

The way to go.





## AUF FESTER FAHRBAHN IN DIE ZU(G)KUNFT

Unser Beitrag zur Hochgeschwindigkeitstechnik: Das System RHEDA 2000® ist der direkte Weg in die Zukunft. Für höchste Belastungen. Für extreme Geschwindigkeiten. Mit Sicherheit.

Grundlage für das System RHEDA 2000® bildet eine Fahrbahnkonstruktion, die erstmals 1972 auf der Strecke Bielefeld-Hamm im Bahnhof Rheda eingesetzt wurde. Die ursprüngliche Lösung wurde seitdem kontinuierlich weiter entwickelt und optimiert, ohne das grundlegende Prinzip zu verändern. In den zurückliegenden 10-15 Jahren hat sich die "Feste Fahrbahn" von einer Spezialkonstruktion für Nischenanwendungen zur Standardtechnologie für den Oberbau bei Schienenverkehrsstrecken für hohe Geschwindigkeiten und extreme Belastungen entwickelt.

Die Feste Fahrbahn vom Typ RHEDA 2000® wurde in Deutschland erstmals im Jahr 2000 als Pilotprojekt auf der Neubaustrecke Erfurt-Halle/Leipzig mit einer Gesamtlänge von ca. 1.000 m eingesetzt und in der Folge auf weiteren drei Kilometern eingebaut. Aufgrund der positiven Erfahrungen bei Projektierung, Einbau und Betrieb entschied die Deutsche Bahn, beim Neubau der Hochgeschwindigkeitsstrecke Köln-Frankfurt/Rhein-Main mit ihren hohen technischen Anforderungen über 180.000 patentierte Zweiblockschwellen auf Basis der RHEDA-Technologie einzusetzen. Und rechtzeitig zur FIFA-Fußballweltmeisterschaft 2006 in Deutschland wurde der Neubau des Streckenabschnitts Nürnberg-Ingolstadt als Teilstück der Fernverbindung Nürnberg-München fertig

gestellt. Bei der insgesamt rund 75 Kilometer langen Neubaustrecke kam ebenfalls das Feste Fahrbahn-System RHEDA 2000® von RAIL.ONE zum Einsatz.

Den nationalen Projekten folgte erfreulich schnell die Durchsetzung der Festen Fahrbahn-Technologie vom Typ RHEDA 2000® auf der internationalen Bühne des Schienenverkehrs. Bei einem der größten Bahninfrastrukturprojekte Europas, dem Bau der neuen niederländischen Hochgeschwindigkeitsstrecke HSL-ZUID von Amsterdam über Rotterdam bis zur niederländisch-belgischen Grenze, wurde, mit Ausnahme eines kurzen Streckenabschnitts, die gesamte Strecke auf einer Länge von insgesamt rund 88 Kilometern mit Fester Fahrbahn vom Typ RHEDA 2000<sup>®</sup> gebaut. 2006 erhielt RAIL.ONE den Auftrag zur Lieferung der Zweiblockschwellen für das Feste Fahrbahn-System RHEDA 2000®, das beim Neubau von 28 km Doppelgleis im "Guadarrama Tunnel" auf der Fernverkehrsverbindung Madrid-Valladolid, Spanien, zur Anwendung kam. Darüber hinaus wurden auf dieser Strecke für den Tunnel San Pedro weitere 12 km in RHEDA 2000® ausgeführt. Seit Februar 2008 wird die Hochgeschwindigkeitsverbindung nun mit 350 km/h befahren. Für den Tunnel Sant Joan Despí auf der Strecke Madrid-Barcelona wurden ebenfalls 15 km in







# EINHEITLICHE SYSTEMTECHNIK UND NIEDRIGE AUFBAUHÖHE

Durch den Einsatz von RHEDA 2000® erschließen sich für die

Projektierung und den Einbau erhebliche Zeit- und Kostenvorteile.

Die Vorteile der monolithischen Bauweise haben die RHEDA-Technik von Anfang an als Systemlösung für erhöhte Anwenderanforderungen bestätigt. Die entscheidenden Änderungen von RHEDA 2000® gegenüber dem ursprünglichen System liegen zum einen in der Verwendung einer speziell abgestimmten Zweiblock-Gitterträgerschwelle. Zum anderen sind Vergussbeton und armierte Trogplatte in einer homogenen, troglosen und in einem Schritt gefertigten Fahrbahnplatte vereint. Die schlaff armierte Schwelle mit optimierten Betonkörpern bildet mit dem umschließenden Fahrbahnplattenbeton ebenfalls eine weitgehend homogene Struktur, die mit extrem niedriger Aufbauhöhe auf allen geeigneten Unterbauarten einheitlich ausführbar ist.

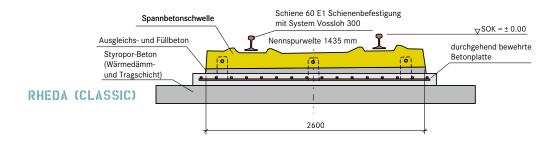
#### **ZULASSUNG UND PROVEN SYSTEM**

RHEDA 2000® verbindet hohe Sicherheit und eine dauerhaft perfekte Gleislage mit günstigen Baukosten und niedrigem Wartungsaufwand. Das System erfüllt somit alle Anforderungen für den Einsatz auf stark frequentierten Hochgeschwindigkeitsstrecken und sorgt gleichzeitig für einen optimalen Fahrkomfort. Auf internationalem Standard durchgeführte RAMS-Analysen bestätigen dies. Zudem lässt sich RHEDA 2000® leicht an alle Unterbaukonstruktionen anpassen. RHEDA 2000® besitzt die Allgemeine Zulassung des Eisenbahn-Bundesamtes (EBA) sowie die Anwendererklärung der Deutschen Bahn AG für den Einsatz im Hochgeschwindigkeitsbereich. Darüber hinaus erhielt RHEDA 2000® im Februar 2006 die erste Qualitätszulassung gemäß der EU-Richtlinie 96/48 EG für den Hochgeschwindigkeitsverkehr. Dies unterstreicht die Innovations- und Leistungskraft von RAIL.ONE als internationalem Anbieter von Spitzentechnologie für den Fahrwegbau.

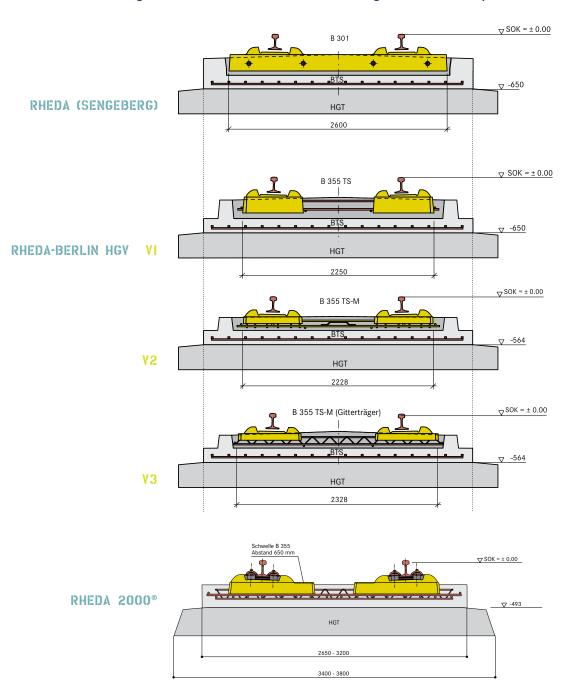


**Der flexible Weg für jeden Zweck** Das Feste Fahrbahn-System RHEDA 2000® ist ideal für den Einsatz auf Erdbauwerken, auf Brücken, in Tunnels sowie für Weichen und auch für erschütterungsoptimierte Masse-Feder-Systeme. Durch Auflage von Schallabsorbern werden Fahrzeug- und Abrollgeräusche gedämpft.

# ENTWICKLUNGSSTUFEN DER BAUART RHEDA

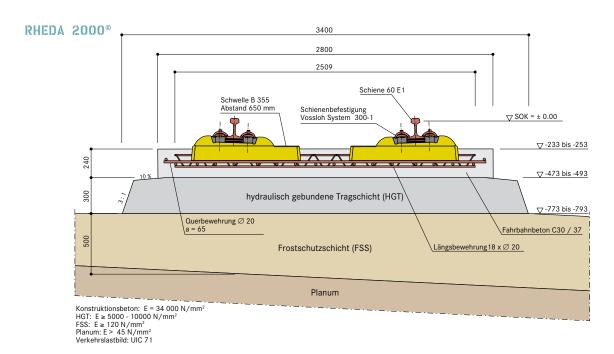


Die Entwicklungsschritte der RHEDA-Technik werden im Vergleich der Fahrbahnquerschnitte deutlich.





## SYSTEMAUFBAU UND -KOMPONENTEN



RHEDA 2000® ist ein flexibles System, das an die spezifischen Anforderungen und Rahmenbedingungen jedes Projektes individuell angepasst werden kann. Der Systemaufbau besteht immer aus modifizierten Zweiblockschwellen, die in einer monolithischen Betontragschicht sicher eingebettet sind. Durch den Einsatz von hochelastischen Schienenbefestigungen wird die erforderliche vertikale Schieneneinsenkung erreicht. Dadurch wird eine ausreichende Lastverteilung erzielt und somit ein optimaler Fahrkomfort gewährleistet.

#### **SCHWELLE B 355-M**

Das Herz des RHEDA 2000® Systems bildet die modifizierte Zweiblockschwelle B 355-M. Durch die industriell vorgefertigten Schwellenkomponenten werden eine optimale Betonqualität und höchste Präzision gerade an der kritischen Schienenauflagerfläche sichergestellt. Die Betonblöcke können individuell konzipiert werden, so dass alle herkömmlichen elastischen Befestigungssysteme und Ankereinrichtungen verwendet werden können. Die Gitterträgerbewehrung zwischen den Betonblöcken ist das Ergebnis langjähriger Entwicklungsarbeit. Die wirksame Einbettung des Gitterträgers gewährleistet eine zuverlässige Handhabung während des Transports und Einbaus und eine sichere Einbindung in die Fahrbahnkonstruktion. So sind eine maximale Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Systems garantiert.

#### **FAHRBAHNPLATTE AUS BETON**

Die Zweiblockschwellen werden monolithisch mit der Fahrbahnplatte verbunden. In Deutschland wird diese gemäß der Bemessung von Herrn Prof. Leykauf mit einer Dicke von 240 mm hergestellt. Die Bemessung und Ausführung erfolgen in Anlehnung an
die im Straßenbau gültigen Normen und den Anforderungskatalog
zum Bau der Festen Fahrbahn (AKFF) der Deutschen Bahn. Aufgrund der freien Rissbildung wird bei der Festen Fahrbahn RHEDA
2000® die Betonplatte (C 30/37) in Querschnittsmitte durchgehend in Längsrichtung bewehrt. Der Bewehrungsanteil auf Erdbauwerken beträgt 0,8 bis 0,9 % des Betonquerschnittes, damit
wird die Rissweite auf maximal 0,5 mm begrenzt. Die durchgehende Bewehrung ist durch die mittige Lage gegen Korrosion geschützt und sichert durch die Dübelwirkung eine ausreichende
Querkraftübertragung im Bereich der Risse.

Bei Erdbauwerken ist die Auflagerung der Fahrbahnplatte auf einer 30 cm dicken, hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT) gemäß des in Deutschland geltenden Regelwerkes ZTVT-StB erforderlich. Bei der HGT handelt es sich um eine mit hydraulischen Bindemitteln verfestigte Tragschicht, die im Rahmen der Eignungsprüfung eine Mindestdruckfestigkeit von 15 N/mm² vorzuweisen hat. Diese wird in Abständen von ca. 5 m angekerbt, um eine kontrollierte Rissbildung zu erreichen. Die HGT liegt auf einer Frostschutzschicht nach ZTVT-StB und entspricht den herkömmlichen Anforderungen im Straßen- und Eisenbahnoberbau. Unter der Frostschutzschicht liegt der Erdkörper. Das Erdplanum muss dabei den Anforderungen der DS 836 entsprechen.

Der Systemaufbau von RHEDA 2000® kann für den Einsatz im Ausland an die jeweils geltenden Vorschriften und Spezifikationen der Bahnbetreiber angepasst werden.

# DURCHGÄNGIGER SYSTEMAUF-BAU AUF ERDBAU, IN TUNNELS UND AUF BRÜCKEN

Einheitliche Fahrbahnplatten mit geringer Bauhöhe sorgen für vereinfachte Trassenplanung und Montage.

RHEDA 2000® zeichnet sich durch ein maximales Maß an Flexibilität aus. Dabei bleibt lediglich der Basissystemaufbau mit modifizierten Zweiblockschwellen und monolithischer Ortbetontragplatte immer erhalten. Für unterschiedliche Unterbautypen wird dieses Basissystem entsprechend der statischen Anforderungen, der Auflagerung sowie eines wirtschaftlichen Einbauverfahrens variiert.

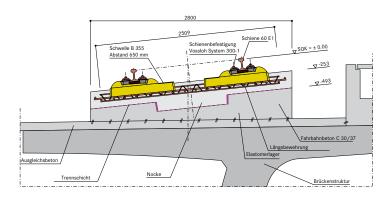
Auf Erdbauwerken wird unterhalb der Fahrbahnplatte eine weitere gebundene Tragschicht – oftmals hydraulisch gebundene Tragschicht – angebracht, um die zulässigen Spannungen in den Tragschichten wie auf dem Erdplanum einhalten zu können.

In Tunnels mit tragfähiger, sehr steifer Sohle treten in der Fahrbahn naturgemäß nur sehr geringe Spannungen auf, so dass keinerlei zusätzliche Tragschichten notwendig sind. Hier wird die Fahrbahnplatte direkt auf dem Unterbau verlegt. Dabei sind sowohl in der Plattendicke wie auch im Bewehrungsgehalt weitere Optimierungen möglich.

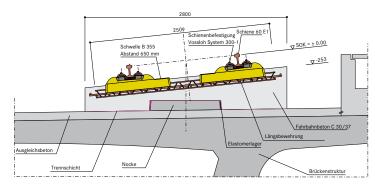
Mit der Durchgängigkeit des Grundsystems müssen bei der Ausführung weder die wesentlichen Abläufe noch Komponenten ausgetauscht oder verändert werden. Damit wird sichergestellt, dass auch in der Bauausführung eine gleichbleibend hohe Qualität erzielt werden kann.

Brücken verfügen gewöhnlich an ihren Enden über Dilatationsfugen über denen auch die Fahrbahn unterbrochen wird. Darüber hinaus ist es häufig aus wirtschaftlichen wie auch technischen Gründen vorteilhaft, die Fahrbahn vom Brückentragwerk zu entkoppeln. RHEDA 2000® bietet hier verschiedene Möglichkeiten zur horizontalen Trennung wie auch zur Befestigung mittels Betonhöckern oder patentierten Stahldübeln.

#### **AUFBAU AUF BRÜCKEN**



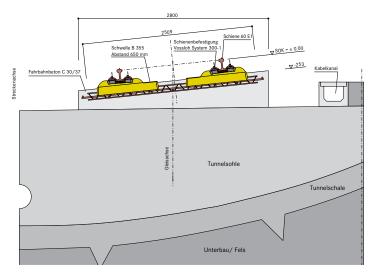
Verbindung der Betontragplatte mit dem Brückenüberbau mittels Höckerplatte und negativer Schubnockenausbildung

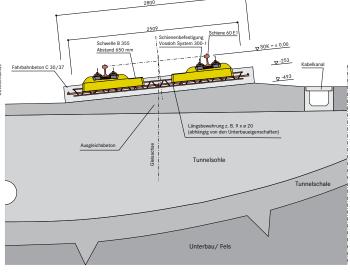


Verbindung der Betontragplatte mit dem Brückenüberbau mittels positiver Höckerausbildung integriert im Schutzbeton



#### **AUFBAU IN TUNNELS**



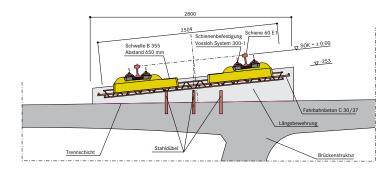


Trapezförmige Betontragplatte auf Tunnelsohlauffüllung aufgelagert

Betontragplatte auf geneigtem Ausgleichsbeton aufgelagert

#### DIE EINDEUTIGEN VORTEILE VON RHEDA 2000® SIND:

- Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit durch Verwendung von Betonschwellen als hochwertiges Betonfertigteil im kritischen Bereich des Schienenauflagers
- Hohe Präzision der Gleisgeometrieparameter durch Verwendung von Fertigteil-Betonschwellen
- Hohe Anpassungsfähigkeit an alle Unterbautypen und Ausführungen durch Verwendung von Ortbeton für die Fahrbahnplatte
- Hohe Zuverlässigkeit durch ausgereifte Betontechnologie der Fahrbahnplatte für unterschiedlichste klimatische Bedingungen sowie Betonnormen
- Flexible, leistungsfähige Einbautechnik aufgrund einfacher, sowohl manuell wie auch automatisiert reproduzierbarer Einbauschritte
- Hohe Wertschöpfung durch lokale Fertigungsmöglichkeiten



Verbindung der Betontragplatte mit dem Brückenüberbau mittels Querkraftdübel

### WEITERE SYSTEMLÖSUNGEN





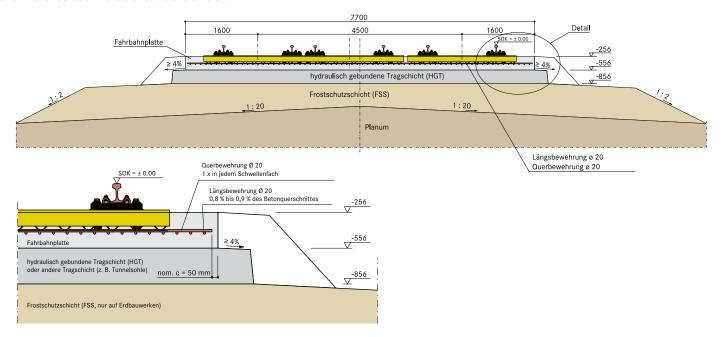
#### WEICHEN MIT OPTIMIERTER AUFBAUTECHNIK

Mit dem Ziel einer durchgängigen Systemtechnik für Streckengleis und Weichen der Festen Fahrbahn RHEDA 2000® erfolgte ihre weitgehende Anpassung an eine reduzierte Aufbauhöhe. Kern dieser Entwicklung ist der Entwurf und die Dimensionierung einer Beton-Weichenschwelle in Anlehnung an die Zweiblockschwelle B 355. Die Gitterträger-Weichenschwelle GWS 05 stellt den optimierten Stand der Systementwicklung dar. Mit dieser Schwelle können in durchgängiger Systemtechnik sowohl die für Weichenantriebe notwendigen Aussparungen unterhalb des Schienenfußes als auch die durchgehende Bewehrung der Betontragschicht etwa in Querschnittsmitte sichergestellt werden. Damit wird ein homogener Höhenaufbau in Gleis und Weiche erreicht

und das Gewicht entsprechend reduziert. Für die Projektierung und den Einbau auf der Baustelle bedeutet dies erhebliche Zeit- und Kostenvorteile. Mit der einheitlichen Systemtechnik können alle Unterbauvarianten und -verhältnisse in das Design einbezogen werden. So wurden beispielsweise in Taiwan komplette Bahnhofsbereiche mit einer Vielzahl von Weichen und Gleisverbindungen auf Viadukten in aufgeständerter Bauweise bzw. in Tunnelbereichen realisiert.

#### **SCHIENENAUSZÜGE**

Die Weichenschwelle für das System RHEDA 2000® bietet auch für unterschiedliche Schienenauszüge eine sichere und robuste sowie flexible Basis. Die Schwelle GWS 05 ist das Herz des Systems und liefert speziell für die jeweiligen Einbauteile eines Schienenauszugs stabile, anforderungsgerechte und exakte Befestigungspunkte. Die monolithische Fahrbahnplatte kann vor allem in der unmittelbaren Umgebung der Brückenfuge an die besonderen Anforderungen in diesen Bereichen angepasst werden. Mehrere Großprojekte mit speziellen Übergangskonstruktionen wurden bereits mit dem System RHEDA 2000® geplant und realisiert.





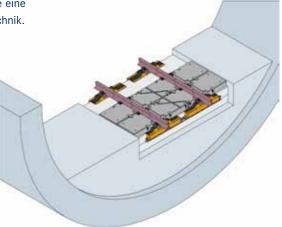


#### ÜBERGÄNGE

Beim Einbau von Festen Fahrbahn-Systemen erfordern die Übergänge zwischen Schotteroberbau und Fester Fahrbahn besondere Beachtung. Mit einer Vielzahl von systemoptimierten Einzelheiten wird beim System RHEDA 2000® am Übergang zum Schotteroberbau eine Steifigkeitsanpassung in der Schienenbefestigung und im Schotter durchgeführt. Hierzu wird zunächst im Schotteroberbau – neben einer Verlängerung der hydraulisch gebundenen Tragschicht - im Regelfall auch eine mehrstufige Verklebung des Schotters vorgenommen. Dadurch wird die Steifigkeit des Schotteroberbaus erhöht. Darüber hinaus wird im Schotteroberbau eine vorgespannte Sonderschwelle mit hochelastischer Schienenbefestigung eingesetzt, die in mehreren Stufen von der Festen Fahrbahn hin zum Schotteroberbau eine höhere Steifigkeit ermöglicht. Optional können sowohl bei diesen Sonderschwellen als auch auf der Festen Fahrbahn Beischienen angeordnet werden, um die Schnittstellenproblematik zusätzlich zu entschärfen. Damit bietet das System RHEDA 2000® für alle Anwendungsbereiche eine optimale Lösung bei einheitlicher Systemtechnik.

#### BEFAHRBARKEITSSYSTEM FÜR STRASSEN-FAHRZEUGE

Aufgrund der neuen Sicherheitsbestimmungen in Europa muss die Befahrbarkeit in Eisenbahntunnels für alle straßengebundenen Fahrzeuge (Pkw und Lkw) gewährleistet sein. Für die Feste Fahrbahn RHEDA 2000® wurde deshalb ein Befahrbarkeitssystem entwickelt, welches als adaptives System direkt angebracht werden kann. Durch die Auflage von Betonfertigteilplatten auf die Zweiblockschwellen B 355 ergibt sich eine für Straßenfahrzeuge befahrbare Oberfläche auf einer definierten Höhe unter der Schienenoberkante. Mit dieser Entwicklung können sowohl Pkws als auch Lkws bis 10 Tonnen Achslast die Fahrbahn ohne Einschränkung befahren. Ein weiterer Vorteil der Fertigteile liegt darin, dass kleinere Anschlusselemente in der Umgebung der Schiene und der Schienenbefestigung abgenommen und die obligatorischen Wartungsarbeiten an diesen Komponenten leicht durchgeführt werden können.



### ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT (EMV)

Feste Fahrbahn-Systeme stellen mit ihren bewehrten Stahlbetontragplatten elektromagnetisch relevante Körper dar. Daher müssen bei der Entwicklung der Fahrbahnsysteme Maßnahmen zur Sicherung gegen Blitzschlag und Fahrleitungsbruch durch Erdung (Potenzialausgleich) frühzeitig in Betracht gezogen und bei konstruktiven Veränderungen oder Ergänzungen regelmäßig überprüft werden.

Im Hochgeschwindigkeitsverkehr muss uneingeschränkte Kompatibilität der verwendeten Leit- und Sicherungssysteme mit den Festen Fahrbahn-Systemen gewährleistet sein. Die Sicherungssysteme arbeiten mit Datenübermittlung und bedienen sich in unterschiedlichen Ausführungen elektromagnetischer Signalgeber und/oder-nehmer.

Die Zugsicherungssysteme verlaufen grundsätzlich auf (bei LZB und ETCS) bzw. in unmittelbarer Nähe (UM 71 und ähnliche) der bewehrten Fahrbahnplatte. Der Einfluss der Längsbewehrung muss dabei individuell geprüft werden, da sie in erster Linie das dämpfende Element darstellt. Das System RHEDA 2000® wurde für die gängigsten Systeme (LZB in Deutschland, ETCS für das transeuropäische HGV-Netz sowie UM 71 in Frankreich und Asien) untersucht und unter Einhaltung der jeweiligen Parameter freigegeben.

haltung der jeweiligen Parameter freigegeben. Aufgrund der einfachen Struktur und Baumethode des Systems RHEDA 2000® können die technischen Anforderungen der unterschiedlichen Leit- und Sicherungssysteme in allen Anwendungen schnell und wirtschaftlich umgesetzt werden.

## SCHALL- UND ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ

#### **SCHALLSCHUTZ**

Bei Festen Fahrbahn-Gleisen können zur deutlichen Reduktion von Luftschallimmissionen spezielle Schallabsorbersysteme aufgelegt werden. Bereits bei halbflächiger Verlegung in den Außenbereichen der Schienen werden gute schalltechnische Werte erreicht.

#### **ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ**

Mit der Zunahme von Geschwindigkeiten, Achslasten und Verkehrsaufkommen auf den heutigen Eisenbahnstrecken nimmt auch die Belastung der Umgebung durch Lärm und Erschütterungen zu. Aufgrund der Unebenheiten zwischen Rad und Schiene sowie durch die dynamischen Verformungen der Gleise bei der Überfahrt von Schienenfahrzeugen werden Schwingungen in den Untergrund eingeleitet. Diese Schwingungen verursachen in angrenzenden Bebauungen Erschütterungen und versetzen sie teilweise in Vibration. So kann es zu einer Belästigung durch sekundären Luftschall kommen. Eine der wirkungsvollsten Maßnahmen gegen die Entwicklung von Körperschall und Erschütterungen stellen so ge-

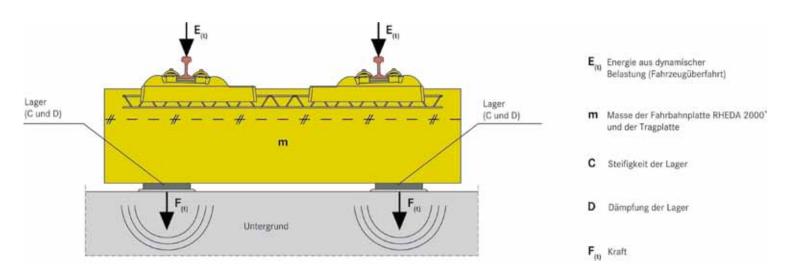
nannte Masse-Feder-Systeme dar. Diese Systeme dämpfen die Übertragung von Schwingungen an die Umgebung. Bei der Auslegung von Masse-Feder-Systemen werden die Eigenschaften der Vergrößerungsfunktion von Einmassenschwingern genutzt. Gerade in dicht bebauten, vibrationsempfindlichen Gebieten ist der Einsatz von Masse-Feder-Systemen sinnvoll.

Masse-Feder-Systeme können in leichter, mittelschwerer oder schwerer Bauweise ausgeführt werden. Bei leichten Masse-Feder-Systemen erfolgt eine Flächen- bzw. Streifenlagerung mit Elastomermatten. Dagegen werden bei schweren Masse-Feder-Systemen häufig Einzellager (Elastomerblöcke, Stahlfedern) eingesetzt. Je tiefer die Frequenz der zu reduzierenden Schwingung, desto höher ist auch die erforderliche Masse der Tragplatte. Hier kommt dem Gesamtsystem die Struktur der Festen Fahrbahn RHEDA 2000® zugute: Die Masse der Fahrbahnplatte mit einbetonierten Zweiblockschwellen trägt wesentlich zu der Dämmleistung bei. Darüber hinaus kann

RHEDA 2000® auf Masse-Feder-System aufgrund der wasser- und erosionsunempfindlichen Struktur sowohl in freien Gleisabschnitten als auch in Tunnelbereichen eingesetzt werden. Somit sind alle Formen der Masse-Feder-Systeme umsetzbar: leichte, mittelschwere und schwere Masse-Feder-Systeme mit den jeweiligen erforderlichen Lagerungsarten wie Flächen-, Streifen- und Einzellager.

Dieses hohe Maß an Anpassungs- und Gestaltungsflexibilität macht die Feste Fahrbahn RHEDA 2000® auf Masse-Feder-System zu einer optimalen Lösung, um alle Anforderungen an Erschütterungsschutz und Betriebsfunktion zu erfüllen.

Die Feste Fahrbahn RHEDA 2000® auf Masse-Feder-System wurde bereits bei zahlreichen Projekten in unterschiedlichen Ausführungen eingebaut, u. a. bei der Flughafenanbindung Köln-Bonn (schweres Masse-Feder-System), bei der Nord-Südverbindung in Berlin (leichtes bis schweres Masse-Feder-System) sowie bei der S-Bahn Unterföhring (leichtes Masse-Feder-System).







#### STREUSTROM REDUZIERENDE MASSNAHMEN

zu einer dauerhaft guten Gleislage ohne Nachar-

beiten. Wahlweise kann das System mit Asphalt,

Beton oder Pflaster eingedeckt werden. Neues-

te Entwicklung ist die begrünte Variante des Sys-

tems RHEDA CITY.

Streuströme im bahntechnischen Sinne sind elektrische Ströme, die nicht planmäßig über die Fahrschienen, sondern auf anderen Wegen zurück zum Gleichrichter-Unterwerk fließen, z. B. über das Erdreich. Streuströme können nicht nur an den Schienen, sondern auch an umliegenden, nicht zur Bahn gehörenden Bauteilen (z. B. Stahlbetonbewehrungen, Rohrleitungen aus Metall) zu erheblichen korrosiven Schädigungen führen. Zur Reduzierung der Streuströme und der einhergehenden negativen Auswirkungen wurde bei der Entwicklung des Festen Fahrbahn-Systems RHEDA CITY für den Einsatz bei Straßenbahnen besonders auf eine effektive elektrische

Das System RHEDA CITY wird in zahlreichen Städten eingesetzt. Die Wirksamkeit der Streustrom reduzierenden Maßnahmen wurde in Laborversuchen nachgewiesen. Dies wurde durch Messungen an in Betrieb befindlichen Strecken bestätigt.

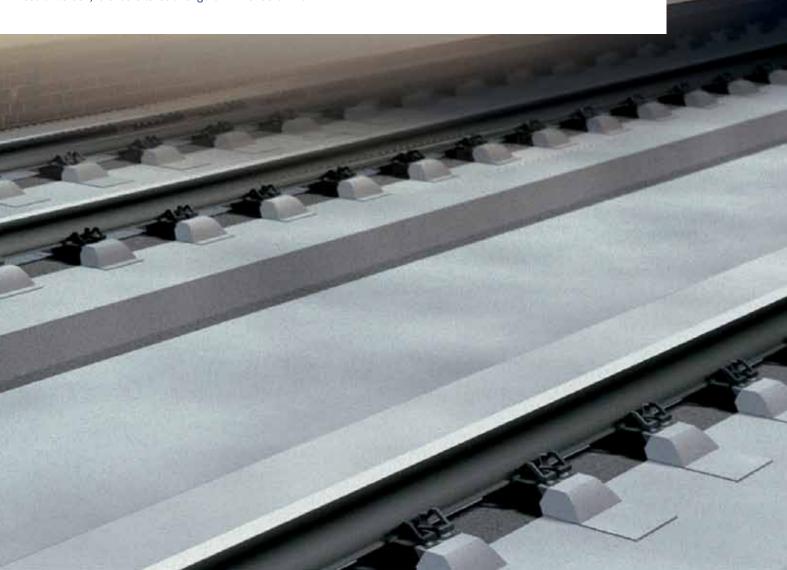
#### **RHEDA MRT**

Das Feste Fahrbahn-System RHEDA MRT wurde speziell für den Einsatz bei U- und S-Bahnen entwickelt. Das Grundprinzip entspricht dem Hochgeschwindigkeitssystem RHEDA 2000®, allerdings wurden die Einzelkomponenten auf die Anforderungen des Nahverkehrs angepasst. Dadurch konnten Aufbauhöhe und Gewicht des Systems deutlich reduziert werden. So eignet sich das System optimal für den Einsatz in Tunnels – bei gleichzeitiger Verbesserung von Qualität, Sicherheit und Dauerhaftigkeit. Das System kann auch als Masse-Feder-System ausgeführt werden.

### **DESIGN & ENGINEERING**

Feste Fahrbahnen sind Sonderbauwerke mit einer im Vergleich zu gewöhnlichen Ingenieurbauten (Gebäude, Brücken, Tunnel usw.) noch sehr kurzen Historie. Sie können häufig nicht nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik entworfen und geprüft werden und unterliegen gerade im Hochgeschwindigkeitsverkehr sehr hohen Sicherheitsstandards. Im Hinblick auf die in internationalen Großprojekten geltenden Anforderungen an die Budget- und Zeitplanung können alternativ zu Langzeit-Versuchsreihen auch Methoden eingesetzt werden, die bereits seit längerem in anderen Bahn-

gewerken (z. B. Zugsteuerung und -sicherung) erfolgreich praktiziert werden. Für die Umsetzung dieser Methoden – wie beispielsweise in den CENELC Normen, speziell der EN 50126, beschrieben – muss der Fahrbahnentwurf einem Prozess folgen, der neben den rein technischen Anforderungen auch die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Gesamtsystems und der Teilsysteme nachweist. Dieser Prozess muss vor allem zwei Aspekte gewährleisten: das sichere Herunterbrechen des Systems in Komponenten sowie deren schrittweise Entwicklung, Detaillierung und Überprüfung.





### QUALITÄTSMANAGEMENT

Qualität gehört für RAIL.ONE zum Selbstverständnis und ist seit jeher zentraler Bestandteil der Unternehmenspolitik. Die Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001 ist Ausdruck dieses Qualitätsbewusstseins: Alle Arbeitsprozesse von Planung und Engineering über Produktion bis zu Logistik und Lieferung - unterliegen einer ständigen Prüfung. Die Dokumentation erfolgt durch eigene Betonlabors, die alle von amtlichen Prüfstellen überwacht werden. Oberstes Ziel des Qualitätsmanagement-Systems ist es, die Konformität aller gelieferten Produkte sicherzustellen und die Zufriedenheit der Kunden stetig weiter zu verbessern. Auch die Deutsche Bahn AG schätzt die Kompetenz und Zuverlässigkeit von RAIL. ONE: Die Einstufung als Q1-Lieferant ist der höchste Qualitätsrang und wird seit Jahren von RAIL.ONE erreicht. Darüber hinaus werden für Systeme und Systemkomponenten kontinuierlich RAMS-Untersuchungen durchgeführt, welche unter anderem die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Produkte unterstreichen.

Bei Produktionen im Ausland müssen grundsätzlich deutsche und landesspezifische Normen bzw. technische Lieferbedingungen harmonisiert werden. Aus den sich daraus ergebenden Anforderungen werden die lokalen Ausgangsstoffe, Betongüte und Produktionsprozesse gewählt. Durch den Nachweis der Konformität der Ausgangsstoffe, der erzielten Betongüte und der Schwellenqualität mit den zugrunde gelegten Anforderungen und der Zertifizierung der Produktion nach DIN EN ISO 9001 wird die nationale Zulassung erwirkt. Die geringe Bauhöhe, die hohe Gleislagequalität zur Sicherstellung der Funktionalität und Lebensdauer sowie der dauerhafte Verbund von Fahrbahnplatte und Schwellenbewehrung sind die Qualitätsmerkmale der Festen Fahrbahn RHEDA 2000®. Um diesen hohen Anspruch zu erreichen, bedarf es eines perfekten Zusammenwirkens zwischen einem guten Systemdesign und einer einwandfreien Bauausführung. Die integrierte Qualitätssicherung soll die Zielsetzung sicherstellen: Überwachung des Gesamtprozesses vom Engineering über die werkseigene Produktionskontrolle bis zur Ausführung auf der Baustelle.

#### DIE WICHTIGSTEN AUFGABEN DER QUALITÄTS-SICHERUNG SIND:

- Überprüfung der Entwurfs- und Ausführungsplanung und des geodätischen Projekts
- Überwachung des Qualitätsmanagements der Hersteller für Schwellen und andere Komponenten
- Zertifizierung des/r Betonlieferanten für die Fahrbahn
- Überprüfung, Protokollierung und Freigabe des Gleislagezustands vor der Betonage
- Überprüfung der Lieferdokumente und der Konformität des Lieferbetons
- Überprüfung der Betontechnologie, -verarbeitung und -nachbehandlung im Gleis
- Überwachung des Schienenhandlings: Verlegen, Schweißen und Schleifen
- Nachkontrolle der Gleislage
- Prüfung der Abschlussdokumentation
- Erstellung des Qualitätsberichts
- Abnahme mit Betreiber und anderen Beteiligten

### **EINBAUTECHNIK**

Höchste Präzision beim Einbau sichert eine dauerhafte und präzise Gleislage.

Die Zweiblockschwellen des Systems RHEDA 2000® werden überwiegend vor Ort in speziell errichteten Produktionsanlagen hergestellt.

Damit reduziert sich das Transportaufkommen auf ein Minimum. Aufgrund der einfachen, nicht an Spezialgeräte gebundenen Einbautechnologie kann der Einbau durch lokale Gleis- und Tiefbauunternehmen durchgeführt werden. Darüber hinaus sorgt ein speziell für das System RHEDA 2000® entwickeltes Vermessungsverfahren für hohe Gleislagegenauigkeit. Die Richtverfahren Traversen- und Spindelkonsolenregulierung ermöglichen ein präzises Ausrichten und Fixieren des Gleisrostes auch unter widrigsten Einbaubedingungen.

Bei der Traversenregulierung handelt es sich um ein kombiniertes Verfahren aus vertikaler Regulierung mittels an den Schwellenenden angebrachter Spindeln und Horizontalregulierung durch spezielle Traversen in Schwellenmitte.

Die Spindelkonsolen unterstützen den Gleisrost direkt am Schienenfuß und ermöglichen sowohl die vertikale als auch die horizontale Gleisrostregulierung. Bei beiden Verfahren wird der Reguliervorgang mit der Kontrolle durch den Vermesser abgeschlossen. Im Anschluss daran werden die Schwellen in eine Tragschicht aus Beton eingegossen. Dabei dürfen zwei Messpunkte auf der Schiene im Abstand von 5 Metern maximal ± 2 Milli-

Überblick über den Einbau von RHEDA 2000® mit manuellen sowie automatisierten Arbeitsschritten





meter Lage- und Höhendifferenz zueinander haben – Maße, die im Betonbau höchste Genauigkeit erfordern. Diese Anforderungen können mit dem systemimmanenten Top-Down-Einbauverfahren optimal umgesetzt werden. Mit der Produktion der speziellen Schwellen durch RAIL.ONE und dem Bau des Systems durch ansässige Bauunternehmen ergibt sich ein optimales wirtschaftliches Nutzenverhältnis sowohl für RAIL.ONE als auch für die lokale Industrie.







# RHEDA 2000® – PROVEN SYSTEM MIT WELTWEITEN REFERENZEN

### GRÖSSTMÖGLICHE SICHERHEIT BEI PLANUNG, BAU UND BETRIEB

In den zurückliegenden 40 Jahren hat sich die Feste Fahrbahn von einem Nischenprodukt zu einer weltweit bewährten Standardtechnologie beim Neubau von Schienenverkehrsstrecken mit speziellen Anforderungen entwickelt. Eines der maßgeblichen Systeme für den Einsatz von Fester Fahrbahn mit Gleisschwellen ist die Feste Fahrbahn-Familie vom Typ "RHEDA". Für die gegenwärtig höchste Entwicklungsstufe der Bauart RHEDA 2000® sowie RHEDA-Berlin hält RAIL.ONE die Patente.

Das System RHEDA 2000® sowie die Bauarten der RHEDA-Technik wurden bislang in über zehn Ländern in mehr als 2.000 km Gleis sowie bei mehr als 150 Weichen und Schienenauszügen ausgeführt. Für alle Anwendungen wurden die jeweils erforderlichen Zulassungen erwirkt, unter anderem eine Konformitätsbescheinigung gemäß der EU-Richtlinie 96/48 (Version 2001) für die Strecke Amsterdam-Belgische Grenze. Die Kompatibilität von RHEDA 2000® zu anderen Sub-Systemen wird weiterhin durch den Einsatz der gängigsten Hochgeschwindigkeitszüge Shinkansen, TGV/Thalys und ICE sowie der Signalsysteme LZB, ETCS und UM 71 in Kombination mit RHEDA 2000® unter Beweis gestellt. Aufbauend auf den vielfältigen Erfahrungen mit RHEDA 2000® bietet das System somit für jeden Anwender ein maximales Maß an Sicherheit - von der Planungs- und Zulassungsphase über den Einbau bis hin zum Betrieb.

### DER NÄCHSTE TECHNOLOGIESCHRITT: FESTE FAHRBAHN OHNE DURCHGEHENDE BEWEHRUNG

Eine weitere Systemlösung ist das neue Feste Fahrbahn-System ohne durchgehende Bewehrung. Es entspricht im Aufbau und Funktionsprinzip dem heutigen Stand der Technik im Verkehrswegebau, wobei im Vergleich zum bisherigen System RHEDA 2000® auf eine durchgehende Bewehrung verzichtet wird. Durch das Weglassen der Bewehrung können die Bauzeit verkürzt und die Kosten reduziert werden. Auch Einflüsse der Bewehrung auf die Signaltechnik und die Erdung werden so minimiert. Bei dem neuen Fahrbahnsystem werden analog zum Straßenbau Querscheinfugen erzeugt, um eine kontrollierte Rissbildung zu erreichen. Risse in der Fahrbahnplatte werden dadurch vermieden. Im Anschluss daran werden die Fugen abgedichtet, um das Eindringen von Wasser zu verhindern. Die Querkraftübertragung, die bisher durch die Rissverzahnung und die Bewehrung erfolgte, wird durch Dübel erreicht. Darüber hinaus kann anstelle des bisher verwendeten Betons der Festigkeitsklasse C30/37 die höhere Betonfestigkeitsklasse C35/45 eingesetzt werden. So wird eine größere Frostbeständigkeit erreicht, welche zu einer längeren Nutzungsdauer führt. Außerdem kann so die Aufbauhöhe reduziert werden. Das Feste Fahrbahn-System ohne durchgehende Bewehrung kann sowohl mit hydraulisch gebundener Tragschicht (HGT) als auch ohne ausgeführt werden.

