

Hans Leister  
Zukunftswerkstatt Schienenverkehr

DB Netz und Deutsche Bundesregierung planen Sprung in die Zukunft:

# ETCS und digitale Technologie für Stellwerke





## DB Netz und Deutsche Bundesregierung planen Sprung in die Zukunft: ETCS und digitale Technologie für Stellwerke

Hans Leister\*  
Zukunftswerkstatt Schienenverkehr

Im Betrieb kostengünstiger, viel weniger Ausenanlagen, weniger Störungen, geringere Nachwuchssorgen und ein neues Berufsbild des Fahrdienstleiters: So soll der Betrieb schon in etwa 15 Jahren auf weiten Teilen des Bundesschienennetzes ablaufen, wenn die neuesten Planungen der DB Netz AG Realität werden. Die technischen Begriffe für die Modernisierung lauten „Neue Produktion der DB Netz AG“ (NeuPro), Digitale Stellwerke (DSTW) und European Train Control System (ETCS). Die beiden ersten Begriffe sind in der Branche bisher noch ziemlich unbekannt. ETCS kennt man – aber es wird von manchen eher als kostentreibendes Schreckgespenst gesehen, nicht als Weg zu geringeren Kosten und zur Digitalisierung des gesamten Schienenverkehrssektors.

Jetzt will das Bundesverkehrsministerium für die DB Netz AG den Fahrauftrag für den ersten Streckenabschnitt auf dem Weg in die Zukunft geben. Im Rahmen einer Studie zum DB-Projekt „Zukunft Bahn (ETCS/NeuPro)“ wird bis Ende Jahr die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit dieses Projekts von DB Netz geprüft.

Fällt das Ergebnis dieser Studie positiv aus, dann könnte die nächste Bundesregierung den Startschuss für das bisher grösste einzelne Modernisierungsprogramm auf Deutschlands Schienennetz geben, das zusätzliche Investitionen in die Digitalisierung der Bundesschienenwege im Gesamtumfang von zweistelligen Milliardenbeträgen innerhalb von zwei Jahrzehnten erfordert – dann aber Jahr für Jahr einen beachtlichen Milliardenbetrag an Betriebsaufwand einsparen kann.

Doch welche Probleme haben die DB Netz AG und deren Kunden eigentlich mit der vorhandenen Technik, die angeblich so dringend ersetzt werden muss, wie will man die Probleme mit NeuPro, DSTW und ETCS lösen, und welche anderen Vorteile rechtfertigen diese Investitionen?

### Heutige Stellwerksstruktur

Derzeit betreibt DB Netz rund 3000 Stellwerke aus den verschiedensten Bauserien und Baujahren, von mechanischen Modellen aus Kaisers Zeiten über elektromechanische Stellwerke der Vorkriegszeit, Relaisstellwerke (Drucktastenstellwerke) bis hin zu elektronischen Stellwerken (ESTW). Die ersten der ESTW sind nach 30 Jahren auch bereits veraltet; es ist absehbar, dass es für EDV-Komponenten der frühen Computerzeit bald keine Ersatzteile und Systemunterstützung mehr geben wird.

Die Lösung: Einführung einer neu entwickelten Stellwerks-Bauform, von der man sich massive Einsparungen erhofft, das Digitale Stellwerk (DSTW), einem wesentlichen Zukunftsprojekt der DB Netz AG für einen kostengünstigen Netzbetrieb. Zum DSTW wird auf die Erläuterung im Kasten verwiesen.

### In eigener Sache

Der vorliegende Aufsatz, der die Pläne der DB AG zur flächendeckenden Einführung von ETCS Level 2 und neuer digitaler Stellwerkstechnik innerhalb relativ kurzer Zeit darstellt und insgesamt positiv beurteilt, hat zu Diskussionen mit der Redaktion geführt. Die Erfahrungen mit der Einführung von ETCS in den europäischen Ländern, die sich bisher daran versuchen, sind sehr problematisch. Es ist nicht das Gleiche, ein neues Hochgeschwindigkeitsnetz (China) mit ETCS auszurüsten, wie gewachsene, vielgestaltige Bahnnetze mit sehr komplexen Bedingungen. Selbstverständlich publizieren wir den Aufsatz dennoch, weil wir als unabhängige Zeitschrift allen fachlich fundierten Meinungen ein Forum bieten wollen. (an)

### Fahrdienstleiter und deren Arbeitsbedingungen

Fast die Hälfte des Umsatzes von DB Netz aus Trassenerlösen (derzeit rund 4,5 Milliarden Euro im Jahr) wird derzeit für Personalaufwand benötigt. Der Grossteil des Personals wird für die Bedienung und Instandhaltung einer Vielfalt an Stellwerks-Bauformen benötigt. Fahrdienstleiter ist dabei nicht gleich Fahrdienstleiter: Das Personal muss für die unterschiedlichen Bauformen ausgebildet sein, aber auch – besonders bei älteren Modellen – in die örtlichen Besonderheiten

eingewiesen sein. Der Öffentlichkeit deutlich wurde dies, als beim Stellwerk Mainz 2015 wochenlange Zugausfälle und Umleitungen notwendig wurden, weil nicht genug eingewiesenes Personal für ein spezielles Stellwerk in Mainz vorhanden war.

Manche dieser Stellwerk-Arbeitsplätze in der Fläche erfordern im Normalbetrieb nur wenige einfache Bedienhandlungen pro Stunde; die früher manchmal übliche Kombination mit verkehrlichen Aufgaben (Fahrkartenschalter) ist längst weggefallen. Hohe Verantwortung (besonders im Störfall) kombiniert mit Phasen von grosser Langeweile und Einsamkeit, so sieht der Alltag für manche Fahrdienstleiter aus: Vielfach sind das heute alles andere als attraktive Arbeitsplätze.

Das Demographie-Problem von DB Netz: In fünfzehn Jahren wird rund die Hälfte der heutigen Fahrdienstleiter im verdienten Ruhestand sein. Selbst wenn es rein zahlenmässig gelingen sollte, ausreichend Nachwuchs zu finden, werden junge Leute kaum begeistert sein, eine Ausbildung in der Bedienung und Instandhaltung offenkundig veralteter Stellwerkstechnik zu machen, da irgendwann doch moderne Technik Einzug halten wird.

Das Demographie-Problem von DB Netz ist das drängendste und schwierigste Thema im Zusammenhang mit der veralteten Leit- und Sicherungstechnik des Bundesschienennetzes, und gleichzeitig der grösste Treiber für Innovation und Digitalisierung, um weniger, aber interessantere Arbeitsplätze zu schaffen.

### Was ist ein „Digitales Stellwerk“?

Nachfolger der Generation der Elektronischen Stellwerke (ESTW) sollen die Digitalen Stellwerke (DSTW) werden. Der Unterschied: Ein ESTW hat zwar einen Computer als Kern des Stellwerks; dieser Rechner bedient aber quasi nur ein konventionelles elektrisches Schaltwerk, das die Weichen und Signale direkt mit Stellströmen durch Kupferkabel ansteuert. Dicke Kabelbündel führen also von einem ESTW zu den Weichen, Signalen und Bahnübergängen.

Ein DSTW übermittelt dagegen Stellbefehle per Informationstechnik (zum Beispiel per Datenkabel) an die Weichen und (sofern vorhanden) an die Signale. Diese Weichenantriebe und Signale brauchen dazu eine Stromversorgung, also den Anschluss an die nächstgelegene „Steckdose“. Ähnliches gilt für die Gleisschaltmittel (zum Beispiel Achszähler).

Beim DSTW entfällt also, abgesehen von der Stromversorgung, die auch lokal sein kann, der Grossteil der Kabel vom Stellwerk zu den Weichen und anderen Aussenelementen der Leit- und Sicherungstechnik; sie werden durch blosse Informationsübermittlung ersetzt. Weiterer Vorteil: Die Entfernung vom DSTW zu den Weichen und anderen Aussenelementen kann sehr viel grösser sein als bei einem ESTW.

Sowohl ESTW als auch DSTW können aus der Ferne bedient werden, also ihrerseits mit

einer Betriebszentrale über eine Datenleitung verbunden sein.

Der wesentliche Vorteil von DSTW liegt in der Reduzierung beziehungsweise dem Wegfall der Kosten für Kabel und Lichtsignale (wenn auf ETCS ohne Signale umgestellt wird). Dies macht bis zu 30% der Investitionskosten derzeit gebauter ESTW aus. Darüber hinaus ist das System modular aufgebaut, mit Standard-Komponenten, wie sie auch ausserhalb der Eisenbahn verwendet werden. Das soll die Instandhaltung dauerhaft günstiger und zukunftsfest machen – so die Erwartung der DB-Stellwerksfachleute.

An dem System tüftelt DB Netz seit vielen Jahren – inzwischen zusammen mit zehn anderen europäischen Bahnen im Verbund „euLynX“, darunter SNCF, SBB und die Netzbetreiber aus Benelux, Grossbritannien und Norwegen. Das System ist geistiges Eigentum der Bahnen, nicht der Industrie. Damit kann Wettbewerb bei der Lieferung der Komponenten entstehen, was die Kosten reduzieren soll.

Damit hat die DB Netz AG zum ersten Mal mit dem Beschaffungsprinzip gebrochen, das seit der Bahnreform 1994 galt: Die Industrie entwickelt, die Bahnen kaufen fertige Produkte von der Industrie. Jetzt kommt man bei Stellwerken zurück zur Praxis der Deutschen Bundesbahn: Wenn notwendig und sinnvoll, entwickeln die Bahnen selbst.

\* Hans Leister ist Mitglied im Netzbeirat DB Netz AG und Vizepräsident der Mofair e.V.

### Sicherungstechnik

Heute sind die im Personenverkehr befahrenen Strecken im Bundesschiennetz mit der punktförmigen Zugbeeinflussung (PZB), dem Nachfolger der Indusi aus den 1930er Jahren, ausgerüstet. Die mit Geschwindigkeiten von über 160 km/h befahrenen Strecken sowie einige hoch belastete Streckenabschnitte verfügen heute über die sogenannte Linienzugbeeinflussung (LZB), bei der ein zwischen den Schienen verlegtes Kabel kontinuierlich Daten an den Zug mit Führerstandssignalisierung überträgt.

Die LZB ist allerdings ein „Auslaufmodell“, muss bis zirka 2030 ersetzt werden und kann bei Neu- und Ausbau von Strecken aufgrund der EU-Regeln nicht mehr neu angewendet werden. Der Ersatz für die LZB ist das funkbasierte ETCS Level 2.

ETCS, das künftig einheitliche europäische Zugsicherungssystem, findet in Deutschland erst auf wenigen Strecken Verwendung, so auf der Neubaustrecke Leipzig / Halle – Erfurt – Ebensfeld (Teil des Verkehrsprojekts Deutsche Einheit Nr. 8).

### Kommunikation

GSM-R, der derzeitige Mobilfunkstandard im europäischen Eisenbahnnetz, beruht auf der 2G-Technologie, also dem Stand der Mobilfunktechnik in den 1990er Jahren. Der Wechsel der Eisenbahn-Funkkommunikation auf künftige Mobilfunkstandards wie 5G oder LTE wird derzeit vorbereitet.

Die Einführung von ETCS Level 2 erfordert in grossen Bahnknoten mindestens ein Upgrade von GSM-R, besser einen Wechsel auf ein neues Mobilfunksystem, da sonst nicht genügend Datenübertragungs-Kapazität bereitsteht, um eine Vielzahl von Zügen in einem Funkbezirk gleichzeitig zu versorgen. Mit dem neuen Mobilfunkstandard hat man dann jedoch eine Basis für moderne Anwendungen aller Art zur Verfügung, um das System des Schienenverkehrs für denkbare neue digitale Anwendungen fit zu machen.

### „NeuPro“: Beschleunigte Einführung von DSTW und ETCS

Wenn der Neubau von digitalen Stellwerken nicht mehr mit der Beibehaltung von herkömmlichen Signalen und PZB als Zugbeeinflussung verbunden ist, sondern auf Basis von ETCS Level 2 oS (ohne Signale) erfolgt, wird das Ziel einer zügigen Umstellung auf DSTW schneller und einfacher erreichbar.

Der Ersatz der bisherigen Zugbeeinflussungssysteme durch ETCS ist bei allen Problemen, die mit der heutigen Technik verbunden sind, nicht das einzige Ziel (auch wenn damit europäische Vorgaben erfüllt würden). Die ETCS-Einführung allein wäre für Deutschland

Balise im Gleis. Sie dient bei ETCS Level 1 zur Übermittlung der Zugsicherungsinformation und bei Level 2 zur Standorterfassung (Foto: DB AG).

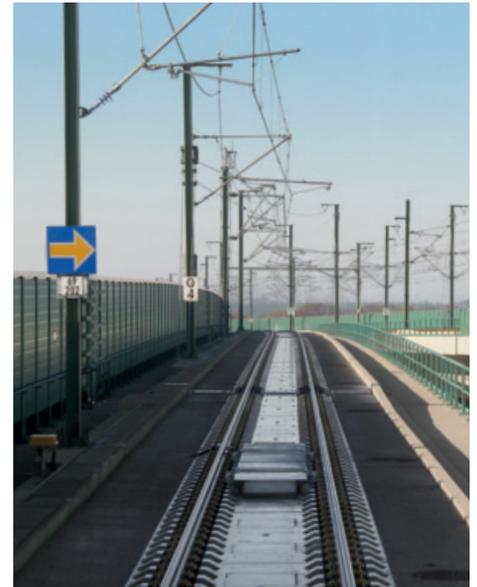


kaum wirtschaftlich. Allerdings kann die Kombination aus einer schnellen Umstellung auf ETCS und der Aufgabe der herkömmlichen Zugbeeinflussungstechnik mit der flächendeckenden Digitalisierung der gesamten Stellwerkstechnik eine wirtschaftliche Chance zur Lösung des oben erwähnten Demographie-Problems bringen und nebenbei eine Steigerung der Betriebsqualität, der Kundenzufriedenheit und der Kapazität bedeuten sowie nicht zuletzt kostspielige (Ersatz-)Investitionen in Alttechnik vermeiden.

Konkret sieht der Vorschlag der DB dazu wie folgt aus:

### Schritt 1 in den ersten fünf Jahren: Ausrüstung aller Fahrzeuge mit ETCS-Bordgeräten

Alle in Deutschland eingesetzten und umrüstbaren Fahrzeuge werden zusätzlich mit ETCS-Bordgeräten mindestens gemäss Baseline 3.4 ausgestattet. Die ETCS-Ausrüstung wird danach Netzzugangskriterium für Triebfahrzeuge und Steuerwagen auf dem Bundesschiennetz, mit befristeten Ausnahmen zugunsten der PZB für diejenigen der regio-



Blechtafel an Stelle eines klassischen Hauptsignals im Betriebsmodus ETCS Level 2 (Foto: DB AG).

### Deutschland und ETCS – bisher ein schwieriges Verhältnis

Obwohl die Bundesregierung bereits in den 1990er Jahren das Ziel der Einführung von ETCS in ganz Europa mit beschlossen hatte, tut sich Deutschland seit Jahren schwer mit der Einführung von ETCS. Die europäischen Institutionen wiederum versuchen, die Nationalstaaten zur ETCS-Ausrüstung zu zwingen: Zuschüsse aus Europa für Schienenprojekte gibt es nur, wenn die Strecken mit ETCS ausgerüstet werden.

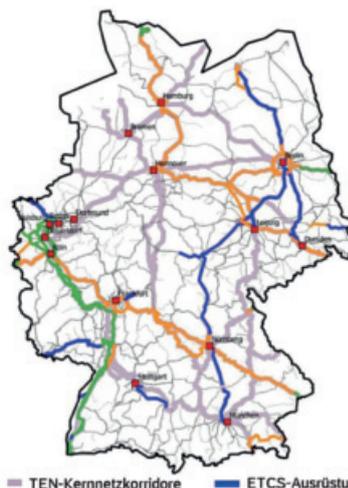
Für die Einführung von ETCS gibt es einen „European Deployment Plan“ (EDP), der die Mindestausrüstung mit ETCS für bestimmte Termine vorschreibt. Deutschland hat für den EDP die Umrüstung der wichtigsten Güterverkehrs-Transversalen mit ETCS Level 1 LS vorgeschlagen. In der Praxis ist vorgesehen, zusätzlich zur PZB die ETCS-Zugsicherung einzubauen. Das bedeutet Mehrkosten für DB Netz, kein Nutzen für deutsche EVU, begrenzter Nutzen für ausländische EVU, die zwar mit ETCS-Lokomotiven ohne PZB bestimmte Korridore nutzen können, aber keine weiteren Strecken.

Die bisherige deutsche Abwehrhaltung gegenüber ETCS war zurückzuführen auf die geringen Leistungsvorteile von ETCS gegenüber der PZB, die bei den Fahrzeugen in

Deutschland durchgehend eingebaut ist. Mittlerweile nimmt die Verbreitung von ETCS bei den Nachbarländern und damit die Zahl der ETCS-Fahrzeuge zu; seit 2015 sind alle Neufahrzeuge auszurüsten. Auch bei der Infrastruktur ändert sich die Interessenlage: Das Ende der LZB-Lebensdauer ist von der Industrie angekündigt, und die Einführung der DSTW wird mit der gleichzeitigen Umstellung auf ETCS vereinfacht.

Europa ist es gelungen, mit ETCS den Welt-Zukunftsstandard der Eisenbahn-Sicherungstechnik zu setzen. Die chinesische Bahn nutzt CTCS, eine in weiten Teilen verwandte chinesische Anwendung von ETCS. Umso trauriger, dass die einzelnen Staaten in Europa ETCS sehr unterschiedlich umsetzen und es so zu einem Flickenteppich mit unterschiedlichen Varianten gekommen ist, noch weit davon entfernt, ein Standard im europäischen Eisenbahnnetz zu sein. DB Netz könnte hier eine Schlüsselrolle bei der Schaffung eines echten einheitlichen Eisenbahnnetzes in Europa zukommen.

Dazu will sich Deutschland verpflichten: ETCS-Ausrüstung, mindestens Level 1 LS, bis 2030 (Grafik: DB Netz).



European Deployment Plan (EDP)	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe (einschl. Korridor RALP und Knoten Basel)</li> <li>2. Stufe (Vorschlag Deutschland (DB/ BMVI))</li> </ul>
<b>Umfang</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Stufe: ~240 km 2022</li> <li>2. Stufe: ~3.000km<sup>1</sup> bis 2030</li> </ul>
<b>Ziele</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abwendung EU-Vertragsverletzungsverfahren</li> <li>ETCS-Ausstattung inkl. Finanzierung in Deutschland gemäß EU-Anforderungen</li> <li>Unterstützung Vermeidung EFRE-Rückford.risiken</li> </ul>
<b>Status</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>EFRE-geförderte Projekte bislang ohne Rückforderungen trotz ursprünglichem Zieltermin 2015</li> <li>Einreichung Ausnahmeantrag für alle EU-Projekte</li> </ul>
<b>Nächste Schritte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ausrüstung von 7 Grenzübergängen und einem Lückenschluss abschließen (1. Stufe)</li> <li>Verhandlung über Finanzierung 2. Stufe mit eigenem Haushaltstitel</li> <li>Parallel weiter Ausrüstung Korridor RALP</li> </ul>

nalen Netze, die bei der ETCS-Migration später erfolgt.

### Schritt 2 bis zirka 2030: Neubau DSTW in wichtigen Korridoren, Netz-Umstellung auf ETCS

Im zweiten Fünfjahresschritt wird es mit Inbetriebnahme der ersten DSTW erste Netzbezirke mit ETCS Level 2 ohne Signale geben; dort werden ortsfeste Signale und PZB entfernt. ESTW neuerer Bauformen werden ebenfalls auf ETCS umgestellt, ebenso die LZB-Abschnitte.

Für Fahrten auf zirka 80 % der deutschen Schienenstrecken braucht ein Triebfahrzeug bereits im Jahr 2030 keine PZB-Ausrüstung mehr. Allerdings: Die Ausrüstung von grossen Knoten mit ETCS Level 2 ohne Signale setzt auch voraus, dass zuvor ein neuer Mobilfunk-Standard eingeführt wurde, eine weitere Herausforderung. Mindestens bis dahin bedarf es daher in Knoten und auf bestimmten Streckenabschnitten der Zwischenlösung ETCS Level 1 LS (Limited Supervision), an welche die PZB angeschlossen wird.

### Schritt 3 bis 2037: Gesamtes Netz mit DSTW und „ETCS only“

Nach 2030 erreichen DSTW und ETCS auch die übrigen Teile des deutschen Schienennetzes. Signale und PZB-Magnete wird es dann in Deutschland nur noch im Museum

geben – oder vielleicht noch bei NE-Bahnen, wenn diese nicht parallel umstellen.

### Kosten und Wirtschaftlichkeit

Der gesamte Investitionsaufwand des Projekts NeuPro/ETCS umfasst nach heutigem Stand etwa 20 bis 25 Milliarden Euro, ohne die Ausrüstung der Fahrzeuge. Dafür hätte dann aber die Eisenbahn in Deutschland in 15 bis 20 Jahren eine komplett digitale Betriebssteuerung, ohne ortsfeste Signale und ohne alte Stellwerke, die man aufgrund des Demographie-Problems ohnehin kaum mehr besetzen könnte.

Diesem gewaltigen Investitionsprogramm sollen später grosse Einsparungen im Netzbetrieb gegenüberstehen: Wesentlich geringere Neueinstellungen beim Personal, Einsparungen bei der Instandhaltung, geringere Ersatzinvestitionen für veraltete Anlagen. DSTW mit ETCS sind kostengünstiger in der Errichtung als der Bau neuer Stellwerke mit Neubau von Signalen und PZB.

Allerdings müssen dabei auch die notwendigen Investitionen in die Fahrzeuge berücksichtigt werden: Die in der Migrationsphase zunächst nötige Doppelausrüstung mit ETCS und PZB, für viele Fahrzeuge auch noch mit LZB als drittem System, sowie der Investitionsaufwand für die ETCS-Fahrzeugzulassung sind kostenträchtig – und zeitlich vorgelagert. Die Alternative – eine Doppelaus-

rüstung der Infrastruktur über viele Jahrzehnte – würde aber über die Trassenpreise auch die ganze Bahnbranche belasten.

### Kosten der Fahrzeug-Umrüstung

Die Erstausrüstung aller in Deutschland eingesetzten zirka 15 000 Triebfahrzeuge und Steuerwagen erfordert bereits einen Aufwand, der in die Milliarden geht. Genaue Zahlen dazu sind derzeit nicht verfügbar, weil heute noch niemand weiss, in welchem Mass durch Serienproduktion und standardisierte Zulassungsprozesse dabei Kostensenkungen erreicht werden können.

Bei den Fahrzeugen kommen noch vorübergehend erhöhte Instandhaltungskosten zur regelmässigen Überprüfung der zwei oder drei verschiedenen Sicherungssysteme dazu, die über alle Eisenbahnverkehrsunternehmen in Deutschland einen weiteren dreistelligen Millionenbetrag pro Jahr erreichen dürften.

Angesichts der kritischen Wirtschaftslage vieler EVU werden diese Anschub-Investitionen und die höheren Betriebskosten für ein Infrastrukturprojekt nur getätigt werden, wenn sie vom Bund beziehungsweise vom bundeseigenen Infrastrukturunternehmen übernommen werden – entweder direkt oder über gezielte Nachlässe bei den Trassenpreisen.

Schwierig in Geld zu beziffern sind die Vorteile aus der erhofften höheren Zuverlässigkeit der modernen neuen Stellwerke und die

### Wichtige Erklärungen und Begriffe aus der ETCS-Welt

ERTMS: European Rail Traffic Management System, bestehend aus ETCS und GSM-R (siehe unten)

ETCS: European Train Control System (Zugbeeinflussung)

Balisen: Zumeist gelbe Transponder in Gleismitte, die in der Regel eine fest einprogrammierte „Botschaft“ an den Zug senden. Die Balise braucht dazu keine Stromversorgung, sie erhält die Energie für die Datenübermittlung von der Antenne des Zuges. Balisen werden oft doppelt verlegt, um die Fahrtrichtung zu erkennen und die zuverlässige Übermittlung der Information zu garantieren. Da die Datendichte bei der Übertragung von der Balise beschränkt ist, können bei komplizierten Verhältnissen auch mehrere Balisen hintereinander notwendig sein.

Schaltbare Balise: Die Information, welche die Balise zum Zug sendet, ist nicht fest programmiert, sondern richtet sich zum Beispiel nach den Begriffen eines benachbarten Signals. Wird üblicherweise bei Level 1 angewandt und benötigt eine Kabelverbindung zum Signal.

ETCS Level 1: Es gibt keine kontinuierliche Verbindung zwischen Zug und Stellwerk. Der Zug erhält Informationen über Signalstellung oder zugelassene Geschwindigkeiten zum Beispiel über schaltbare Balisen; fest programmierte Balisen dienen als Wegmarken.

ETCS Level 1 LS (Limited Supervision): In Deutschland handelt es sich hierbei um die Nachbildung der Funktion PZB im ETCS-System, damit Fahrzeuge, die nur eine ETCS-Ausrüstung an Bord haben, das mit PZB ausgerüstete deutsche Netz befahren können. Dazu werden zusätzlich zur PZB schaltbare Balisen eingebaut, die (wie oben beschrieben) die Funktion der PZB für Fahrzeuge, die mit ETCS ausgerüstet sind, nachbilden. Derzeit rüstet DB Netz einige der EU gemeldete ETCS-Strecken zusätzlich zur PZB mit ETCS

Level 1 LS aus. Damit können sowohl Fahrzeuge mit deutscher PZB als auch Fahrzeuge mit ETCS diese Strecken nutzen.

ETCS Level 2: Die Züge erhalten vom Radio Block Center (RBC, siehe unten) eine Fahrerlaubnis („MA“, Movement Authority), die eine Zugfahrt bis zu einem definierten Ort entlang einer definierten Fahrstrasse umfasst. Den eigenen Standort ermittelt das Fahrzeug über die Balisen und aus eigener Wegstreckenmessung zwischen den Balisen-Standorten. Aus den Daten des Zuges berechnet das Fahrzeug die jeweils gültigen Bremskurven vor Geschwindigkeitsbeschränkungen oder dem Ende der MA. Ortsfeste Signale werden mit Level 2 überflüssig, wenn alle Züge diese Betriebsart nutzen, und man kann zu Level 2 ohne Signale (oS) übergehen.

ETCS Level 3: Die Züge melden ihren Standort, ihre Zuglänge und ihre Vollständigkeit an das RBC (siehe unten), das aufgrund dieser Informationen die freigewordenen Streckenabschnitte sofort für andere Zugfahrten freigeben kann. Dies setzt eine sichere und zuverlässige Überwachung der Vollständigkeit des Zuges voraus und eine absolut zuverlässige und sehr genaue Ortung des Zugstandorts. Mit Level 3 wird die Ausrüstung der Strecken mit Gleisfreimeldeanlagen (zum Beispiel Achszähler) überflüssig (bei lokomotivbespannten Zügen heute noch nicht gelöst).

Class B-Systeme: Darunter versteht man die herkömmlichen nationalen Zugsicherungssysteme, in Deutschland die PZB (punktformige Zugbeeinflussung) und die LZB (linienförmige Zugbeeinflussung).

GSM-R: Vorhandenes Funksystem der europäischen Eisenbahnen; technisch entspricht es dem GSM-Mobilfunkstandard aus den 1990er Jahren (2G). Dieses System sollte irgendwann durch ein neues, verbessertes System (4G oder 5G) abgelöst werden, da die Telekommunikationsindustrie Komponenten

für den veralteten GSM-Standard 2G nur mehr eingeschränkt liefern wird. Für ETCS Level 2 wird das neue System oder zumindest ein Upgrade von GSM-R benötigt, weil das heute vorhandene GSM-R in grossen Knoten nicht genug Datenübertragungs-Kapazität für ETCS Level 2 bereitstellen kann.

RBC: Radio Block Center, Bindeglied vom Stellwerk (ESTW oder DSTW) zur Funkverbindung zum Zug, notwendig für ETCS Level 2 oder 3. Bei einem DSTW ist es möglich, das RBC in das DSTW zu integrieren.

Baseline: Versionsnummer der ETCS-Spezifikation. Heute ausgerüstete Strecken in Europa (in Deutschland Halle / Leipzig – Erfurt) sind noch gemäss Baseline 2 ausgerüstet, DB Netz plant für den flächendeckenden Rollout die Anwendung mindestens der Baseline 3.4. Aufgrund der Lage Deutschlands im europäischen Bahnnetz dürfte die DB damit den europäischen Standard setzen. Fahrzeuge gemäss Baseline 3.4 sind grundsätzlich auch abwärtskompatibel einsetzbar, also können Fahrzeuge mit Ausrüstung Baseline 3.4 auch auf Strecken mit Baseline 2 fahren, umgekehrt geht das nicht.

TRIP: Zwangsbrems-Funktion von ETCS, zum Beispiel im Fall einer Überschreitung der nach der Bremskurve zulässigen Geschwindigkeit, oder bei Überfahren des Endes der Fahrerlaubnis. Der Begriff ist abgeleitet vom englischen Verb „to trip“, „ein Bein stellen“.

Fiesling: Im Fahrzeug-Monitor zeigt eine Markierung den Beginn einer bevorstehenden Geschwindigkeitseinschränkung in einer logarithmischen Entfernungsangabe. Diese Markierung bewegt sich zunächst nur langsam, da die Wegstreckenmarken weit auseinanderliegen, und wird mit der Annäherung zunehmend schneller. Dieses „fiese“ Verhalten hat der Markierung bei den Triebfahrzeugführern im deutschsprachigen Raum seine Bezeichnung eingebracht.

Kapazitätseffekte einer komplett einheitlichen digitalen Leit- und Sicherungstechnik. Noch schwieriger kann man beziffern, welche positiven Effekte ein automatisierungsfähiges „Schienennetz 4.0“ auf den künftigen Eisenbahnbetrieb haben wird.

Die digitale Ertüchtigung des Schienenverkehrs für künftige Verkehrsaufgaben wird letztlich ein Teil der europäischen und nationalen CO<sub>2</sub>-Agenda sein, die noch im einzelnen bewertet werden muss.

### Kapazität des Schienennetzes

Moderne Stellwerkstechnik und ETCS ermöglichen grundsätzlich zusätzliche Blockteilung ohne grosse Mehrkosten und damit eine Kapazitätssteigerung. Allerdings: Wenn DB Netz die Blockteilung verändern will, ist nach heutiger Rechtslage ein Planfeststellungsverfahren notwendig – mit allen Folgen und Unwägbarkeiten. Grössere Kapazität einer vorhandenen Bahnstrecke durch eine zeitgemässe technische Ausstattung ist sicherlich verkehrspolitisch sinnvoll, erfordert aber heute die vorgängige Interessenabwägung mit den betroffenen Bürgern entlang dieser Strecke. Deshalb ist NeuPro/ETCS zwar die Grundlage für Kapazitätserweiterung; die Realisierung von Kapazitätserweiternden Massnahmen ist aber nicht eingerechnet, um im ersten Schritt das Projekt für sich beurtei-

len zu können. Konkret: Im ersten Schritt werden die heutigen Blocksignale durch ETCS-Abschnitte ersetzt und nicht verdichtet; eine Kapazitätssteigerung ist aber in technischer Hinsicht einfacher möglich als mit herkömmlicher Signaltechnik.

### Vorbereitende Arbeiten im Bundesverkehrsministerium

Das Bundesverkehrsministerium hat derzeit einen Gutachter-Auftrag vergeben, ein weiterer ist unmittelbar vor dem Zuschlag.

Beim ersten Auftrag geht es darum, einen nationalen Umsetzungsplan für die ETCS-Ausrüstung im bisher vorgesehenen finanziellen Rahmen, also eine Migration im Schnecken tempo mit Doppel- und Dreifach-ausrüstung von Strecken und Fahrzeugen über viele Jahrzehnte, zu erarbeiten. Dieser Umsetzungsplan soll einerseits mit den Europäischen Institutionen konsensfähig sein und andererseits einigermaßen sinnvolle Zwischenzustände für die lange Zeit, in der ETCS noch nicht voll verfügbar ist, vorsehen. Die PZB bliebe noch auf Jahrzehnte auf den meisten Strecken verfügbar, die kostenträchtige Doppelausrüstung wäre zunehmend Standard. Die Automatisierung des Bahnbetriebs wäre weiter nur ein Wunschtraum, Deutschlands Schieneninfrastruktur wäre in weiten Teilen ein analoger und nicht automatisierbarer Nostalgiebetrieb.

Dieser Umsetzungsplan wird intensiv untersucht, obwohl ihn weder Ministerium noch DB wirklich wollen, höchstens Eisenbahnverkehrsunternehmen, die vorwiegend Altfahrzeuge einsetzen. Er muss aus zwei Gründen aufgestellt werden: Erstens braucht man gegenüber den EU-Institutionen einen verbindlichen Ausrüstungsplan, der mindestens erfüllt werden muss, zum zweiten ist dieser Plan als Bezugsfall notwendig. Die Wirtschaftlichkeit der tatsächlich beabsichtigten schnellen Migration zu DSTW und ETCS muss sich an der Alternative messen lassen, nämlich der Migration über viele Jahrzehnte mit Doppelausrüstung vieler Strecken.

Daher ist der zweite Auftrag des Ministeriums der eigentlich wichtige: die eingangs erwähnte Machbarkeitsstudie zu dem Vorhaben „ETCS/NeuPro“, die den Beweis einer volkswirtschaftlichen Sinnhaftigkeit einer schnellen Migration zu moderner digitaler Stellwerkstechnik und ETCS Level 2 ohne Signale erbringen soll.

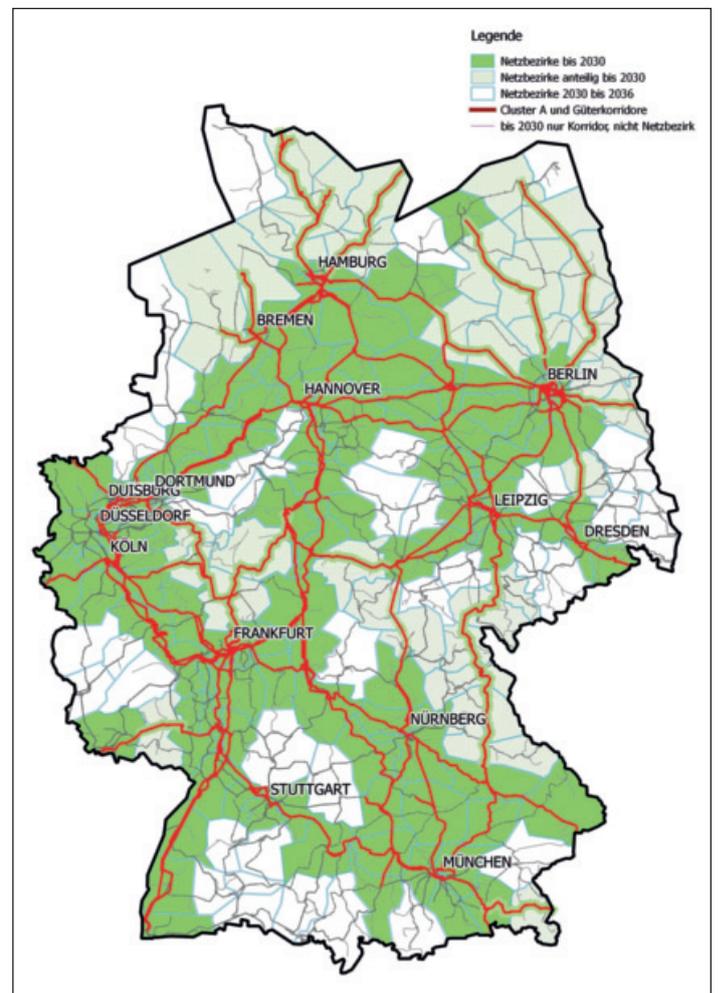
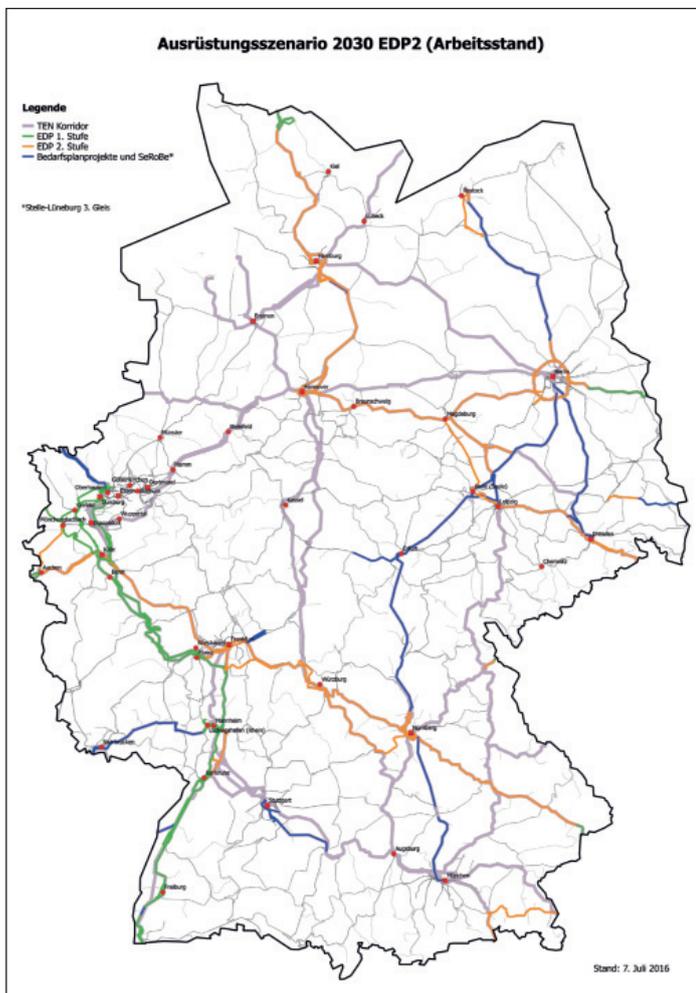
Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit ist die Voraussetzung dafür, dass DB Netz und die nächste Bundesregierung über die Realisierung und die Finanzierung dieses grossen Programms verhandeln können.

### Umsetzung in der Bundespolitik

Noch vor kurzem wäre es absolut utopisch gewesen zu glauben, dass der Bund bereit

Vorschlag für die Verpflichtung Deutschlands im Rahmen des European Deployment Plans (EDP) zur Einführung von ETCS zur Mindestausrüstung bis 2030 (Grafik: DB AG).

Projekt ETCS/NeuPro der DB AG: Die grün unterlegten Netzbezirke sollen bis zirka 2030 komplett auf ETCS umgestellt werden, zusätzlich weitere Strecken und Korridore (Grafik: DB AG).



sein könnte, über viele Jahre hohe Milliarden-Euro-Beträge pro Jahr noch einmal zusätzlich in die Modernisierung der Bundes-schienenwege zu stecken. Die Digitalisierungs-Begeisterung, die die deutsche Politik erfasst hat, könnte es möglich machen. Eine Physikerin als Bundeskanzlerin und die Umstrukturierung des hergebrachten Bundesverkehrsministeriums in ein Ministerium für Digitalisierung zeigen hier ungeahnte Wirkungen.

Aus der Not mit der alten Stellwerkstechnik und dem drohenden Demographie-Problem macht der Infrastruktur-Vorstand der DB AG, Ronald Pofalla, eine Tugend und proklamiert auf höchster Ebene, dass sich Deutschland hier eine Chance bietet, die modernste grosse Schieneninfrastruktur in Europa zu schaffen. Nebenbei ist es auch eine Chance für die deutsche und europäische Industrie, die digitale Stellwerkstechnik und den inzwischen weltweit genutzten ETCS-Standard

weiterzuentwickeln und im internationalen Verkauf zu nutzen – zusätzliche wichtige volkswirtschaftliche Effekte. Es ist damit zu rechnen, dass das Thema in die Koalitionsverhandlungen für die nächste Bundesregierung Eingang findet. Die gesamte Bahnbranche hat sich darauf verständigt, Innovation im Schienensektor als eine von drei zentralen Forderungen an die nächste Bundesregierung zu adressieren. Konkret könnte der/die nächste Bundeskanzler(in) in der ersten Regie-

## Was soll man vom Projekt ETCS/NeuPro halten?

Viele haben lange darauf gewartet, dass der Vorstand der Deutschen Bahn AG eine Zukunftsstrategie für die Eisenbahn in Deutschland entwickelt, und dass DB Netz sich Gedanken darüber macht, wie man die Schienenwege im Wettbewerb mit anderen Verkehrsträgern in die Zukunft führen kann. DB Netz kann mit einem veralteten Produktionsapparat, teilweise noch aus Kaisers Zeiten, nicht mit der digital aufgerüsteten Autobahn konkurrieren, das ist sicher.

Aber vielleicht ist es jetzt soweit: Die DB Netz AG denkt gesamthaft nach über die eigene Zukunft und die des Schienenverkehrs in Deutschland. In der Kombination der neuen Stellwerkstechnik (DSTW) mit ETCS soll der Schritt in die Zukunft erschwinglich werden, auch wenn konzernerneigene wie andere Eisenbahnverkehrsunternehmen bei ETCS noch skeptisch sind. Der Grundgedanke dürfte richtig sein – vorbehaltlich der Überprüfung durch die Machbarkeitsstudie des Bundes. Doch es bleibt einiges zu bedenken, so dass Anlass zu Anmerkungen besteht.

### Vom Ausland lernen, bevor man Fehler wiederholt

Im Ausland hat man bereits sehr viel Lehrgeld mit der Einführung von ETCS gezahlt. Allzu oft wurden Termine nicht eingehalten, verlief die Migration schwierig, wurde der Kostenrahmen gesprengt und sind die erhofften positiven Effekte nicht so eingetreten wie versprochen. Das sollte eine Task-Force „Erfahrungen aus dem Ausland“ schonungslos analysieren und Vorschläge machen, wie man woanders bereits erkannte Fehler vermeiden kann – unter Einbezug aller in Deutschland Beteiligten, insbesondere auch der Dritten, der nicht-DB-EVU, und der Lokomotivvermieter, wo viel Erfahrung schlummert.

Das blosse Versprechen der Europäischen Eisenbahngesellschaft (ERA), mit der neuen Baseline 3 werde das alles aufgrund der nun per Definition vorhandenen Interoperabilität nicht mehr passieren, reicht jedenfalls nicht. Hier gilt es, die EU-Kommission und die ERA in die Pflicht und beim Wort zu nehmen. Änderungen wie beim Wechsel von Baseline 3.3 auf 3.4 und die dadurch in den Projekten ausgelösten Auswirkungen darf es in Zukunft nicht mehr geben. Stabile Grundlagen und die Abwärtskompatibilität der Baseline bilden zwingende Grundlagen für einen sektorweiten Einsatz der neuen Technik. Das zeigen die Erfahrungen im Ausland und bei den bisherigen Projekten in Deutschland.

### Richtige Projektstruktur

Heute arbeitet ein Dutzend Fachleute der DB Netz AG an dem Programm; das mag für eine erste Phase reichen, ist aber auf Dauer für ein Thema dieser Tragweite absolut unzureichend. Wenn der Bund ein solches Programm finanzieren soll, ist eine angemessene Projektstruktur Voraussetzung. Das Arbeiterteam muss

gross und kompetent genug sein, um ein solches Riesenprojekt auch zu beherrschen, und dabei müssen die Nutzer des Schienennetzes beteiligt werden – alle, nicht nur die konzern-internen.

Ähnliches gilt für die staatliche Seite. Es ist offenkundig, dass dieses Zukunftsprojekt auch im Ministerium, beim Eisenbahn-Bundesamt und anderen Behörden zur Chefsache werden muss – mit angemessener Ausstattung an Personal und Ressourcen. Vielleicht braucht es dafür eine bessere Behördenstruktur: Eine leistungsfähige Eisenbahn-Abteilung im Ministerium, ein Eisenbahn-Bundesamt mit deutlich grösserer Zuständigkeit, vielleicht weniger Regulierung, dafür strukturierte Beteiligung und gemeinsame Vorschläge aller Branchenvertreter – und Selbsteinführung von Standards durch die DB, die eine unabhängige Führung der Infrastruktur im Konzern sicherstellen, um im Gegenzug die nötige Unterstützung bei diesem Projekt zu erhalten.

### Ausreichend Testen und Erproben, nicht im Betrieb nachbessern

Alle Komponenten und Subsysteme sind ausföhrlich zu testen, bevor sie im Bahnbetrieb eingesetzt werden – das versteht sich eigentlich von selbst. Aber Eisenbahnbetrieb ist oft viel komplexer, als bei der Konzeption von neuer Technik angenommen wurde. Deshalb muss möglichst viel Fachwissen herangezogen werden, von erfahrenen Betriebs-Fachleuten und Lokomotivführern, auch von anderen Bahnen, nicht nur aus der DB selbst.

Eine Erprobung in einer realen Testumgebung auf einem „Strecken-Labor“ erscheint notwendig. Noch gibt es dafür keinen konkreten Plan.

Bevor man an die Umrüstung grosser Knoten geht, sollte in Betriebssimulationen die einzu-setzende Technik einem Stresstest unterzogen werden. Im Ausland erlebte man unliebsame Überraschungen, dass zum Beispiel bestimmte betriebliche Handlungen mit ETCS deutlich länger dauern oder komplizierter werden.

Ein Stresstest ist auch notwendig, was die Sicherheit von Datenverbindungen angeht. Der Ausfall der Fahrgastinformation bei DB Station & Service durch das „Wanna-Cry-Virus“ war ein Warnsignal, auch wenn davon sicherheitsrelevante Datentechnik nicht betroffen war, weil sie offenbar schon heute besser geschützt ist als die Zugzielanzeiger.

### Den Faktor Mensch berücksichtigen

Die Migrationsphase verlangt von den Triebfahrzeugführern und Fahrdienstleitern Höchstleistung. Der ständige Übergang von einem ins andere System ist eine Herausforderung, die Summe von alten und neuen Betriebsvorschriften ist schwieriger beherrschbar. Ein Überarbeiten und Vereinfachen heutiger Betriebsvorschriften ist notwendig, bevor die Welle an zusätzlichen (Übergangs-)Vorschrif-

ten aufgrund der ETCS-Migration über Lokomotivführer und Fahrdienstleiter hereinbrechen wird. Deshalb müssen alle, die davon betroffen sind, vor allem Fahrdienstleiter und Triebfahrzeugführer, nicht nur „mitgenommen“, sondern frühzeitig aktiv beteiligt werden.

### Die Interessen anderer Eisenbahnunternehmen berücksichtigen

Die Finanzierung der Fahrzeugumrüstung muss gelöst werden, sonst kann das Projekt nicht beginnen. Nur mit Beteiligung aller Eisenbahnverkehrsunternehmen kann das Projekt erfolgreich sein. Darüber hinaus ist aber zu prüfen, ob und wie das Digitalisierungs-Projekt auch auf die Strecken ausserhalb des DB-Konzerns erweitert wird, schliesslich gibt es neben dem DB-Netz noch zirka 6000 Kilometer andere Schieneninfrastruktur in Deutschland (nicht-bundeseigene Eisenbahnen und öffentliche Hafen- und Werksbahnen).

### Kapazitätssteigerung von vorneherein mit berücksichtigen

DSTW und ETCS sind die technische Basis für eine deutliche Kapazitätssteigerung. Wenn planungsrechtliche Verfahren zu kompliziert sind, um die technische Basis für mehr Zugverkehr nutzen zu können, liegt die Lösung nicht darin, das technische System nur beschränkt zu nutzen, sondern darin, die Planfeststellungsverfahren zu vereinfachen und zu beschleunigen.

Der Gesetzgeber ist gefordert, damit das investierte Geld den bestmöglichen Nutzen bringt. Hohe Auslastung vorhandener Strecken ist besser als teurer Streckenneubau.

### Zugkräftige Projektbezeichnung finden

„NeuPro/ETCS“, mit einer solchen Bezeichnung kann man vielleicht ein neues Waffensystem verkaufen, aber nicht das wichtigste Zukunftsprogramm des Schienenverkehrs, und damit einen wichtigen Beitrag zu Klimaschutzzielen. Ein Begriff ist gesucht, der den Bürgern, die mit ihren Steuern das alles finanzieren sollen, deutlich macht, worum es geht. Vielleicht nennt man das Projekt einfach „Digitale Zukunft Schiene“.

### Die Chancen nutzen!

Das Projekt der schnellen Einführung von DSTW und ETCS ist es wert, in die Reihe der Top-Zukunftsprojekte Deutschlands aufzusteigen. Wenn es gelingt, mit dem Schlagwort „Digitalisierung“ eine Modernisierung der Schieneninfrastruktur innerhalb von 10 bis 15 Jahren zu erreichen, wäre das eine Riesen-Chance dafür, den Innovationsstandort Deutschland auch auf den Schienenverkehr auszuweiten – und die Basis, dass der Schienenverkehr den notwendigen grossen Beitrag zu einem CO<sub>2</sub>-armen Verkehrssektor leisten kann!

Erklärung die Absicht erklären, das Bundeschiennetz in einem mutigen Schritt innerhalb von zehn Jahren zu 80 % und innerhalb von 20 Jahren zu 100 % „digital“ zu betreiben, und damit den Startschuss für das Projekt geben.

Die Umstellung aller Fahrzeuge auf ETCS innerhalb von fünf Jahren wird dann der logische erste Schritt sein, die Umstellung der weithin veralteten Stellwerkstechnik auf digitale Stellwerke der zweite Schritt.

Die dazu notwendige Überzeugungsarbeit steht aber erst am Anfang, die Öffentlichkeit und auch Teile der Bahnbranche müssen erst informiert werden.

### Umsetzung in der Eisenbahn-Branche insgesamt

Die Tücke des Projekts: Die grossen Anschub-Investitionen müssen von den Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) gestemmt werden, nicht vom Netzbetreiber. Es ist kaum vorstellbar, dass die EVU diese Anfangsinvestition, der auf viele Jahre kein Nutzen auf ihrer Seite gegenübersteht, freiwillig tätigen werden – und tätigen können, angesichts der derzeitigen Position der Eisenbahnen auf dem Verkehrsmarkt. Hinzu kommt ja noch die mittelfristig parallel notwendige Ausrüstung mit neuen Fahrzeug-Funkgeräten.

Der Bund wird sich also gegebenenfalls mit der EU dazu bereit erklären müssen, die Erstausrüstung der Fahrzeuge und die Mehrkosten für die zunächst notwendige Doppel-

ausrüstung zu übernehmen oder die Eisenbahnverkehrsunternehmen durch Senkung der Trassenpreise zu entlasten, wenn er die schnelle Migration in die Schienen-Zukunft haben will. Die beschleunigte europäische Integrationsleistung, die die Einführung von ETCS ja auch darstellt, sollte auch der EU etwas wert sein – in Euro.

Überzeugungsarbeit gegenüber den EVU ist jedenfalls noch reichlich zu leisten – zusammen mit der notwendigen wirtschaftlichen Unterstützung der Vorleistungen der EVU.

### Start für das digitale Schienennetz

Das Management der DB Netz AG ist überzeugt davon: Mit dem Netzbetrieb durch DSTW und der Komplett-Ausstattung des deutschen Schienennetzes mit ETCS Level 2 ohne Signale lassen sich die Betriebskosten des Netzes deutlich senken sowie die Kapazität und Zuverlässigkeit steigern; die Basis für die digitale Zukunft des Schienennetzes wird damit gelegt.

Wenn sich in der Machbarkeitsstudie bestätigt, dass die schnelle Umsetzung insgesamt sinnvoller ist als eine Nach-und-nach-Stellwerksmodernisierung mit kleinen Jahresbudgets in einem Zeitraum von vielen Jahrzehnten, könnte dieses Zukunftsprojekt bald in Angriff genommen werden.

Es wäre das grösste einzelne Investitions- und Modernisierungsprogramm in das deutsche Schienennetz und den Schienensektor insgesamt, das ja gestartet wurde.

### Schlechtes Image von ETCS heute

Das Image von ETCS in Europa hat durch die Schwierigkeiten mit der Ausrüstung der Fahrzeuge und vielen unterschiedlichen Standards in der Baseline 2 gelitten. Auch die komplexen Betriebsvorschriften, die aus dem Nebeneinander von alter und neuer Sicherungstechnik und dem Ein- und Ausfahren in ETCS-Abschnitte kommen, haben dem Image von ETCS nachhaltig geschadet. Die künftige Baseline 3.4 soll Abhilfe schaffen – hoffentlich. Das ist aber erst zu beweisen.

Eine weitere Zukunftshoffnung ist die Senkung der Kosten bei der Fahrzeug-ausrüstung. Heute muss man mit riesigem Einmal-Aufwand für die Zulassung der ETCS-Bordgeräte je Baureihe rechnen, jedenfalls bei der Umrüstung vorhandener Fahrzeuge, plus einem sechsstelligen Euro-Betrag je Triebfahrzeug für die Bordgeräte, die On-board units (OBU). Die Überprüfung der ETCS-Geräte kostet darüber hinaus einen beachtlichen fünfstelligen Euro-Betrag – jedes Jahr, für jedes Triebfahrzeug. In der Übergangszeit muss dazu auch die PZB weiter gewartet werden, auch dafür entstehen Kosten.

Interessant: Ausserhalb Europas ist ETCS ein Verkaufserfolg. Australien, China, Taiwan, Äthiopien, Israel: Fast überall, wo moderne Eisenbahninfrastruktur entsteht, ist ETCS als Standard gesetzt und klaglos im Einsatz. So schlecht kann ETCS also nicht sein – richtig eingesetzt.

Sonderdruck aus:

EISENBAHN-REVUE INTERNATIONAL 8-9/2017

Minirex AG, Verlag und Versandbuchhandlung  
 Maihofstrasse 63, Postfach, CH-6002 Luzern  
 Telefon +41 / 41 / 429 70 70  
 Telefax +41 / 41 / 429 70 77  
 E-Mail: [verkauf@minirex.ch](mailto:verkauf@minirex.ch)  
 Internet: [www.minirex.ch](http://www.minirex.ch)