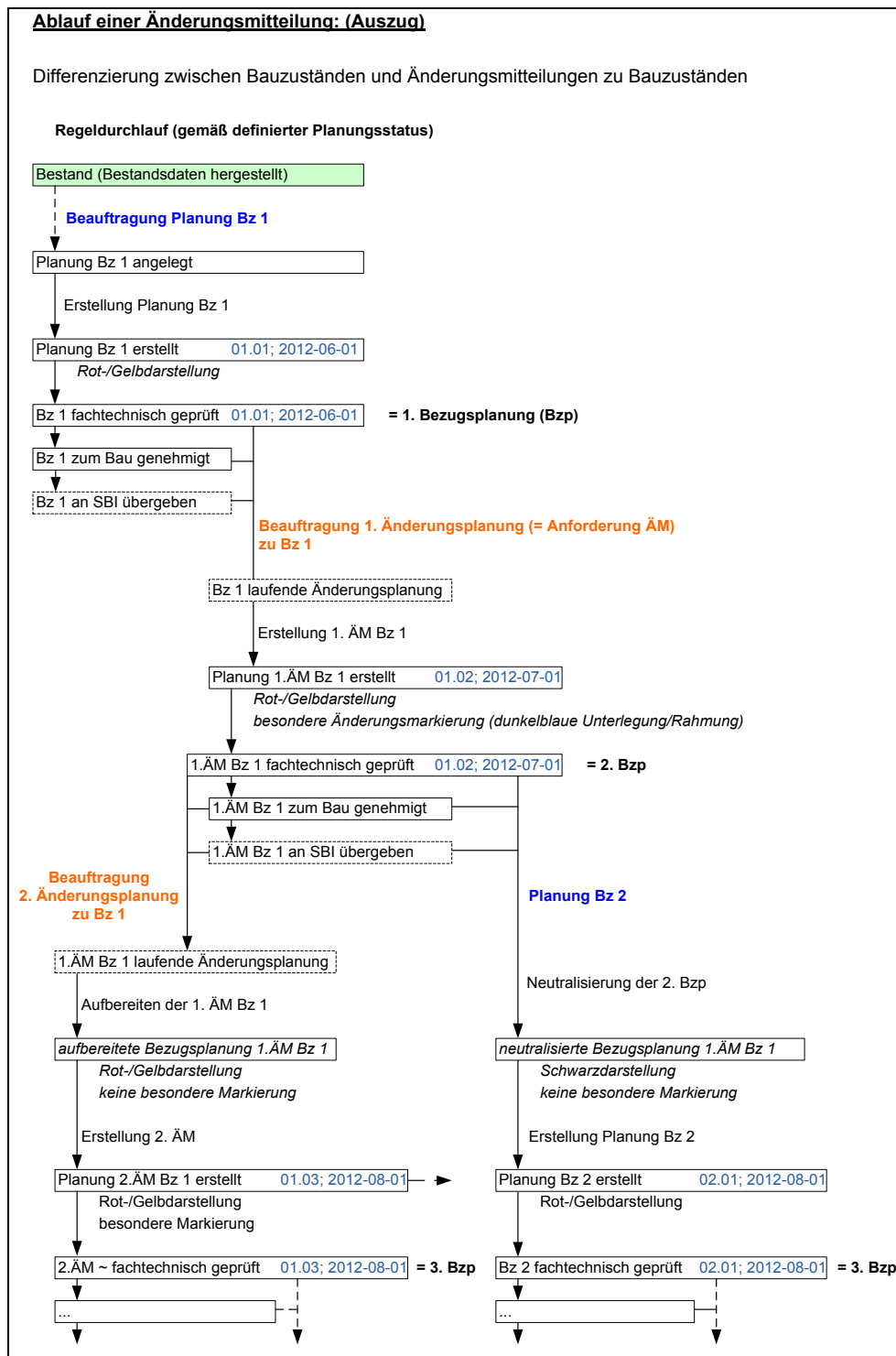


Abbildung 56: Ablauf einer Änderungsmitteilung (Auszug)

## Anhang K: Aktualisierung von Betrachtungsbereichen

Abbildung 57 und Abbildung 58 zeigen Prozessbeschreibungen für die Aktualisierung von Betrachtungsbereichen bei parallelen Planungen (ergänzend zum Abschnitt 5.10.3).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_K\\_Betrachtungsbereichsaktualisierung.pdf](#)“

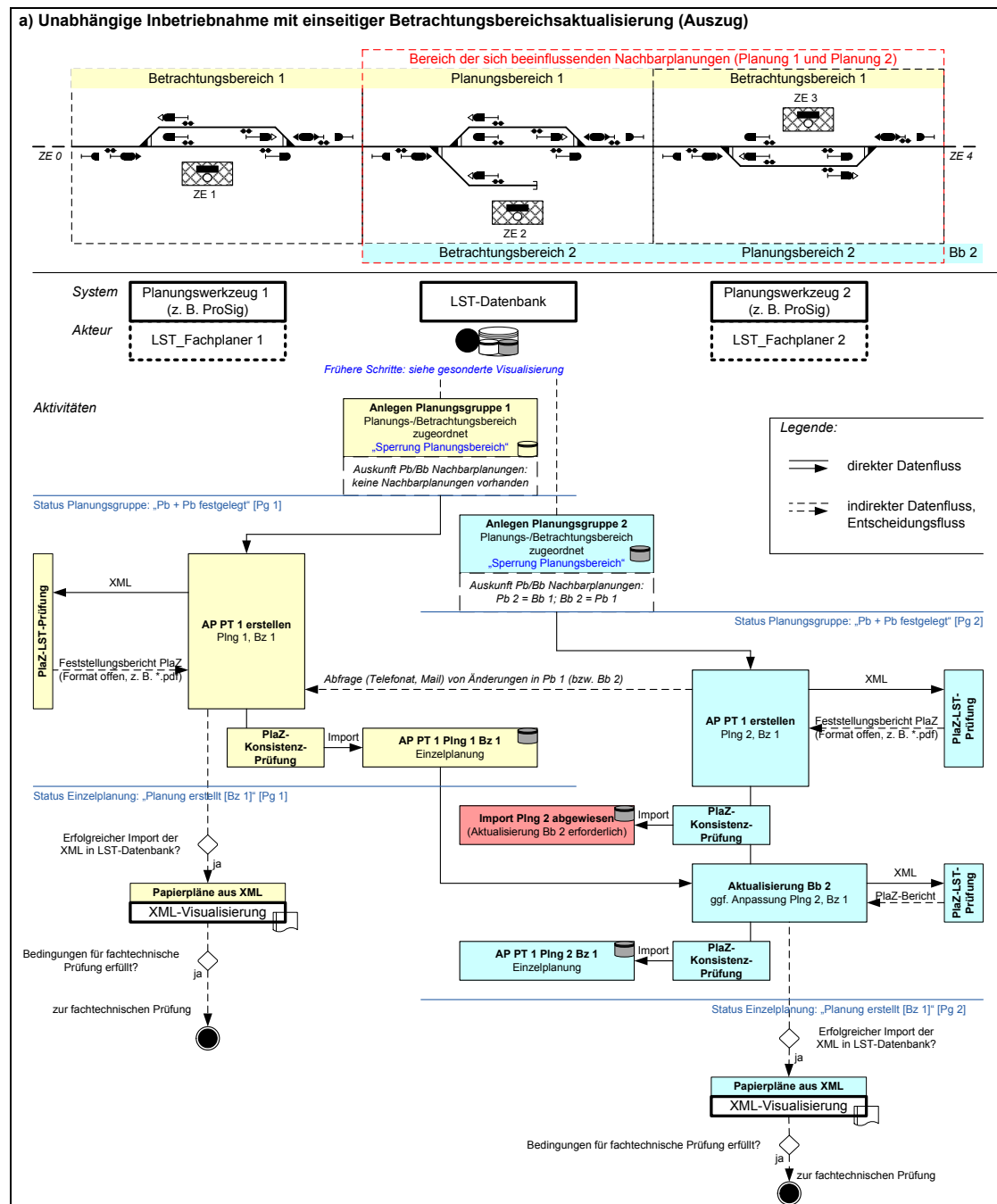


Abbildung 57: Bb-Aktualisierung bei unabhängiger Iln (Auszug)



## Anhang L: Prozessbeschreibung Bestandsdigitalisierung

Abbildung 59 zeigt den Prozess der Bestandsdigitalisierung (ergänzend zum Abschnitt 6.2).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_L\\_Proz\\_Bestdig.pdf](#)“

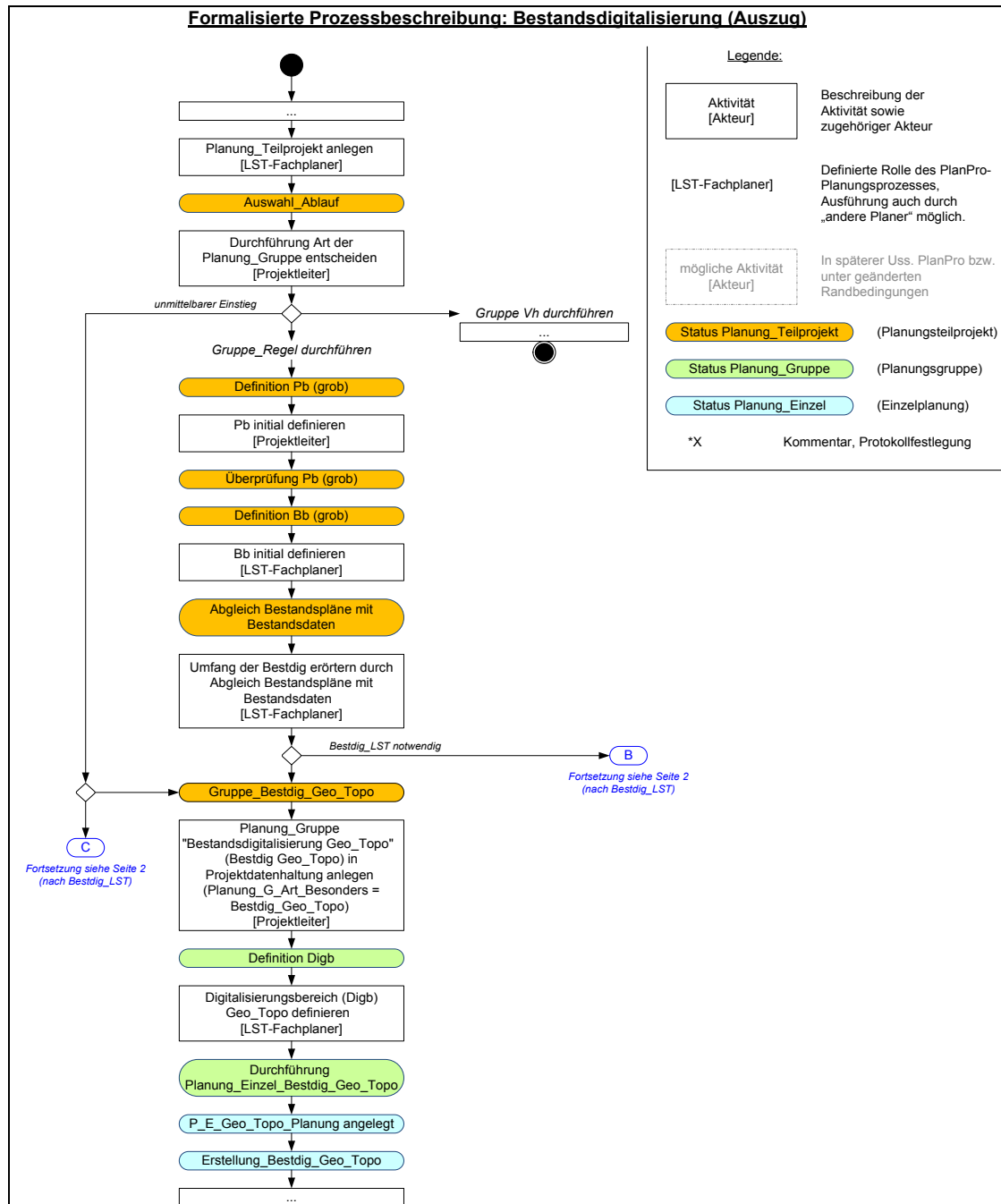


Abbildung 59: Prozessbeschreibung Bestandsdigitalisierung (Auszug)



## Anhang M: Horizontale Abhängigkeiten

Abbildung 60 zeigt horizontale Abhängigkeiten zwischen verschiedenen LST-Untergewerken (ergänzend zum Abschnitt 6.3.1).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_M\\_Teilplanungen\\_horizontal.pdf](#)“

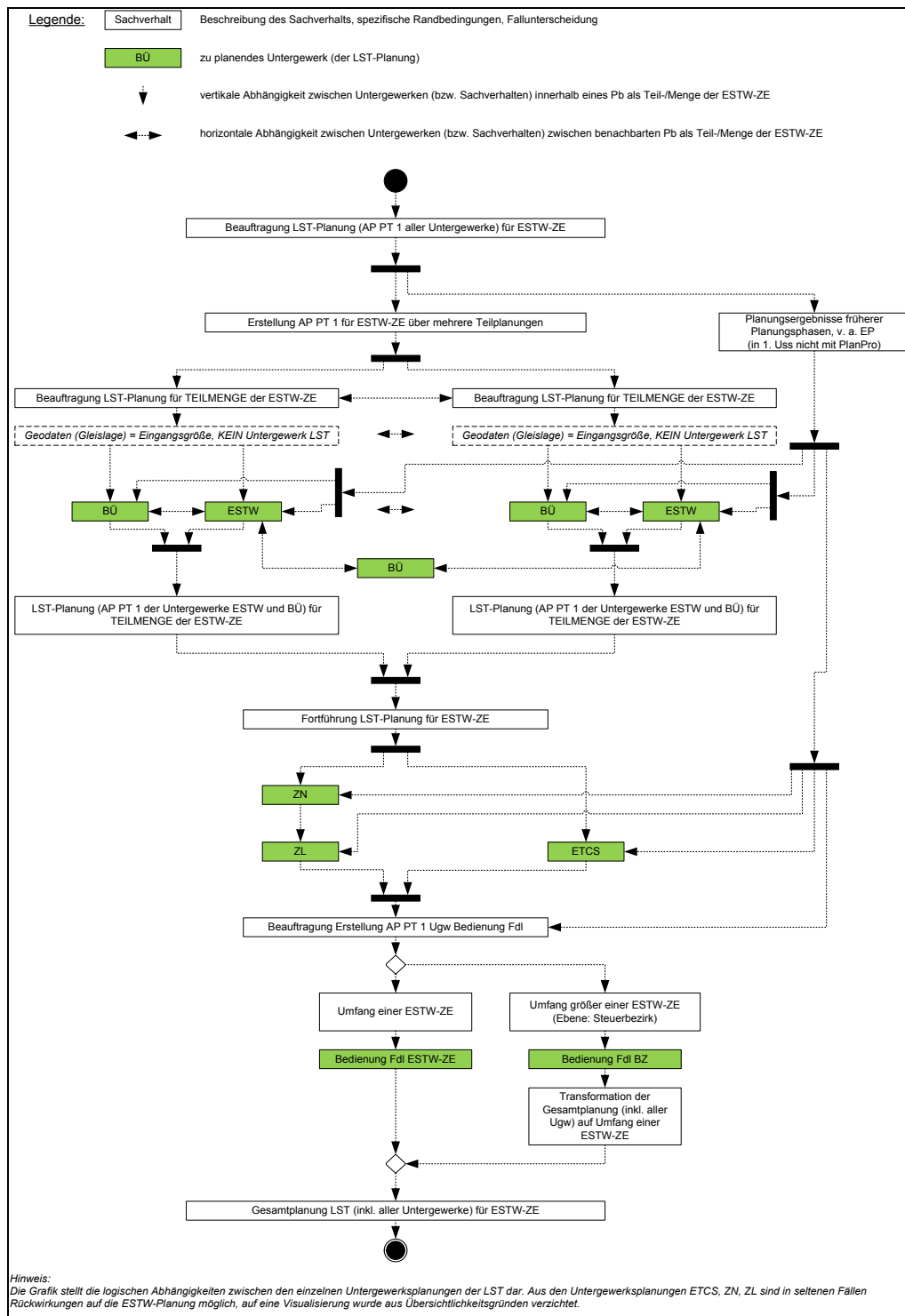


Abbildung 60: Abhängigkeiten zwischen LST-Untergewerken - horizontal

## Anhang N: Attribute des Objektmanagements

Abbildung 61 zeigt eine Auswahl zugeordneter Attribute des Objektmanagements (ergänzend zum Abschnitt 6.5).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_N\\_Objektmanagement.pdf](#)“

Objektmanagement - Übersicht zugeordneter Objekte und Attribute (Auszug)							
Objekt	Attributgruppe	Attribut	Typ	pflcht (1) / optional (0)	Schriftfeldeintrag bereits bisher	Schriftfeldeintrag mit PlanPro	Schriftfeldeintrag neu
Planung_Projekt	~	LST_Planung_Teilprojekt	CPlanung_Teilprojekt	1			
	P_P_Allg			1			
	P_P_Allg	Bezeichnung_Planung_Projekt	TText [1..50]	1	ja, Zusatzeintrag	ja	Änderung
	P_P_Allg	Datum_Abschluss_Projekt	xs:date	1	nein	nein	-
	P_P_Allg	Projektleiter	CAkteur	1	nein	nein	-
	P_P_Allg	Projekt_Nummer	TText [1..20]	1	nein	nein	-
Planung_Teilprojekt	~	LST_Planung_Gruppe	CPlanung_Gruppe	1	nein	nein	-
	P_Tp_Allg			1			
	P_Tp_Allg	Bezeichnung_Planung_Tp	TText [1..50]	1	nein	nein	-
	P_Tp_Allg	Datum_Abschluss_Tp	xs:date	1	nein	nein	-
	P_Tp_Allg	LST_Fachplaner	COrganisation	1	ja	ja	-
Planung_Gruppe	~	LST_Planung_Einzel	CPlanung_Einzel	1	-	-	-
	P_G_Allg			1			
	P_G_Allg	Anhang_BAST	CAnhang	0	nein	nein	-
	P_G_Allg	Datum_Abschluss_Gruppe	xs:date	1	nein	nein	-
	P_G_Allg	PlanPro_XSD_Version	TText	1	nein	ja	Änderung
	P_G_Allg	Planung_G_Art_Besonders	ENUM	0	nein	nein	-
			Bestandsdigitalisierung_Geo_Topo				
			Bestandsdigitalisierung_LST				
			Verbindungsknoten				
			Versionshebung				
			sonstige				
	P_G_Allg	Verantwortliche_Stelle_DB	TText	0	ja	ja	-
	Pgz_Bb			0			
	Pgz_Bb	Polygonzug_Betrachtungsbereich	TFreitext	1..*	nein	nein	-
	Pgz_Bb	Koordinatensystem_Bb	ENUM	1	nein	nein	-
			DB_Ref				
			sonstige				
	Pgz_Pb			1			
	Pgz_Pb	Polygonzug_Planungsbereich	TFreitext	1..*	nein	nein	-
	Pgz_Pb	Koordinatensystem_Pb	ENUM	1	nein	nein	-
			DB_Ref				
			sonstige				
	P_G_Schriftf			1			
	P_G_Schriftf	Bauabschnitt	TText [1..50]	0	ja, Zusatzeintrag	ja	Änderung
	P_G_Schriftf	Bezeichnung_Anlage	TText [1..35]	1	ja	ja	-
	P_G_Schriftf	Bezeichnung_Planung_Gruppe	TText [1..50]	1	nein	nein	-
	P_G_Schriftf	Bezeichnung_Unteranlage	TText [1..35]	0	ja	ja	-
	~	Fuehrende_Oertlichkeit	TOertlichkeit_Abkuerzung	1	ja, Blattbezeichnung	ja, Blattbezeichnung	-
	P_G_Fuehr_Stre			0			
	P_G_Fuehr_Stre	Strecke_Abschnitt	TText [1..50]	1	nein	nein	-
	P_G_Fuehr_Stre	Strecke_Nummer	TZeichenk.	1	nein	nein	-
	P_G_Fuehr_Stre	Strecke_Km	TKilometrierung	1	nein	nein	-
Planung_Einzel	~	Anhang_Erlaeuterungsbericht	CAnhang	0..*	nein	nein	-
	~	Anhang_Material_Besonders	CAnhang	0..*	nein	nein	-
	~	Anhang_VzG	CAnhang	0..*	nein	nein	-
	~	ID_Planung_Basis	TGUID	0	nein	nein	-
	~	LST_Zustand_Start	Ur_Objekt	1	-	-	-
	~	LST_Zustand_Ziel	Ur_Objekt	1	-	-	-
	LST_O_Pb			1			
	LST_O_Pb	ID_LST_Objekt_Planungsbereich	TGUID	0..*	-	-	-
	P_E_Allg			1			
	P_E_Allg	Bauphase	TText [1..50]	0	ja, Zusatzeintrag	ja	Änderung
	P_E_Allg	Bauzustand_Kurzbezeichnung	TText [1..15]	0	ja	ja	-
	P_E_Allg	Bauzustand_Langbezeichnung	TText [1..50]	0	ja, Zusatzeintrag	ja	Änderung
	P_E_Allg	Datum_Abschluss_Einzel	xs:date	1	nein	nein	-
	P_E_Allg	Datum_Regelwerksstand	xs:date	1	nein	nein	-
	P_E_Allg	Index_Ausgabe	xs:decimal [2]	1	ja	ja	-
	P_E_Allg	Laufende_Nummer_Ausgabe	xs:decimal [2]	1	ja	ja	-
	P_E_Allg	Informativ	xs:boolean	1	ja, Zusatzeintrag	ja, Zusatzeintrag	-
	P_E_Allg	Planung_Phase	ENUM	0	ja, Zusatzeintrag	nein	Änderung
			AP_PT_1				
			sonstige				
	P_E_Allg	Planung_E_Art	ENUM	1			-
			Bauzustand				-

Abbildung 61: Attribute des Objektmanagements (Auszug)

## Anhang O: Prozessbeschreibung XSD-Versionierung

Abbildung 62 zeigt den Prozessentwurf zur XSD-Versionierung (ergänzend zum Abschnitt 6.6).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_O\\_XSD-Versionierung.pdf](#)“

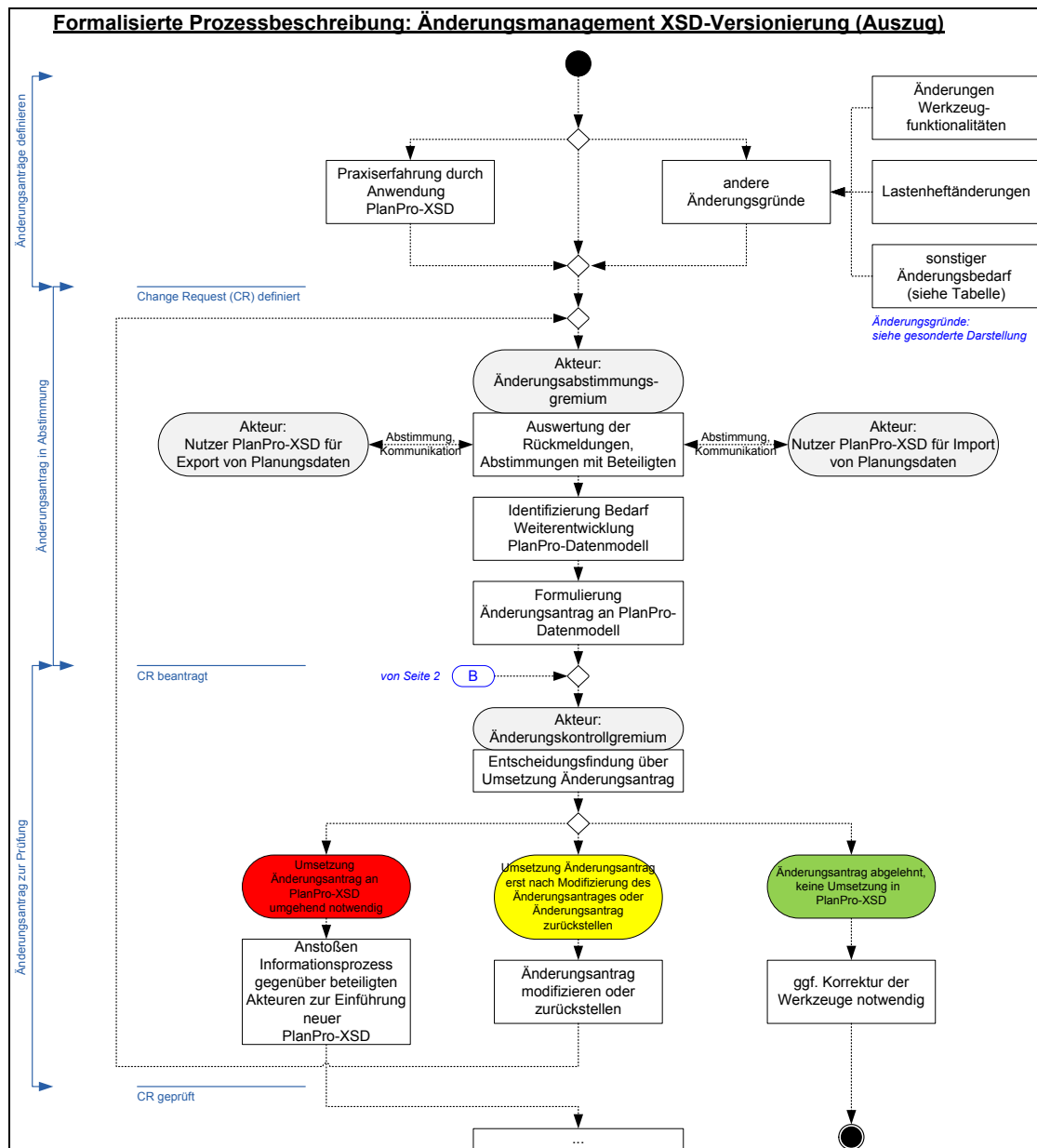


Abbildung 62: Prozessbeschreibung Änderungsmanagement (Auszug)

## Anhang P: Prozessbeschreibung Versionshebung

Abbildung 63 zeigt den Prozessentwurf zur Versionshebung (ergänzend zum Abschnitt 6.6).

→ siehe Datei: „Anhang\_P\_Versionshub\_Pb\_Bb.pdf“

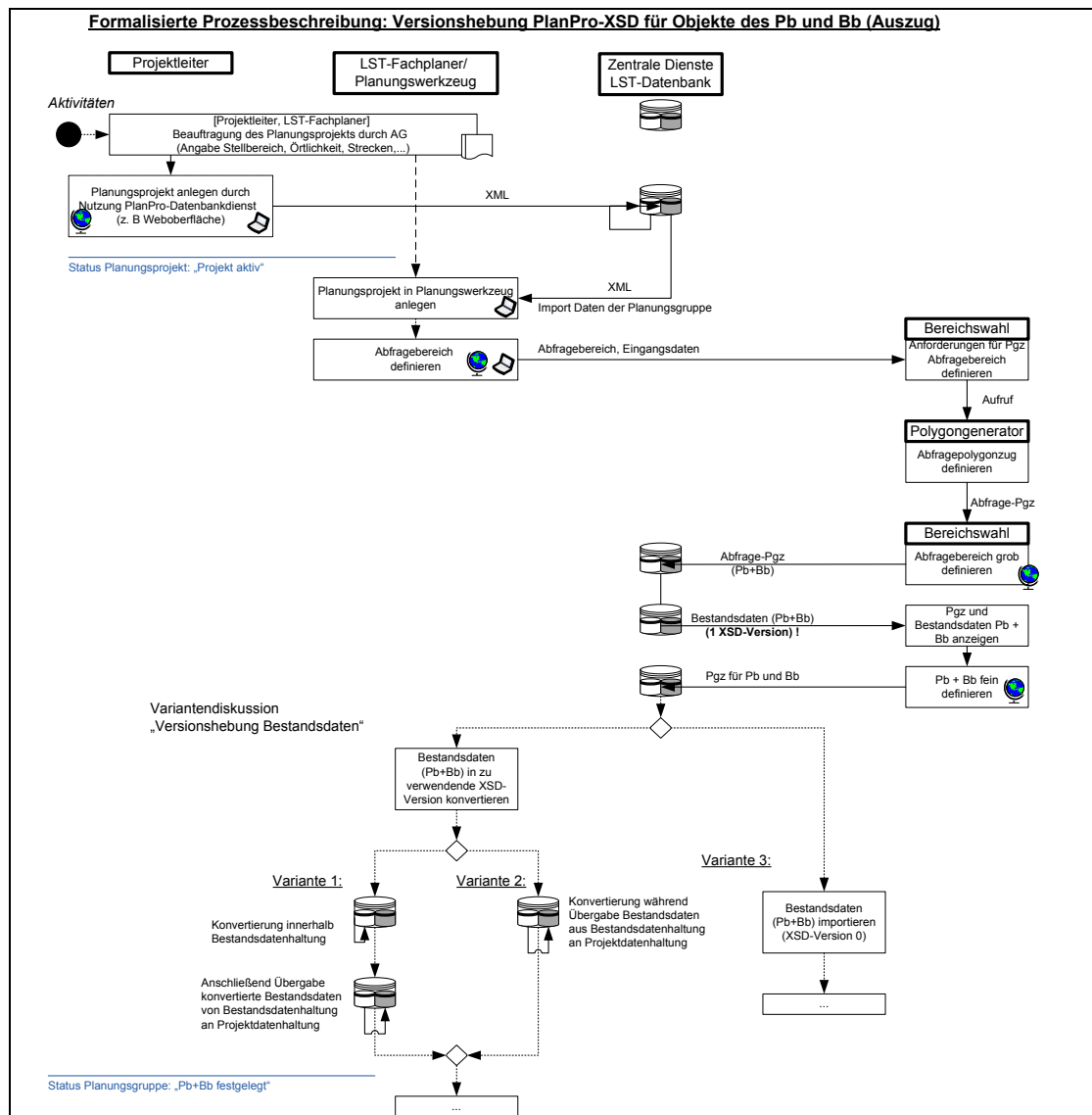


Abbildung 63: Prozessbeschreibung Versionshebung Pb und Bb (Auszug)

## Anhang Q: PlanPro-Planungsstatus

Abbildung 64 zeigt die definierten Status von LST-Planungen für die Ebenen Planungsprojekt, Planungsteilprojekt, Planungsgruppe und Einzelplanung (ergänzend zum Abschnitt 7.2). → siehe Datei: „[Anhang\\_Q\\_Planungsstatus\\_PlanPro.pdf](#)“

Planung_Projekt	Planung_Projekt					
Status	Projekt aktiv					
	Durchf_Menge Teilprojekt					
	Projekt abgeschlossen					
Planung_Teilprojekt	Planung_Teilprojekt	Planung_Teilprojekt	Planung_Teilprojekt			
Status	Auswahl_Ablauf	(<--)	(<--)			
	Def_Pb_grob	(<--)	(<--)			
	Ueberpruef_Pb_grob	(<--)	(<--)			
	Def_Bb_grob	(<--)	(<--)			
	Abgleich_Bp_Bd	(<--)	(<--)			
	Vori_Def_Pb_Bb_Regel	Durchf_Bestdig_Geo_Topo	Durchf_Bestdig_LST			
	Gruppe_Vh	-	-			
	Initial_Vbk	-	-			
	Gruppe_Regel	-	-			
	Entfernung_Vbk_final	-	-			
	Uebergabe_Bestdoku	-	Uebergabe_Bestdoku			
	P_Teilprojekt_abgeschlossen	<--	<--			
Planung_Gruppe	Regel	Regel	Vbk	Vh	Bestdig_Geo_Topo	Bestdig_LST
Status	Def_Pb_Bb_Regel	-	Def_Pb_Bb_Vbk	Def_Pb_Bb_Vh	Def_Digb	Def_Digb
	Auswert_Uestpruef_Alv	-	-	-	-	Auswert_Uestpruef_Alv_Bestdig_>
	Pruef_sekundaere_Grundlagen->	Freigabe_Pb_Bb_Korr	-	-	-	-
	Durchf_P_E_Bestkorr	-	-	-	-	-
	<<optional>>	-	-	-	-	-
	Herstellung_Bd_Bestkorr->	Freigabe_Pb_Bb_Regel_final	-	-	-	-
	Durchf_P_E_Vorauss	-	-	-	-	-
	Durchf_Menge_P_E_Bz->	-	Durchf_P_E_Vbk	Durchf_P_E_Vh	Durchf_P_E_Bestdig_Geo_Topo	Durchf_P_E_Bestdig_LST
	Durchf_P_E_Rev	Durchf_Rev_Letzte_P_E	-	-	-	-
	Herstellung_Bd	Herstellung_Bd_Letzte_P_E	Herstellung_Bd_Vbk	Herstellung_Bd_Vh	Herstellung_Bd	Herstellung_Bd
	Freigabe_Pb_Bb_Regel	Freigabe_Pb_Bb_Regel_final	Freigabe_Pb_Bb_Vbk	Freigabe_Pb_Bb_Vh	Freigabe_Digb	Freigabe_Digb
Planung_Einzel	Bz	Vbk	Bestdig_Geo_Topo	Bestdig_LST	Bestkorr	Rev
Status	P_E_Bz_angelegt	P_E_Vbk_angelegt	P_E_Bestdig_Geo_Topo_angelegt	P_E_Bestdig_LST_angelegt	P_E_Bestkorr_angelegt	P_E_Rev_angelegt
	Erstellung_P_E_Bz	Erstellung_P_E_Vbk	Erstellung_Bestdig_Geo_Topo	Erstellung_P_E_Bestdig_LST	Erstellung_P_E_Bestkorr	Erstellung_P_E_Rev
	P_E_Bz_erstellt	P_E_Vbk_uebernommen	Bestdig_Geo_Topo_uebernommen	P_E_Bestdig_LST_uebernommen	P_E_Bestkorr_uebernommen	P_E_Rev_uebernommen
	Fachtech_Pruef_P_E_Bz					
	Einarbeitung_Pruefanmerkungen					
	Fachtechnisch_geprueft					
	Formale_Pruef_Freigabe					
	Formal_geprueft_freigegeben					
	Genehmigung_AG_PL					
	P_E_Bz_zum_Bau_genehmigt					
	P_E_Bz_an_SBI_uebergeben					
	P_E_Bz_abgenommen					

Abbildung 64: Planungsstatus PlanPro (Auszug)

## Anhang R: Gesamtdatenfluss mit PlanPro

Abbildung 65 zeigt den Gesamtdatenfluss zwischen beteiligten Systemen bei der Erstellung von LST-Planungen mit PlanPro (ergänzend zum Abschnitt 7.3).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_R\\_Gesamtdatenfluss.pdf](#)“

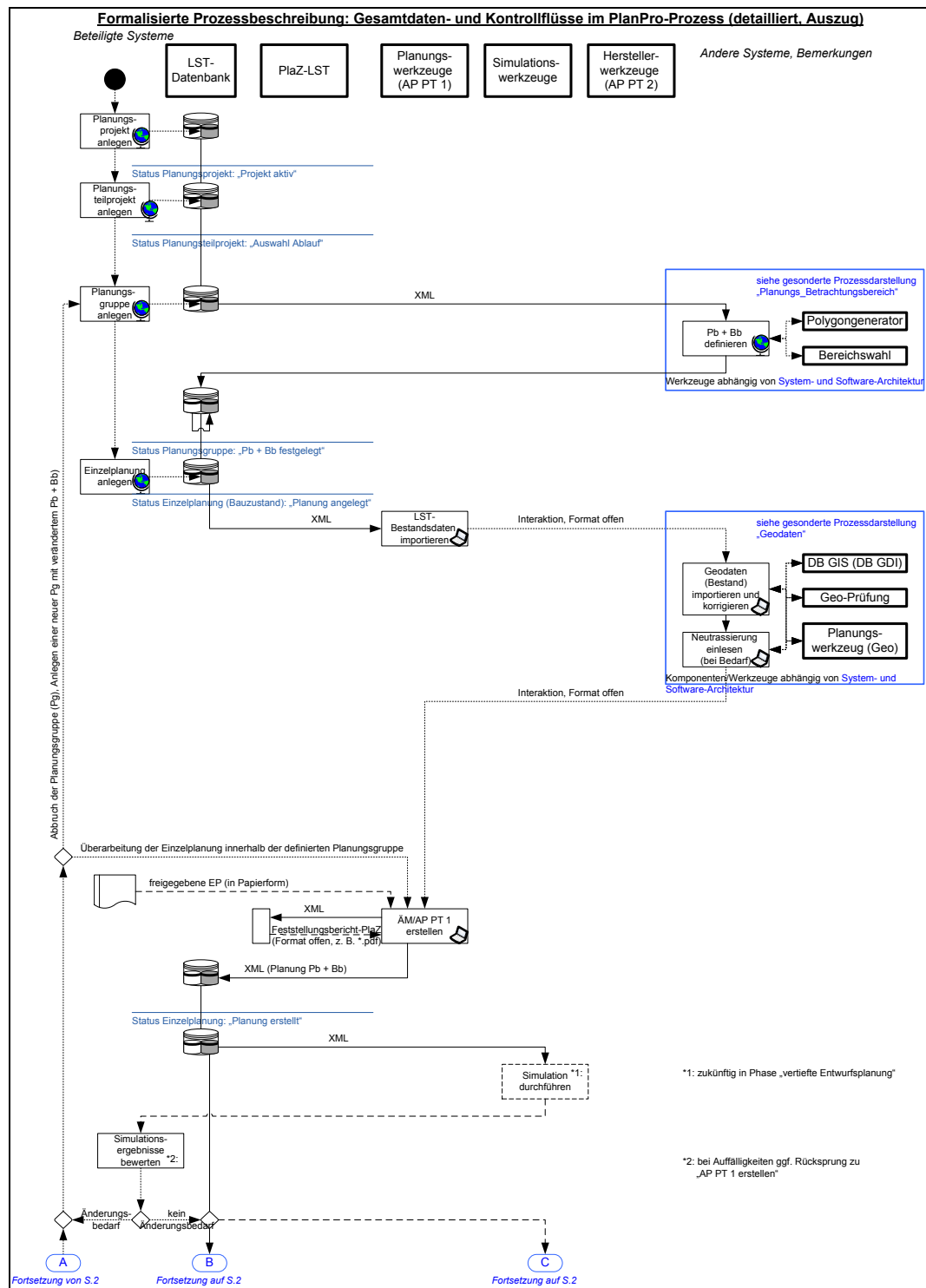


Abbildung 65: Gesamtdatenfluss mit PlanPro (Auszug)

## Anhang S: Datenfluss Bauzustände - ein LST-Fachplaner

Abbildung 66 zeigt den Datenfluss bei der Planung von Bauzuständen ohne Wechsel des LST-Fachplaners (ergänzend zum Abschnitt 7.4).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_S-T\\_Datenfluss\\_Bauzustände\\_gesamt.pdf](#)“

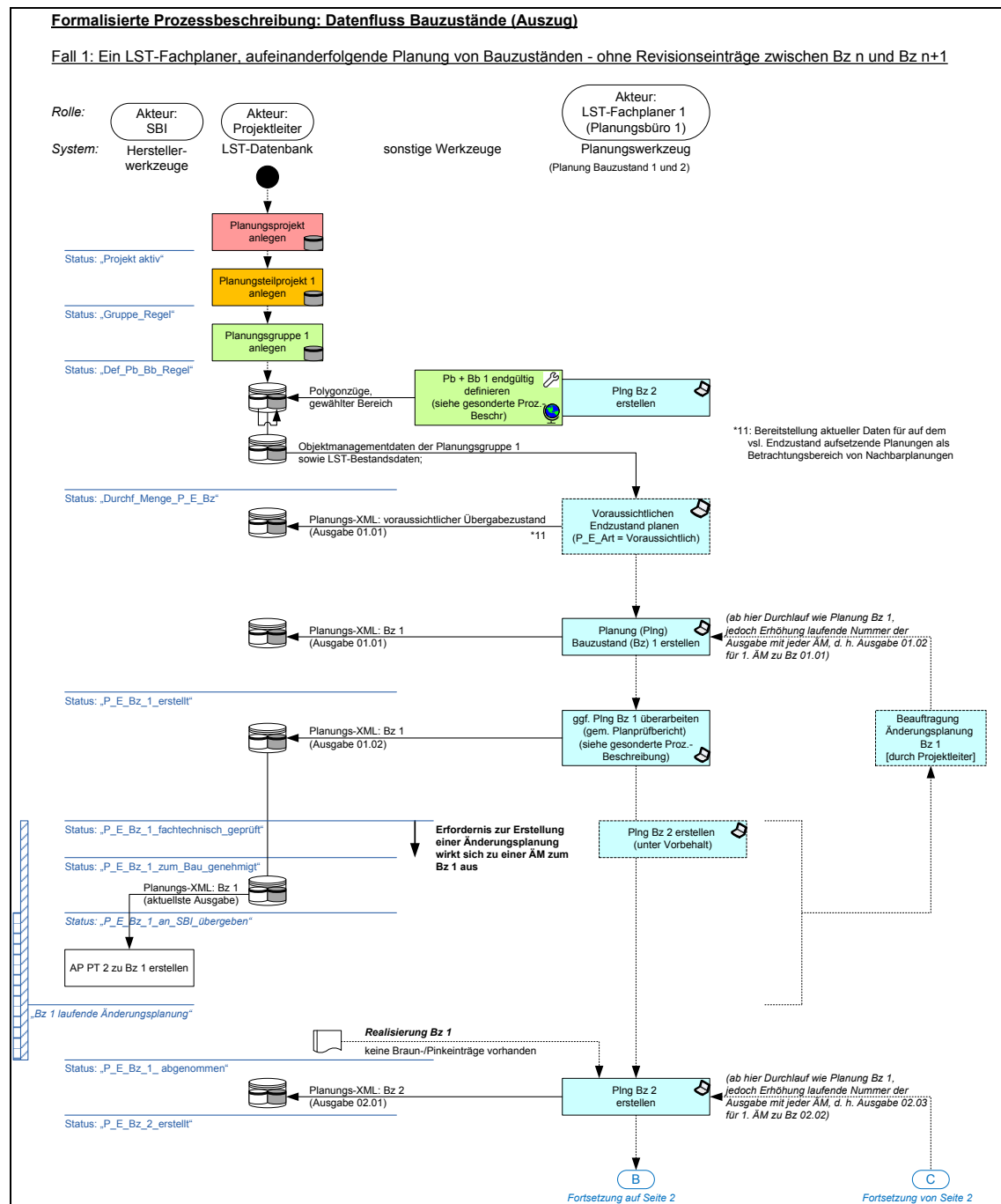


Abbildung 66: Datenfluss Bauzustände - ohne LST-Fachplaner-Wechsel

## Anhang T: Datenfluss Bauzustände - mehrere LST-Fachplaner

Abbildung 67 zeigt den Datenfluss bei der Planung von Bauzuständen mit Wechsel des LST-Fachplaners (ergänzend zum Abschnitt 7.4).

→ siehe Datei: „[Anhang\\_S-T\\_Datenfluss\\_Bauzustände\\_gesamt.pdf](#)“

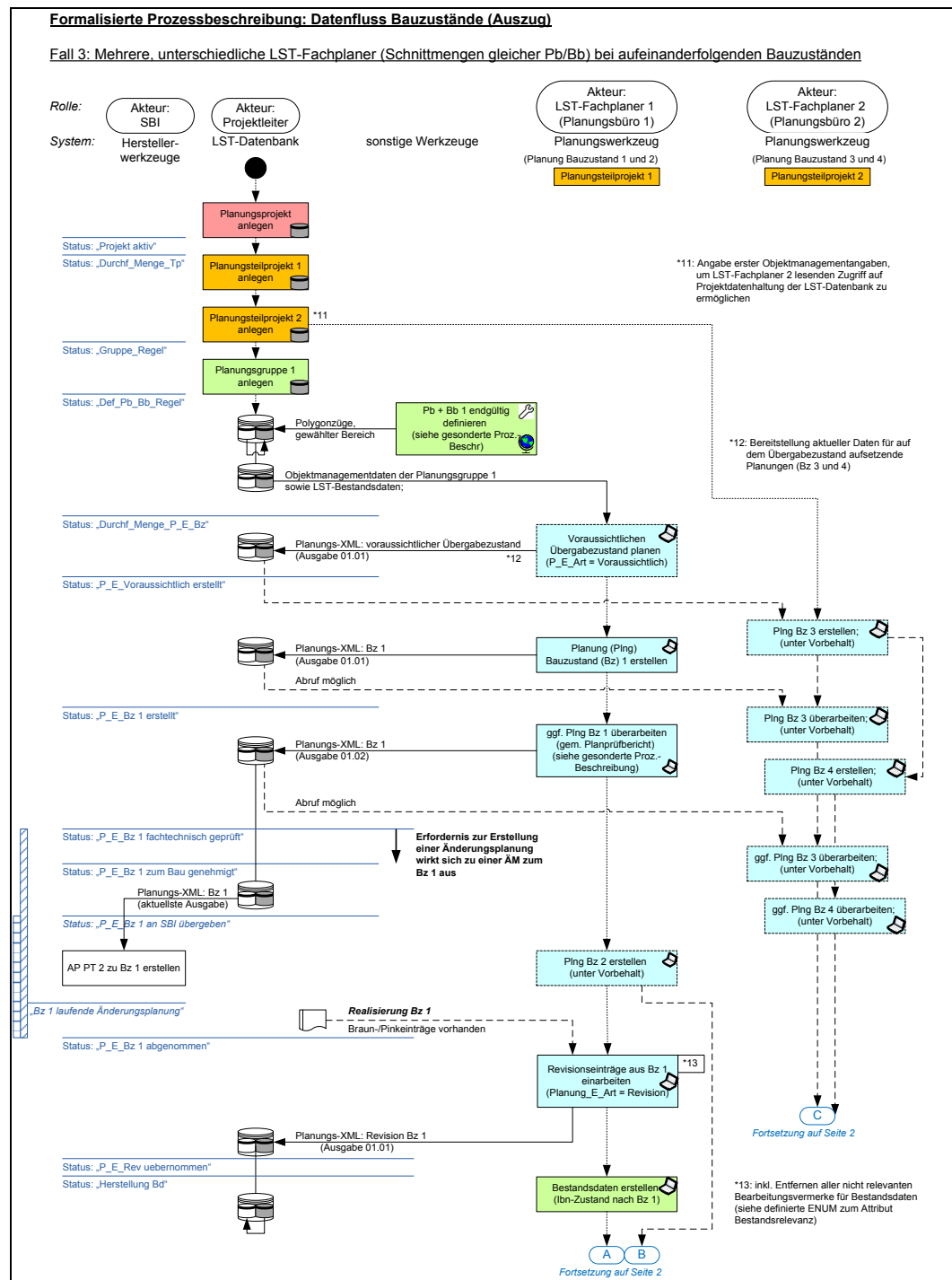


Abbildung 67: Datenfluss Bauzustände - mit LST-Fachplaner-Wechsel



## Anhang U: Gesprächsprotokolle

**Telefonat mit Herrn Philipp Morgenroth, Technik- und Anlagenmanagement STE, LST und Elektrotechnik, Stellwerke, Rangiertechnik, Technisches Prozessmanagement (I.NPS 333), am 11. Juni 2015 gegen 10:30 Uhr [MOR15]**

Thema: Umgang mit notwendigen Regelwerksänderungen für PlanPro

Wesentliche Aussagen:

- Aufnahme von formalisierten Prozessbeschreibungen ins Regelwerk (Ril 819) bisher nicht geplant, offene Fragen hierfür wären:
  - Für wen wären diese?
  - Wer erstellt diese bzw. wer wird an Mitarbeit beteiligt?
  - Wer ist für weitere Pflege und Aktualisierungen zuständig?
- Zuständigkeiten hinsichtlich Formulierung von Regelwerkstexten und Erstellung und Pflege formalisierter Prozessbeschreibungen seitens DB grundsätzlich getrennt
- für Erstellung und Pflege der Regelwerkstexte jeweils zuständiger Fachautor benannt
- Aufwendige Abstimmungsrunden vor Inkraftsetzung von Regelwerksänderungen um auf „kleinsten gemeinsamen Nenner zu kommen“:
  - viele Beteiligte mit unterschiedlichen Interessen, z. B. Technik, Betrieb
  - teilweise Widerstände bei Harmonisierung von historisch gewachsenen, regionalbereichsspezifischen Unterschieden bei Interpretation der Regelwerkstexte
  - betrifft auch vermeintlich einfache Sachverhalte wie beispielsweise Schriftfeldausfüllung gemäß Ril 819.0103 und zugehöriger Erläuterungen
- aufgrund benannter Schwierigkeiten und gewerkespezifischer Unterschiede bisher diverse Sachverhalte aus der Planungspraxis bisher nicht in Richtlinien aufgenommen, z. B.
  - Umgang mit Bauzuständen
  - Umgang mit Änderungsmitteilungen
- zur Standardisierung von Verfahrensweisen bisher (meist) nur regionale Lösungen erarbeitet und eingeführt

- erste gute Ansätze, jedoch nur begrenztem Anwenderkreis zugänglich bzw. in begrenztem Nutzerkreis akzeptiert
- zentrale Vorgaben sind perspektivisch anzustreben, bspw. durch Analyse und Harmonisierung regionalbereichsspezifischer Festlegungen
- Standardisierung und Zentralisierung auch für Wissenserhalt und Wissenstransfer bedeutsam
  - Umsetzung schwierig und nur langfristig erreichbar
  - erste Ansätze durch Zentrale der DB ProjektBau bisher erarbeitet, jedoch durch Umstrukturierungen und Umorientierungen teilweise nicht weiter verfolgt
- Trennung zwischen Regelwerkstexten und formalisierten Prozessbeschreibungen weiterhin sinnvoll, jedoch Verweise zwischen beiden Medien förderlich
  - weiterhin getrennte Erarbeitung und Pflege möglich
  - einfachere Abstimmungen und Harmonisierungen
- **im AK Anwendungsfälle erstellte formalisierte Prozessbeschreibungen zum zukünftigen Planungsprozess mit PlanPro bilden gute Grundlage, um angepasst in ergänzende Prozessbeschreibungen aufgenommen zu werden**

**Telefonat mit Herrn Dr. Axel Roth, Prüfbereich Ost (I.TVP(O)), am  
10. März 2016 gegen 13:30 Uhr [ROT16]**

Thema: Besonderheiten der fachtechnischen und formalen Prüfung sowie beim Umgang mit Nachbarplanungen

Fragestellungen/Schwerpunkte:

- 1) Wie viele Planungsordner erhält der Planprüfer, wie sieht die Verfahrensweise aus?
- 2) Wie viele Planungsordner werden durch den Bvb bzw. AG zur Ausführung freigegeben bzw. zum Bau genehmigt? Werden wie bei der fachtechnischen Prüfung Belegexemplare einbehalten?
- 3) Wie geht ein LST-Fachplaner heute mit Änderungen im Betrachtungsbe-  
reich um, von denen er informativ per Telefon/Mail erfährt?

Wesentliche Aussagen:

**1) Fachtechnische Prüfung (Planprüfung)**

- Anzahl der erforderlich Prüfaxemplare und Lauf der Planungsunterlagen im Begutachtungs- und Freigabeprozess:
  - nicht (mehr) in VV BAU-STE bzw. Ril 809 niedergeschrieben
  - nur in internen Verfahrensanweisungen, z. B. [DBPB10], geregelt
- zur Planprüfung abzugebende Exemplare in folgender Bedeutung:
  - Abnahmeprüfplan
  - Prüfplan 1 (manchmal auch nur Prüfaxemplar genannt)
  - Prüfplan 2 (gelegentlich auch Büroexemplar genannt)
  - weitere, bei Bedarf:
    - EBA-Exemplar (wird meist gleich mit unterschrieben, obwohl EBA-Prüfung gemäß Regelungen nach [BAU-STE] nicht bei allen Maßnahmen erforderlichen)
    - sonstige Exemplare in Abstimmung mit Projektleitung
- Prüfplan 1: verbleibt bei Planprüfer als Prüferexemplar, Dokumentation der Planprüfung, zur Archivierung
- übrige Exemplare: Rückgabe nach abgeschlossener fachtechnischer Prüfung an Projektleitung

## **2) Prozess der formalen Prüfung durch Bvb**

- zur formalen Prüfung zu übergebende (fachtechnisch geprüfte) Exemplare:
  - Abnahmeprüfplan
  - Prüfplan 2
  - weitere, bei Bedarf:
    - EBA-Exemplar (wird meist gleich mit unterschrieben, obwohl EBA-Prüfung gemäß Regelungen nach [BAU-STE] nicht bei allen Maßnahmen erforderlichen)
    - sonstige Exemplare in Abstimmung mit Projektleitung
- Bvb-Exemplar: verbleibt bei Bvb als Belegexemplar, Dokumentation der formalen Prüfung, zur Archivierung
- Abnahmeprüfplan und Prüfplan 2: Rückgabe nach abgeschlossener formaler Prüfung an Projektleitung

## **3) Umgang mit Nachbarplanungen**

- Prozess des Umgangs mit Nachbarplanungen ist bisher nicht dokumentiert.
- Spätestens im Rahmen der formalen Prüfung unterschreibt Bvb, dass aktuelle Planungsgrundlagen verwendet wurden.
- Zu Planungsbeginn wird durch den LST-Fachplaner vom Alv Übereinstimmungsbestätigung angefordert, dass Bestandspläne mit Örtlichkeit übereinstimmen oder Korrekturbedarf mitgeteilt, sodass im Rahmen der Planungserstellung (eigentlich) nur noch „Kleinigkeiten“ einzuarbeiten sind.
- Abstimmungen bei Nachbarplanungen haben immer offiziell über die Projektleitung zu erfolgen; diese muss entscheiden, was bei der Planungserstellung zu berücksichtigen ist, da sie auch die (kaufmännische) Verantwortung trägt.
- Unter genannten Rahmenbedingungen wird dennoch eigenverantwortliches Handeln der LST-Fachplaner vorausgesetzt.
- Im Rahmen der fachtechnischen Prüfung unterschreibt dann der Planprüfer die fachliche Richtigkeit der Planung (im Planungsbereich) auch unter Berücksichtigung der fachlichen Randbedingungen (Bestand oder Planung im Betrachtungsbereich), welche üblicherweise mit vorgelegt werden müssen.
- Bei der formalen Prüfung erfolgt die endgültige Kontrolle durch den Bvb, ob aktuelle Planungsgrundlagen berücksichtigt wurden - hier würde spätes-

tens eine Nichtbeachtung von parallelen Nachbarplanungen identifiziert werden.

- Durch die marktorientierte Struktur der Projekt-/Planungsvergabe ist es schwieriger geworden, Wechselwirkungen zu Nachbarplanungen zu erkennen. Bei früheren zentralen Technologiebereichen (z. B. Reichsbahnamt) und deren zentraler Infrastrukturplanung und -verwaltung lagen alle Projekte „auf einem Tisch“, sodass Abhängigkeiten leichter identifizierbar und Abstimmungen einfacher möglich waren.

## **Anhang V: Digitale Anhänge**

Wie in der Vorbemerkung zu den Anhängen erläutert, können Abbildungen und formalisierte Prozessbeschreibungen auf der an dieser Stelle mitgelieferten CD vollständig eingesehen werden.

Ebenfalls ist die gesamte Arbeit als PDF abgespeichert, sodass alle verwendeten Abbildungen und Tabellen digital eingesehen und ggf. vergrößert werden können.