

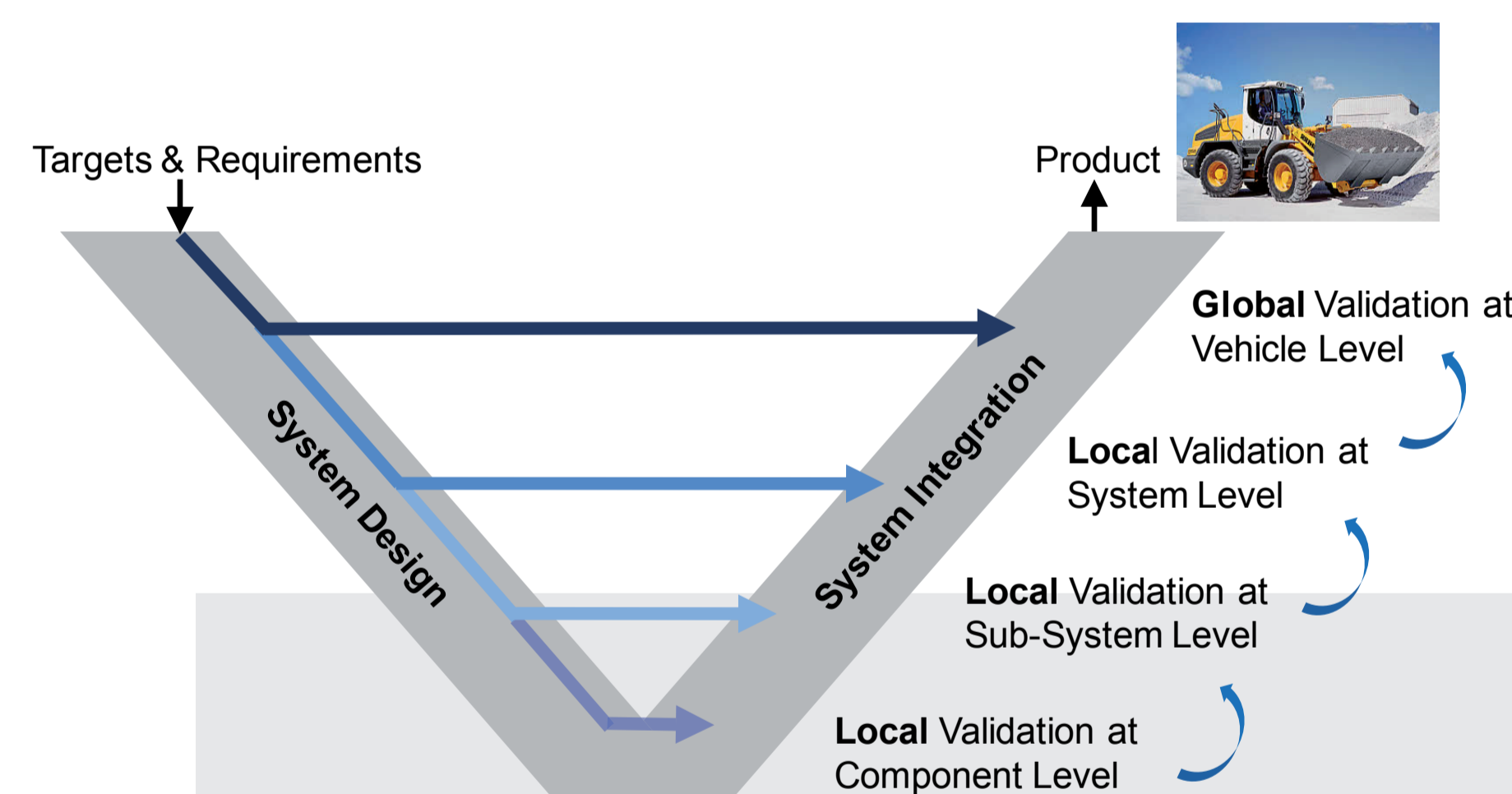
# Modellbasierte Validierung von mobilen Arbeitsmaschinen

Die Entwicklung von automatisierten und energieeffizienten mobilen Maschinen stellt neue Anforderungen an die Erprobungsmethoden sowie die dabei verwendeten Werkzeuge. Der Beitrag beschreibt die Anwendung der modellbasierten Validierung mittels einer durchgängig eingesetzten Integrations- und Testplattform im gesamten Entwicklungsprozess. Ziel der Methode sind präzise Aussagen über die Erfüllung der Ziele bzw. Spezifikationen auf Fahrzeugebene bereits in frühen Phasen des

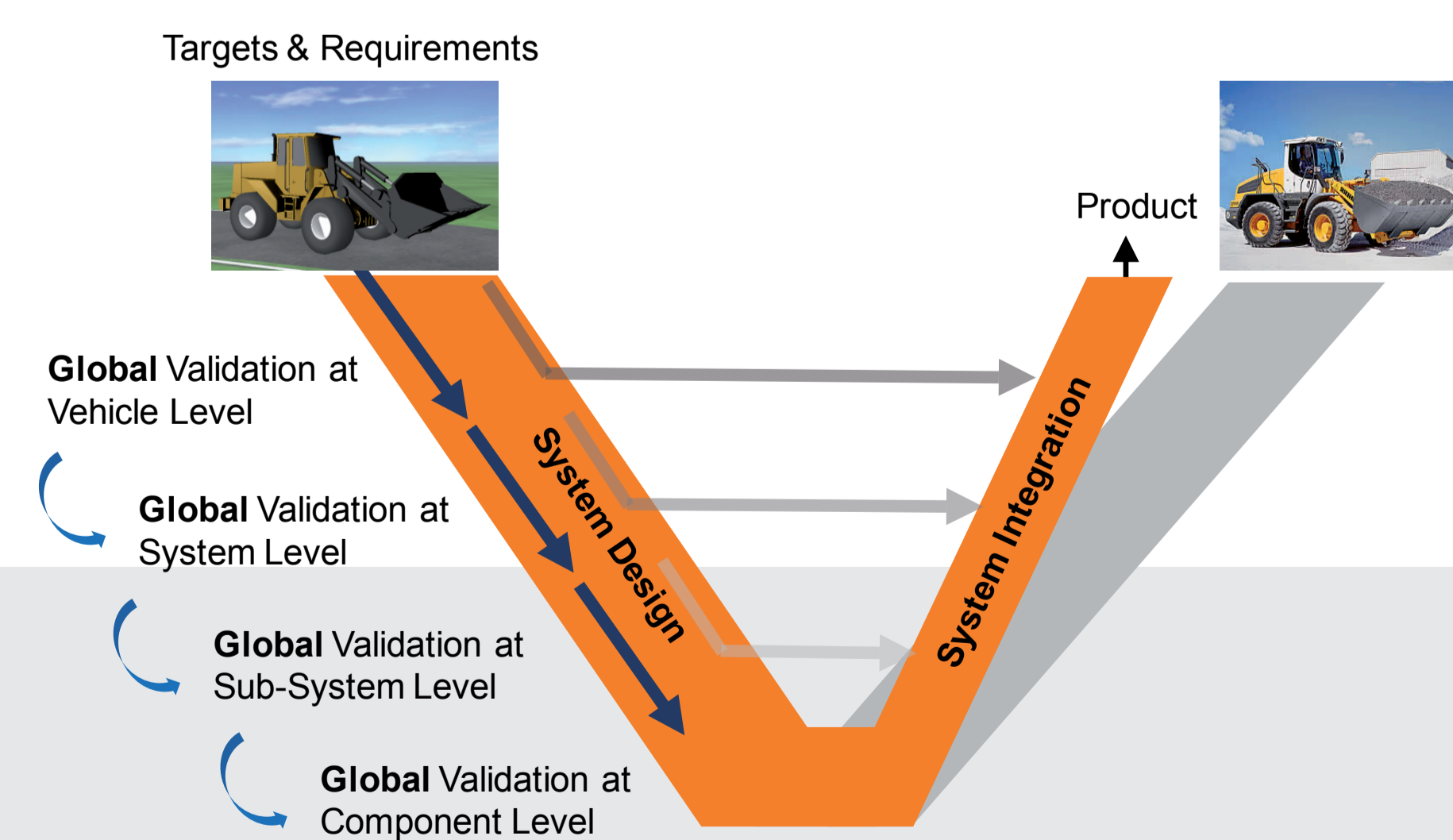
Entwicklungsprozesses. Die Validierung dieser globalen Entwicklungsziele erfolgt durch virtuelle manöverbasierte Testfahrten, die in derselben Weise wie im realen Feldversuch durchgeführt werden. Dabei kommen je nach Verfügbarkeit detaillierte Simulationsmodelle aus unterschiedlichen Modellierungsumgebungen sowie reale Fahrzeugkomponenten und -systeme auf Leistungsprüfständen zum Einsatz. Der Einsatz der Methode wird am Beispiel eines Radladers veranschaulicht.

## Methode

- Rasche und effiziente Validierung der globalen Fahrzeugeigenschaften nach Entwurfsänderungen bereits ohne Verfügbarkeit eines realen Versuchsfahrzeugs.
- Integrale Bewertung von Funktionen und Wechselwirkungen zwischen Fahrzeug, Fahrer, Sensoren, Straße bzw. Gelände, Verkehr und Umgebung.
- Einheitliche Beschreibung der globalen Fahrzeugeigenschaften durch Manöverkataloge mit zugehörigen Bewertungskriterien für die Fahr- bzw. Arbeitsleistung, Energieeffizienz, Fahrbarkeit bzw. Komfort und Sicherheitsfunktionen.

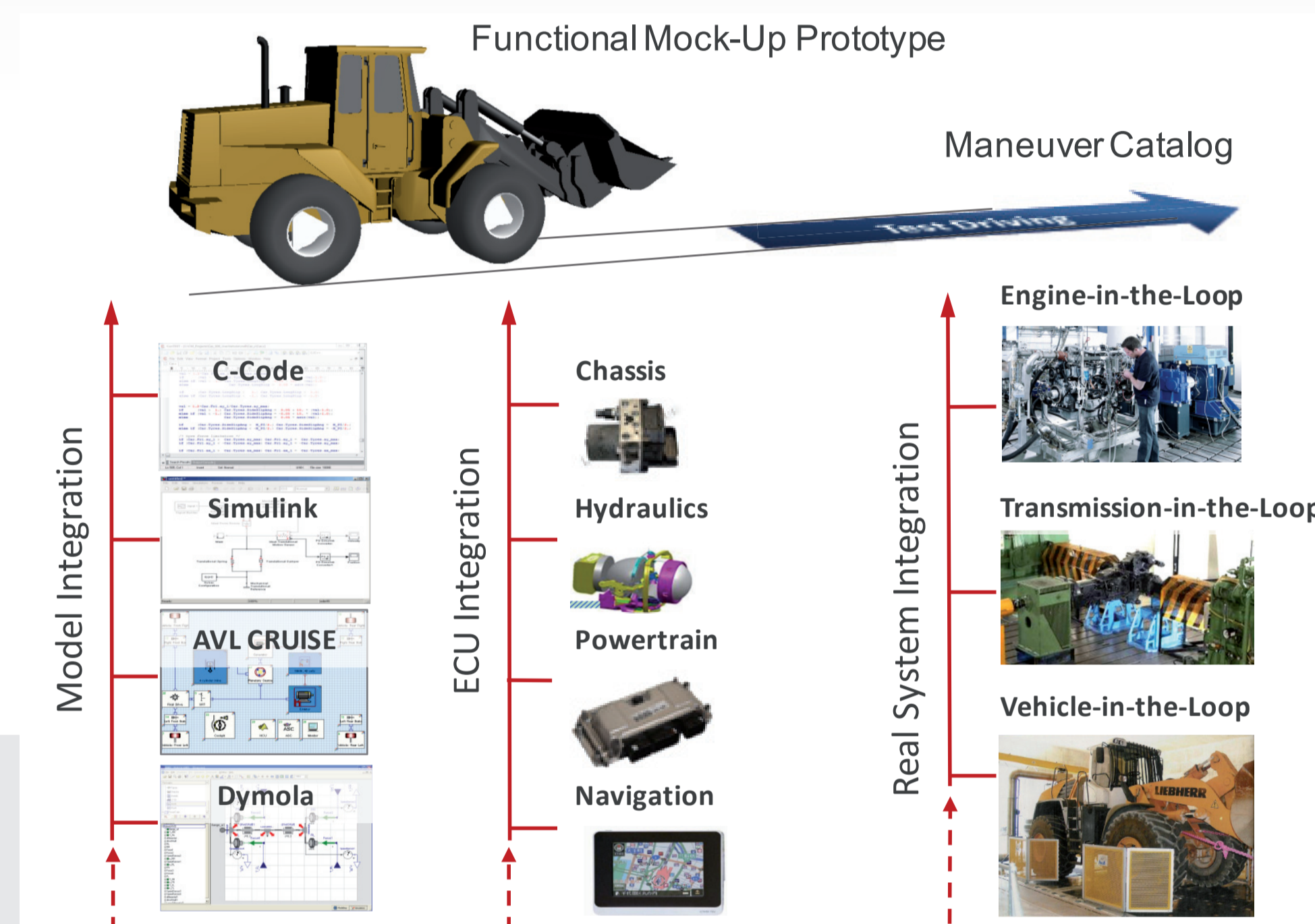


Herkömmliche Validierung im Entwicklungsprozess nach VDI 2206

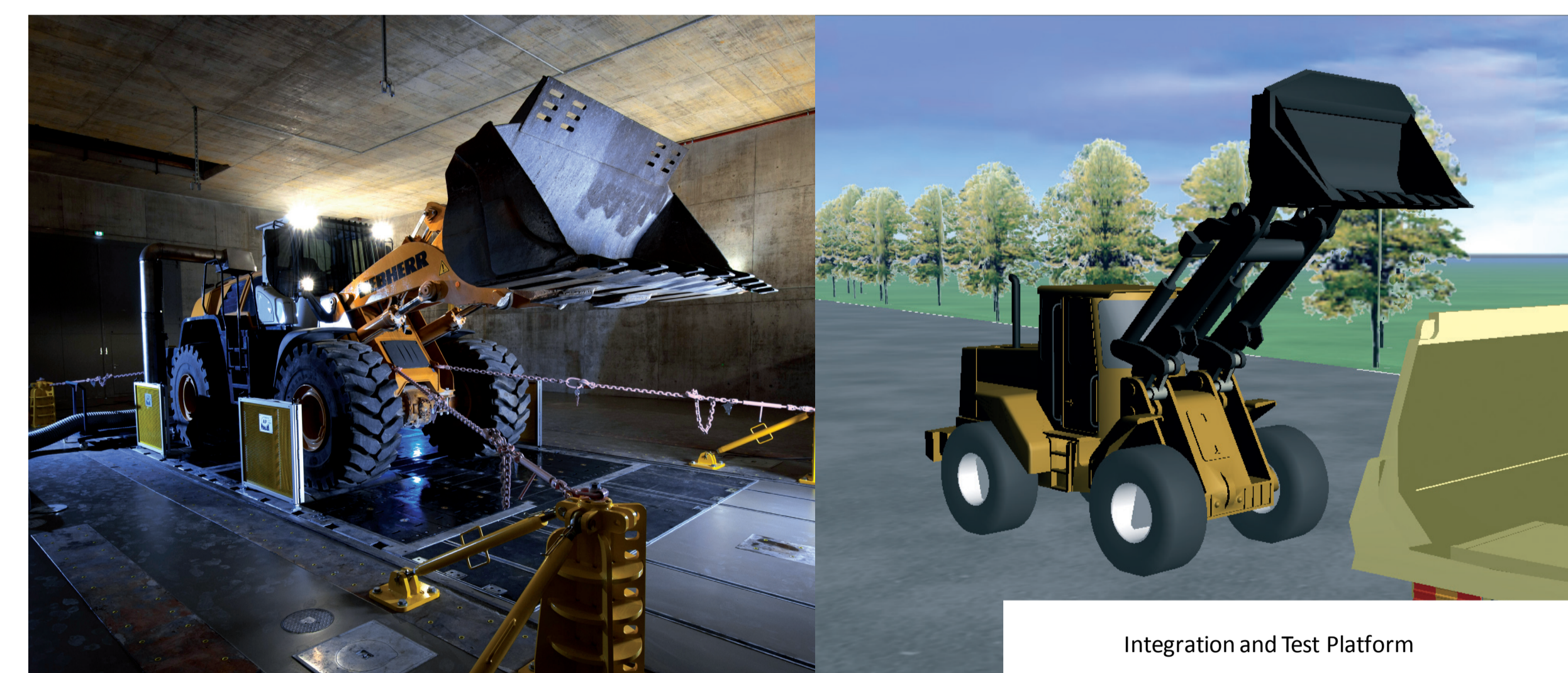


Erweiterung zur modellbasierten Validierung im Entwicklungsprozess

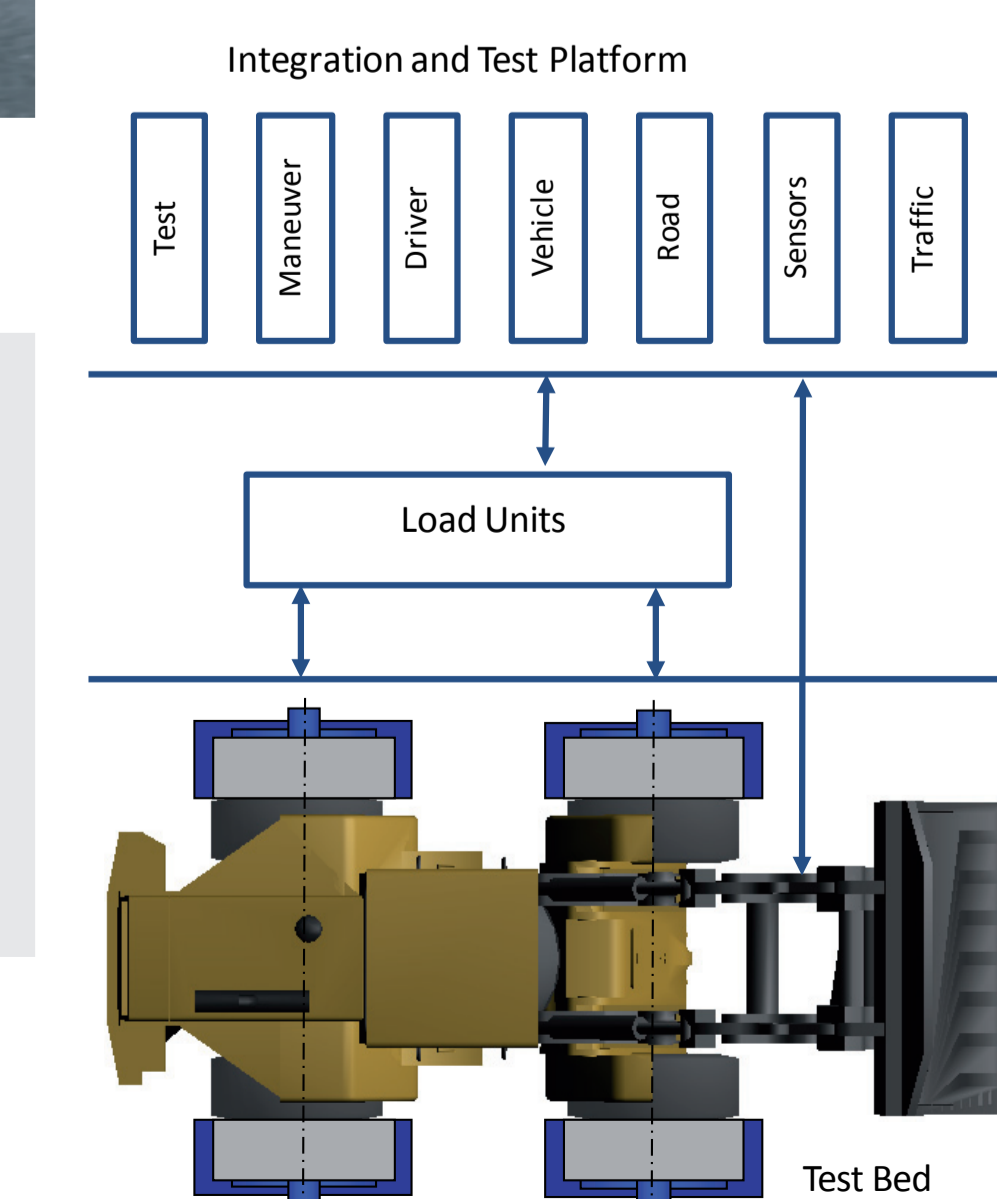
## Offene Integrations- und Testplattform



Schnittstellen der Integrations- und Testplattform TruckMaker



Fahrzeug- und Umweltsimulation am Rollenprüfstand



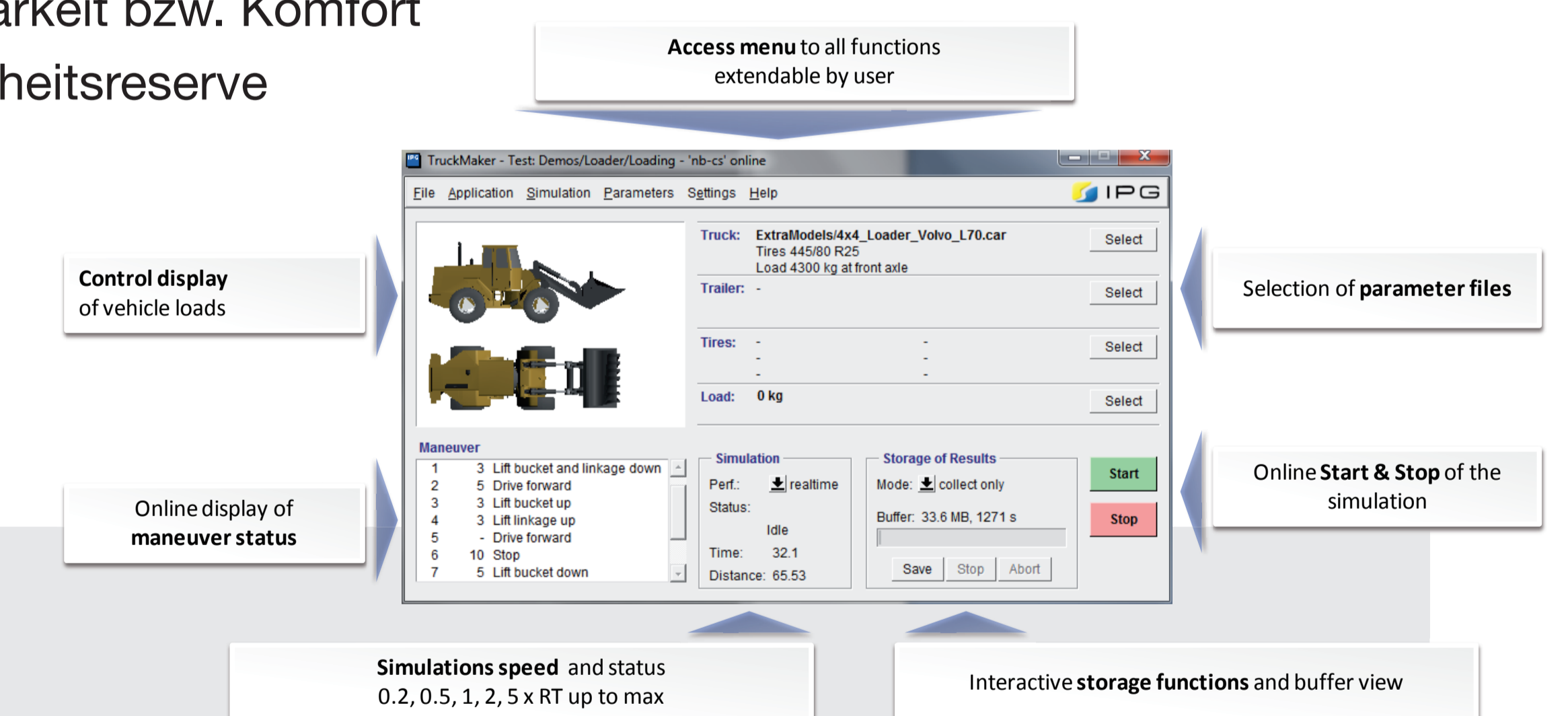
## Beispiel Radlader

Typische Beispiele für Testmanöver bei Radladern:

- Ladezyklus
- Schiebetrieb und Anhängerbetrieb
- Fahren von engen Kurven (Verspannungen im Antriebsstrang)
- Fahren auf Geländestrecke mit starker Längs- und Querneigung
- Fahren auf „matschigem“ Boden (Low-my und my-Split)
- Fahren mit hohem Schlupf und veränderlichem Reifendruck
- Fahren über Bodenebenenheiten
- Umkippen bei hochgehobener Schaufel und maximalem Lenkwinkel

Typische globale Kriterien zur Auswertung der einzelnen Fahrmanöver:

- Fahr- bzw. Arbeitsleistung
- Kraftstoffverbrauch und Emissionen
- Fahrbarkeit bzw. Komfort
- Sicherheitsreserve



Grafische Benutzeroberfläche der Testplattform

ModelManager am Beispiel Subsystem Verbrennungsmotor

