

Wasserstoffbetankung von Baumaschinen

Herausforderungen & Lösungen

Heavy Duty Kongress ZBT
24 September 2024



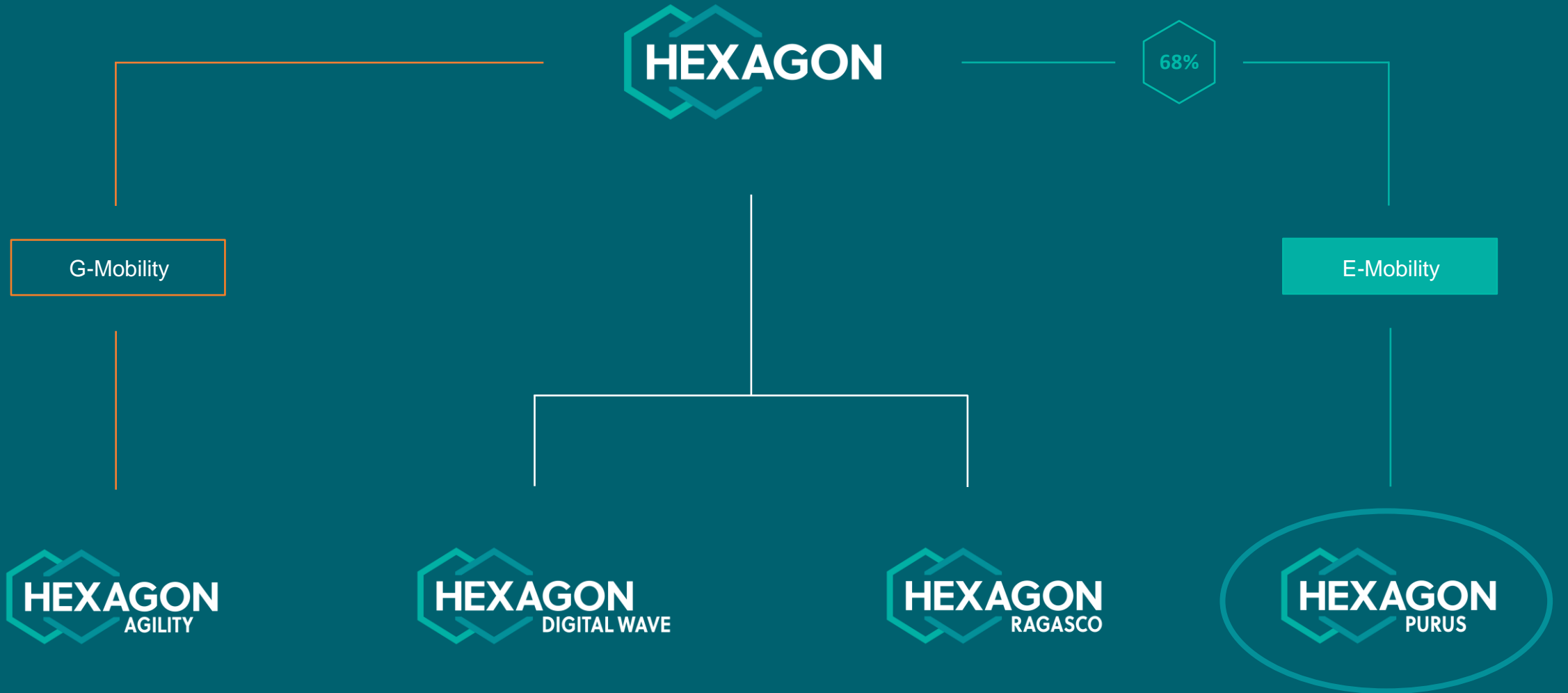
Agenda

- Vorstellung
- Bedingungen für das Befüllen von Baumaschinen
- Lösungen für die Befüllung von Baumaschinen bei Hexagon Purus
- Herausforderungen im regulatorischen Spektrum
- Zusammenfassung & weitere Schritte
- Fragen

Vorstellung

Bart Rosendaal

- Produktmanager Wasserstofftankstellen bei Hexagon Purus
- 2,5 Jahre im Unternehmen
- Hintergrund in Dieselmotoren Entwicklung



Hexagon Standorte

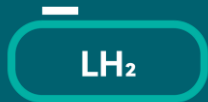


Product segments

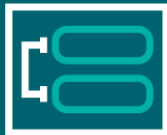
MOBILITY



COMPRESSED H2 STORAGE CYLINDERS



LIQUID H2 STORAGE CYLINDERS



HYDROGEN FUEL STORAGE SYSTEMS



BATTERY PACKS

VEHICLE INTEGRATIONS

INFRASTRUCTURE



COMPRESSED H2 STORAGE CYLINDERS



STATIONARY STORAGE



DISTRIBUTION SYSTEMS



REFUELING SYSTEMS

Baumaschinen mit Wasserstoff als Energiequelle:

Basis Zahlen:

200 Liter Diesel = 60kg Wasserstoff

60kg Wasserstoff sind in Volumen:

2500 Liter bei 350 bar

1500 Liter bei 700 bar

→ Herausforderung für Baumaschinen Hersteller



Quelle: innoelectric

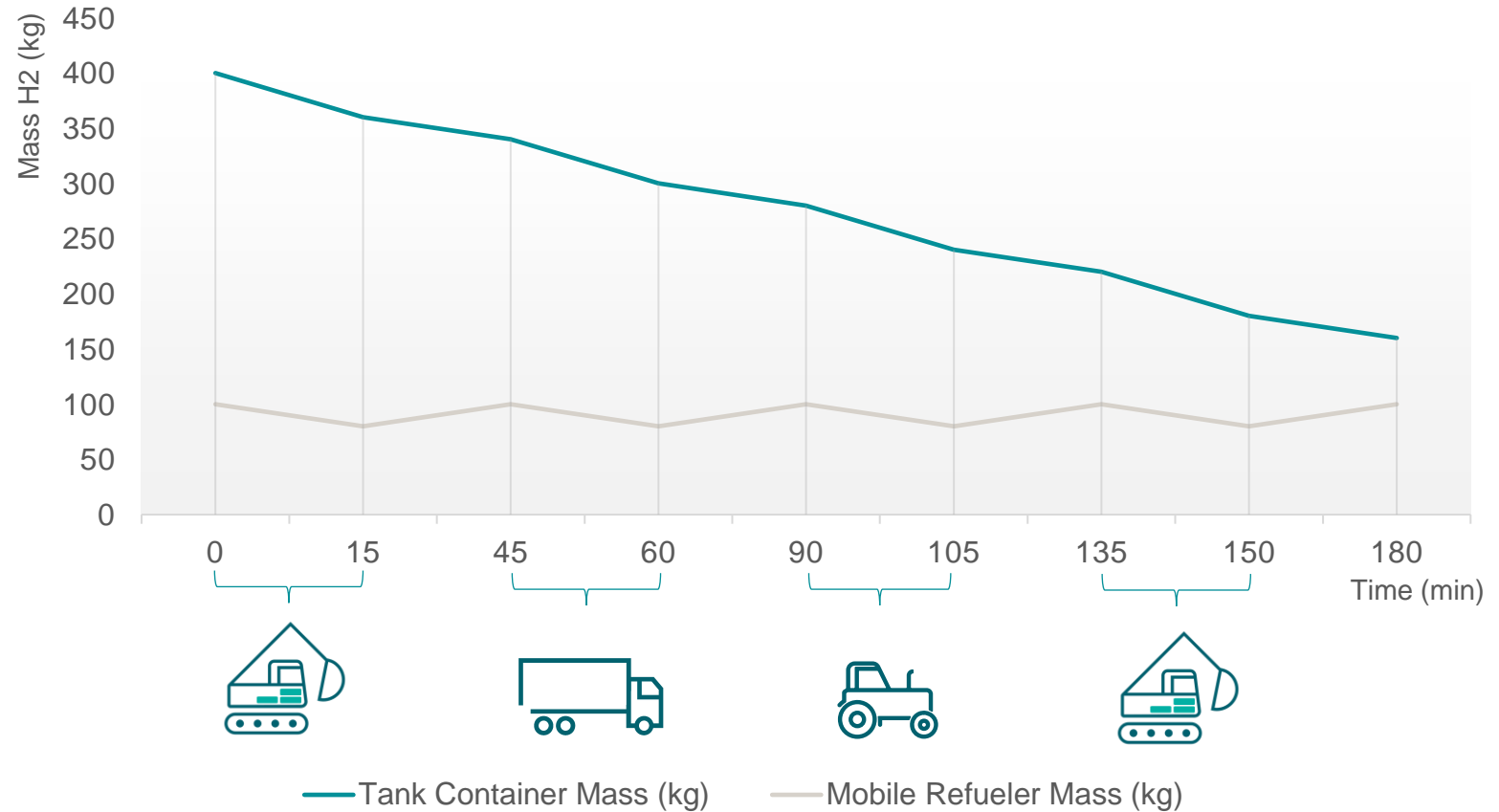
Bedingungen bei das betanken von Baumaschinen

- Limitierte Bewegungsfreiheit von Baumaschinen
- Frequente Wechsel von Standort



Bedingungen bei das betanken von Baumaschinen

- Limitierte Bewegungsfreiheit von Baum
- Frequente Wechsel von Standort
- Strikte Planung mit wenig Zeit für Befüllung



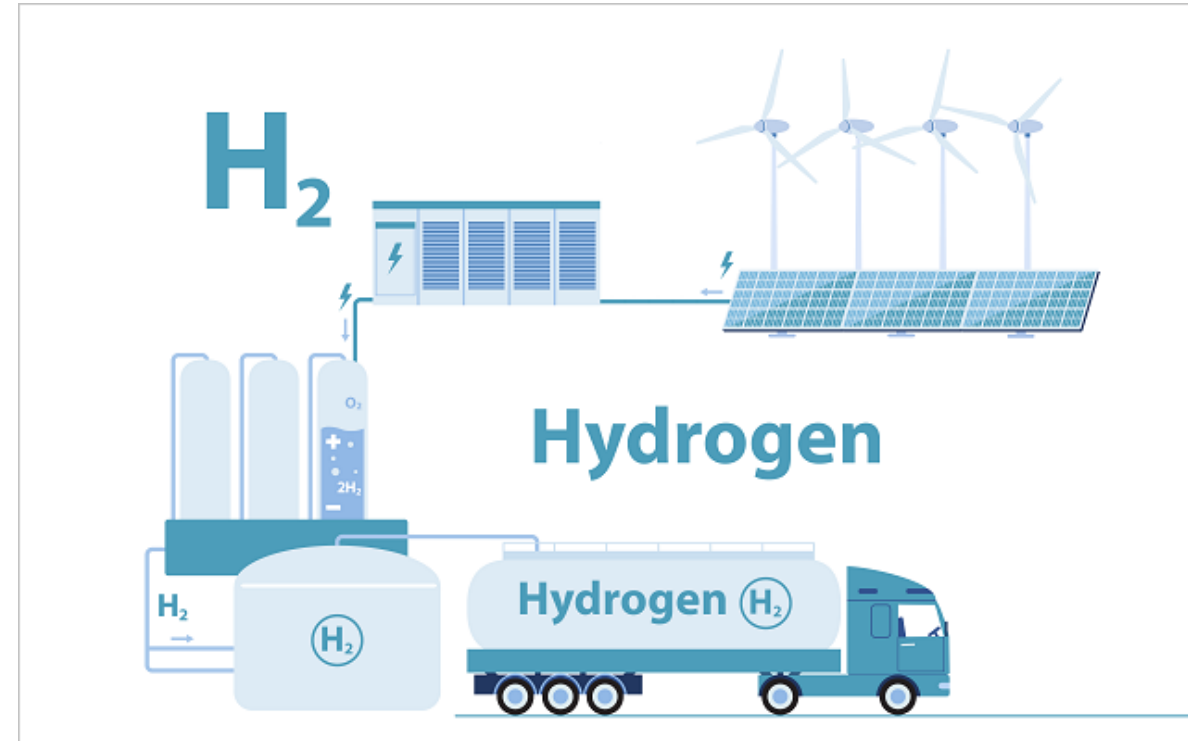
Bedingungen bei das betanken von Baumaschinen

- Limitierte Bewegungsfreiheit von Baumaschinen
- Frequente Wechsel von Standort
- Strikte Planung mit wenig Zeit für Befüllung
- Limitierte Verfügbarkeit von Strom für Tankstelle
 - Limitierte Wasserstoffkühlung
 - Limitierte Kompressionskapazität
- Betankungsinfrastruktur muss schnell aufgebaut werden können und wenig Platz fordern



Bedingungen bei das betanken von Baumaschinen

- Limitierte Bewegungsfreiheit von Baumaschinen
- Frequente Wechsel von Standort
- Strikte Planung mit wenig Zeit für Befüllung
- Limitierte Verfügbarkeit von Strom für Tankstelle
 - Limitierte Wasserstoffkühlung
 - Limitierte Kompressionskapazität
- Betankungsinfrastruktur muss schnell aufgebaut werden können und wenig Platz fordern
- Wasserstoff Lieferung an Tankstelle, muss im Konzept angedacht sein um Kosteneffizient zu sein.



Quelle: Labor demand and labor supply along the "hydrogen" value chain - GWS (gws-os.com)

Wasserstofftankstellen Familie:



	Mechanical Dispenser	Mobile Hydrogen refuelling station	Plug & Play Hydrogen refuelling station 350	Plug & Play Hydrogen refuelling station 700
Arbeitsdruck	300 bar	350 bar	350 bar	700 bar
Abmessung Tankstelle	EU Pallet Größe Dispenser Tankcontainer 20 bis 40 ft	30ft Container	Refueller: 40 ft Tankcontainer: 20 bis 45 ft	Refueller: 40 ft Tankcontainer: 20 bis 45 ft
H2 Speichermenge	400-1000 kg (50-60% Nutzbar)	600 kg (50-60% Nutzbar)	Refueller: 190 kg Tankcontainer: 400-1000 kg	Refueller: 300 kg Tankcontainer: 400-1000 kg
Kapazität pro Tag	Nutzbare Kapazität Tankcontainer	Nutzbare Kapazität Tankcontainer	700 kg	1200 kg
Back to Back Kapazität	Nutzbare Kapazität Tankcontainer	Nutzbare Kapazität Tankcontainer	120 kg	250 kg
H2 Kühlung	Nein	Nein	ja (T10, 90 g/s)	ja (T10, Max 200 g/s bei <15° C)
Kompressor	Nein	Nein	ja (16 kg/st)	ja (28 kg/st)
Betankungsgeschwindigkeit	Blendenbetankung	Tabellengeführt (CEP / SAE)	CEP Protocol / SAE	In Vorbereitung auf SAE J 2601-5

Mobile hydrogen refuelling Station 350 bar



Key Facts

- + full mobility
- + No installation time
- + No external power supply
- + Selectable size
- - Limited capacity
- - Lower filling speed
- - Need for 500 bar filling

Use Case

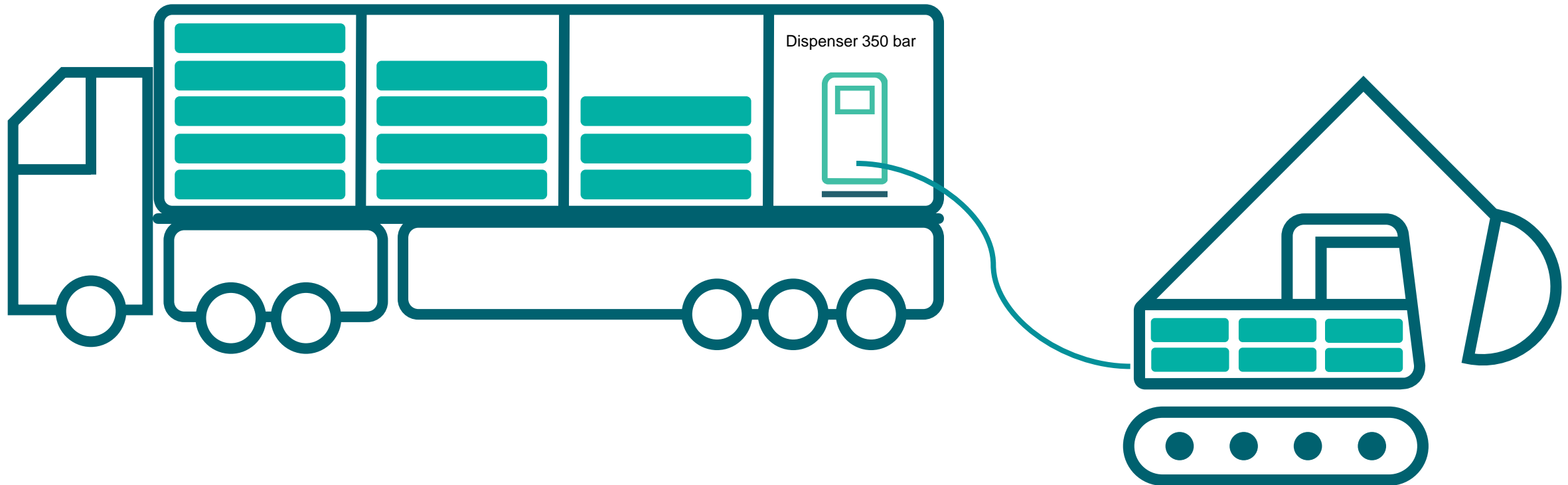
- Off-Road Vehicles
- Secluded places



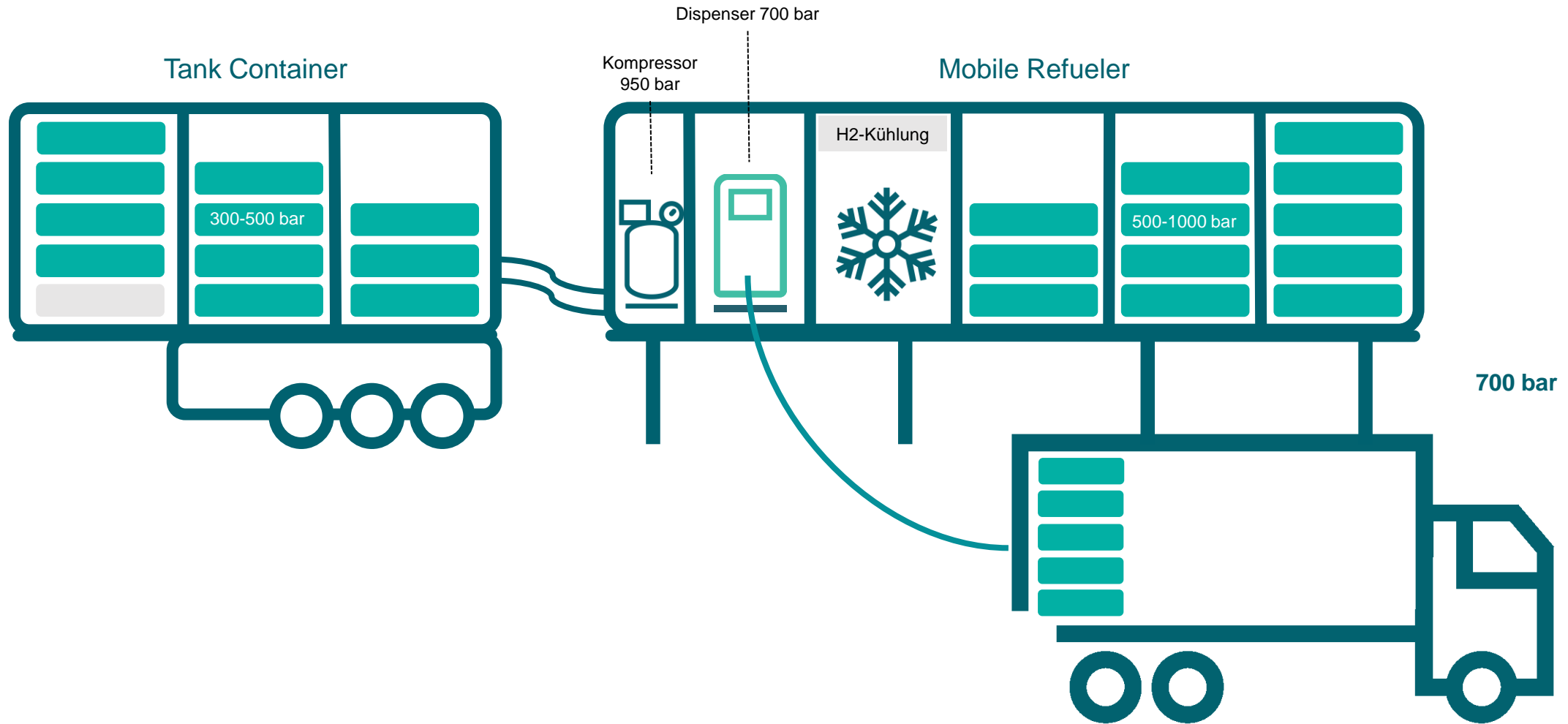
Mobile hydrogen refuelling station

Lösung für Baumaschinen mit 350 Bar Tanksystem

Trailer 500 bar



Lösung für Baumaschinen mit 700bar Tanksystem: Plug & Play Refueller 700 bar



Lösungen für die Befüllung von Baumaschinen

Mobile Wasserstofftankstelle

- ADR-Zulassung auf Container und Trailer / TPED Behälter



Lösungen für die Befüllung von Baumaschinen

Mobile Wasserstofftankstelle

- ADR-Zulassung auf Container und Trailer / TPED Behälter

Containerisiert und Transportabel

- Kleiner Grundfläche für Aufstellung



Lösungen für die Befüllung von Baumaschinen

Mobile Wasserstofftankstelle

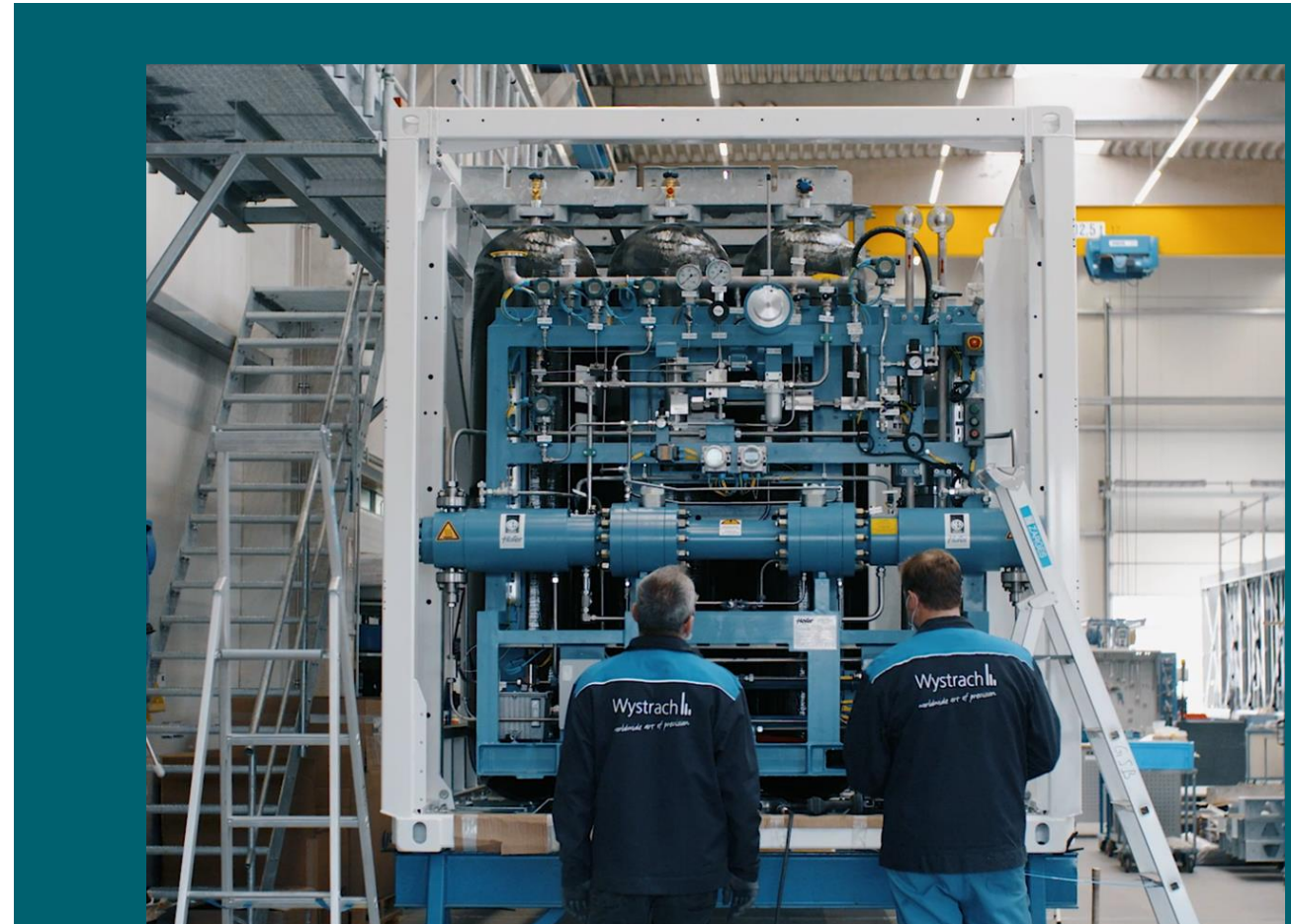
- ADR-Zulassung auf Container und Trailer / TPED Behälter

Containerisiert und Transportabel

- Kleiner Grundfläche für Aufstellung

Integrierter H2 Kühlung und Kompression

- Schnellbetankung
- Hohe tägliche Abgabemenge



Lösungen für die Befüllung von Baumaschinen

Mobile Wasserstofftankstelle

- ADR-Zulassung auf Container und Trailer / TPED Behälter

Containerisiert und Transportabel

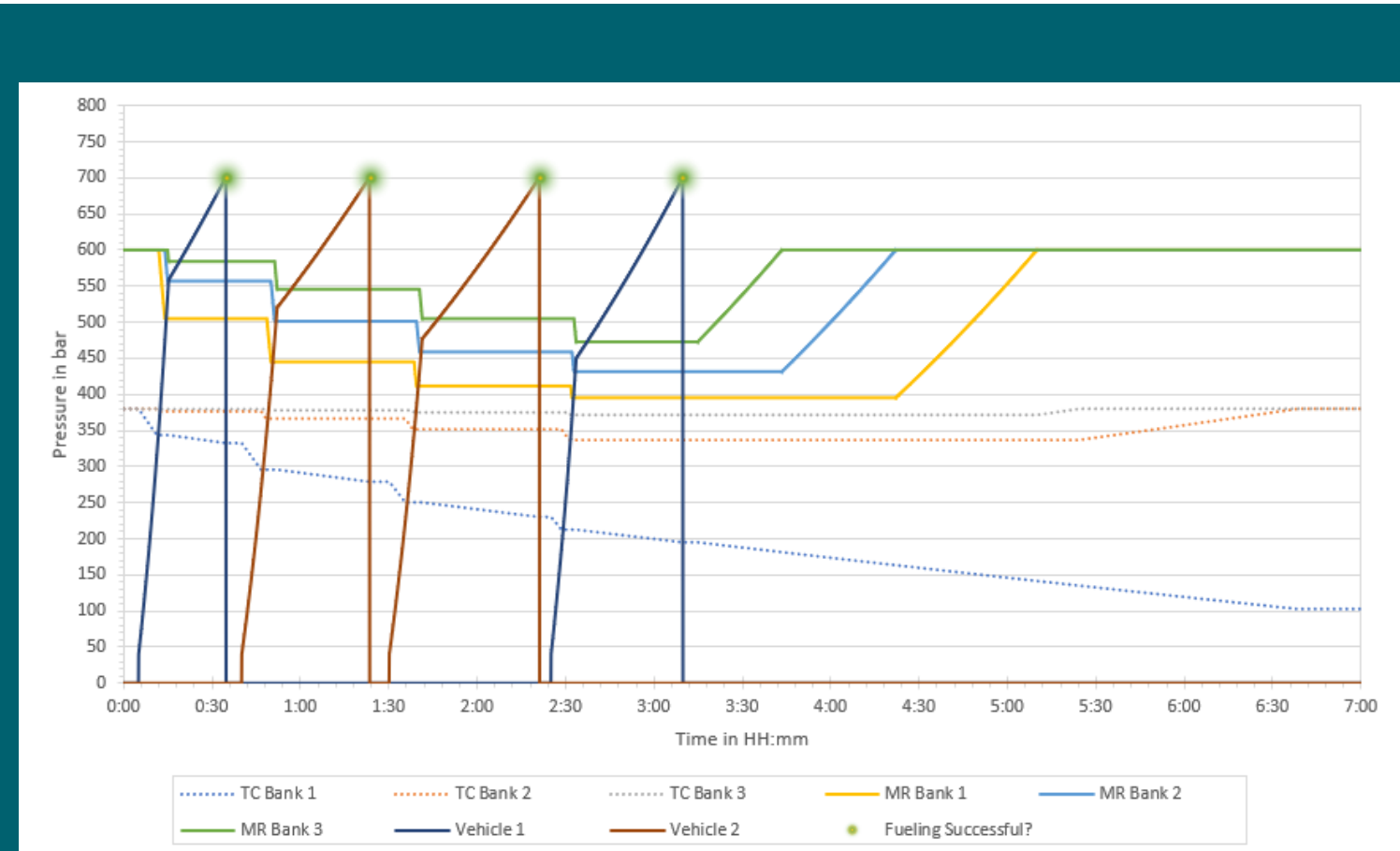
- Kleiner Grundfläche für Aufstellung

Integrierter H2 Kühlung und Kompression

- Schnellbetankung
- Hohe tägliche Abgabemenge

Kaskadierte Betankung

- Energie effiziente Betankung



Lösungen für die Befüllung von Baumaschinen

Mobile Wasserstofftankstelle

- ADR-Zulassung auf Container und Trailer / TPED Behälter

Containerisiert und Transportabel

- Kleiner Grundfläche für Aufstellung

Integrierter H2 Kühlung und Kompression

- Schnellbetankung
- Hohe tägliche Abgabemenge

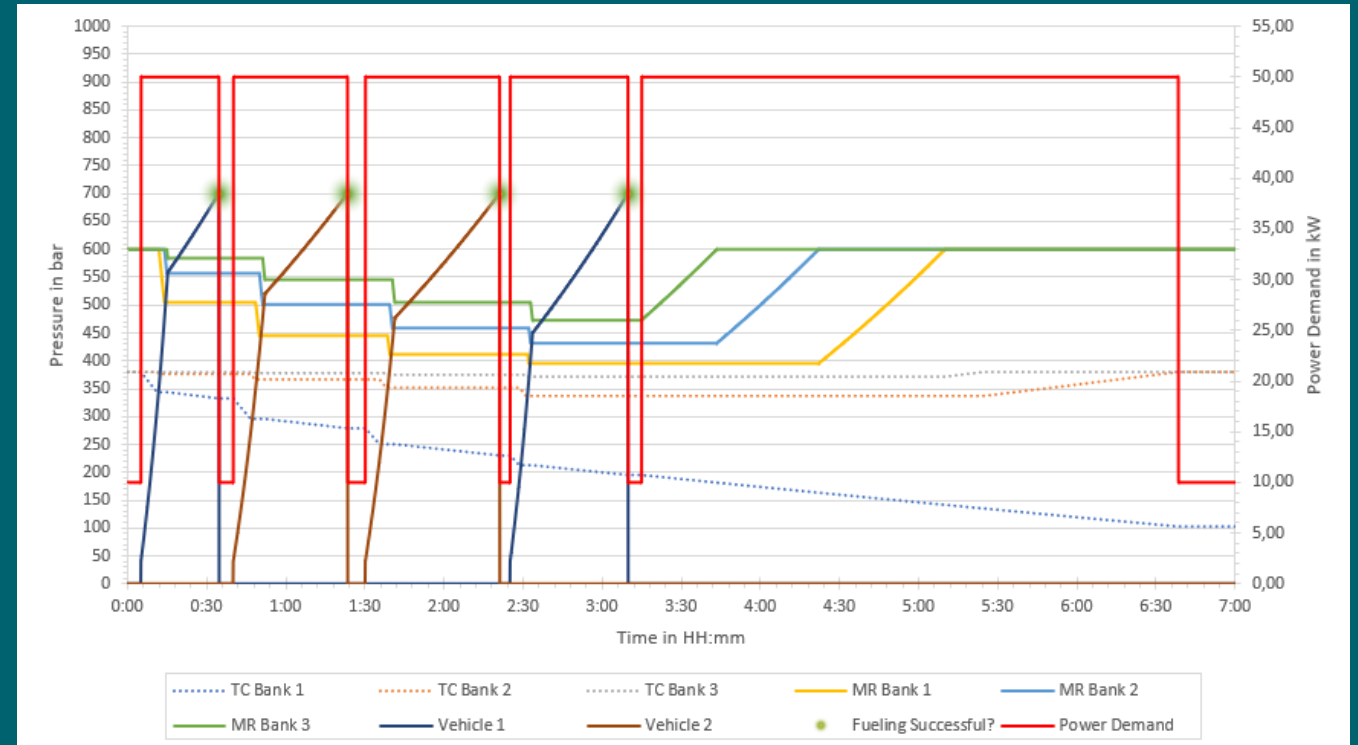
Kaskadierte Betankung

- Energieeffiziente Betankung

Auslegung auf niedrigen Stromverbrauch

- Verfügbarkeit Strom auf Baustellen

- Kosten Effizienz



Herausforderungen im regulatorischen Spektrum

Normen für Druck:

- Die Normen: PED (pressure equipment directive) und TPED (transportable pressure equipment directive) 'kennen' einander nicht. Diesen Fakt gibt uns einige Herausforderungen in die Zulassung, weil die mobilen Tankstellen beide Normen anwenden → Prüfer der PVI, Wissen nicht mit dieser Situation umzugehen und lehnen ab. (generelles Problem)
 - Als Beispiel kann man die Einstellungen für die Sicherheitsventile bei TPED-Speicher.
 - Eine klare Betrachtungsweise für Anwendung von beide Normen wäre hier sehr hilfreich.

Lokale Gesetzgebung:

- Verschiedene Regeln und Gesetze in die EU-Länder, rundum Wasserstofftankstellen. (EU Gesetzgebung wurde hier helfen!)
- Stand heute, braucht jeden Aufbauort eine neue Genehmigung → Sehr unglücklich für mobiles betanken, wegen langen Prozesses. (NOW hat jetzt eine ‚Wasserstofftankstellenverordnung‘ formuliert, wo mobiles betanken, adressiert wird. Muss noch vom Bund abgesegnet werden)

Herausforderungen im regulatorischen Spektrum

Undefinierte Ausgangslage für Mobiles Betanken

- Heutige Gesetzgebung geht rein aus von die 'gebaute Umgebung'.
- Wie umzugehen mit Sicherheitsaspekte sowie Blitzschutz, Anfahrerschutz und Erdung
 - Schwer zu installieren auf Bauplätze
 - Schwer zu installieren vor jede Betankung (bei Mobile hydrogen refueling station)
- Sicherheitsabstände, Brandschutz sind Themen die auf EU-Ebene festgelegt worden sollten, um Klarheit zu schaffen für Hersteller.

700 bar Heavy Duty Betankung (Tanksysteme bis zu 100kg)

- Keine Test Gerät vorhanden, um die H2 Mengenmessung von diesen Tankstellen abzunehmen.
- Kein internationaler Standard vorhanden für Mengenmessung → andere Vorgaben und regeln in anderen Ländern → Sorgt für komplexe Situation für Tankstellen Hersteller (Anerkennung der OIML R139CS als internationalen Standard wurde Auskunft bieten!)
- Betankungsprotokolle für diese Tanksysteme sind noch in Entwicklung. Sichere Kommunikation zwischen Tankstelle und Fahrzeug sind noch in Klärung. Dazu ist das Thema Sicherheitsgerichtete Verarbeitung des Mengenmessungssignal ein Thema. → Diese Hardware ist noch immer in Entwicklung. → Es kostet Zeit vor Tankstellen hiermit ausgerüstet sind.

Zusammenfassung und weitere Schritte

- 350 bar Betankungslösungen Verfügbar für Baumaschinen.
- 700 bar Betankungslösung in Entwicklung
- Gesetzesanpassung rundum mobiles Betanken muss zugestimmt werden (Vorschlag NOW)
- Anpassungsbedarf in die Normen rundum Druck und Befüll Protokolle sind gefordert, um die Produktabnahme zu erleichtern.

Fragen?



Thank you
for your attention!

