

# Die Entwicklungsanforderungen moderner Fahrzeuge beherrschen



## Autoren:

Jan Stehle, IPG Automotive GmbH  
Henning Kemper, IPG Automotive GmbH

## Inhalt

---

<b>1. Vorwort</b> .....	3
<b>2. Anforderungen an die virtuelle Fahrzeugentwicklung</b> .....	3
<b>3. Grundkonzept der App-Suite</b> .....	5
<b>4. Komponenten von VIRTO</b> .....	6
<b>5. Optimierung bestehender Entwicklungsprozesse</b> .....	10
<b>Anwendung 1:</b>	
Erhöhung der Aussagekraft der Simulation.....	10
<b>Anwendung 2:</b>	
Gemeinsame Nutzung und Austausch von Simulationsmodellen.....	11
<b>Anwendung 3:</b>	
Überwachung der Modellqualität.....	11
<b>Anwendung 4:</b>	
Reduzierung der Komplexität von Simulationen.....	12
<b>Anwendung 5:</b>	
Etablierung eines übergeordneten Workflows .....	12
<b>6. Zusammenfassung</b> .....	13

## 1. Vorwort

---

Die entwicklungsbedingte Komplexität moderner Fahrzeuge muss beherrscht werden. Sie nimmt vor allem aus einem Grund kontinuierlich zu: Die Fahrzeuge verfügen über einen immer höheren Software-Anteil. Während sie sich in der Vergangenheit vor allem durch ihre Hardware-Komponenten unterschieden haben, wird die Software zum zentralen Unterscheidungsmerkmal und zum bestimmenden Faktor für die Eigenschaften eines Fahrzeugs. Diese Entwicklung ist unter dem Begriff „Software-defined Vehicle“ bekannt.

Durch den steigenden Softwareanteil im Fahrzeug wird es zunehmend wichtiger, die Entwicklungszeiten deutlich zu verkürzen (time-to-market). Ursächlich dafür ist beispielsweise, dass Fahrzeugbesitzer\*innen vermehrt OTA-Softwareupdates über den gesamten Produktlebenszyklus erwarten, die auch nach mehreren Jahren Fehlerbehebungen, Verbesserungen und neue Fahrzeugfunktionalitäten ermöglichen. Daraus folgt, dass jedes Fahrzeug ein Unikat wird und sich fortlaufend verändert, was mit hohen Kosten und einem enormen Aufwand für die Absicherung und Freigabe verbunden ist.

Um diese Komplexität im Entwicklungsprozess beherrschen zu können, ist eine übergeordnete Simulationsebene erforderlich. Für die Einführung einer solchen Ebene sind folgende Fragestellungen von zentraler Bedeutung:

### **Welche Ziele müssen vorrangig erfüllt werden?**

- ▶ Abdeckung aller relevanten Testfälle
- ▶ Gleichzeitige deutliche Verkürzung der Entwicklungszeiten

### **Welche Merkmale einer solchen übergeordneten Simulationsebene sind entscheidend?**

- ▶ Einfacher Zugriff auf sämtliche Daten
- ▶ Möglichkeit zur Verwaltung und zur Revision der anfallenden Datenmengen

Zur vertiefenden Betrachtung dieser Themen wird in diesem Whitepaper am Beispiel der Entwicklungs- und Testumgebung VIRTO eine Methode vorgestellt, mit der den zahlreichen Herausforderungen der modernen Fahrzeugentwicklung begegnet werden kann – unabhängig von Art und Größe des Unternehmens.

## 2. Anforderungen an die virtuelle Fahrzeugentwicklung

---

Aus Gründen der Skalierbarkeit und Kosteneffizienz wird derzeit in der Entwicklung angestrebt, möglichst viele Bereiche des Testens zu virtualisieren. In diesem Zusammenhang werden häufig einzelne Softwaremodule isoliert in der Simulation getestet – ihre Integration findet in vielen Fällen erst zu einem späteren Zeitpunkt im realen Fahrzeug statt.

Dabei nehmen virtuelle Prototypen, die sich während des Entwicklungs- und Nutzungszyklus weiterentwickeln, eine Schlüsselrolle ein: Sie können validierte Abbilder realer Fahrzeuge darstellen und verfügen über Modelle der relevanten (Sub-)Systeme ihres realen Vorbilds, siehe Abb. 01. Damit bilden sie die Grundlage für eine agile Entwicklung beziehungsweise Validierung zwischen definierten Quality Gates sowie für die Verwaltung und Freigabe von OTA-Updates während des gesamten Lebenszyklus.



**Abb. 01:** Der virtuelle Prototyp und seine Komponenten

Da auch die Komplexität der Simulation und des Fahrzeugs selbst zunimmt, haben sich immer mehr Mitarbeitende auf bestimmte Simulationsfelder spezialisiert, während in der Vergangenheit einzelne Personen die gesamte Simulation verantworteten. Da alle Beteiligten über einen gemeinsamen Arbeitsstand verfügen müssen, ist es unerlässlich, dass sämtliche benötigten Modelle und Daten jederzeit abteilungs- und unternehmensübergreifend zur Verfügung stehen. Eine weitere Voraussetzung für den korrekten Aufbau virtueller Prototypen ist die Verfügbarkeit von Komponentendaten zur Parametrierung der Simulationsmodelle. Darüber hinaus werden Daten zur Funktionssoftware im Fahrzeug einschließlich Kalibrierdaten, Daten zur Beschreibung von Szenarien sowie Messdaten von Sensoren und zum Fahrzustand benötigt.

Auch eine Möglichkeit, die Simulationsergebnisdaten sowie eventuelle Testdaten zu speichern, zu vergleichen und daraus Analysen zur Verbesserung der Software abzuleiten, ist essenziell. Darüber hinaus muss eine Rückverfolgbarkeit aller Daten gewährleistet sein. Nicht zuletzt sollen auch Entwickler\*innen ohne Simulationserfahrung, beispielsweise aus dem Bereich Softwareentwicklung, die Simulation nutzen können – bestenfalls unbemerkt, etwa wenn die Simulation automatisch im Hintergrund startet.

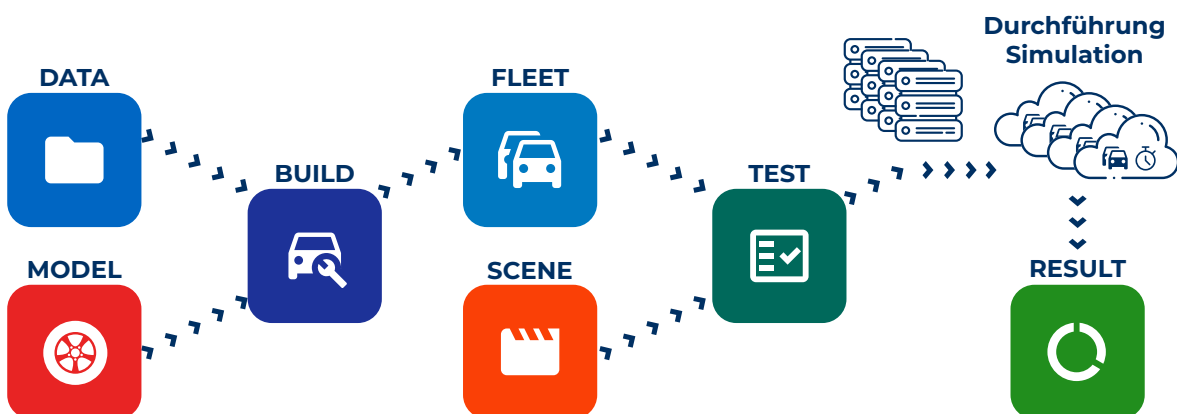
Basierend auf einer detaillierten Analyse aktueller Entwicklungsprozesse und mit Fokus auf die genannten Anforderungen wurde seitens IPG Automotive viel Fachkompetenz in die Konzeption einer geeigneten Entwicklungsplattform investiert. Das vorrangige Ziel bestand darin, Lücken im Entwicklungsprozess schließen zu können und so einen durchgängigen Testprozess zu ermöglichen. Grundlegend wichtig war dabei, dass sowohl alle denkbaren Problemfelder berücksichtigt werden als auch eine flexible Anpassung an bestehende Entwicklungsprozesse realisierbar ist. Die jahrzehntelange Branchenexpertise und der kontinuierliche Austausch mit Branchenexpert\*innen über den Einsatz einer entsprechenden Plattform im Arbeitsalltag führten zur Definition der im Folgenden beschriebenen Grundvoraussetzungen.

Im Wesentlichen muss eine geeignete Entwicklungs- und Testumgebung drei grundlegende Bereiche des Fahrversuchs abdecken. Der erste Bereich ist der Bereich des Simulationsaufbaus, auch Build-Prozess genannt. Darunter ist die Erstellung von virtuellen Fahrzeugflotten zu verstehen, um diese im Fahrversuch testen zu können. Die Herausforderung besteht darin, dass die Fahrzeugdaten und -parameter, die Simulationsmodelle sowie die Software sicher, zuverlässig und zu vordefinierten Zeitpunkten integriert werden müssen.

Aufbauend auf diesem Konzept wurde die Entwicklungs- und Testumgebung VIRTO entworfen, die eine geeignete Lösung für alle genannten Herausforderungen darstellt. Durch das Baukastenprinzip ist es möglich, gezielt individuelle Lücken im Entwicklungsprozess zu schließen. VIRTO bildet eine optimale Basis für den Build-Prozess, indem Fahrzeuge bereits von Beginn an auf grundlegende Funktionen hin überprüft und bewertet werden. Darauf folgt im zweiten Bereich die eigentliche Simulation mit ausgewählten Szenarien sowie ausgewählten Komponenten. Dabei besteht die Möglichkeit, Tests lokal auf dedizierten Rechenclustern wie beispielsweise HPC oder auch in der Cloud zu definierten Zeitpunkten durchzuführen. Als dritter Bereich, der gleichzeitig die zentrale Funktion von VIRTO darstellt, wird die Automatisierung der Prozesskette betrachtet.

### 3. Grundkonzept der App-Suite

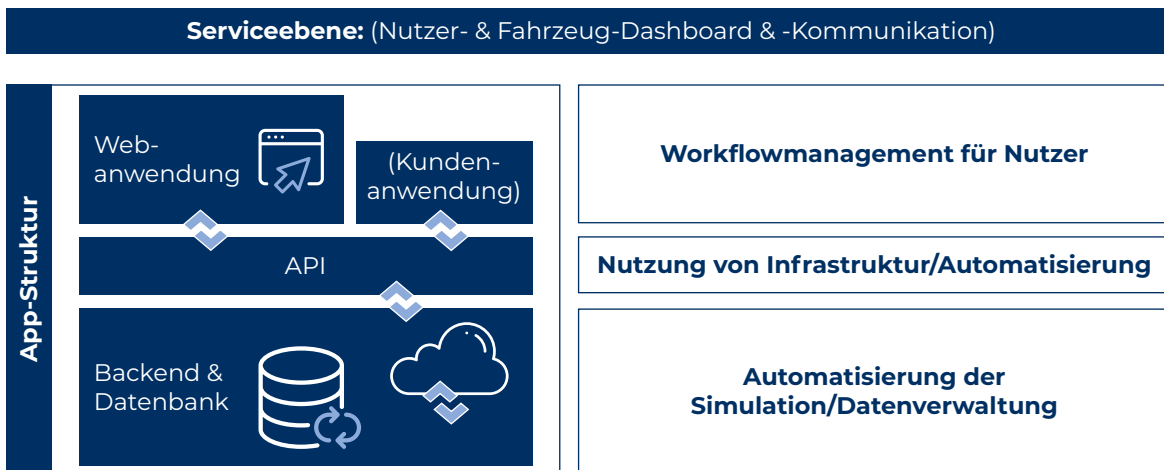
VIRTO bietet einen neuartigen und intuitiven Zugang zur virtuellen Fahrzeugentwicklung, von dem Unternehmen jeder Größe und Art profitieren können. Als modulare App-Suite stellt VIRTO eine Sammlung einzelner Tools dar, die je nach Bedarf unabhängig voneinander oder als Gesamtwerkzeugkasten eingesetzt werden können, siehe Abb. 02. Durch eine konsistente Entwicklungsumgebung ermöglicht dies ein reibungsloses Daten- und Workflowmanagement für eine vollständig nachverfolgbare Simulation.



**Abb. 02:** Anwendungsübersicht der Entwicklungs- und Testumgebung VIRTO

Die in sieben Anwendungen untergliederte Software-Infrastruktur reduziert die Komplexität, die mit der Nutzung der Simulation einhergehen kann. Gleichzeitig wird die Verwaltung von Parameterdaten, Fahrzeugsoftware, Testergebnissen und Fahrzeugmodellen vereinfacht. Bei den Anwendungen handelt es sich um Webanwendungen, die mit einer zentralen Instanz wie beispielsweise der Cloud verbunden sind. Sie sind modular aufgebaut und orientieren sich an den Workflows des Entwicklungsprozesses, um eine durchgängige Lösung von den Ausgangsdaten bis hin zur Darstellung der Testergebnisse zu gewährleisten.

In der gemeinsamen Entwicklungsumgebung können Anwender\*innen aus verschiedenen Fachbereichen nahtlos zusammenarbeiten. Die Erstellung von validen virtuellen Prototypen wird dabei ebenso abgedeckt wie die Verwaltung von komplexen Simulationsszenarien. Die Umgebung ist so gestaltet, dass sie sich nahtlos an bestehende Prozesse anpassen lässt. Das resultierende Toolkit bietet den Anwender\*innen die Möglichkeit, ihre individuelle Entwicklungsarbeit zu optimieren. Da die Tool-Umgebung auch komponentenweise eingesetzt werden kann, lässt sie sich je nach Bedarf in bestehende Toollandschaften integrieren.



**Abb. 03:** Architekturüberblick: Frontend – REST API – Datenbank/Backend

Jede Anwendung von VIRTO verfügt über einen modularen Aufbau, siehe Abb. 03. Die Basis bildet eine Ebene bestehend aus Backend-Logik und angebondenen strukturfreien Datenbanken. Der Zugriff auf diese Ebene wird durch eine definierte und erweiterbare REST (Representational State Transfer)-API als Schnittstelle gewährleistet. Diese ermöglicht ein hohes Maß an Automatisierung von Anwendungen und Datenzugriffen, während eine Mikro-Service-Architektur und eine Container-Orchestrierung einen möglichst effizienten Einsatz sicherstellen. Darüber findet sich eine webbasierte Benutzeroberfläche, die geschützte Endpunkte in Kombination mit einem dokumentierten Zugang sowie vielfältige Dashboard-Konfigurationsmöglichkeiten bereitstellt und so einen sicheren Nutzerzugang gewährleistet. Auf diese Weise lassen sich beliebige benutzerdefinierte Arbeitsabläufe individuell abbilden.

#### 4. Komponenten von VIRTO

**Your Virtual Vehicle Development Tool Suite**

- VIRTO.BUILD**: Build using available components
- VIRTO.FLEET**: Search from an existing fleet
- VIRTO.MODEL**: Upload, sort and check simulation models
- VIRTO.SCENE**: Search all your virtual roads and scenarios
- VIRTO.TEST**: Schedule automated tests
- VIRTO.RESULT**: Manage all real and virtual vehicle test results
- VIRTO.DATA**: Upload, sort and manage functional data
- VIRTO.VEHICLE**: Define and manage vehicle variants
- VIRTO.ID**: Manage user groups and access rights

**Abb. 04:** Die VIRTO-Startseite mit einer Übersicht der Anwendungen

VIRTO ändert herkömmliche Entwicklungsabläufe grundlegend. Der Workflow beginnt dabei stets auf der Startseite, siehe Abb. 04. Hier befinden sich – zentral und frei konfigurierbar – alle Anwendungen, die benötigt werden, um die Welt des virtuellen Fahrversuchs optimal nutzen zu können. Die Arbeit kann dabei wahlweise lokal oder in einer Cloud erfolgen.

Die erste Komponente VIRTO.FLEET bildet die Basis für einen virtuellen Fuhrpark, in dem die Simulationsmodelle für alle involvierten Personen leicht zugänglich sind und sämtliche Konfigurationen der virtuellen Fahrzeugderivate verwaltet werden, siehe Abb. 05. Die virtuelle Fahrzeugflotte ist jederzeit qualitätsgesichert, nachverfolgbar und versioniert abrufbar.

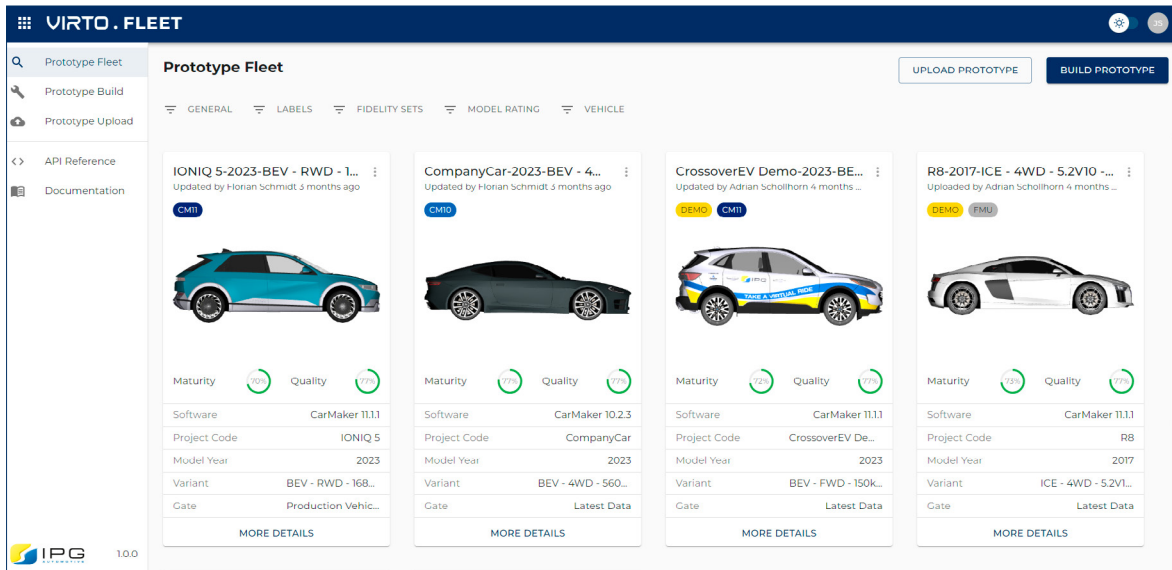


Abb. 05: Bedienoberfläche von VIRTO.FLEET

VIRTO.BUILD ermöglicht den vollautomatischen Aufbau dieser virtuellen Fahrzeuge in beliebiger Konfiguration, siehe Abb. 06. Durch die Möglichkeit, Fahrzeuge hinsichtlich Daten und Software nachverfolgbar zu erstellen, zu bewerten und zu validieren, wird der dafür übliche Aufwand maßgeblich reduziert.

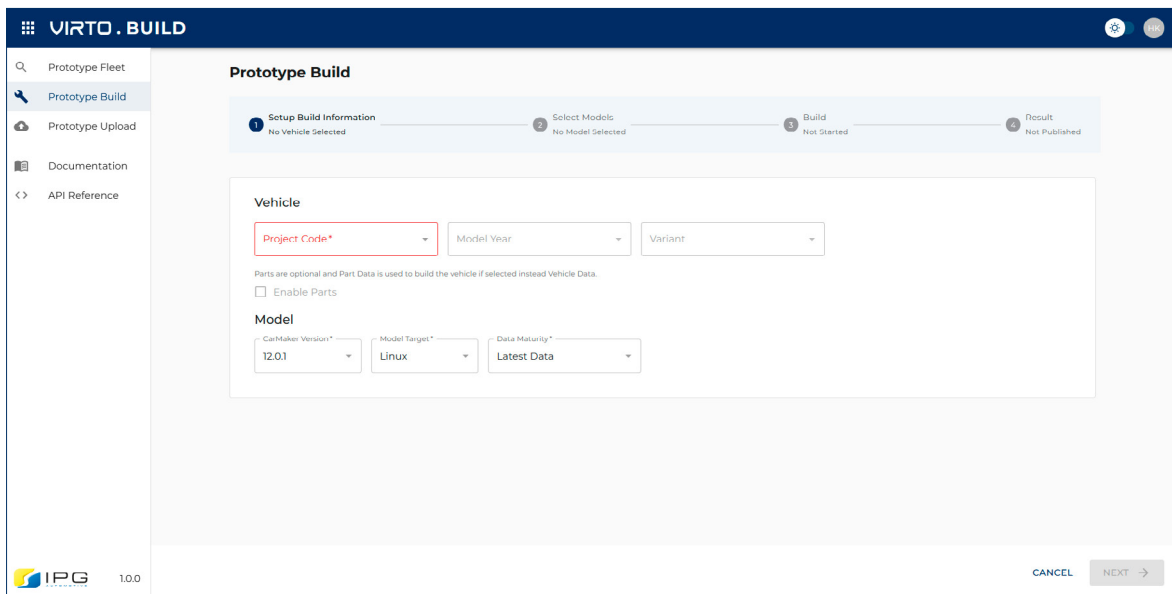


Abb. 06: Bedienoberfläche von VIRTO.BUILD

Die Anwendung VIRTO.DATA bildet die Grundlage für die Verwaltung und die Bereitstellung aller für den Aufbau eines virtuellen Fahrzeugs notwendigen Parameterdaten, siehe Abb. 07. Sie gewährleistet ein robustes Engineering und ermöglicht eine qualitätsgesicherte, reifegrad- und versionskontrollierte Verwaltung von Technologiedaten. Die Anwendung bildet eine zentrale Quelle für die Daten des Fahrzeugs und ermöglicht den Aufbau einer vollständig virtuellen Fahrzeugflotte.



Abb. 07: Bedienoberfläche von VIRTO.DATA

VIRTO.MODEL hingegen dient der zentralen, qualitäts- und reifegradgeprüften sowie versionskontrollierten Verwaltung von Steuergeräte-Software und Simulationsmodellen, siehe Abb. 08. Dies gewährleistet eine einfache und offene Integration der Fahrzeugsoftware sowie den Einsatz der richtigen Software zur richtigen Zeit.

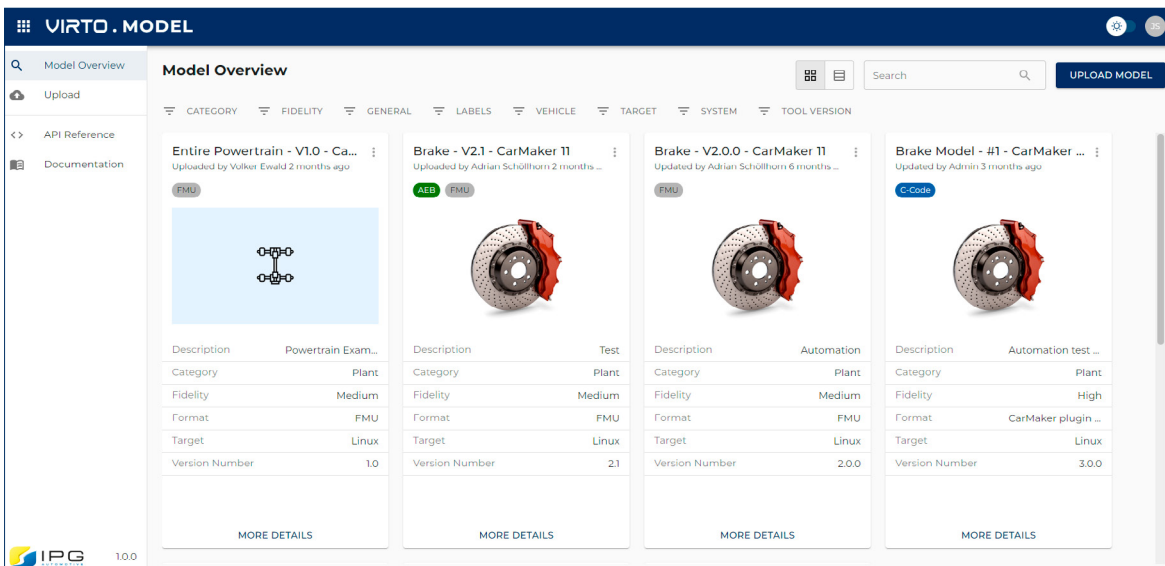


Abb. 08: Bedienoberfläche von VIRTO.MODEL



VIRTO.SCENE bildet eine versionierbare Szenariendatenbank, die dazu dient, alle Testszenarien mitsamt ihren Komponenten zu speichern und zu verwalten, siehe Abb. 09. Sie reduziert unnötige Doppelarbeit und stellt sicher, dass die virtuellen Detektionsereignisse robust, leicht zu erstellen und zugänglich sind. Darüber hinaus ist diese Datenbank frei durchsuchbar.

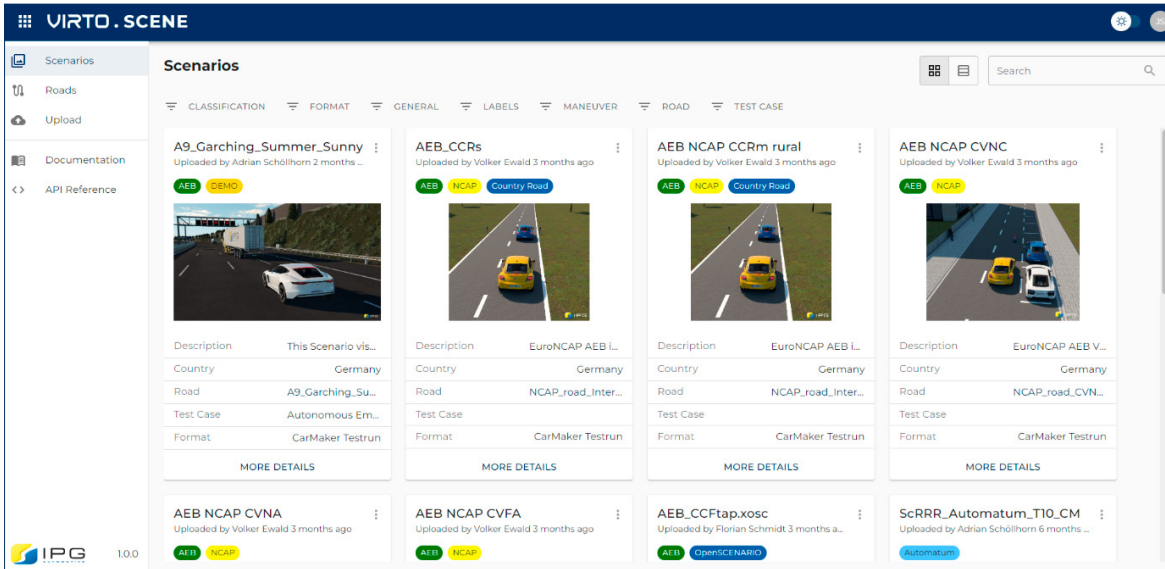


Abb. 09: Bedienoberfläche von VIRTO.SCENE

Die Anwendung VIRTO.TEST ermöglicht die Planung, Verwaltung und Durchführung virtueller Testkampagnen in einer Cloud-basierten Umgebung, siehe Abb. 10. Sie beschleunigt den aus der Softwareentwicklung bekannten Prozess der kontinuierlichen Integration und Bereitstellung (engl. Continuous Integration & Deployment, kurz CI/CD) sowie die Automatisierung der virtuellen Fahrzeugentwicklung.

VIRTO.TEST trägt so maßgeblich dazu bei, den Aufwand und Kosten für robuste und zuverlässige Simulationsergebnisse zu reduzieren. Durch intelligentes Scheduling werden Szenarien und Modelle kombiniert und über einen automatisierbaren Prozess an die Simulations-Toolchain und die erforderlichen Ressourcen verteilt.

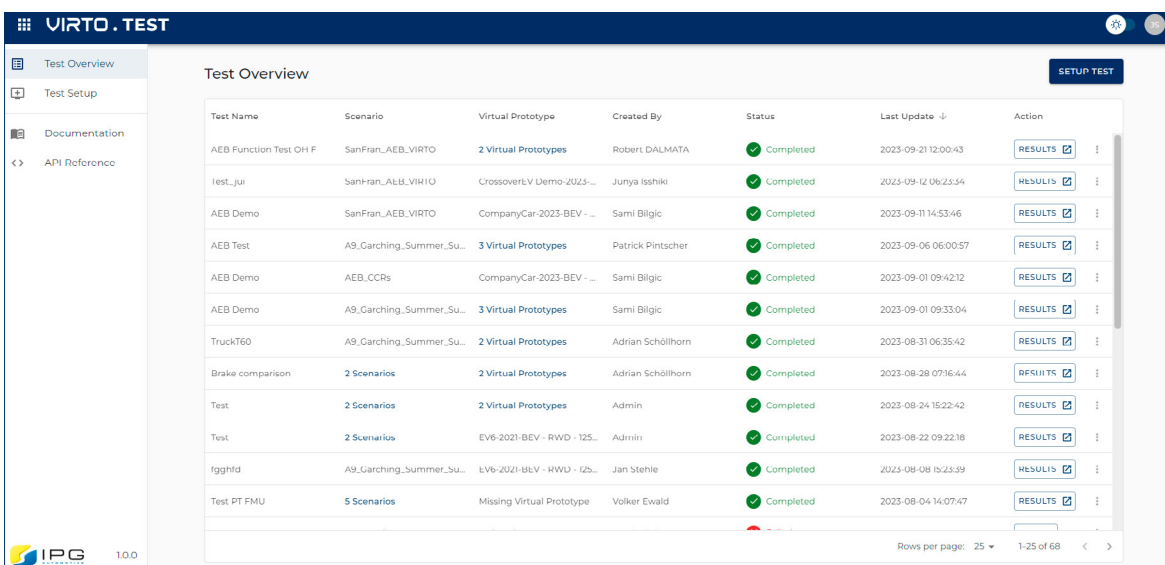


Abb. 10: Bedienoberfläche von VIRTO.TEST

Mithilfe von VIRTO.RESULT werden schließlich die Testergebnisse gespeichert und verwaltet, siehe Abb. 11. Die Transparenz der Ergebnisse reduziert auch hier Doppelarbeit und Kosten. Die Anwendung ermöglicht eine Ergebnisanalyse wahlweise in Form von Plots oder als 3D-Animation des Fahrversuchs im Visualisierungstool Movie NX. Auch eine „Key Performance Indicator“-Bewertung auf benutzerkonfigurierbaren Dashboards ist möglich.

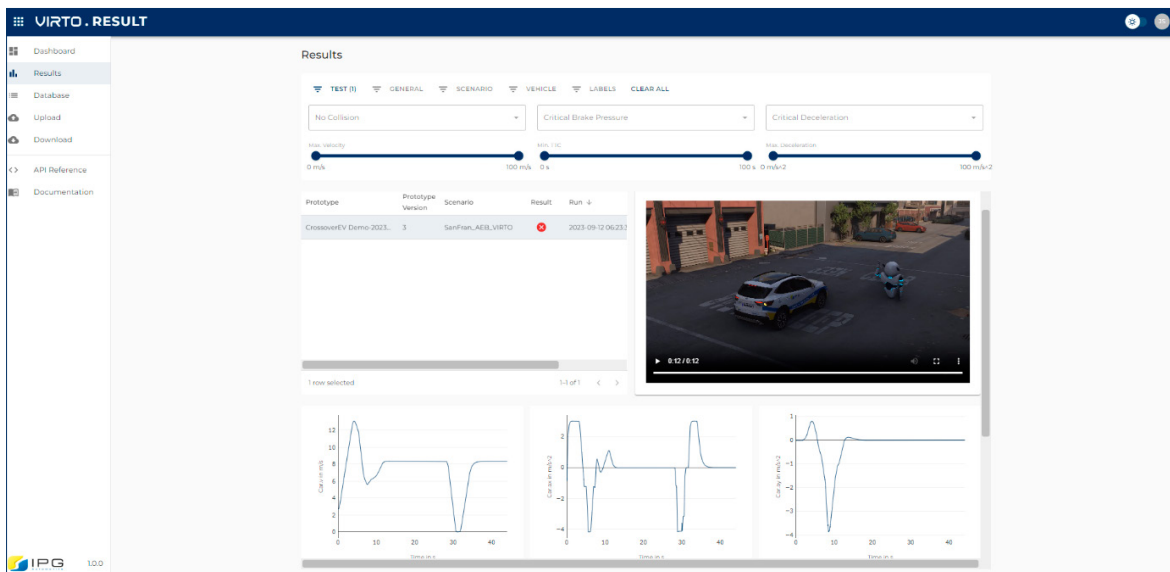


Abb. 11: Bedienoberfläche von VIRTO.RESULT

## 5. Optimierung bestehender Entwicklungsprozesse

Durch die Vielfalt der enthaltenen Anwendungen ermöglicht es VIRTO, bereits existierende herkömmliche Arbeitsabläufe in der Fahrzeugentwicklung signifikant zu optimieren.

Exemplarisch werden im Folgenden einige mögliche Anwendungsbeispiele aufgeführt.

### Anwendung 1: Erhöhung der Aussagekraft der Simulation

Fehlende Daten im Entwicklungsprozess eines Fahrzeugs werden häufig durch individuelle Annahmen oder Schätzungen ersetzt, wenn Simulationsmethoden zum Einsatz kommen. Die Ursache liegt im aufwendigen Prozess der Datenbeschaffung für die Simulation, der in der Regel zeitintensiver ist, als die eigentliche Durchführung und Auswertung. Aber nicht nur das physische, sondern auch das virtuelle Fahrzeug – der zuvor erwähnte virtuelle Prototyp – durchläuft bis zur Serienreife einen komplexen Entwicklungsprozess. Daher ist es wichtig, die aktuellen Entwicklungsstände kontinuierlich zu erfassen und zu pflegen. Insbesondere dann, wenn die Systementwicklung durch die Simulation unterstützt und beschleunigt werden soll. Dabei ist von besonderem Interesse, welche Informationen über jeden einzelnen Datenpunkt bekannt sind, der für die Simulation verwendet wird.

An dieser Stelle unterstützt VIRTO mit der Anwendung VIRTO.DATA. In dieser Datenbank sind sämtliche Daten zusammengeführt, die direkt oder indirekt für den Aufbau von Simulationen benötigt werden. Diese Daten unterscheiden sich von den bekannten CAD-Daten im Wesentlichen durch ihre Beschreibung der Eigenschaften von Systemen und Komponenten, und weniger durch ihre geometrische Beschaffenheit. Daraus ergibt sich der Bedarf nach einer neuartigen Datenbanklösung, die die große Vielfalt der Daten handhabbar macht.

Das häufig praktizierte Pull-Prinzip, bei dem die benötigten Daten explizit angefordert werden müssen, wird von VIRTO.DATA in ein Push-Prinzip umgewandelt. Hierbei stellen die Datenlieferanten die benötigten Daten zu definierten Zeitpunkten zur Verfügung. Die resultierende Datenquelle wird als „Golden Source“ bezeichnet. Die hier abgelegten Daten haben stets einen bekannten einheitlichen Urheber: Zusammen mit den Daten wird dokumentiert, wer dafür verantwortlich ist und auf welche Art und Weise sie erfasst wurden. Der Zeitpunkt der Erfassung, die Messmethode und auch die Messausrüstung können die Genauigkeit der Daten beeinflussen und sich somit auf ihre Aussagekraft auswirken.

Entscheidend ist nicht, die genauesten Daten zu erheben, sondern vielmehr sicherzustellen, dass die entsprechende Genauigkeit transparent kommuniziert wird. Neue Versionen und Datenstände können so direkt neue Analysen und Simulationen auslösen, sodass alle beteiligten Personen stets mit dem aktuellen Stand des betreffenden Systems arbeiten können. So wird eine hohe Transparenz während des gesamten Entwicklungsprozesses gewährleistet.

### **Anwendung 2: Gemeinsame Nutzung und Austausch von Simulationsmodellen**

Im Laufe des Entwicklungsprozesses erstellen verschiedene Fachbereiche zahlreiche Simulationsmodelle. Diese dienen der Modellierung von Systemen oder Bauteilen, um deren Eigenschaftsentwicklung frühzeitig abzusichern. Einige der Simulationsmodelle werden innerhalb des Unternehmens, andere von Zulieferern entwickelt und bereitgestellt. Häufig führt der Aufbau von Ersatzmodellen zur Nachbildung peripherer Systeme, die bereits von anderen Fachbereichen mit gleicher Zielsetzung erstellt wurden, zu einem zusätzlichen Aufwand. Die dabei übliche Vorgehensweise verhindert oftmals den Austausch solcher Modelle innerhalb der Organisation. Darüber hinaus wird anfänglich meist dem eigenen Modell ein höheres Vertrauen entgegengebracht als Modellen aus bereichsfremden Quellen.

VIRTO kann hier mit seinen Anwendungen VIRTO.MODEL und VIRTO.FLEET als wertvoller Multiplikator agieren, indem es einen zentralen Speicherort für eine Vielzahl von Modellen bereitstellt. Dabei kann es sich sowohl um mechanische oder hydraulische Subsystemmodelle als auch um Modelle des Steuergerätes handeln. Eine Flotte aus Gesamtfahrzeugen – bestehend aus verschiedenen Submodellen – ermöglicht es einer großen Nutzerbasis, gezielt geeignete Fahrzeugmodelle für Tests zu verwenden, ohne sich mit der komplexen Modellierung und Parametrierung auseinandersetzen zu müssen. In Verbindung mit der Anwendung VIRTO.BUILD kann diese Gesamtfahrzeugflotte stets aktuell gehalten werden, da der Modellaufbau automatisiert erfolgt, sobald neue Parameterdaten oder Modelle zur Verfügung stehen.

Dies ermöglicht einen einfachen Zugriff auf ein zentrales, automatisiert gepflegtes Modell-Repository, woraus sich erhebliche Synergien in der virtuellen Fahrzeugentwicklung ergeben.

### **Anwendung 3: Überwachung der Modellqualität**

Der Einsatz von Simulationsmodellen setzt ein gewisses Vertrauen in die Leistungsfähigkeit und die Aussagekraft der jeweiligen Simulation voraus. Dieses Vertrauen beruht in der Regel auf langjähriger Erfahrung in der Anwendung und Konstruktion sowie der Verifizierung und Validierung des Modellverhaltens. Umso größer und vielfältiger die Anwendungsbereiche der Modelle werden, desto aufwendiger ist es, die Qualität der Modelle sicherzustellen und zu überwachen.

An dieser Stelle setzt VIRTO mit der Anwendung VIRTO.BUILD an. Diese gewährleistet den automatisierten Aufbau des virtuellen Fahrzeugs gemäß vorab definierter Standards. So werden die entsprechenden Daten auf Aktualität, Konformität und Plausibilität geprüft und das resultierende Fahrzeugverhalten in automatisierten Tests verifiziert und validiert. Anschließend ist unmittelbar ersichtlich, welche Daten und Submodelle von welcher Person zum jeweiligen Meilenstein bereitgestellt wurden. Auch Reifegrad, Detaillierungsgrad und Qualität werden über Bewertungsformeln transparent dargestellt, sodass klar erkennbar ist, für welchen Einsatzzweck das jeweilige virtuelle Fahrzeug geeignet ist. Diese Transparenz bildet die Grundlage für das Vertrauen in die virtuelle Fahrzeugentwicklung.

#### **Anwendung 4: Reduzierung der Komplexität von Simulationen**

Bei der Durchführung von Simulationen ist es selten erforderlich, eine exakte Abbildung des realen Verhaltens zu erzielen. Die Annahme, dass einfache Modelle grundsätzlich auch eine geringe Komplexität aufweisen, ist jedoch eine häufige Fehleinschätzung, die nicht selten zu Missverständnissen und Irritationen führen kann. Um genau abwägen zu können, auf welchen Detaillierungsgrad verzichtet werden kann und welcher sich unmittelbar auf die geforderte Auswertung auswirkt, ist ein ausgeprägtes Systemverständnis notwendig.

Durch das modulare Zusammenspiel der verschiedenen Anwendungen kann VIRTO hier eine große Unterstützung darstellen. So liefert VIRTO.DATA wertvolle Einblicke in den jeweiligen Entwicklungsstand und erhöht so das Vertrauen in die Parameterdatenbasis. VIRTO.MODEL hingegen steuert dokumentierte und verifizierte Submodelle unterschiedlicher Detaillierungsgrade aus den verschiedenen Fachbereichen bei, während VIRTO.BUILD den automatisierten Zusammenbau mittels vordefinierter Konfigurationen übernimmt, die auf langjährig erprobter Simulationsmethodik basieren. Anhand einer aufgebauten Flotte unterschiedlichster Fahrzeugmodelle, die nach Anwendungsfällen aufgegliedert sind, ermöglicht VIRTO.FLEET dann die gezielte Suche nach einem geeigneten Simulationsmodell für den jeweiligen Anwendungsfall.

VIRTO bietet so einen allgemeinen Zugang zur Simulation und ermöglicht es allen Anwendergruppen, von den zahlreichen Vorteilen zu profitieren.

#### **Anwendung 5: Etablierung eines übergeordneten Workflows**

Bei den zuvor geschilderten Anwendungen steht die Generierung von Ergebnissen und damit von Erkenntnissen aus durchgeführten Simulationen im Vordergrund. Insbesondere unter dem Druck eines immer umfangreicheren Testkatalogs sowie der zunehmenden Einsparung von realen Prototypenfahrzeugen entsteht ein enormer Aufwand innerhalb der Organisation, um Simulationen überhaupt durchführen zu können. VIRTO beschränkt sich daher nicht nur auf die Verwaltung und Bereitstellung von Simulationsartefakten, sondern zielt darauf ab, die Arbeit mit der Simulation zu vereinheitlichen und zu vereinfachen.

So bilden die Anwendungen VIRTO.TEST und VIRTO.RESULT die Eckpfeiler, um aus den Simulationsergebnissen Handlungsschritte abzuleiten. Die Simulationen können in VIRTO.TEST aus den aufgebauten Fahrzeugen aus VIRTO.FLEET und den Szenarien aus VIRTO.SCENE individuell zusammengestellt werden. Die Ausführung der Simulationen auf geeigneten IT-Infrastrukturen wie Cloud- oder HPC-Rechnern wird von VIRTO.TEST verwaltet. Diese Vorgehensweise ermöglicht jederzeit einen Einblick in die Ergebniserzeugung.

Die Ergebnisse werden in der Anwendung VIRTO.RESULT gespeichert und visualisiert. Diese Durchgängigkeit bringt auch den großen Vorteil der Nachvollziehbarkeit mit sich, da dem Ergebnis entnommen werden kann, welche Ausgangsdaten der Simulation zugrunde lagen. Damit leistet VIRTO einen wesentlichen Beitrag zur Erhöhung der Skalierbarkeit und ermöglicht es den Systementwickler\*innen, sich auf die Innovation zu konzentrieren.

## 6. Zusammenfassung

---

Nachdem sich die Software zum zentralen Differenzierungsmerkmal von Fahrzeugen entwickelt hat, sind ganzheitliche Lösungen zur Beherrschung der damit einhergehenden Komplexität gefragt. Das vorrangige Ziel ist es, alle relevanten Testfälle abzudecken und gleichzeitig die Entwicklungszeiten deutlich zu verkürzen. Eine übergeordnete Simulationsebene kann eine für diesen Zweck geeignete Lösung darstellen. Entscheidend ist dabei, dass diese Ebene neben einem einfachen Zugriff auf sämtliche Daten auch die Möglichkeit bieten muss, die anfallenden Datenmengen zu verwalten und zu revidieren.

Die in diesem Whitepaper beschriebene Entwicklungs- und Testumgebung VIRTO wurde speziell für diese Anforderungen entwickelt. Als modulare App-Suite stellt sie eine Sammlung einzelner Tools dar, die unabhängig voneinander oder kombiniert eingesetzt werden können. Sie orientiert sich an gängigen Workflows, um gezielt Lücken im Entwicklungsprozess schließen zu können und eine durchgängige Lösung zu schaffen – von den Ausgangsdaten bis hin zur Darstellung der Testergebnisse. Die Vielfalt der Anwendungen ermöglicht es, bestehende Arbeitsabläufe in Unternehmen unterschiedlichster Art und Größe signifikant zu optimieren, während die durchgängige Entwicklungsumgebung ein reibungsloses Daten- und Workflowmanagement für eine vollständig nachverfolgbare Simulation gewährleistet.

Als weltweit agierender Technologieführer für den virtuellen Fahrversuch entwickelt IPG Automotive innovative Simulationslösungen für die Fahrzeugentwicklung. Die Software- und Hardwareprodukte können durchgängig im Entwicklungsprozess eingesetzt werden.

IPG Automotive ist Experte im Bereich der virtuellen Entwicklungsmethoden für die Anwendungsfelder Autonomes Fahren, ADAS, Powertrain und Fahrdynamik. Gemeinsam mit seinen internationalen Kunden und Partnern steigert das Unternehmen mit seinen wegweisenden Lösungen die Effizienz im Entwicklungsprozess.

### Kontakt:

IPG Automotive GmbH  
Bannwaldallee 60  
76185 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 98520 0  
web-contact@ipg-automotive.com

 [ipg-automotive.com](https://www.ipg-automotive.com)

