



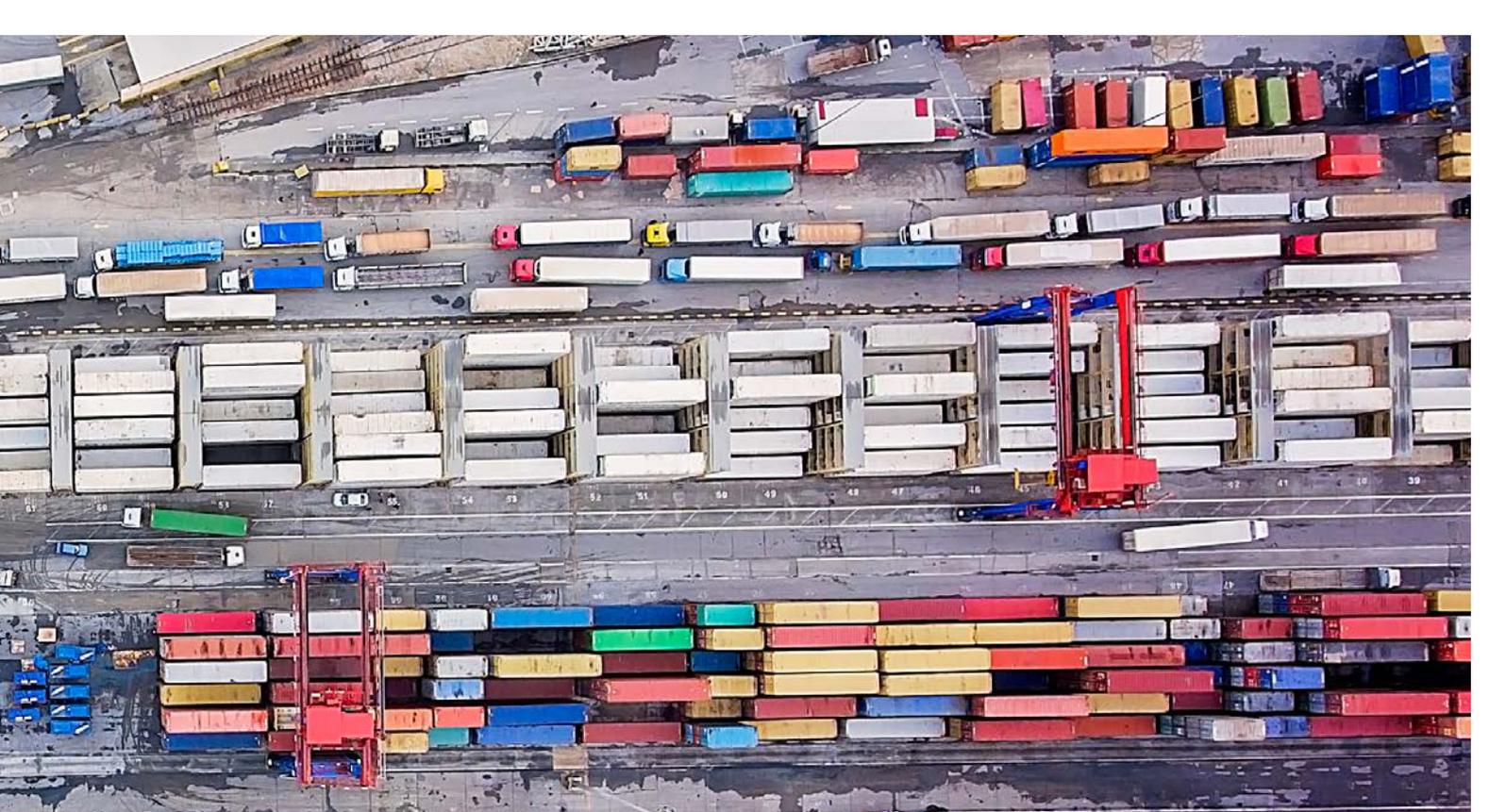
**TSB** CARGO



## **TSB** CARGO

<i>Überlastete Infrastruktur</i>	<i>04</i>
Technologie der Zukunft	06
<i>TSB Cargo</i>	<i>08</i>
Vorteile	10
<i>Fahrweg</i>	<i>12</i>
Vorteile	14
Weichenkonfigurationen	16
Schnittstellen Containerhebemittel	17
<i>Leistungsspektrum</i>	<i>18</i>
Produktion und Montage	20
Betriebsleittechnik	22
<i>Max Bögl</i>	
Demonstrationsanlage Hamburg	26
Umweltbeton	28
Innovationen	30





# Überlastete Infrastruktur

Der stetig wachsende Güterverkehr stellt die Logistikbranche vor große Herausforderungen. Aktuelle Prognosen für das Jahr 2030 sagen eine Zunahme von 38 Prozent im Vergleich zum Jahr 2010 voraus. Um dieser enormen Belastungserhöhung entgegenzuwirken, bedarf es innovativer Lösungen, die emissionsarm, nachhaltig und zuverlässig sind.

Der reibungslose Zu- und Ablauf von Gütern zwischen Häfen und Logistik-Hubs im Inland erfolgt im Zuge des intermodalen Verkehrs über Binnenwasserstraßen, per Bahn und größtenteils mit LKWs. Insbesondere der Transport auf der Straße geht mit erhöhten Umweltbelastungen einher. Zudem wirken sich wiederkehrende Instandsetzungs- und Erneuerungsmaßnahmen von Autobahnen und Bahnstrecken negativ auf deren Leistungsfähigkeit und Kapazität aus.

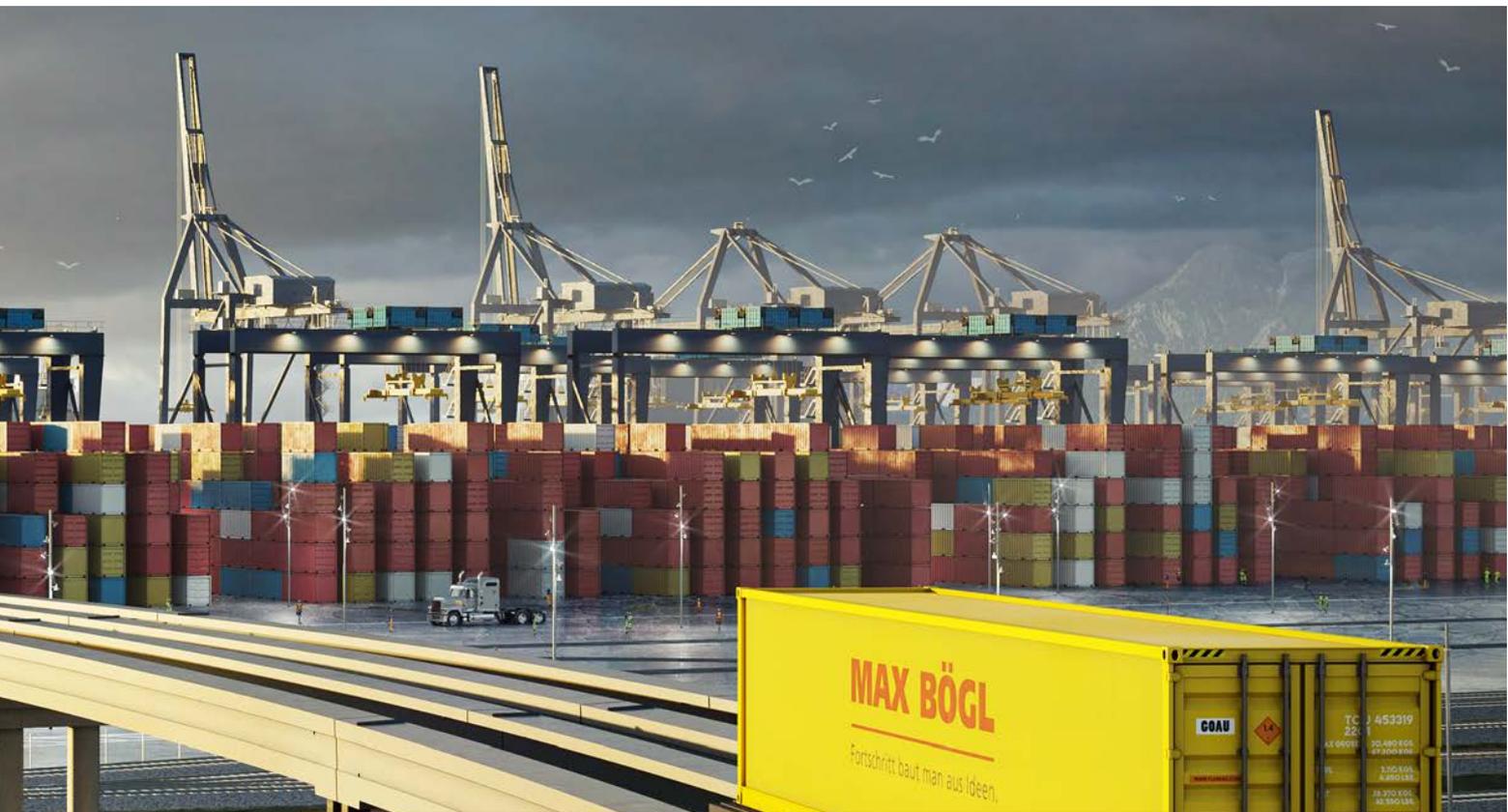


## *Technologie der Zukunft*

Seit 2010 beschäftigt sich Max Bögl mit der Magnetschwebetechnologie und entwickelte mit dem Transport System Bögl ein innovatives Personentransportsystem für den effizienten, leisen und flexiblen Nahverkehr. Der vollautomatische Betrieb des TSB, dessen lineare Antriebstechnik im Fahrzeug verbaut ist und das mit bis zu 150 km/h rein elektrisch unterwegs ist, sorgt für eine flexible Anpassung an den jeweiligen Transportbedarf. Bis heute hat das TSB über 100.000 km im vollautomatischen Betrieb und 150.000 Shuttle-Fahrten auf der firmeneigenen Teststrecke am Hauptsitz Sengenthal erfolgreich absolviert.

Im chinesischen Chengdu befindet sich das System seit Anfang 2020 auf einer 3,5 km langen Demonstrationsstrecke, gebaut in weniger als zwei Jahren, mit einer maximalen Geschwindigkeit von 169 km/h im Probetrieb. In Deutschland erhielt das TSB vom Eisenbahn-Bundesamt ebenfalls grünes Licht für die Zulassung. Auf Basis der Magnetbahntechnologie entwickelte Max Bögl mit dem TSB Cargo nun auch eine angepasste Version des TSB für den effizienten, umweltschonenden Transport von Containereinheiten. Statt einer Kabine für den Personenverkehr wird auf das Antriebs- und Schwebemodul ein Container-Tragrahmen montiert.





## **TSB** CARGO – Die Zukunft des Güterverkehrs

Für einen effizienten Gütertransport zwischen stark frequentierten Container-Hubs, Hafenterminals und deren Anbindung an umliegende Verteilzentren können spurgebundene Verkehrssysteme eine nachhaltige Alternative darstellen. Dank modernster Magnetschwebetechnologie bietet das Transport System Bögl Cargo, kurz TSB Cargo, die passende Lösung. Mit ihm können einzelne Containereinheiten unabhängig und bedarfsorientiert mit Geschwindigkeiten von bis zu 150 km/h schnell, flexibel und effizient verteilt werden. Dank des emissionsarmen Transportvorgangs auf einer separaten Trasse ergibt sich nicht nur eine

Entlastung der Straßeninfrastruktur, sondern auch der Umwelt und der Anwohner in dicht besiedelten Regionen. Vollautomatisierte Prozesse garantieren eine hohe Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig höchster Redundanz. Die Trassen nutzen dabei bereits bestehende Verkehrskorridore und können somit platzsparend in dicht bebaute Gebiete integriert werden. Von der Planung über die industrielle Fertigung der Komponenten, die Montage vor Ort bis hin zum Betrieb des Systems liefert Max Bögl mit dem TSB Cargo ein effizientes, schlüsselfertiges Komplettsystem, das die Zukunft des Gütertransports neu definiert.

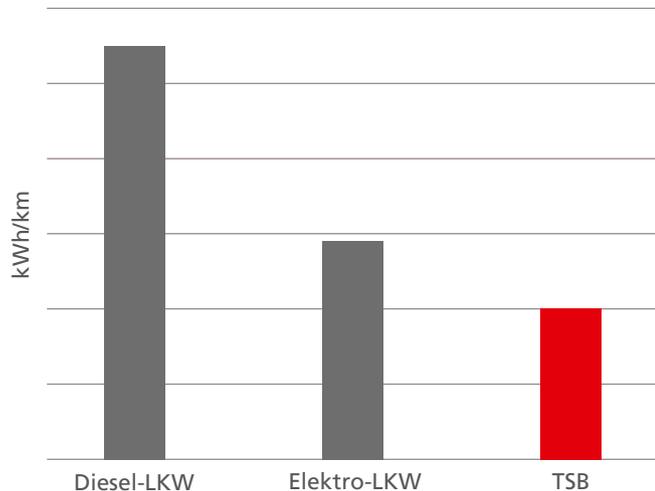
## Individueller Transportvorgang

Hoher Umschlag, kurze Taktzeiten: Wo Container über kurze Distanzen verteilt und möglichst effizient von A nach B gebracht werden müssen, ist das TSB Cargo eine leistungsstarke, emissionsarme und platzsparende Alternative zu herkömmlichen Gütertransportsystemen. Mit seiner hohen Taktfrequenz von bis zu 180 Containern pro Stunde und Richtung passt es sich den Auslastungen flexibel an – ideal für eine bedarfsorientierte Verteilung der Güter. Durch die Integration des Antriebs direkt in der Aufliegerstruktur besitzt jeder Container sein eigenes Fahrzeug, sodass keine Zugbildung innerhalb des Transportvorgangs erforderlich ist. Der Takt orientiert sich am jeweiligen Bedarf und kann je nach Anforderungen minimal 20 Sekunden betragen.

## Vorteile des TSB Cargo

- Vollautomatisierter, bedarfsorientierter Transport von einzelnen Containereinheiten
- Bedarfsangepasste Kapazität
- Bis zu 180 Container pro Stunde/Richtung
- Geschwindigkeiten von bis zu 150 km/h
- Nahezu geräuschlos
- CO<sub>2</sub>-neutraler Gütertransport
- Vollautomatisierter Betrieb mit hoher Flexibilität

## Exemplarischer Vergleich Energieverbrauch



- Vergleich des Energieverbrauchs am Anwendungsbeispiel
- Gemittelte Werte über den erforderlichen Durchsatz
- Ladezeiten des Elektro-LKWs nicht betrachtet







## **TSB** CARGO – *Fahrweg*

Verkehrssysteme der Zukunft finden ihren Platz nahtlos in bestehenden Mobilitätsstrukturen. Häfen und Logistikzentren sind oberirdisch oft durch Infrastruktur (Straße, Schiene), Bürogebäude zur Steuerung der Betriebsprozesse und durch Brückenbauwerke eingeschränkt. Die unterirdische Verbindung der Logistikflächen ist mit hohen Kosten

und Risiken in der Realisierung verbunden. Dies stellt eine Herausforderung für die Integration neuer Verkehrssysteme zur Bewältigung von Kapazitätsengpässen dar. Der Fahrweg des TSB Cargo ist aufgrund seiner flexiblen Form speziell hierfür konzipiert und fügt sich beispielsweise aufgeständert nahezu unauffällig in bestehende Umgebungen ein.

## Smarte Integration in Logistikflächen

Das TSB Cargo lässt sich flexibel in bestehende Umgebungen integrieren. Die ästhetische Trassenführung passt sich dem jeweiligen Umfeld an und es sind keine störenden Oberleitungen notwendig. Der Fahrweg kann ebenerdig, unterirdisch oder auch aufgeständert ausgeführt werden. Die Lasteinleitung erfolgt über die gesamte Fahrzeuglänge und ermöglicht dadurch ein schlankes und kosteneffizientes Primärtragwerk.

Die Fahrwegträger werden industriell im Stammwerk in Sengenthal produziert. Aufgrund ihrer standardisierten Längen passen die Fahrwegsegmente in 40-Fuß-Container und können aus zentralen Produktionsstätten weltweit versendet werden. Die industrielle Vorfertigung erlaubt kurze Realisierungszeiten. Aufgrund der innovativen Verlegeausführung wird der erforderliche Flächenverbrauch reduziert. Künftige Projekte lassen sich mit dem TSB Cargo schnell, ressourcenschonend und wirtschaftlich realisieren.

## Vorteile des Fahrwegs

- Industrielle Fertigung von vollausgerüsteten Fertigteilen
- Schnelle Montage der Träger
- Schlankes Primärtragwerk (H 1,2 m / L 23,5 m)
- Flexibler Einsatz durch unterschiedliche Trassierungsmöglichkeiten: aufgeständert, ebenerdig oder im Tunnel
- Keine Oberleitung
- Geringe Belästigung der Anwohner durch kurze Bauzeiten
- Optimale Lösung von Strecken ab 1 km bis über 50 km
- Realisierungszeiten von unter 2 Jahren ab Baubeginn



Autobahnbrücke



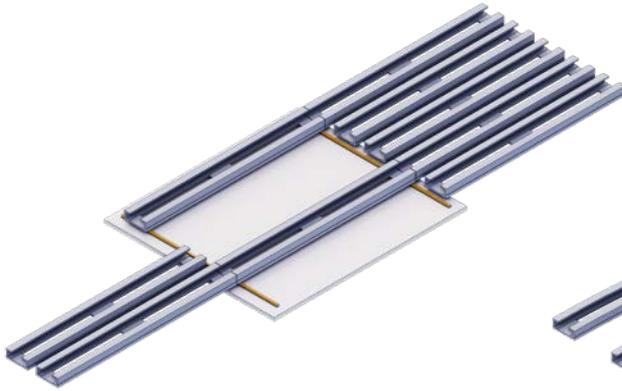
Ebenerdig



Flussbrücke



Tunnel



Verschiebeweiche (Länge 25 m)



Symmetrische Y-Weiche (Länge 36 m)



Asymmetrische Y-Weiche (Länge 36 m)

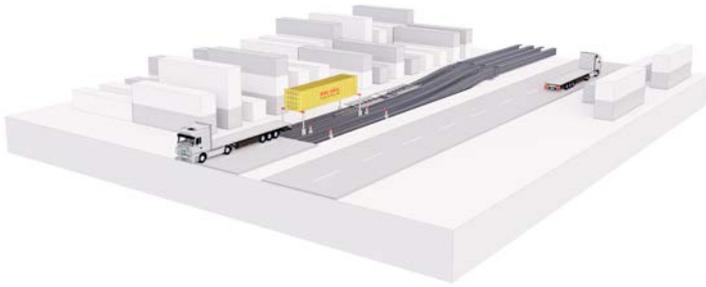


X-Weiche (Länge 48 m)

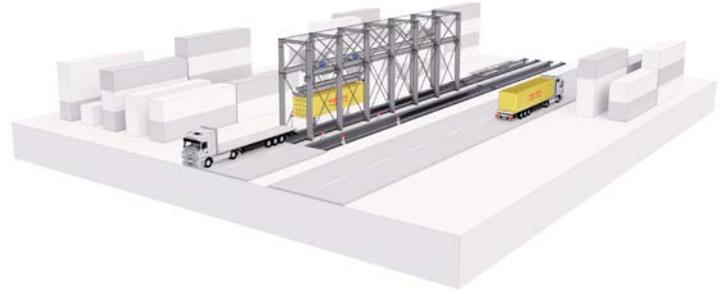
## Weichenkonfigurationen

Gerade innerhalb stark frequentierter Logistik-Hubs sind hochredundante Transportsysteme unumgänglich. Unterschiedliche Weichenkonfigurationen gewährleisten beim TSB Cargo diese Redundanz. Der Einsatz diverser Weichenelemente erlaubt nicht nur eine flexible Streckenführung, auch das Streckennetz lässt sich modular beliebig erweitern.

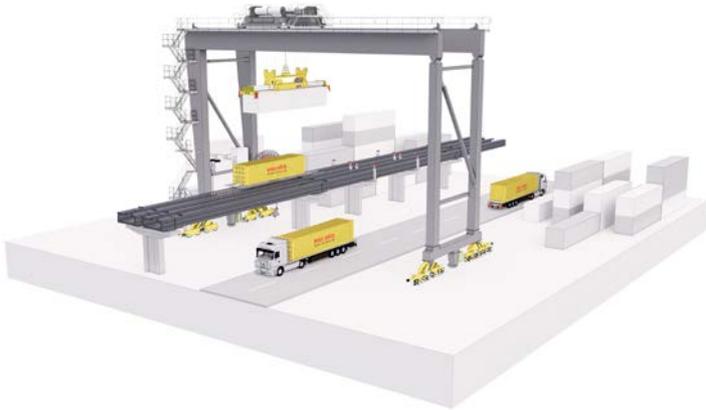
Das Weichenkonzept des TSB Cargo wurde spezifisch für das TSB Fahrwegprofil entwickelt. Es zeichnet sich dadurch aus, dass einzelne Weichenarme durch elektrische Antriebe bewegt werden. Das ermöglicht einen schnellen und effizienten Spurwechsel. Die Weichenkonzepte und -elemente wurden bereits unter verschiedensten Wetterbedingungen geprüft.



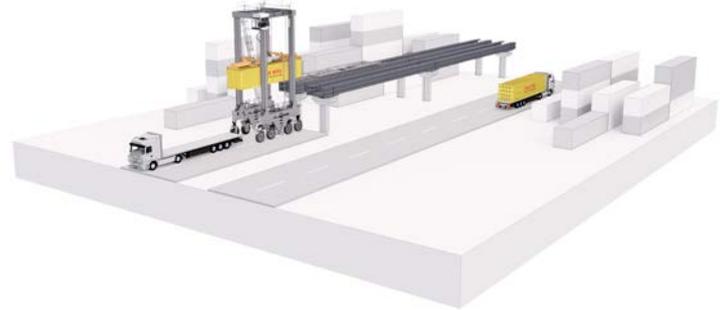
Direkter Umschlag LKW – TSB ebenerdig



Kranumschlag LKW – TSB ebenerdig



Kranumschlag LKW – TSB aufgeständert



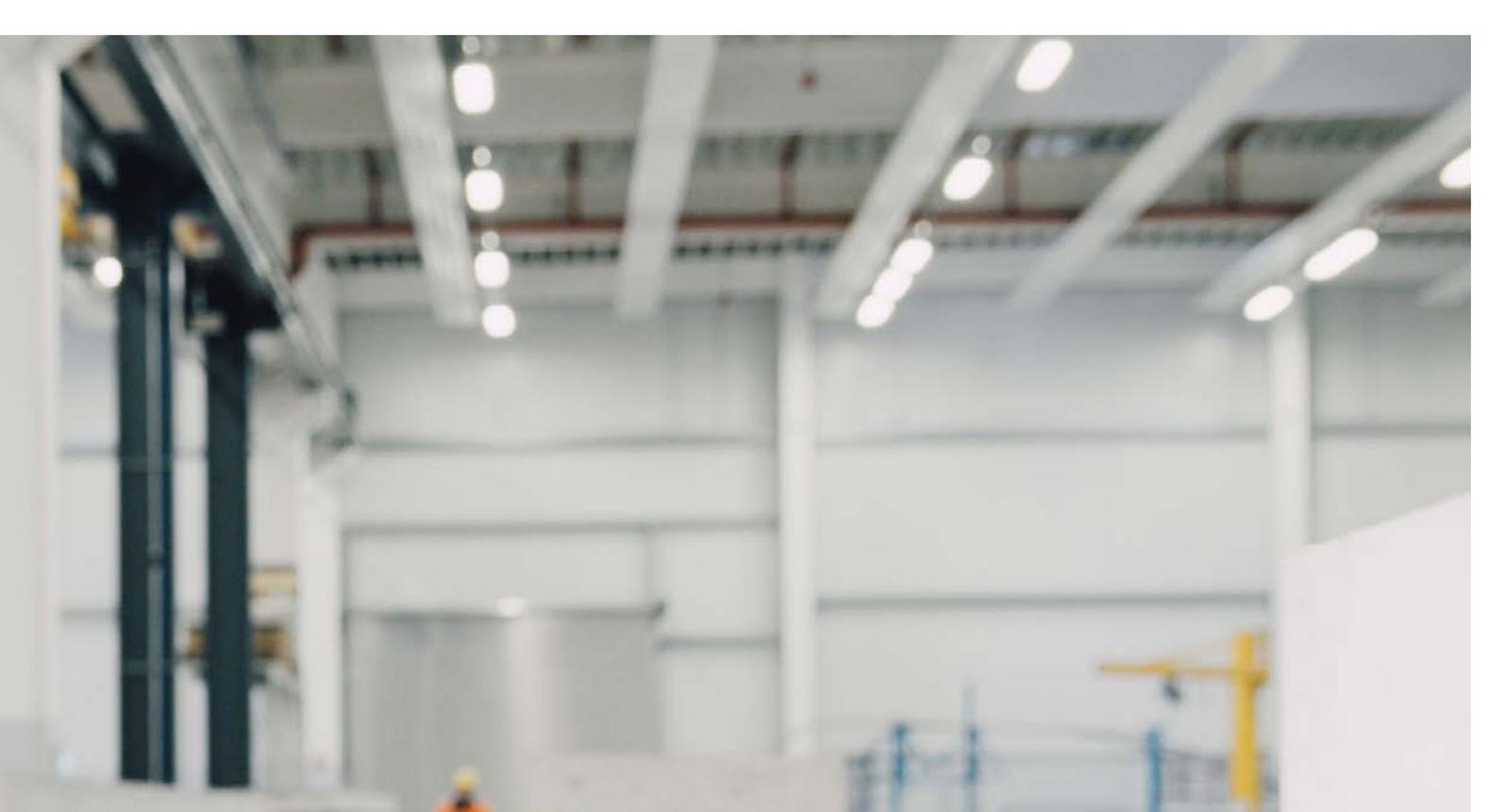
Carrierumschlag LKW – TSB aufgeständert

## *Schnittstellen Containerhebemittel*

Durch die aufgeständerte Trassierung lässt sich das TSB Cargo flexibel und intelligent in bestehende Umgebungen integrieren. Eine speziell für das TSB Cargo konfigurierte Umschlaglösung ermöglicht es, dass die einzelnen Fahrzeuge mit bestehender Hebeinfrastruktur effizient be- und entladen werden können – ohne Verzögerungen beim Umschlagvorgang. Durch die modulare Parallelisierung mehrerer Umladestellen kann der Takt des Umladevorgangs optimal an den

bedarfsgerechten Takt der Fahrzeuge angepasst werden. An der Umladestelle trennt eine hydraulische Vorrichtung die Schnittstellen zwischen dem Hebemittel und den Fahrzeugen des TSB Cargo. Diese dient zusätzlich als Puffervorrichtung. Das hat den Vorteil, dass im gesamten Transportprozess keine direkten Abhängigkeiten zwischen Fahrzeug und Hebemittel entstehen. Konventionelle Transport-LKWs können direkt mittels dieser Vorrichtung entladen werden.





## **TSB** CARGO – *Alles aus einer Hand*

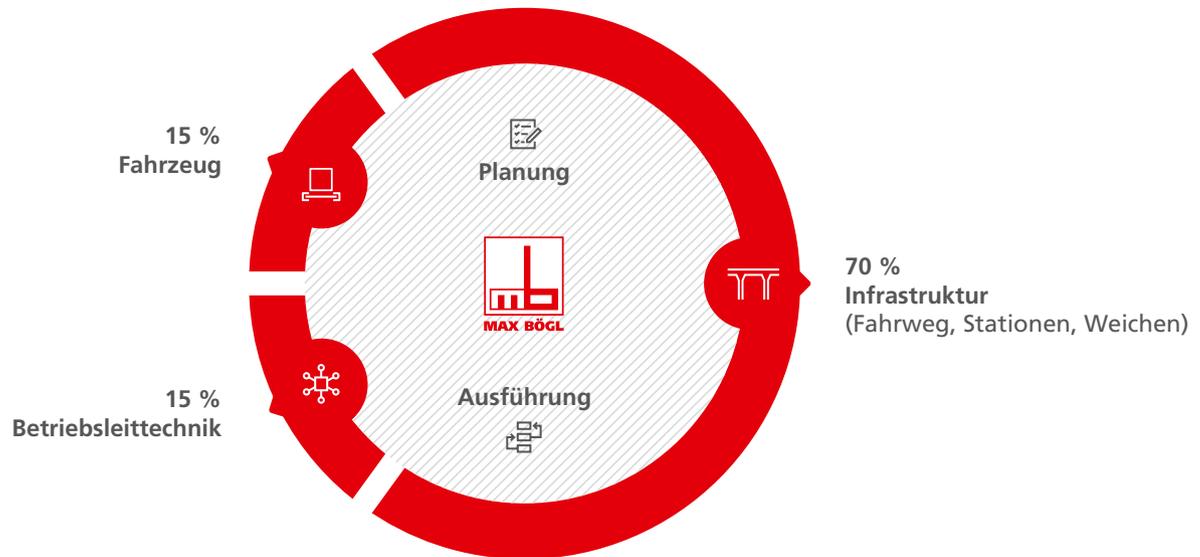
Komplexe Infrastrukturprojekte sind besonders wirtschaftlich, wenn möglichst viele einzelne Arbeitsschritte aus einer Hand erfolgen. Als Komplettanbieter des TSB Cargo setzen wir alle Prozesse standardisiert und aufeinander abgestimmt um: von der Planung über die industrielle Fertigung des Fahrwegs und des Fahrzeugs bis hin zur Realisierung der baulichen Maßnahmen und der Implementierung der eigens entwickelten Betriebsleittechnik. Darüber hinaus übernehmen wir auf

Wunsch auch den Betrieb des Transportsystems. Als erfahrenes Bauunternehmen können wir auf fundierte Expertise und langjährige Erfahrung in Infrastrukturprojekten zurückgreifen. Mit der Magnetschwebetechnik selbst beschäftigen sich unsere Ingenieure bereits seit 2010. Seitdem haben wir auf unserer Teststrecke am Hauptsitz in Sengenthal das Transport System Bögl in über 150.000 Einzelfahrten und auf über 100.000 Testkilometern auf Herz und Nieren geprüft.

## Produktion und Montage in höchster Qualität

Das TSB Cargo mit seinen Subsystemen Fahrzeug, Fahrweg und Betriebsleittechnik wird unter höchsten Qualitätsstandards in Sengenthal produziert und vormontiert. Die Betonsegmente der Fahrwege werden in flexibler Schalung hergestellt und anschließend mit einer CNC-Schleifmaschine auf unter einen Millimeter genau geschliffen. Fachkundiges Personal fügt hier mit hochmoderner Technik Fahrwerk und Aufliegerstruktur zu den Fahrzeugen des TSB Cargo zusammen.

Ein digitales und intelligentes Lagerhaltungssystem garantiert die Materialverfügbarkeit für jeden Produktionsschritt. Im Anschluss werden die einzelnen Komponenten in Standard-Seecontainer verladen und für ihren Einsatz in der Welt verfrachtet. Das TSB Cargo ist als Turn-Key-Lösung eine effiziente Alternative für Logistikanwendungen. Dabei ist der schlanke und seriell hergestellte, aber dennoch flexibel trassierbare Fahrweg ein entscheidender Faktor.



Aufteilung der Investitionskosten in einem durchschnittlichen Gesamtprojekt





## *Effiziente Betriebsleittechnik für automatisches Fahren*

Die Betriebsleittechnik des TSB Cargo umfasst die Komponenten und Funktionen zur Sicherung, Überwachung und Steuerung des Betriebes. Sie verbindet funktional die Teilsysteme Fahrzeug, Weichen, Umladepunkte und Energieversorgung zu einem betriebsbereiten Gesamtsystem und erlaubt einen vollautomatischen Betrieb mit kurzen Zugfolgezeiten.

Die TSB Betriebsleittechnik bietet darüber hinaus standardisierte Schnittstellen, beispielsweise zu Terminal Operating Systemen. Damit lässt sich das TSB optimal in die Gesamt-abläufe von Logistik-Hubs einbinden.

Von der Zentrale aus können alle Teilsysteme vollständig gesteuert und überwacht werden. Kernfunktionen sind die Sicherungstechnik, die die höchste Anforderung SIL4 der Bahnnorm erfüllt, und ein hochverfügbares Übertragungssystem. Das Übertragungssystem beinhaltet neben einer mehrfach redundanten LWL-Netzwerkinfrastruktur an der Strecke auch ein mehrkanaliges Funksystem, welches die gesamte Strecke abdeckt. Zwischen Fahrzeugen und Zentrale besteht somit eine kontinuierliche, redundante Verbindung. In jedem Teilsystem ist ein Sicherungsrechner der Betriebsleittechnik integriert, der bei einer kritischen Störung selbsttätig den sicheren Zustand herstellen kann.

Der mobile Fahrzeugsicherungsrechner ist mit einer Ortung ausgestattet und kann blockunabhängig metergenau Position und Bremsweg bestimmen. Weichensicherungsrechner vor Ort melden dem zentralen Leitrechner die Befahrbarkeit der eingestellten Weichenlage. An der Strecke selbst werden somit keine Signalisierungen benötigt. Dies entspricht technologisch dem höchsten ETCS Level 3 (European Train Control System).

Neben dem vollautomatisch gesicherten Betrieb ermöglicht das Automatiksystem einen energieeffizienten Fahrbetrieb. Während ein Fahrzeug bremst und seine Energie zurückspeist, kann das intelligente Automatiksystem synchron ein Fahrzeug starten lassen, sodass die Bremsenergie direkt vom startenden Fahrzeug aufgenommen wird.

Die verbaute Elektronik basiert auf Bahntechnik und ist somit leicht von erfahrener Betriebspersonal zu warten. Der Linearmotor garantiert einen zuverlässigen Fahrbetrieb bei jeglichen Witterungsbedingungen.

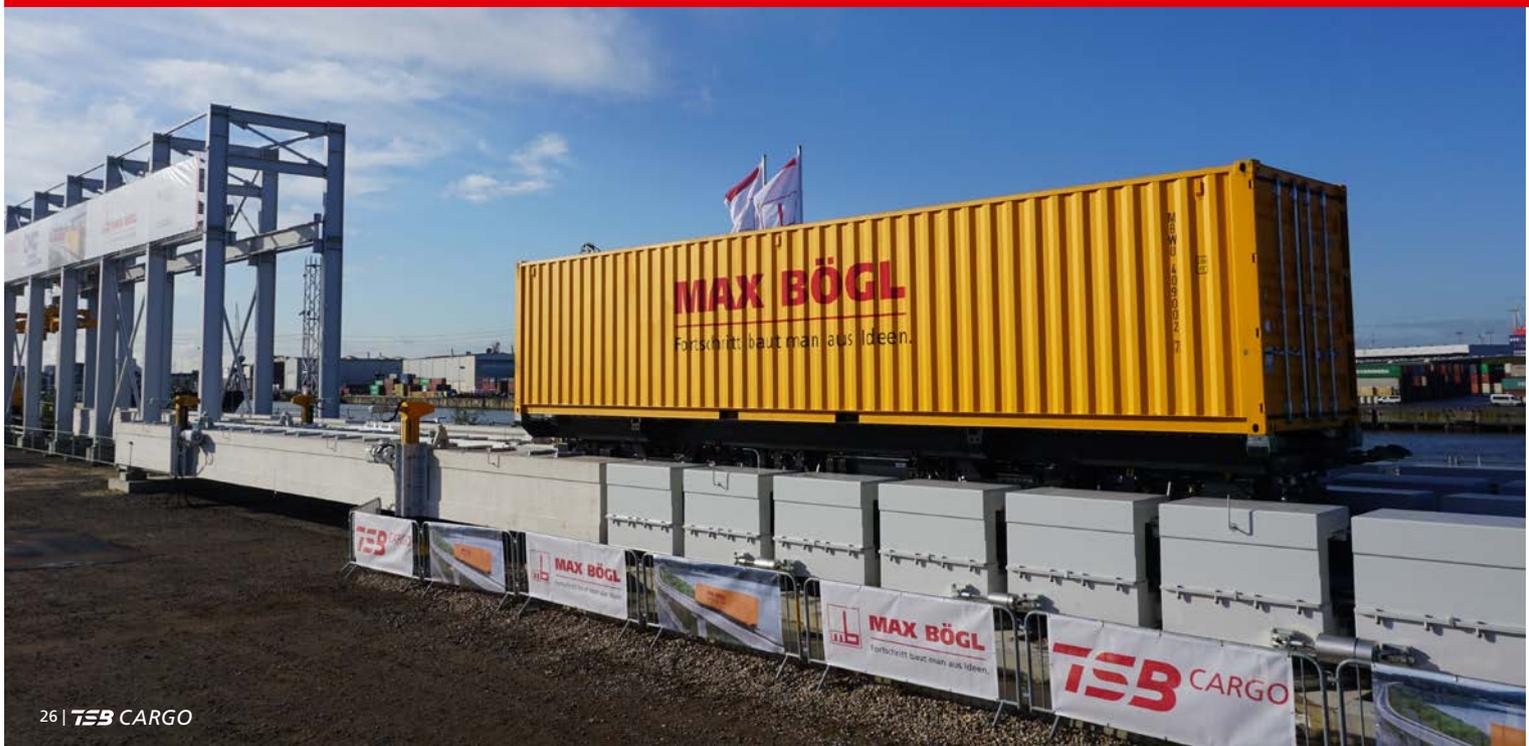




## *TSB Cargo – Demonstrationsanlage Hamburg*

Der internationalen Fachwelt wurde das TSB Cargo erstmals im Oktober 2021 auf einer eigens dafür errichteten Demonstrationsanlage auf dem ITS World Congress in Hamburg im realen Betrieb vorgestellt. Auf einer Fläche des Cruise Center Steinwerder im Hamburger Hafen demonstrierte Max Bögl die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des TSB Cargo auf einer Streckenlänge von rund 120 m – darunter den vollautomatisierten Fahrbetrieb, den Wechsel

zwischen den Fahrspuren über eine Weiche und den Containerumschlag zu anderen Transportmodalitäten wie zum Beispiel LKWs. Mit einer Projektdauer von gerade einmal vier Monaten von der Planung bis zur Inbetriebnahme der Demonstrationsanlage stellten der integrierte Planungsansatz und die modularisierte Bauweise für die Infrastruktur ihre Vorteile unter Beweis.





Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) förderte das Projekt zur Entwicklung und Erprobung einer alternativen Technologie für einen zuverlässigen, umweltfreundlichen, nachhaltigen und effizienten Gütertransport. Mögliche Einsatzfelder werden gemeinsam mit dem Hafen Hamburg in einer Machbarkeitsstudie untersucht.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Digitales  
und Verkehr

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## *Umweltbeton*

Im Zuge einer nachhaltigen Fertigung von qualitativ hochwertigen Stahlbetonbauteilen setzt die Firmengruppe Max Bögl bereits seit Jahren erfolgreich auf den Umweltbeton Bögl. Dieser zeichnet sich durch die Berücksichtigung kurzer Transportwege, die Verwendung regionaler Baustoffe und die Reduktion des Zementanteils im Beton aus. Damit erreicht der Baustoff einen im Durchschnitt **39 Prozent geringeren CO<sub>2</sub>-Footprint (Kilogramm CO<sub>2</sub>/Kubikmeter Beton)** als herkömmlicher Beton und leistet somit durch seine ökologische Zusammensetzung und Verarbeitung einen positiven Beitrag für die CO<sub>2</sub>-Bilanz im Bausektor.

Die von Max Bögl entwickelten Umweltbetone zeichnen sich nicht nur durch ihre sehr gute Dauerhaftigkeit aus, auch die Bauteilquerschnitte können auf ein Optimum reduziert werden. Das stellt einen deutlich geringeren Verbrauch von Rohstoffen gegenüber herkömmlichen Bauweisen sicher. In hochmodernen Fertigungsanlagen entstehen so unter Einsatz modernster Technologien langlebige, zertifizierte und nachhaltige Bauprodukte, die aufgrund der sehr guten Performance des Umweltbetons Bögl immer nach dem neuesten Stand der Technik gefertigt werden.



## *Innovationen schreiben Geschichte*

Mit zukunftsweisenden Eigenentwicklungen zu Themen unserer Zeit, wie Urbanisierung, Mobilität, erneuerbare Energien und Infrastruktur, verwirklichen wir bei Max Bögl schon heute innovative Lösungen für die Megatrends unserer globalisierten Welt. Basierend auf der langjährigen Erfahrung und Kompetenz im hochpräzisen Betonfertigteilbau positionieren wir uns zudem als wichtiger Impulsgeber in der Entwicklung innovativer Bauverfahren, Technologien und

Produkte. Mit rund 6.500 hoch qualifizierten Mitarbeitern an weltweit mehr als 40 Standorten und einem Jahresumsatz von über 2,0 Mrd. Euro zählen wir als Firmengruppe Max Bögl zu den größten Unternehmen der deutschen Bauindustrie. Seit der Gründung im Jahr 1929 ist die Firmengeschichte von Innovationskraft in Forschung und Technik geprägt – von kundenspezifischen Produkten bis zu bautechnischen und nachhaltigen Gesamtlösungen.

**die-jaeger.de** Stand 08/22

Bildnachweise: Firmengruppe Max Bögl (Titel, S. 6, 8/9, 15, 16, 17, 26, 27, 28),  
graupause (S. 18/19), iStock.com (S. 4/5), Oliver Kerner (S. 11, 24, 25),  
Reinhard Mederer (S. 12/13, 21, 30), Shutterstock (S. 22)



**Max Bögl Bauservice  
GmbH & Co. KG**

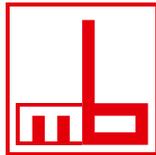
Max-Bögl-Straße 1  
92369 Sengenthal

Postanschrift:  
Postfach 1120  
92301 Neumarkt i. d. OPf.

T +49 9181 909-0

[info@transportsystemboegl.com](mailto:info@transportsystemboegl.com)  
[transportsystemboegl.com](http://transportsystemboegl.com)

 Transport System Bögl



**MAX BÖGL**

Fortschritt baut man aus Ideen.