

# Stationäre und mobile Anzeigesysteme im öffentlichen Personenverkehr

*Johann Richert*

## 1 Wie sieht der öffentliche Personenverkehr ohne Fahrgastinformation aus?

Notwendigkeit und Zweck moderner Anzeigesysteme lassen sich durch einen konträren Vergleich aufzeigen. Ein Blick in die Ukraine im Jahr 2010 zeigt, dass eine nächtliche Fahrt in einem üblichen Schlafwaggon der dort verkehrenden Züge nicht ganz so einfach ist, wie in Deutschland üblich: Am Bahnhof gab es keine Anzeigen mit Informationen zum Zug, nur eine Information des Ticketverkäufers am Schalter, dass der Zug ca. 23.00 Uhr eintreffen sollte. Aufgrund der mangelnden Information war Warten angesagt, bis der Zug endlich eintraf. Gegen zwei Uhr nachts wurden die Wartenden durch Hupen und Rufen des Schaffners geweckt und die Fahrt konnte beginnen. Nach kurzem Schlaf im Waggon, forderten einige Personen die Freigabe des scheinbar reservierten Schlafplatzes. Da es keine Reservierungsanzeigen gab, mussten einige Fahrgäste sich mit einer Bank im Durchgang des Zuges zufriedengeben.

Auch wenn mangelnde Anzeiger nicht zwangsläufig zu schlaflosen Nächten führen müssen, lohnt es sich, den Einsatz und Zweck moderner Anzeigesysteme auch im deutschsprachigen Schienenverkehr zu überdenken.

## 2 Ist Koexistenz von bewährten Anzeigesystemen und modernen Smartphones denkbar?

Smartphone, Smartwatch und sonstige smarte Systeme sind zu ständigen Begleitern unseres Lebens geworden. Google weiß fast alles und Alexa beantwortet nahezu jede Frage. Smarte Technologien revolutionieren den Alltag. Welche Rolle werden Anzeigesysteme im öffentlichen Personenverkehr (ÖPV) in Zukunft spielen? Hat nicht jeder Reisende das beste Fahrgastinformationssystem in der Hosentasche und kann somit auf Anzeigesysteme am Bahnhof verzichten? An Bahnreisenden lässt sich beobachten, dass Vielfahrer, um aktuelle Informationen zu erhalten, oft die Anzeiger im Fahrzeug oder am Bahnsteig nutzen. Auch wenn diverse Apps die individuellen Mobilitätsansprüche immer besser erfüllen, werden wir in absehbarer

Zukunft nicht auf stationäre und mobile Anzeigesysteme im ÖPV verzichten können, da auch modernste Apps die Informationsbestätigung vor Ort nicht ersetzen können. Die Schweiz gilt als eines der Vorzeigeländer im Bahnbereich. Mit der EasyRide-Funktion in der SBB-App und ähnlichen Funktionen anderer Anbieter wurde ein System zur einfachen Nutzung des ÖPV geschaffen, das insbesondere den Ticketerwerb, aber auch die gesamte Fahrgastinformation individualisieren und vereinfachen soll. Auch Nutzer dieser innovativen Funktionen stellen unveränderte Anforderungen an die Anzeigesysteme in den Fahrzeugen und auf den Stationen. Psychologisch dienen die Anzeigesysteme an Bahnsteigen und in Fahrzeugen als direkte Information, die aktuelle und exakte Angaben vermitteln soll.

Auch wenn die Nutzung smarter Apps nicht mit digitalen Spielwelten gleichgesetzt werden kann, lässt sich beobachten, dass Nutzer diese Apps einfach, schnell und intuitiv bedienen können, während die reale Reise oft zu großen Herausforderungen führt. Gerade die junge Generation findet sich in der „digitalen Welt“ moderner Apps schnell zurecht. Die Kluft zwischen digitaler und realer Welt ist für viele noch nicht in allen Lebensbereichen überwunden. Während in der Vergangenheit Einstiegsschwierigkeiten in die digitale Welt im Vordergrund standen, lässt sich heute der entgegengesetzte Trend beobachten. Menschen, die zunehmend digital agieren, müssen diverse Hemmschwellen zur realen Welt überbrücken. Die Nutzung digitaler Funktionen via Smartphone etc. ist für die meisten Nutzer sehr einfach und intuitiv. Die gewünschte Reise ist schnell geplant und gebucht. Neben der oft noch fehlenden Infrastruktur in ländlichen Gebieten führen fehlende Anzeigesysteme vor Ort oft zu Verunsicherungen und erhöhen die Hemmschwelle vieler Reisenden, die dann nicht selten zu anderen Verkehrsmitteln wechseln. Anzeigesysteme können und sollen auch in Zukunft die Brückenfunktion zwischen digitaler und realer Welt erfüllen. Insbesondere in Zeiten von verkehrsmittelübergreifender Mobilität werden innovative Anzeigesysteme eine wichtige Rolle spielen.

### 3 Welchen Anforderungen müssen moderne Anzeigesysteme im ÖPV genügen?

Der ÖPV als Zielgruppe stellt moderne Anzeigesysteme vor besondere Herausforderungen. In einigen Ländern gibt es rechtliche Rahmenbedingungen, die ein gewisses Maß an Qualität und Standardisierung sicherstellen. Aber auch der ÖPV ist als solcher diversen Veränderungen unterworfen, die den Bereich der öffentlichen Anzeigesysteme im Personenverkehr zu einer Reorientierung veranlassen sollten. Trends in Mode, Politik und Wirtschaft können globalen oder lokalen Ursprungs sein. Die gemeinsame Schnittmenge ist die Beeinflussung des ÖPV, der im Laufe der Zeit durch diese verändert wird. Anzeiger in idyllischer Landschaft mit überwiegend Regionalreisenden

müssen unter Umständen anderen Anforderungen genügen als Monitore an Bahnhöfen mit internationalen Fahrgästen im Frankfurter Bankenviertel. Es ist offensichtlich, dass der ÖPV auch lokale Unterschiede aufweist und diversen Trends unterworfen ist. Moderne Anzeigesysteme müssen hier den Spagat zwischen überregionaler Standardisierung und regionalen Präferenzen leisten.

## 4 Was ist Fahrgastinformation?

Fahrgastinformation beinhaltet sämtliche Informationen, die seitens des Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) den Reisenden während der Reise zur Verfügung gestellt werden. Zum klassischen Inhalt der Fahrgastinformation zählen Fahrplandaten mit Abfahrts- und Ankunftszeiten und entsprechenden Gleisinformationen, damit Reisende möglichst unkompliziert reisen können. Über die klassischen Informationen hinaus wird die Weitergabe sämtlicher betrieblicher Informationen des EVU an Benutzer des ÖPV als Fahrgastinformation verstanden. Zusätzlich zu den klassischen Informationen werden z. B. Wagenreihung, Warnungen, Informationen zum Zug und Bahnhof, Echtzeitinformationen, Betriebslage, lokale Informationen, Sondermeldungen etc. weitergegeben. Je nach Darstellungsinhalt und Möglichkeit vorhandener Anzeigesysteme kann die Information als Gesamtübersicht, Video, Laufschrift, Wechseltext und in weiteren Darstellungsformen präsentiert werden. Aufgrund der EDV-gestützten Informationsaufbereitung können nahezu beliebige Inhalte kombiniert werden. Sehr viele EVU haben in den letzten Jahren sogar die Uhren vom Bahnhof entfernt, weil diese in die Anzeigesysteme integriert wurden.

Neben der eigentlichen Fahrgastinformation können auch Werbeinhalte und sonstiges Infotainment dargestellt werden. Mit EDV-basierten Anzeigesystemen können Nachrichten, lokale Informationen, Unterhaltung usw. problemlos mit betrieblichen Informationen kombiniert werden.

Die dargestellten Informationen müssen für alle Reisenden barrierefrei zugänglich sein und sollten effektiv dargestellt werden. In Peking werden z. B. regelmäßig Mitarbeiter eingesetzt, die zu Stoßzeiten Reisende durch regelrechtes Anschreien vor dem Ende einer langen Rolltreppe warnen sollen. Die Fahrgastinformation in Anzeigesystemen muss für alle Reisenden möglichst einfach und zielgerichtet präsentiert werden, sodass jeder Reisende die aktuell benötigte Information erhält. Dabei müssen die bewussten und unbewussten Anforderungen der Reisenden berücksichtigt werden. Manch einer würde sich vielleicht sogar über eine Unterhaltungsmöglichkeit für Haustiere freuen. Aufgrund der Diversität in den Anforderungen wird es nahezu unmöglich sein, allen Präferenzen gerecht zu werden. Mathematisch könnte die Schnittmenge der jeweils gewichteten Interessensgruppen eine sinnvolle Zusammenfassung ergeben. Für die praktische Umsetzung müssen aber noch weit mehr Aspekte beachtet werden.

## 5 Können Anzeiger eine unbewusste Botschaft transportieren?

Jeder Reisende hat gewisse Erwartungen an die Bahnreise, die oft unausgesprochen, aber durchweg real sind. Am Bahnsteig wird selbstverständlich vorausgesetzt, dass die relevanten und aktuellen Fahrgastinformationen an den entsprechenden Abfahrtstafeln angezeigt werden. An vielen Bahnhöfen haben sich die Menschen zusätzlich zur Fahrgastinformation auch an Unterhaltung, News und lokale Informationen in den Anzeigesystemen gewöhnt. Wenn diese Add-ons mal nicht gegeben sind, ist eine merkliche Unzufriedenheit am Bahnsteig zu vernehmen. Neben dem Inhalt der Anzeigesysteme sind die äußeren Erscheinungsmerkmale der Anzeiger selbst nicht unbedeutend. Insbesondere Qualität und Haptik der Anzeigesysteme werden oft nur im Unterbewusstsein wahrgenommen. Die unbewusste Wahrnehmung kann aber entscheidend zum Wohlbefinden der Reisenden beitragen.

Viele Anzeigesysteme werden auch in Zukunft als reine Informationsanzeiger, z. B. über Kopf an Stationen, genutzt werden. Interaktive Fahrgastinformationssysteme werden bereits an vielen Stellen erfolgreich eingesetzt. Es ist wünschenswert, dass in Zukunft viele Darstellungsmonitore durch interaktive Displays mit Touchscreen-Funktionalität, Lautsprecherausgaben etc. an zugänglichen Positionen in Bahnhöfen ergänzt werden. Hier ist noch viel Potenzial vorhanden, dessen sinnvolle Nutzung sorgfältig überlegt werden muss.

Da viele Menschen mehr ungenutzte Zeit am Bahnsteig oder im Zug verbringen als im eigenen Wohnzimmer, kommt der unbewussten Informationsübertragung eine enorme Bedeutung zu. Hifi-Anlagen und Fernseher werden sorgsam ausgesucht, während Anzeigesysteme im Bahnbereich oft nur funktional bewertet werden. Der Funktionalität muss selbstverständlich die höchste Priorität zugemessen werden. Die Mehrzahl der Reisenden sieht die Funktionalität jedoch als Selbstverständlichkeit an und erwartet darüber hinaus auch eine qualitativ ansprechende und hochwertige Wahrnehmung. Bahnbetreiber sollten beachten, dass ihr eigenes Image wesentlich durch die unbewusste Wahrnehmung geprägt wird. Ähnlich wie das Gesicht eines Menschen, können moderne Anzeigesysteme gewisse Sympathie erzeugen, die auf Dauer ein Wohlbefinden wecken und zum Wiederkommen einladen.

## 6 Welche Wirkung hat die positive Wahrnehmung moderner Anzeigesysteme?

Allein die Vorstellung, sich an einem Bahnhof oder in einem Zug wohlfühlen, kann für einige Menschen zu einer Herausforderung werden. Dies könnte zu einem großen Teil an negativen Erfahrungen liegen, muss aber nicht so bleiben. Selbstverständlich müssen hier viele Aspekte im gesamten Bahnbereich berücksichtigt werden. Moderne Anzeigesysteme können klassisch oder futuristisch, funktionsorientiert oder wahrnehmungsfreundlich ge-

staltet sein. An dieser Stelle kann aber festgehalten werden, dass gut gewählte Anzeigesysteme einen wesentlichen Beitrag zum Wohlbefinden der Fahrgäste leisten.

Für stationäre Anzeigen muss bedacht werden, dass der erste Eindruck oft der intensivste ist. Viele Menschen nehmen neben der Sicherheit und Sauberkeit den Service der Anzeiger als ersten Eindruck eines Ortes wahr, der dann wie eine Brille die gesamte Wahrnehmung beeinflusst. Das gesamte Erscheinungsbild eines Ortes kann durch hochwertige Anzeiger, die den oft unausgesprochenen Anforderungen der Reisenden genügen, verbessert werden. Durch bekannte Strukturen und besondere Merkmale kann auch ein gewisser Wiedererkennungseffekt erreicht werden, der das Gefühl der Unsicherheit unterdrückt. Durch ein harmonisches Eingliedern der Anzeigesysteme in das Gesamtbild und eine angenehme Wahrnehmung des Anzeigers kann auch das Vandalismusrisiko gesenkt werden. Leider ist noch sehr oft die Meinung anzutreffen, dass Schienenverkehrsmittel nicht zeitgemäß sind und bestenfalls den aktuellen Trends hinterhereilen. Es ist an der Zeit, dass der Schienenverkehr von einer Empfehlung zur Verlockung wird, damit Menschen freiwillig die Angebote und Vorteile des Schienenverkehrs zu schätzen lernen.

In der Regel werden die Fahrzeuge für die nächsten 15–20 Jahre mit einem Fahrgastinformationssystem ausgestattet. Da kann es schwierig werden, eine Anzeigetechnologie zu finden, die auch in zehn Jahren noch modern ist und dem Trend der Zeit entspricht. Zum einen kann die Frage gestellt werden, ob moderne Anzeigesysteme erst nach so langen Zyklen erneuert werden sollen, zum anderen kann die Wahl eines zeitlos konstruierten Systems die Lösung sein. Die Investitionszyklen werden sich aber aufgrund der recht hohen Kosten für konforme Anzeigesysteme kaum verringern lassen

## 7 Welche Varianz haben moderne Anzeigesysteme?

Der modulare Aufbau vieler Anzeigesysteme ermöglicht den Austausch aller relevanten Komponenten. Neben einzelnen Gehäusekomponenten können auch sämtliche elektronische Komponenten wie Netzgeräte, Platinen, Displays ohne besonderen Aufwand ersetzt oder ausgetauscht werden. In vielen Fällen sind sogar technologische Neuerungen möglich, ohne dass der gesamte Anzeiger ersetzt werden muss.

Grundlegend lassen sich die Anzeigesysteme in elektronische und nicht elektronische Systeme für Papieraushänge etc. unterscheiden. Selbstverständlich können auch herkömmliche Anzeigetafeln sehr unterschiedlich ausgeführt sein. An dieser Stelle soll der Schwerpunkt auf elektronische Anzeigesysteme gelegt werden. Bei näherer Betrachtung der elektronischen Anzeiger gibt es enorme Unterschiede in Helligkeit, Kontrast, Sichtwinkel etc. Auch die Gehäuse der elektronischen Anzeiger sind sehr unterschiedlich konstruiert und ausgeprägt. Allgemein lassen sich heutige elektronische Anzeigesysteme in LED- und LCD-/TFT-Technologie unterscheiden. Gelegentlich sind auch noch Anzeigen mit Fallblatt-Technologie anzutreffen.

## 8 Welche Vorteile haben LED-Anzeigen?

LED ist die Abkürzung für Light Emitting Diode. Die Lichterzeugung basiert auf der Halbleitertechnologie. Durch die hohe Lichtausbeute kann der Stromverbrauch gering gehalten werden. Der wesentliche Vorteil von LED-Anzeigen ist die Flexibilität und Helligkeit. Moderne LED-Anzeigen können in nahezu jedem Format hergestellt werden und überzeugen durch klare und langlebige, je nach Ausführung, monochrom- oder vollfarbige Darstellungen. Die Auflösung ergibt sich aus LED-Größe und dem LED-Abstand, der auch Pitch genannt wird. Der Pitch wird in der Regel in Abhängigkeit zur Entfernung des Betrachters gewählt und variiert bei den meisten Anzeigen zwischen 1 bis 10 mm, wobei der Abstand horizontal und vertikal nicht zwingend identisch sein muss. Der Betrachtungswinkel ist je nach LED-Ausführung etwas unterschiedlich und liegt bei den meisten Anzeigern zwischen 140° und 180°. Dabei können horizontaler und vertikaler Betrachtungswinkel leicht voneinander abweichen. Die Sichtweise sollte jedoch orthogonal sein, da der frontale Blick auf die LED in der Regel die klarste Darstellung ergibt. Hierbei ist die Installationshöhe zu berücksichtigen. In einigen LED-Anzeigern werden die Dioden schräg angebracht, um bei hohen Installationen eine möglichst orthogonale Betrachtung zu ermöglichen. Einige Hersteller konstruieren in den LED-Überkopfanzeigen (ÜKA) die gesamte LED-Ebene um einige Grad geneigt, damit für die Reisenden der Blick zum Anzeiger optimiert wird. Die Helligkeit der LED-Anzeigen wird in Nits oder  $\text{cd}/\text{m}^2$  (Candela/ $\text{m}^2$ ) gemessen. Die benötigte Helligkeit ist direkt vom Einsatzort und den dort herrschenden Helligkeitsverhältnissen abhängig und reicht von ca.  $800\text{cd}/\text{m}^2$  in dunklen



**Abb. 1:** Vollfarbiger, geneigter LED-Überkopfanzeiger, Appenzeller Bahnen AG

Fahrzeuginnenräumen bis zu ca. 6000cd/m<sup>2</sup> für Anzeigen, die dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt sind. Die Lebensdauer von LED-Anzeigen kann heute mehr als 100000 Stunden betragen, ist aber je nach eingesetzten LED sehr unterschiedlich und stark von Umgebungstemperatur und Leuchtstärke abhängig. Die Leuchtkraft von LED nimmt im Verlauf der Lebensdauer hauptsächlich aufgrund von Veränderung im verbauten Halbleitermaterial ab. Dieser nicht lineare Rückgang der LED-Leuchtkraft wird auch als LED-Degradation [1] bezeichnet. Viele Hersteller benennen zusätzlich zur Nennlebensdauer die zugrunde gelegte Degradation. So lässt sich erkennen, ob die LED nach Ablauf der Lebensdauer z.B. noch 70% oder 50% der ursprünglichen Leuchtkraft aufweisen. Durch Zusammensetzung einzelner Module können nahezu alle Anzeigegrößen realisiert werden. Der modulare Aufbau ermöglicht auch den Austausch einzelner Elemente, ohne dass der gesamte Anzeiger ersetzt werden muss (Abb. 1).

### 8.1 Kann LED- durch TFT-Technologie ersetzt werden?

TFT-Monitore (TFT = Thin Film Transistor) sind eine bestimmte Gattung der LCD-Technologie (LCD = Liquid Crystal Display). Im Gegensatz zu LED-Displays spricht man in der TFT-Technologie auch von Monitoren. An einigen Stellen haben TFT-Monitore bereits LED-Displays ersetzt. Im Gegensatz zum Desktop-Bereich müssen die Monitore im Bahnbereich weitaus höheren Anforderungen genügen. Der wesentliche Vorteil der TFT-Technologie ist die hohe Auflösung. Durch die geringen Abstände der kleinen Bildpunkte können Darstellungen für das menschliche Auge nahezu pixelfrei erzeugt werden. Die farbliche



**Abb. 2:** 4-fach TFT-Deckengondel im „Tango“, Appenzeller Bahnen AG

Bildwiedergabe der meisten Monitore kann mit gewohnten Darstellungen aus dem Homeoffice-Bereich verglichen werden. Aufgrund der geringeren Helligkeit kamen in den letzten Jahren die TFT-Anzeigen überwiegend in Innenräumen zum Einsatz (Abb. 2).

Dank der hohen Auflösung werden hier sämtliche Inhalte auch aus geringen Sichtweiten pixelfrei dargestellt. Auf Perlenketten lassen sich neben Start- und Zielstation auch Via-Stationen und weitere Informationen zur Fahrt darstellen. Ergänzend zur Fahrgastinformation können Werbeinhalte, lokale Informationen und andere Inhalte präsentiert werden. Seit einigen Jahren erfreuen sich bahntaugliche High-Brightness-Monitore mit Leuchtstärken bis  $3500 \text{ cd/m}^2$  und Betrachtungswinkel bis  $180^\circ$  zunehmender Popularität. Entsprechende TFT-Anzeigesysteme können auch im Außenbereich eine sehr aufwertende Wirkung der gesamten Station erzeugen. In einigen Anzeigesystemen werden auch transflektive Schichten zur Nutzung des Umgebungslichtes genutzt. In der Vergangenheit wurden vielerorts große Anzeigesysteme durch Aneinanderreihung kleiner TFT-Monitore eingesetzt. Die Ränder der einzelnen TFT-Module wirkten teils störend in der Darstellung. Seit einiger Zeit sind bahntaugliche Displays auch in Diagonalen  $> 55$  Zoll erhältlich. Große Displays können bei Bedarf auch in andere Formate geschnitten werden, sodass auch breite Stretch-Monitore, für z. B. Front- oder Seitenanzeigen, interessant geworden sind. An Plätzen im direkten Sonnenlicht werden heute allerdings noch sehr oft grobpixelige, aber helle LED-Anzeigen verwendet. Hinsichtlich Lebensdauer stehen moderne TFT-Anzeigen den LED-Anzeigen nicht nach. Viele TFT-Monitore verfügen über eine LED-Hintergrundbeleuchtung, die aufgrund der LED-Degradation mit zunehmendem Alter an Leuchtstärke abnimmt. Nachteilig kann erwähnt werden, dass gerade bei großen TFT-Displays im Falle von einzelnen Pixelfehl-

Technologie	Vorteile	Nachteile
LED	nahezu beliebige Displaygrößen erhältlich sehr klare Darstellung variable Pixelabstände erhältlich modulare Zusammensetzung einzelner Panels energie- und kostensparend wartungsfrei größere Helligkeit verfügbar	kostenintensiver als TFT (je nach LED-Pitch) größerer Pixelabstand (Pitch) als bei TFT oft kein ganz schwarzer Hintergrund, somit auch kein Tiefenschwarz
LCD/TFT	hohe Auflösung gute Sichtbarkeit preisgünstiger als LED mit geringem Pitch sehr schlanke Bauweise möglich energie- und kostensparend wartungsfrei	nicht so hell wie LED bei Pixelfehler muss das gesamte Display ausgetauscht werden mit entsprechender Helligkeit noch vergleichsweise kostenintensiv

**Tab. 1:** Die Vor- und Nachteile der LED- und LCD/TFT-Technologie



lern das gesamte Display ersetzt werden muss. Allerdings sind die einzelnen Pixel viel kleiner als bei LED-Anzeigen und kommen somit nicht so stark zur Geltung. Es bleibt also abzuwarten, ob in Zukunft TFT-Anzeigen an die Stelle heutiger LED-Anzeigen treten werden oder ob beide Technologien parallel ihre Berechtigung behalten.

Eine detaillierte Unterteilung zum Einsatz von LED- oder TFT-Technologie ist nicht immer eindeutig, da die Grenzen mit den Vor- und Nachteilen teils überlappend sind. Generell lassen sich aber einige Randbereiche aufzeigen. Aufgrund der geringen Sichtweite des Betrachters werden Stelen in der Regel in TFT-Technologie realisiert, um dem Nutzer eine pixelfreie Darstellung zu präsentieren. Dasselbe gilt für die meisten Anzeigen, die der Betrachter aus der Nähe anschaut. Bei einzeiligen Informationsanzeigen an Bahnsteigen etc. kommen hingegen meistens LED-Anzeigen zum Einsatz, da diese in der Regel nur Text anzeigen und mit entsprechendem LED-Pitch günstiger gefertigt werden können. Die Vor- und Nachteile der LED- und LCD/TFT-Technologie sind in Tab. 1 gegenübergestellt.

## 8.2 Was ist neben der Anzeigetechnologie noch zu beachten?

Im Kontext moderner Anzeigesysteme wird der Fokus zu Recht auch auf die Anzeigetechnologie gesetzt. Dennoch ist die Anzeigetechnologie nur ein Bruchteil des gesamten Anzeigesystems. Zur Realisierung im Bahnbereich sind noch viele weitere Faktoren entscheidend, die hier nicht alle erwähnt werden können. Betreiber der Anzeigesysteme



**Abb. 3:** Aktive Stele mit TFT-Display und Text-to-Speech, Jungfraubahnen

me sind oft nicht gleichzeitig auch Betreiber der zentralen Fahrgastinformationsverwaltung. Der Trend der zentralen Informationsverwaltung hat sich auch im Bereich der Anzeigesysteme etabliert. Dies erfordert definierte Kommunikationsprotokolle, die derzeit nicht in allen Fällen unternehmensübergreifend festgelegt sind. Parallel zur zentralen Informationsverwaltung lassen sich aber noch Systeme mit dezentraler Informationsverwaltung finden, die eine gewisse zusätzliche Intelligenz zur Datenverarbeitung benötigen. Neben der Anzeige von Inhalten sind moderne Anzeigesysteme an vielen Stellen zu interaktiven Anlaufstellen der jeweiligen Station geworden. Stelen an Bahnsteigen, Auskunftssysteme in Wartehallen und sonstige interaktive Elemente werden wahrscheinlich in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Reisende erwarten eine Interaktion, die auf die jeweiligen Bedürfnisse zugeschnitten ist (Abb. 3).

In den letzten Jahren wird verstärkt die Gleichstellung von Menschen mit Behinderung angestrebt. In der Schweiz wurde in diesem Zusammenhang die FIScommun V580 [2] zur Darstellung diverser Fahrgastinformationen erarbeitet. Neben den visuellen Darstellungsmöglichkeiten können moderne Anzeigesysteme diverse zusätzliche Komponenten für eine erleichterte Bedienung/Interaktion enthalten. Touchdisplays, Lautsprecher, Info-Tasten, Vorlesefunktion, zusätzliche Beleuchtung und Tasten für Bedarfshalte sind nur einige der Funktionen, die heute schon an vielen Stationen in Anzeigesystemen integriert sind.

## 9 Kann Umwelteinflüssen entgegengewirkt werden?

Im Schienenverkehr muss mit besonderen Betriebsbedingungen gerechnet werden. Die Umweltbedingungen für elektronische Systeme in Bahnfahrzeugen sind nicht zu unterschätzen. Wenn ein Fahrzeug im Sommer ohne aktive Klimatisierung bei intensiver Sonneneinstrahlung abgestellt ist, können Anzeigesysteme schnell Temperaturen bis ca. 70°C ausgesetzt sein. In Kombination mit Schwankungen der Luftfeuchtigkeit und zusätzlichen Schwing- und Schockansprüchen wird deutlich, dass die Anzeiger in Fahrzeugen auch bei extremen Betriebsbedingungen funktionieren müssen. Hinzu kommt, dass die gesamte Elektronik extremen elektromagnetischen Verhältnissen ausgesetzt ist. In der EN 50155 [3] werden die Betriebsbedingungen für Elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen zusammengefasst. Die Erfüllung der Betriebsanforderungen können unter anderem mit Temperatur- und Feuchtigkeitsprüfungen, Schwing- und Vibrationsprüfungen und EMV-Prüfungen nachgewiesen werden. Die Anforderungen im stationären Bereich sind nicht gleichermaßen extrem. Wetterbedingungen, Vibrationen und Temperaturschwankungen können aber auch hier zu extremen Situationen führen, die bei der Entwicklung von Anzeigesystemen berücksichtigt werden müssen. Besonders erwähnenswert ist, dass die Anzeigesysteme oft einem schnellen Wechsel der Betriebsbedingungen ausgesetzt sind. Neben

der elektronischen Tauglichkeit muss auch die Darstellung des Anzeigeinhalts den entsprechenden Bedingungen angepasst werden. Außenanzeigen in Schienenfahrzeugen oder stationäre Anzeigesysteme an Bahnsteigen müssen in bewölkter Nacht und in der klaren Wintersonne immer gut lesbar sein. Für die Helligkeitsregelung können automatische Regelungen mit Lichtsensoren verbaut werden.

## 10 Sind Gehäuse bei Anzeigesystemen entscheidend?

Durch klimatisierte Gehäuse können die Betriebsbedingungen für elektronische Komponenten erheblich verbessert werden. Dabei ist zu beachten, dass auch das Gehäuse mehr als ein einfacher Kasten ist. Neben den ergonomischen Bewertungskriterien kann der Ausgleich zwischen den Betriebsbedingungen im Gehäuseinneren und den allgemeinen Umweltbedingungen bei falscher Konstruktion zu ungewünschten Effekten führen und beschlagene Scheiben oder sonstige Fehlerquellen verursachen. Das Gehäuse von Anzeigesystemen darf die Darstellung des Anzeigeinhalts nicht beeinträchtigen und muss sowohl extremen Umweltbedingungen als auch Vandalismusanforderungen standhalten. Insbesondere die Vandalismusgefahr bei öffentlichen Anzeigen kann nicht restlos abgefangen werden. Verdeckte Schlösser und Scharniere, geschützte Lautsprecher- und Mikrofonöffnungen, Verbundsicherheitsgläser etc. können aber effektive vandalismusvorbeugende Maßnahmen sein.

Generell muss auch der Materialauswahl in Anzeigesystemen eine große Bedeutung zugemessen werden. Das gewählte Material hat direkten Einfluss auf Statik, Fertigung, Gewicht und Lebensdauer. Aus ästhetischen Gründen und zur Korrosionsbeständigkeit werden die meisten Anzeigesysteme mit einer zusätzlichen Schutzschicht versehen. Moderne Anzeigesysteme können mit einer sogenannten Anti-Graffiti-Beschichtung versehen werden. Einer Substanz, von der durch geeignete Mittel Graffiti mühelos entfernt werden können, ohne die zugrundeliegende Beschichtung zu beschädigen. Anti-Urin-Lack schützt gegen Urin und kann dafür sorgen, dass das Urinieren zur unangenehmen Selbstdusche wird. Das Bestreben von Bahnbetreibern und Herstellern ist eine möglichst langlebige Konstruktion, die allen Betriebsbedingungen trotz und problemlos funktioniert.

## 11 Welche Service- und Supportarbeiten sind zu erwarten?

Mittlerweile sind die Anzeigetechnologien soweit fortgeschritten, dass sie über viele Jahre wartungsfrei sein können. Sogar das Reinigen kann durch spezielle Oberflächenbehandlung auf ein Minimum reduziert werden. Dennoch wird auch in Zukunft nicht zu verhindern sein, dass bei einigen Anzeigetypen Service- oder Supportarbeiten notwendig sind. Für Monitoring, Updates und Konfiguration werden drahtlose oder kabelgebundene Remotezugänge installiert. Modulare Systeme überzeugen

durch leichte Zugänglichkeit aller Komponenten. In Zeiten globaler Digitalisierung ist zu beachten, dass eine beständige Überprüfung der Sicherheitsvorkehrungen gegenüber digitalen Angriffen gewährleistet ist. Digitale Cyber-Attacken können großen Schaden anrichten, den es abzuwenden gilt.

## 12 Was verursacht die laufenden Kosten?

Sowohl LED- als auch TFT-Anzeigesysteme sind in den vergangenen Jahren an die besonderen Bahnanforderungen optimiert worden. MTBF-Raten (Mean Time Between Failure) von >100000 Stunden führen zu einer Lebensdauer moderner Anzeigesysteme, die bei 24/7-Nutzung immer noch über zehn Jahre beträgt. Grundlegend kann zwischen Service und Support für Hardware und Software unterschieden werden. In der Regel sind Hardwareveränderungen nicht zwingend notwendig, da die entsprechenden Komponenten sehr langlebig sind und viele Jahre überdauern. Software dagegen ist sehr schnelllebig und flexibel und bedarf somit einer intensiveren Pflegeleistung. Solche schnelllebigen Veränderungen in der Fahrgastinformation können in der Folge zu Konfigurationsänderungen führen. Wenn diese nicht vorgenommen werden und keine Kommunikation mit umliegenden Systemen stattfindet, ist die wartungsfreie Zeit auf die Lebensdauer der einzelnen Komponenten bei gegebenen Betriebsumständen beschränkt. Da moderne Anzeigesysteme meist über Ethernet-Schnittstellen und oft auch über ein Betriebssystem mit diversen Diensten verfügen, wäre ein Gesamtbetrieb ohne Kosten für die Pflege der Anzeiger ein unseriöses Versprechen. Intelligente digitale Systeme bedürfen einer regelmäßigen Pflege. Insbesondere kleinere Bahnbetreiber verfügen oftmals nicht über notwendige Ressourcen und Know-how, um die erforderliche softwaretechnische Pflege zu gewährleisten. Software, Protokolle, Templates etc. sind in der Regel keine starren Systeme, sondern leben von der Veränderung. Wenn diese Systeme nicht gepflegt werden, kann eine Grundfunktion zwar auch über mehrere Jahre gegeben sein, aber dann wird nicht lange von modernen und zeitgemäßen Systemen die Rede sein können. Moderne Anzeigesysteme gehen mit der Zeit und bedürfen einer regelmäßigen und fachgerechten Softwarepflege, die selbstverständlich mit Kosten verbunden ist. Oft sind diese Dienstleistungen nicht direkt mit den Anzeigesystemen verknüpft, sondern werden auf das zentrale Verwaltungssystem verlagert, von wo aus der Darstellungsinhalt zur Verfügung gestellt wird.

### 12.1 Gibt es unterschiedliche Finanzierungsmodelle?

Moderne Anzeigesysteme im Bahnsegment sind mehr als nur Bildschirme, die eine technische Anpassung an die Anforderungen des Schienenverkehrs erfahren haben. Anbieter moderner Anzeigesysteme sind sich auch der Dienstleistung bewusst, die zum Betrieb des Anzeigers notwendig ist. Für die notwendigen Dienstleistungen gibt

es unterschiedliche Finanzierungsmodelle mit entsprechenden Vor- und Nachteilen. Eines der häufig genutzten Modelle ist die Einmalzahlung bei Erwerb der Anzeiger ohne Wartungskosten. Diese Systeme werden bei Installation mit einer definierten Konfiguration eingerichtet. Nachträgliche Dienstleistungen werden separat berechnet. Andere Hersteller bieten eine Möglichkeit für den Betreiber zur einfachen Anpassung von Inhalt, Schriftart, Farbe etc. Im Prinzip werden hier die Kosten für die Pflege der Anzeigesysteme auf Hersteller und Betreiber verteilt. Der Hersteller muss eine Plattform schaffen, die einfache Änderungen ermöglicht. Der Betreiber muss geschult werden und kontinuierliche Leistungen zur Aktualisierung der Anzeigesysteme selbst aufbringen.

Noch selten anzutreffen, aber den Herausforderungen der Zeit angemessen, sind Modelle, die neben der Hardware die dazugehörige Software als Software as a Service (SaaS) anbieten. Das SaaS-Modell ermöglicht die Trennung von langlebiger oder wartungsfreier Hardware und sich schnell verändernder Software. Der Betreiber erwirbt die Hardware zu einem vereinbarten Beschaffungspreis und zahlt für den Betrieb der Software einen regelmäßigen Betrag an den Hersteller oder weiteren Dienstleister. Die dauerhafte Zusammenarbeit zwischen Dienstleister und Betreiber führt zu einer Optimierung der Anzeigesysteme. Durch den stetigen Informationsfluss zwischen Hersteller und Betreiber werden Bedürfnisse schnell erkannt und entsprechende Lösungen umgesetzt. Hersteller und Betreiber profitieren voneinander und können schneller mit innovativen Lösungen den neuen Anforderungen begegnen.

Analog zu Leasingmodellen aus der Automobilindustrie gibt es auch Finanzierungsmodelle für Anzeigesysteme, die nur auf wiederkehrenden Zahlungen beruhen. Hier werden sowohl Hardware als auch Software mit regelmäßigen Zahlungen belegt. Der Betreiber übergibt die gesamte Verantwortung des Anzeigers an den Hersteller oder dessen Dienstleister. Das gesamte Anzeigesystem wird hier faktisch gegen Entgelt verliehen. Es bleibt Eigentum des Herstellers und muss nach Vertragsende an den Hersteller zurückgegeben werden. Der Betreiber wird maximal entlastet und muss lediglich für die Finanzierung aufkommen.

Die jeweiligen Vor- und Nachteile müssen mit den Geschäftsmodellen von Hersteller und Betreiber abgewogen werden. An dieser Stelle wird aber ausdrücklich darauf verwiesen, dass moderne Anzeigesysteme nicht starre Installationen sind, sondern kontinuierlich den Anforderungen der Zeit angepasst werden. Innovative Systeme können sogar der Zeit voraus sein, wenn Bedürfnisse richtig erkannt und entsprechende Lösungen präsentiert werden. Agile Systeme stehen in der Gesamtbetrachtung wirtschaftlich am besten da, weil sie stets den Anforderungen genügen und dauerhaft zweck- und kostenoptimiert betrieben werden.

## 13 Lässt sich ein Trend zu umweltschonenden Anzeigesystemen erkennen?

Ungeachtet der jeweiligen Finanzierungsmodelle ist eine Betrachtung moderner Anzeigesysteme hinsichtlich umwelt- und ressourcenschonender Entwicklungen wichtig. Die Zeiten scheinbar unendlicher Ressourcen sind auch im Bahnsegment vorbei. Oft entsteht der Eindruck, dass im Schienenverkehr alles robust und schwer sein darf. Es ist aber auch zunehmend zu erkennen, dass Gewichtsoptimierung und dem schonenden Umgang mit Ressourcen eine immer größer werdende Rolle beigemessen wird. Umweltbewusste und ressourcenschonende Anzeigesysteme sind nicht nur wirtschaftlich interessant, sondern entsprechen dem gesellschaftlichen Trend und werden als innovativ, verantwortungsbewusst und zeitgemäß wahrgenommen.

Umweltschonende Features müssen keineswegs nur unbeliebte Kostentreiber sein, sondern führen in den meisten Fällen sogar zu Kostenreduzierungen durch Energieeinsparung etc. Helligkeitssensoren reduzieren den Energieverbrauch und optimieren die Lebensdauer und Darstellungsqualität des Anzeigers, sodass ein doppelter Mehrwert die anfängliche Investition um ein Vielfaches übersteigt. Die Anzeige vieler Fahrzeugaußenanzeiger kann während der Fahrt zwischen den einzelnen Stationen abgeschaltet und erst bei Einfahrt in einen definierten Stationsradius wieder aktiviert werden. Je nach Standortgegebenheiten können an einigen Stationen Nachtabschaltungen oder Bewegungsmelder installiert werden. Neben direkten Energieeinsparungsmöglichkeiten können viele Features eingesetzt werden, die einen indirekten Einsparungseffekt erzeugen und somit auch zu einer erheblichen Ressourcenreduzierung beitragen.

Moderne Anzeigesysteme können über zentrale Plattformen überwacht und administriert werden. Eine zentrale Verwaltung der Anzeigesysteme erspart viele Vor-Ort-Einsätze, die mit Fahrten und oft unnötigen Personalkapazitäten verbunden sind. Neueste Monitoringsysteme zeigen nicht nur den Inhalt an, der eigentlich auf dem externen Anzeiger dargestellt werden sollte, sondern ermöglichen das direkte Auslesen des Anzeigers via Remote-Verbindung. So kann in der Verwaltungszentrale jederzeit die tatsächliche Anzeige eines Systems abgerufen werden, ohne dass eine Vor-Ort-Begehung notwendig ist. Updates, Konfigurationsänderungen, Resets und andere Funktionalitäten können ebenfalls remote vorgenommen werden. Zur besseren Nachvollziehbarkeit können sämtliche Darstellungsinhalte über einen zu definierenden Zeitraum zwischengespeichert werden, sodass über die zentrale Verwaltung auch sämtliche Anzeigehalte aus der Vergangenheit nachgewiesen werden können. Seit einigen Jahren können sich Hersteller der neuen bahnspezifischen IRIS-Zertifizierung (International Railway Industry Standard) unterziehen, in der unter anderem auch Umweltaspekte bewertet werden. Bei der umweltbewussten Herstel-

lung werden sämtliche Prozesse hinsichtlich Ressourcenschonung geprüft. Eingesetzte Materialien, Herstellungsprozesse, Liefer- und Installationsprozesse, Wartung und letztendlich Entsorgung müssen für jedes Produkt optimiert werden, damit die gesamte Umweltbilanz positiv ausfällt. Lässt man nur einen Aspekt außer Betracht, kann es zu Problemverschiebungen kommen, die oft kostentreibend sind und der Umwelt schaden.

## 14 Gibt es Optimierungsmöglichkeiten durch Innovationen oder neue Technologien?

Innovationen in der Halbleitertechnologie ermöglichen Entwicklungen, die bisherige Anzeigesysteme vollständig revolutionieren können. Einige Entwicklungen sind bereits seit Jahren auf dem Markt und müssen für die Erfordernisse im Bahnsegment angepasst werden. In der Anzeigetechnologie lassen sich Innovationen beobachten, die im asiatischen Raum schneller auf das mobile Bahnsegment ausgeweitet werden. Bildschirme in Glasscheiben und transparente LED-Folien in Gläsern sind nur einige Beispiele, die in modernen Zügen anderer Erdteile schon seit Jahren vorzufinden sind und bei uns nur verzögert zum Einsatz kommen. Im Bussektor haben sich seit einigen Jahren Anzeigesysteme mit E-Paper-Technologie bewährt. Diese Anzeigetechnologie besticht durch einen sehr geringen Energieverbrauch, da die Bildschirme lediglich bei Veränderung des Inhalts Energie verbrauchen und die Anzeige sonst keine Energie benötigt. Die Anforderungen an stationäre Anzeigesysteme im Bahnsegment sind in vieler Hinsicht mit den Anforderungen im Bussegment vergleichbar. Es ist durchaus denkbar, dass solche und ähnliche Technologien in naher Zukunft auch in Europa im Tram- und Bahnbereich zum Einsatz kommen werden. In Japan verfügen Infostelen über Kameras, die sämtliche Betrachter gewissen Altersgruppen zuordnen und altersgerechte Werbeartikel präsentieren. Vielleicht werden moderne Anzeigesysteme in naher Zukunft individualisierte Informationen bieten, die unter Berücksichtigung von Datenschutzaspekten auf die Bedürfnisse und Interessen der jeweiligen Betrachter zugeschnitten sind. Schriften könnten betrachterspezifisch in unterschiedlichen Größen dargestellt werden und vieles mehr. Des Weiteren könnten Interaktionsmöglichkeiten erweitert und ergänzt werden, um Reisenden die notwendigen Informationen noch leichter und individuell zu vermitteln. Die individuelle Empfindung der Fahrtzeit kann durch interaktive Flächen auf Wänden, Scheiben und Tischen verkürzt werden. Hier sind viele Möglichkeiten noch nicht ausgeschöpft und warten auf zukünftige Realisierungen. Inhaltliche und optische Darstellung, akustische Übertragung und Informationsaufbereitung lassen sich noch vielfach optimieren, um allen Reisenden ein gleichermaßen attraktives sowie angenehmes Reisen zu ermöglichen.

## 15 Wie können Anforderungen an moderne Anzeigesysteme erfüllt werden?

Für die Realisierung ist ein innovatives Gesamtkonzept für moderne Anzeigesysteme notwendig. Die beispielsweise von der CN-Consult GmbH entwickelte Produktreihe „InnoScreen“ berücksichtigt diese Anforderungen und bietet EVU maximale Flexibilität, um den Anforderungen ihrer Fahrgäste gerecht zu werden. Stationäre und mobile Systeme sind variabel mit LED- oder TFT-Technologie und unterschiedlichen Auflösungen erhältlich (Abb. 4).

Die ständige Weiterentwicklung der Systeme bietet modernste Lösungen, die mit langjähriger Erfahrung konzipiert werden. Dabei fließen auch neue Technologien wie E-Paper und transparente LED in die aktuellen Entwicklungen ein. Die Anzeigesysteme können mit vielfältigen Erweiterungen für Interaktionsmöglichkeiten ergänzt werden. Taster für Vorlesefunktion, Halt auf Verlangen oder Telefonverbindungsaufbau, automatische Helligkeitsregelung der Anzeiger und weitere Funktionen ermöglichen barrierefreien Zugang für alle Reisenden. Die Darstellung der Informationen ist gemäß FIScommun V580 realisierbar. Schriftart und -größe, Farben, Kontraste und Darstellungsformen können über Templates nach Kundenwünschen individuell umgesetzt werden. Betriebsbedingte Sonderinformationen sind über Sondermeldungen und Hinweise auch mit Symbolen und grafischen Darstellungen übersichtlich und effektiv aufzeigbar. Hochauflösende vollfarbige LED-Anzeigen mit Leuchtstärken bis  $6000 \text{ cd/m}^2$  und große TFT-Monitore mit Leuchtstärken bis ca.  $3000 \text{ cd/m}^2$  eignen sich hervorragend für die Darstellung von Fahrgastinformation und Multimedia- oder Infotainment an Stationen und in Fahrzeugen.

InnoScreen-Produkte werden mit großer Rücksicht auf Umwelteinflüsse produziert.



**Abb. 4:** TFT-Überkopfanzeiger, Zentralbahn AG

Quelle aller Abbildungen: H. Krille



Neueste Technologien, automatische Helligkeitsregelung und Abschaltregelungen reduzieren den Stromverbrauch. Alle Prozesse von der Produktion bis zur Entsorgung werden ständig optimiert und auf die Bedürfnisse der Kunden abgestimmt. Bewährte Konstruktionselemente fließen in die Entwicklung neuer Anzeigesysteme ein und führen zu einer ständigen Verbesserung der Produkte. Alle Konstruktionen werden für den jeweiligen Einsatzzweck angepasst. Auch auf die Materialauswahl wird sehr großen Wert gelegt. Korrosionsbeständige Materialien, vandalismusreduzierende Konstruktionen und Beschichtungen, kombiniert mit gewichtsoptimierenden Maßnahmen, sind nur einige der Aspekte, die berücksichtigt werden. Hochwertige Materialien und deren Verarbeitung sowie ein funktionales und elegantes Design transportieren auch im Unterbewusstsein der Reisenden eine positive Botschaft. Durch die flexible Produktpalette und individuelle Farbgestaltung können die Anzeigesysteme in jede Umgebung optimal integriert werden. Klare Darstellungen und ergonomische Konstruktionen sorgen für eine angenehme und kundenfreundliche Wahrnehmung der Anzeigesysteme.

Die Hardware ist für einen wartungsfreien Einsatz geeignet. Optimaler Zugang zu allen verbauten Elementen erleichtert im Bedarfsfall die Fehleranalyse und Reparatur oder den Austausch der Komponenten. Updates, Konfigurationsänderungen und sonstige Softwarepflege können remote erledigt werden. In Kombination mit der stationären Dispositions- und Fahrgastinformationssoftware DiLoc|Motion können reale Anzeigehalte gesteuert und überwacht werden. Zusammen mit der Fahrgastinformation in Fahrzeugen DiLoc|OnBoard wird ein hoher Automatisierungsgrad der Fahrgastinformation erreicht. Fahrgäste sind zu jeder Zeit optimal informiert, ohne zusätzliche Personalressourcen der EVU in Anspruch zu nehmen. CN-Consult bietet variable Kosten-, Service- und Supportmodelle, die auf die Anforderungen der Betreiber von Anzeigesystemen entsprechend ihrer Bedürfnisse zugeschnitten werden können.

Schlüsselfertige Gesamtlösungen bieten für kleine und mittlere EVU Hardware und Software aus einer Hand. Der intensive Kontakt zwischen Betreiber und Hersteller ermöglicht eine schnellstmögliche Umsetzung neuer Anforderungen und sorgt für ein stets aktuelles Fahrgastinformationssystem, das sowohl Betreibern als auch Reisenden gleichermaßen Vorteile verschafft. Da die bewährten Anzeigesysteme auch in großen Stückzahlen produziert werden können, ist der Einsatz von InnoScreen-Produkten auch für Großunternehmen interessant. Die herstellerunabhängige Plattform ermöglicht eine Integration in das Umfeld auch vorhandener Systeme. Hardware und Software können nach individuellen Kundenanforderungen angepasst werden.

Moderne Anzeigesysteme im ÖPV erfüllen die Anforderungen der Reisenden und verschaffen den Betreibern der Systeme enorme Vorteile. Moderne und innovative Technologien, funktionsorientierte und servicefreundliche Konstruktionen, umwelt-

bewusste und optimierte Prozesse sowie ein attraktives Design tragen zum Erfolg moderner Anzeigesysteme bei. EVU und Reisende benötigen moderne Anzeigesysteme, damit der ÖPV noch attraktiver wird.

## Quellen

- [1] <https://www.lampe.de/magazin/degradation-von-leds/>, Zugriff: 03.06.2020, 10:00 Uhr
- [2] <https://www.allianceswisspass.ch/de/Themen/TarifeVorschriften/V580/Produkte-der-V580-FIScommun-1>, Zugriff: 03.06.2020, 10:00 Uhr
- [3] <https://www.vde-verlag.de/normen/0100457/din-en-50155-vde-0115-200-2018-05.html>, Zugriff: 03.06.2020, 10:00 Uhr



**Johann Richert**  
Projektleiter  
CN-Consult GmbH, Mittenaar  
[johann.richert@cn-consult.eu](mailto:johann.richert@cn-consult.eu)

**WISSEN** WAS BAHNEN BEWEGT

[www.eurailpress.de/probeabo](http://www.eurailpress.de/probeabo)