

BAUMASCHINENTECHNIK IM WANDEL

Alternative Kraftstoffe und Antriebe als Weg zur klimaneutralen Technik

Präsentation für die Mitglieder des Deutschen Asphaltverbands / Region West

1 STATUS QUO

2 WARUM DER WANDEL

3 ANTRIEBE AM MARKT

4 FAZIT



STATUS QUO: REGULATORISCHER RAHMEN & MARKTREALITÄT

Regulatorischer Status quo

- EU-Abgasstufe V (in Kraft seit 2019) regelt Partikel- und Stickoxid-Emissionen streng – CO₂ ist bei mobilen Maschinen bislang noch gar nicht reguliert
- **Ältere Maschinen der Stufen IIIB/IV bleiben noch viele Jahre im Bestand – der Wandel im Neugeschäft braucht Zeit, bis er in der Gesamtflotte ankommt**
- Die EU-Kommission diskutiert bereits die nächste Stufe (Stage VI, frühestens 2028/2030) – erstmals mit CO₂-Grenzwerten für mobile Maschinen

Wo der Hebel am größten ist

- **Marktstruktur: zahlreiche, hochspezialisierte Hersteller (u. a. BOMAG, Dynapac, Wirtgen Gruppe, Caterpillar, Ammann, Liebherr, Volvo, JCB, etc.)**
- Alle Marktteilnehmer stehen vor derselben Transformationsaufgabe – unabhängig von Maschinenkategorie oder Unternehmensgröße

~70%
Marktvolumen

~70%
CO₂-Fußabdruck

Die Midrange-Klasse macht rund 70 % des Marktvolumens UND rund 70 % des CO₂-Fußabdrucks aus (Compact: 15 %/5 %, Heavyline: 15 %/25 %) – der größte Klimahebel liegt hier. Genau dieser Hebel ist der rote Faden für den Rest der Präsentation.



- EU-Abgasstufe V (seit 2019) regelt Partikel/NO_x streng – die kommende Stufe VI (EU-Diskussion, frühestens 2028/2030) plant erstmals CO₂-Grenzwerte für mobile Maschinen
- Nationale CO₂-Bepreisung (BEHG) verteuert Diesel bereits seit 2021 planbar steigend; ab 2028 löst das EU-weite ETS 2 für Verkehr und Gebäude die nationale Regelung ab
- Wachsende städtische Emissionszonen und Baustellenauflagen: emissionsarme/-freie Maschinen werden in sensiblen Bereichen zur Zugangsvoraussetzung, nicht zur Kür
- Öffentliche Vergabe verankert Nachhaltigkeitskriterien zunehmend als Zuschlagskriterium neben dem Preis

Wer heute investiert, sollte die absehbare CO₂-Regulierung schon mitdenken.

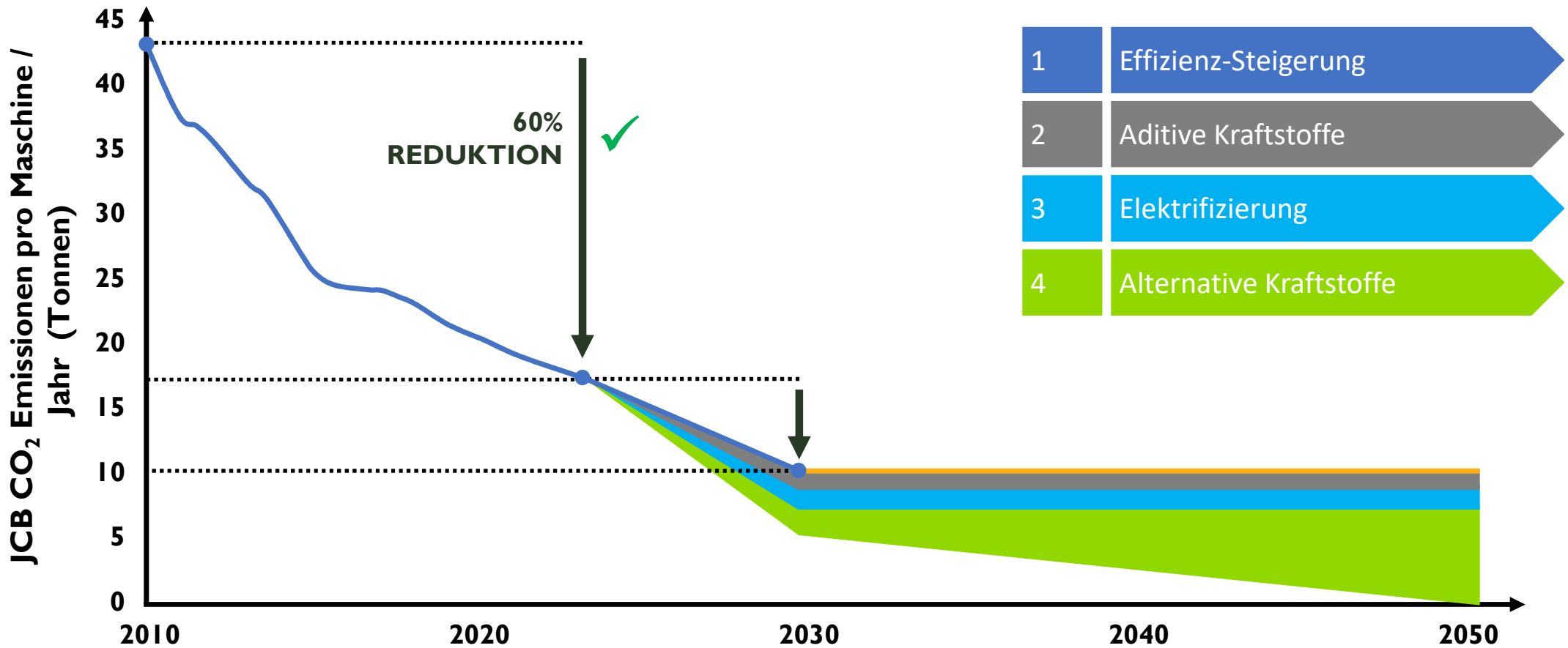


- Kunden verankern eigene Klimaziele in der Lieferkette (Beispiel: Wolff & Müller – nach eigener, TÜV-zertifizierter Angabe seit 2010 CO₂-neutral, erreicht über 100 % Ökostrom plus Kompensation) und geben diesen Anspruch an Maschinenpartner weiter
- Total Cost of Ownership statt nur Anschaffungspreis: Energiekosten, Wartung, Restwert rücken stärker in den Fokus der Einkaufsentscheidung
- **Planbar steigende CO₂-Kosten auf fossile Kraftstoffe verschieben die Kostenbasis strukturell zugunsten alternativer Antriebe**
- Neue, technologisch ambitionierte Marktteilnehmer erhöhen den Innovationsdruck auf etablierte Hersteller

Die Frage ist nicht mehr OB, sondern WIE der Wandel gelingt.



JCB NETTO-NULL-FAHRPLAN



- Bevor überhaupt ein neuer Antrieb nötig ist: Effizienzsteigerung ist der am schnellsten wirksame Hebel
- **Beispiel JCB: der überwiegende Teil der bisherigen CO₂-Reduktion pro Maschine seit 2010 wurde durch Effizienzsteigerung erreicht – vor jedem Technologiewechsel**
- Stellschrauben: besserer Wirkungsgrad von Motor und Hydraulik, Leichtbau, intelligente Lastregelung, automatische Leerlaufabschaltung, Telematik zur Einsatzoptimierung
- Vorteil: sofort wirksam, ohne neue Infrastruktur, oft mit überschaubarem Aufwand in der Bestandsflotte nachrüstbar

Effizienz ersetzt den Technologiewandel nicht – aber sie ist die schnellste Sofortmaßnahme.



Technologie	Typischer Einsatzbereich
Batterie-elektrisch	Kompaktklasse, Verdichtungstechnik, Innenstadt
Wasserstoff-Verbrennungsmotor	Mittlere bis große Maschinen
Wasserstoff-Brennstoffzelle / -Hybrid	Mittelgroße/große Maschinen
Ammoniak (Dual-Fuel)	Große Off-Highway-/Bergbaumaschinen
HVO / Biodiesel & E-Fuels	Bestandsflotte, synthetische Brücke
Grüner Wasserstoff als Brennerkraftstoff	Asphaltmischanlagen

Vier Hebel, ein System: Viele Hersteller gliedern ihre Roadmap in Effizienz, synthetische Kraftstoffe, Elektrifizierung und alternative Kraftstoffe (Wasserstoff/Ammoniak) – genau diese Logik strukturiert auch die folgenden Folien.

Förderung: KfW-Programm Nr. 295 – bis zu 40 % bzw. maximal 200.000 € bei Kauf (!) von elektrische Baumaschinen. Gilt nicht bei Finanzierung etc.



	Anschaffung	Laufende Kosten	Förderung
Batterie-elektrisch	+35–100 % ggü. Diesel	meist niedriger (Energie & Wartung)	KfW 295: bis 40 %/200.000 €
Wasserstoff	Konzept-/Kleinserie, noch kein Serienpreis	Betankung aktuell noch teuer	Bund: 220 Mio. € für H2-Tankstellen/-Nutzfahrzeuge (Schwerlastverkehr)
Ammoniak	Konzeptphase, keine Serienpreise	abhängig von Ammoniak-Marktpreis	bislang keine dedizierte Förderung
HVO / E-Fuels	kein Maschinen-Aufpreis	laufender Kraftstoff-Mehrpreis	ISCC-Zertifizierung statt Förderung

Die Wirtschaftlichkeit hängt stark vom Einsatzprofil ab – eine pauschale Antwort gibt es nicht.



2025–2030

Effizienz und HVO/E-Fuels dominieren die kurzfristige Reduktion; Elektro setzt sich in Kompaktklasse und Verdichtungstechnik durch

2030–2040

Wasserstoff-Verbrennungsmotor erreicht Serienreife für mittlere/große Maschinen; erste kommerzielle Ammoniak-Anwendungen im Großmaschinen-/Bergbausegment

Ab Stage VI
(2028/2030)

CO₂-Grenzwerte für mobile Maschinen beschleunigen die Umstellung im gesamten Neumaschinenmarkt

Bis 2050

Netto-Null im Maschinenpark – ein Technologiemix statt einer einzelnen Lösung

Wer heute investiert, sollte diesen Zeithorizont bei Investitionen berücksichtigen.



**① SYNTHETISCHE
KRAFTSTOFFE****HVO (Hydriertes Pflanzenöl)**

- Drop-in-Kraftstoff ohne Motorumbau
- Bis zu 90 % weniger Treibhausgase
- Bereits Standard bei mehreren Herstellern
- ISCC-Zertifizierung sichert nachhaltige Rohstoffherkunft
- Praxis: VINCI/EUROVIA –40 % CO₂ bis 2030

E-Fuels

- Synthetisch aus Elektrolyse, CO₂-Abscheidung, Synthese, Raffination
- Ohne Motorumbau in bestehenden Maschinen nutzbar
- Noch teuer, kaum an Tankstellen verfügbar
- Markthochlauf beginnt erst

Gemeinsame Kernbotschaft: pragmatische Brückentechnologien für die Bestandsflotte.



② ELEKTRISCHE ANTRIEBE

- Zwei Arten: stationär (Kabelanschluss, seit Jahrzehnten erprobt – Brecher, Krane) vs. mobil (Batterie – Bagger, Walzen, Fertiger)
- Vorteile: klimaneutral, keine Lärmemissionen, wartungsarm, ideal für Tunnel/Innenräume
- Nachteile: Aufpreis 35–100 % ggü. Diesel, zusätzliche Ladeinfrastruktur nötig, Arbeitszeit durch Akkukapazität begrenzt
- Besonderheit Asphaltbau: heißes Mischgut stellt hohe Anforderungen an das Temperaturmanagement der Akkus



JCB E-TECH & PowerPacks

>35.000 elektrifizierte Maschinen verkauft, 22 Modelle

BOMAG e-PERFORMANCE

Elektrische Walzen, Rüttelplatten, Stampfer

Dynapac Z.ERA

SD25 80C e – erster vollelektrischer Fertiger

Wirtgen Gruppe

Komplettes emissionsfreies Baustellensystem, Praxis Rangendingen

Ammann eARX 26-2

Erste komplett hydraulikfreie, vollelektrische Walze

Chinesische Hersteller (LiuGong, SANY, XCMG)

LFP-Akkus bis 423 kWh, aggressive Expansion nach Europa

Elektro ist in der Kompaktklasse und Verdichtungstechnik längst Realität – Differenzierung entsteht über Ladeinfrastruktur, Servicenetz und Gesamtkostenrechnung.



Batterie-elektrisch

Baustellenstrom oder mobile PowerPacks; Netzanschlussleistung wird bei Großmaschinen zum limitierenden Faktor

Wasserstoff

Tankstellennetz bislang dünn; mobile Tankwagen als Übergangslösung. Bund fördert mit 220 Mio. € ein H2-Tankstellennetz für den Schwerlastverkehr – Baubranche profitiert langfristig mit

Ammoniak

Nutzt teils bestehende Industrieinfrastruktur (Düngemittelherstellung/-logistik), aber noch keine baustellentaugliche Betankung

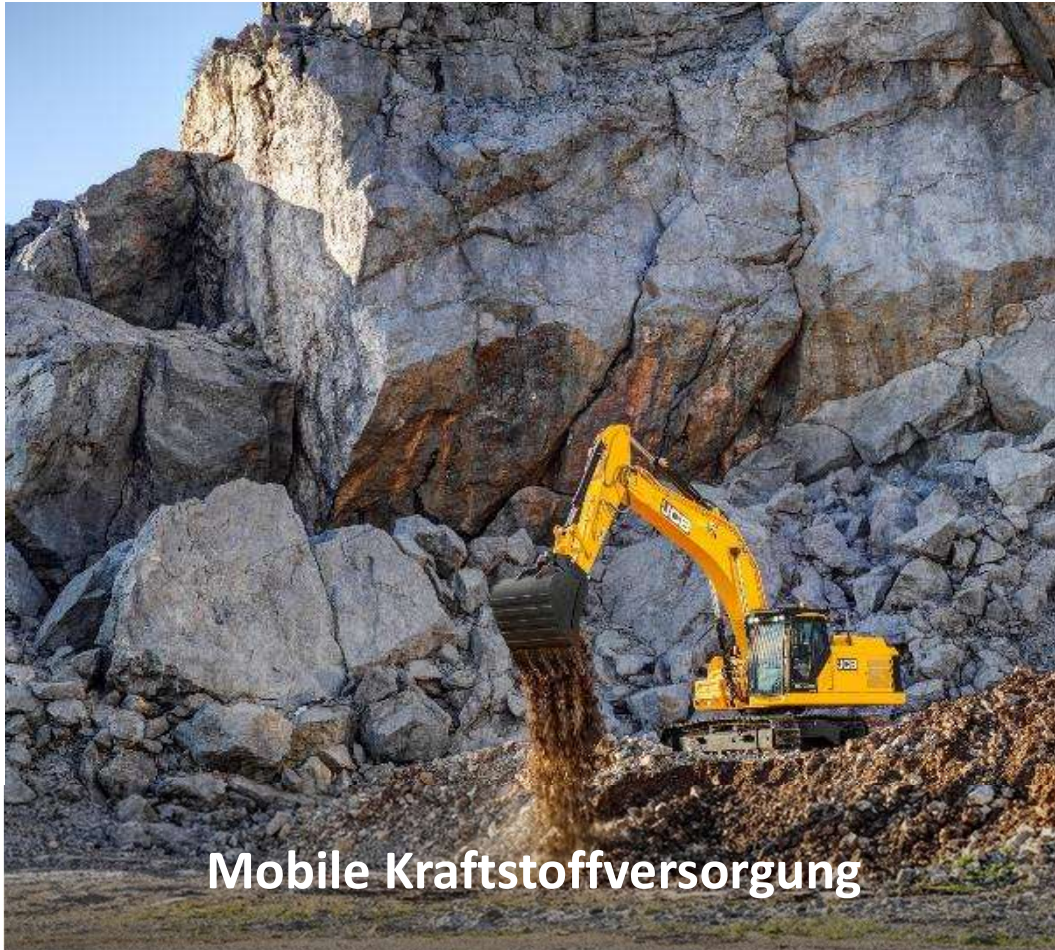
HVO / E-Fuels

Nutzen die bestehende Diesel-Logistik nahezu unverändert – der pragmatische Infrastruktur-Vorteil

Je „neuer“ die Technologie, desto größer die Infrastrukturlücke – das bestimmt die Reihenfolge der Einführung.



Große mobile Maschinen benötigen...



Mobile Kraftstoffversorgung

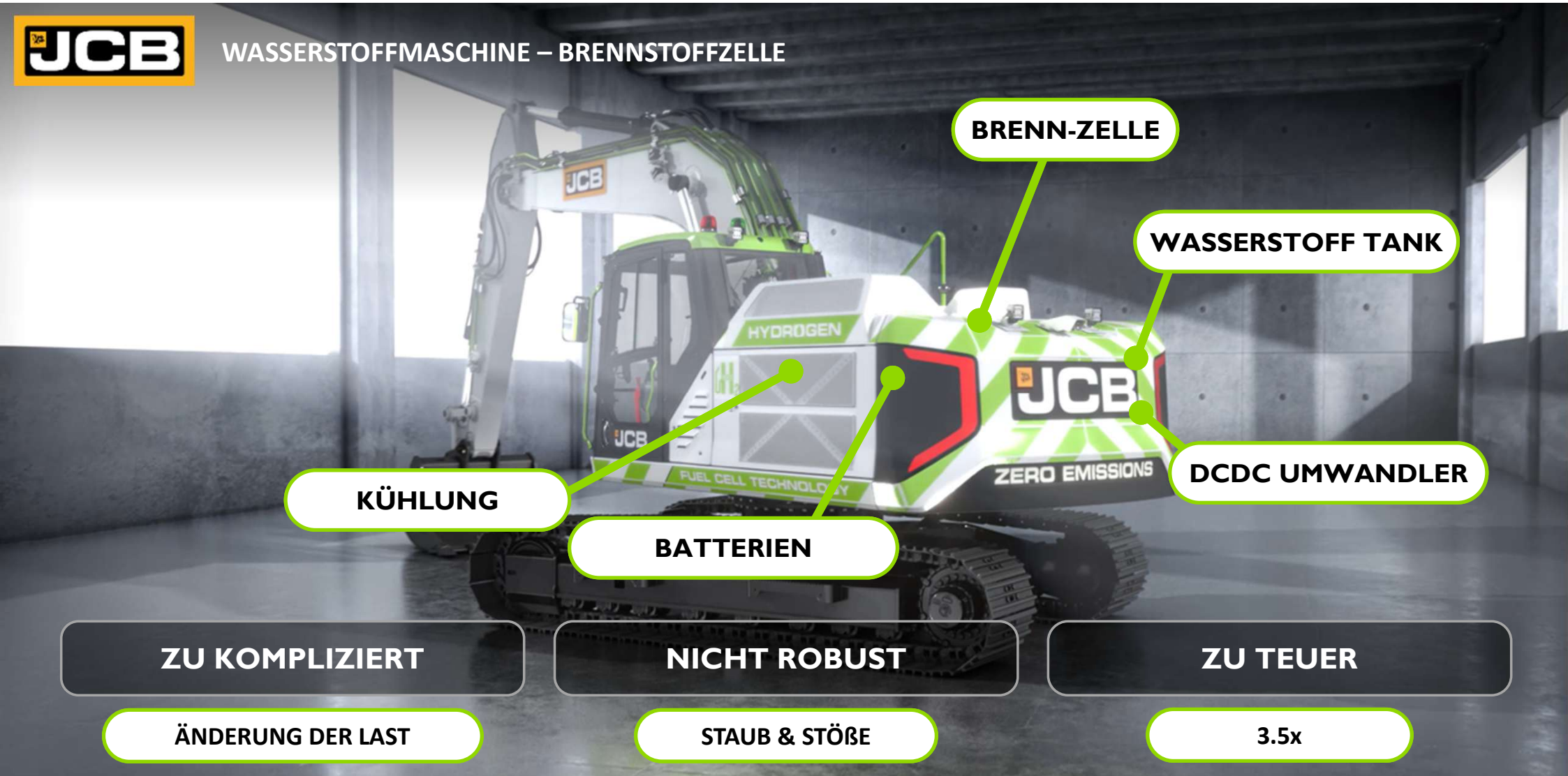


Geringe Ladezeiten





WASSERSTOFFMASCHINE – BRENNSTOFFZELLE



OFF-ROAD TO ZERO





Wasserstoff Motoren Technologie



Umwandlungs Brennzelle: H₂ in, Wasserdampf out



Match Existing Technology: Power, Torque, Efficiency



Identische Bediener Erfahrung bei Leistung & Servicing





WASSERSTOFFMOTOR

GLEICHE LEISTUNG

GLEICHES DREHMOMENT

HOHE EFFIZIENZ

KEINE KOHLENWASSERSTOFFE

KEINE KOMPROMISSE



OFF-ROAD TO ZERO

JCB

Eigener Wasserstoffmotor, Demonstrator 3CX, >130 Testmotoren/>50.000 Teststunden, EU-Typgenehmigung 2025, Weltrekord "Hydromax" (653,9 km/h)

Liebherr H966

6-Zylinder-Wasserstoffmotor, seit 2020 in Erprobung

Caterpillar

Wasserstoff-Hybrid-Plattform auf Basis des C13D-Motors, Serie ab 2026

Benninghoven (Wirtgen Gruppe)

Erster Asphaltmischanlagen-Brenner weltweit mit 100 % grünem Wasserstoff

Chinesische Hersteller

SANY (eigene H2-Tankstelle), XCMG (wasserstoffbetriebener Muldenkipper)

Vom Baugerät bis zur Asphaltmischanlage: Wasserstoff deckt inzwischen die gesamte Prozesskette ab.



④ AMMONIAK

- Verbindung aus Stickstoff und Wasserstoff – kann CO₂-frei hergestellt werden
- Vorteil: einfacher lagerbar/transportierbar als reiner Wasserstoff, nutzt bereits bestehende Industrie-Infrastruktur (u. a. Düngemittelherstellung)
- Liebherr-Konzept: Dual-Fuel-Verbrennungsmotor, Ammoniak als Hauptenergiequelle, Zündung mit grünem Wasserstoff
- Herausforderung: noch keine Serienreife – bislang nur ein Prototyp

Ausblick: besonders für Off-Highway- und Bergbaumaschinen, auch in Gebieten ohne zuverlässige Stromversorgung.



PRAXIS KOMPAKT: BEWÄHRTE BEISPIELE AUF EINEN BLICK

Wolff & Müller

CO₂-neutral seit 2010 (nach eigener Angabe, via Ökostrom + Kompensation), Hybrid-Walzen im Flotteneinsatz

Leonhard Weiss (Rangendingen)

Batterieelektrischer Fertiger + Walze im Praxistest, bis zu 2 Einbautage pro Ladung

VINCI / EUROVIA

–40 % CO₂ bis 2030 (ggü. 2019), u. a. über HVO-fähige Motoren

Benninghoven

Erster Asphaltmischanlagen-Brenner weltweit mit 100 % grünem Wasserstoff

Der Wandel ist keine Zukunftsvision – er läuft in echten Projekten bereits heute.



Kriterium	Batterie	H2-Verbrenner	Ammoniak	HVO / E-Fuels
Energiedichte	niedrig	mittel-hoch	hoch	hoch (wie Diesel)
Ladezeit/Betankung	lang (Laden)	kurz (~7 Min.)	kurz	kurz (wie Diesel)
Infrastrukturbedarf	mittel	hoch	sehr hoch (neu)	sehr gering
Reifegrad	hoch	mittel	niedrig (Konzept)	sehr hoch
Einsatz im Asphaltbau	Walze, Platte, kl. Fertiger	große Maschinen, Generatoren	Großmaschinen (Nische)	gesamte Bestandsflotte



①

Synthetische Kraftstoffe

Brücke für die Bestandsflotte

②

Elektrifizierung

Kompaktklasse & Verdichtung

③

Wasserstoff

Mittlere/große Maschinen

④

Ammoniak

Nische für Großmaschinen

Kein Königsweg – die vier Technologiepfade ergänzen sich, statt sich zu ersetzen.

- Kurzfristig: Effizienz, HVO und KfW-Förderung (Nr. 295, bis 40 %/200.000 €) prüfen
- Mittelfristig: Elektro in der Verdichtung, Wasserstoff-Optionen für größere Maschinen im Blick behalten

„Welche dieser Technologien passt am besten zu Ihrem Maschinenpark?“

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Matthias Ressel
JCB Key-Account Deutschland GmbH
0171-3394153
Matthias.ressel@jcb.com

