



Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

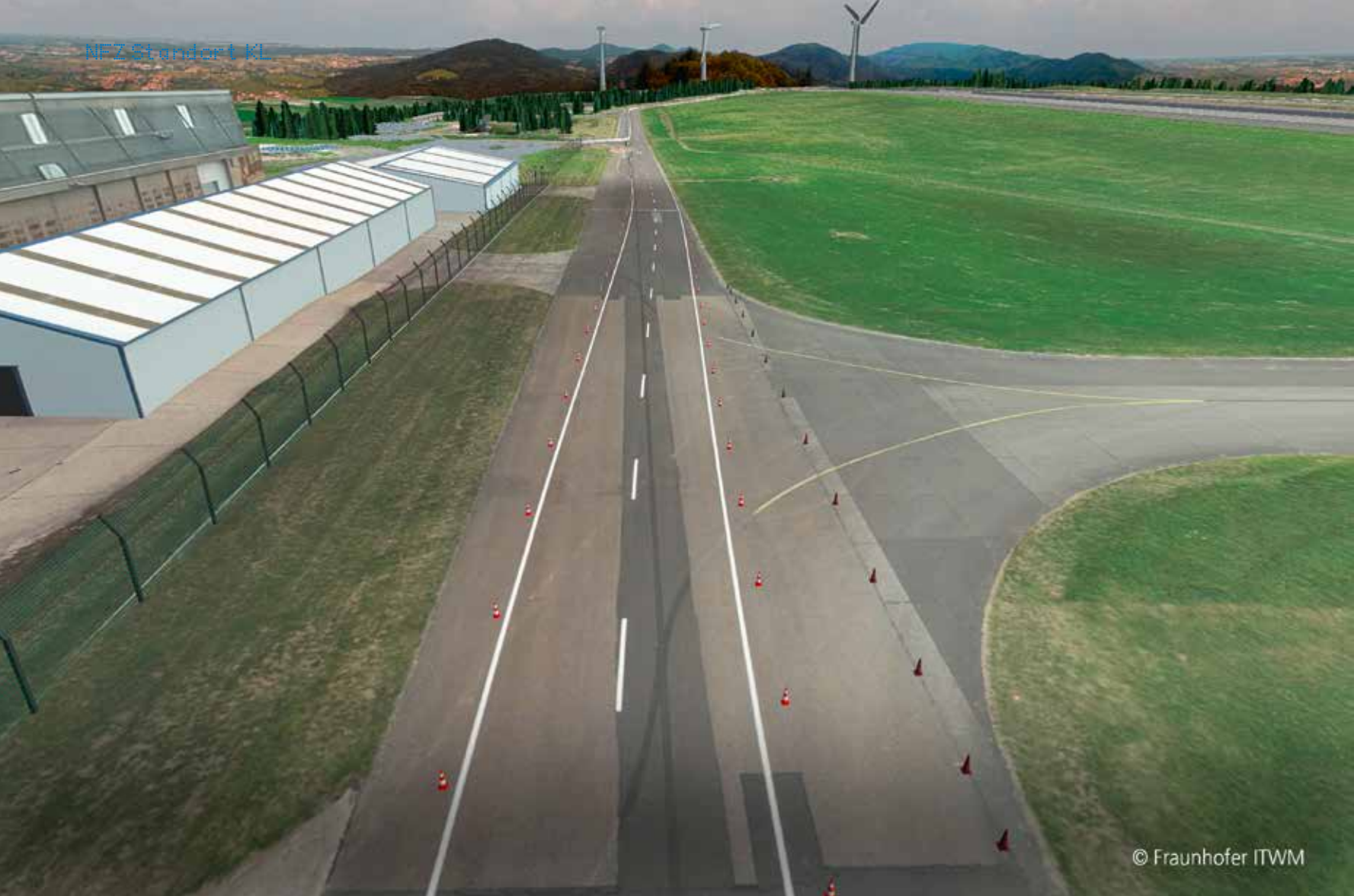
# VMC<sup>®</sup> Road & Scene-Generator

## Digitale Umgebungen für die Fahrzeuge der Zukunft

**Die Abteilung »Dynamik, Lasten und Umgebungsdaten« (DLU) am Fraunhofer ITWM in Kaiserslautern entwickelt seit vielen Jahren Methoden und Softwareprodukte zur Unterstützung des Entwicklungsprozesses von Fahrzeugen und deren Absicherung.**

Virtuelle Umgebungsdaten, welche die reale Welt möglichst nah in ihrer Variabilität und Heterogenität abbilden, gewinnen bei steigender Komplexität im Entwicklungsprozess von Fahrzeugen immens an Bedeutung. Insbesondere die simulationsgestützte Erprobung und Absicherung von Funktionen im

Kontext von »Advanced Driver-Assistance Systems« (ADAS) und dem »Autonomen Fahren« (AD) hat hier enormen Bedarf. Zu diesem Zweck ist in der Tool-Suite VMC<sup>®</sup>-Virtual Measurement Campaign ein neues Modul entstanden: Der VMC<sup>®</sup> Road & Scene-Generator.



Von der effizienten Bereitstellung digitaler Karten und Straßennetze bis zur Erstellung von virtuellen Abbildern und detailgetreuen Umgebungsmodellen bietet die am ITWM entwickelte Technologie eine ganze Bandbreite verschiedener Detaillierungsstufen und -skalen an.

### **Umgebungsmodelle, digitale Karten und 3D-Szenen für die Fahrzeugentwicklung und -absicherung**

#### **Karten und 3D-Szenen ohne Messdaten**

Eine wichtige Besonderheit des VMC® Road & Scene-Generators ist, dass das Modul auch dann wertvolle Daten und Informationen liefern und bereitstellen kann, wenn keine hochdetaillierten Messdaten vorliegen. Möglich wird dies zum einen durch die seit Jahren aufgebaute und gepflegte VMC®-Datenbank [1,2]. Hierbei handelt es sich um eine ständig aktualisierte, georeferenzierte Datenbank der Welt, in der unter anderem Informationen über das Straßennetzwerk, die Topografie, die Flächennutzung oder

den Verkehr vorhanden sind. Mit diesen Quellen kann eine digitale Karte exportiert werden, ohne jemals mit entsprechender Messtechnik vor Ort gewesen zu sein.

Liegen einmal keine detaillierten Informationen über einzelne Attribute (z.B. Spuranzahl oder -breite) in der Datenbank vor, werden diese unter Einbezug von gegebenen Randbedingungen wie etwa Region oder Straßentyp durch sinnvolle Annahmen ergänzt. Diese Karten stellen dann unter Umständen keine exakte Abbildung der Realität dar, wie sie etwa mit Messdaten möglich wären. Sie sind aber eine realistische Näherung, die durch ihre globale Verfügbarkeit und somit fast unbegrenzter Vielfalt einen wichtigen Beitrag zur szenarienbasierten Absicherung leisten können. Überdies ermöglichen sie eine sehr effiziente Planung von Messkampagnen, durch welche wiederum hoch-detaillierte Daten erfasst werden können.

Automotive Testcenter  
Pferdsfeld:  
Luftbild (links)  
virtuelle 3D Szene (rechts)

Soll eine dreidimensionale Szene ohne dedizierte Messung exportiert werden, so entwickelt das Fraunhofer ITWM aktuell auch hier eine Lösung, die genau dies automatisiert ermöglicht. Hierzu wird abermals die VMC®-Datenbank genutzt und diese mit zusätzlichen Geodaten, wie sie bspw. die Landesämter für Vermessung und Geobasisinformation in Deutschland zur Verfügung stellen, sowie geeigneten stochastischen Modellen kombiniert.

### **Mehrskalige Umgebungsmodelle basierend auf Messdaten**

Sind genauere Umgebungsmodelle und höhere Detaillierungsgrade nötig, wird eine messtechnische Erfassung der Umgebung unausweichlich. Grundlage der durch den VMC® Road & Scene-Generator verfügbaren Umgebungsmodelle sind dabei hochgenaue Messdaten, wie sie bspw. mit dem abteilungseigenen Messfahrzeug REDAR (»Road & Environmental Data Acquisition Rover«) [1,3] aufgezeichnet werden können.

Dabei wird während der Fahrt mit Hilfe von Laserscannern und Farbbildkameras die komplette Umgebung millimetergenau erfasst und für die weitere Prozessierung im Nachgang abgespeichert. Als zusätzliche Datenquelle kommen von Drohnen erfasste Luftbildfotografien zum Einsatz.

In einem automatisierten Prozess werden anschließend die aufgenommenen Messdaten zunächst auf ihre Qualität geprüft und danach miteinander fusioniert und für verschiedene Anwendungsbereiche aufbereitet. Neben der Ausgabe eines digitalen Untergrundmodells für die Systemsimulation oder für die Nutzung in interaktiven Fahrsimulatoren sind digitale Karten - sogenannte HD-Maps - und komplette dreidimensionale Repräsentationen für moderne Grafik-Engines (z.B. Unreal oder Unity) im Fokus:

High-Definition Maps sind für das Autonome Fahren ein wichtiger Bestandteil, insbesondere im Rahmen der Eigenlokalisierung der Fahrzeuge. Dabei werden aus den bekannten Karten Referenzpunkte extrahiert, mit den Messdaten der im Fahrzeug verbauten

Sensoren verglichen und so die eigene Position bestimmt. Gleichzeitig beinhalten solche Karten auch Informationen, die vom Fahrzeug aufgrund von ungünstigen Randbedingungen (Verschmutzung, Verdeckung, etc.) nicht erkannt werden können oder schlicht zu weit weg sind. Für die Ableitung solcher Karten aus den aufgenommenen Messungen kommen Methoden des maschinellen Lernens zum Einsatz. Diese erkennen in den georeferenzierten Messdaten unter anderem Linienmarkierungen, Straßenschilder oder Gebäude und Vegetation und verorten diese im Kartenmaterial.

Fotorealistische 3D-Szenen kommen hauptsächlich in der simulationsgestützten Fahrzeugentwicklung und -absicherung zum Einsatz. In der hierfür am ITWM entwickelten Prozesskette werden die Laser-scan-Messdaten in dreidimensionale Geometrien und Oberflächen überführt. Mit Hilfe der Informationen, welche zusätzlich aus den Bilddaten (REDAR und Luftbilder) entnommen werden, wird die virtuelle Welt texturiert und bekommt somit einen noch höheren Detailierungsgrad. Insbesondere für menschliche ProbandInnen oder virtuelle Kamerasensoren ist dies von entscheidender Bedeutung. Für andere Sensoren wie z.B. LiDAR und Radar werden den einzelnen Objekten bei der Generierung der 3D-Welten Materialeigenschaften zugewiesen, die entscheidenden Einfluss auf die Reflexion und Absorption der emittierenden Strahlen und damit auf die Funktionsweise der einzelnen Sensoren haben.

### **Digitaler Zwilling von Testgeländen**

Die implementierte Werkzeugkette wurde unter anderem am Beispiel des Automotive Testcenters Pferdsfeld in der Nähe von Bad Sobernheim erprobt. Hier betreibt die TRIWO Automotive Testing GmbH seit der Fertigstellung im Herbst 2021 ein Testgelände, welches ihren KundInnen durch die am ITWM entwickelte Technologie nun auch in der digitalen Welt als HD-Map und dreidimensionale Szenerie zur Verfügung steht. Die Befahrung mit REDAR und die Erfassung von Luftbildern mit DLU-eigenen Drohnen geschieht in regelmäßigen Abständen, so dass die Aktualität der Daten jederzeit gewährleistet ist.



ProjektpartnerInnen und KundInnen können so jederzeit neben dem realen Testbetrieb auch virtuell Versuche fahren und ihre Simulationsmodelle und Algorithmen auf Funktionalität prüfen. Fotorealistische Texturen und differenzierte Materialeigenschaften der einzelnen Objekte unterstützen signifikant dabei die Lücke zwischen realer Welt und Simulation zu schließen.

#### **VMC® Road & Scene-Generator:**

##### **Ein Modul, viele Anwendungsfälle**

In Abhängigkeit von Anforderungen und konkretem Anwendungsfall der KundInnen bietet der VMC® Road & Scene-Generator immer die passende Option von Detaillierungsgrad im Verhältnis zu Kosten und Aufwand:

Simulationen, welche lediglich auf abstrakten Eingangsinformationen wie der semantischen Beschreibung eines Straßennetzwerkes basieren, können schnell, kosteneffizient und global verfügbar mit dem Export von digitalen Karten aus der VMC®-Datenbank gespeist werden. Steigt die Komplexität und/oder sind detaillierte dreidimensionale Geometrien vonnöten – z.B. für die Simulation von Sensorik (Kamera, LiDAR, Radar, ...) und Assistenzsystemen und deren Auswertung – können aus der Fusion verschiedener Datenquellen flächendeckend realitätsnahe Umgebungen generiert werden, gleichzeitig bleiben Aufwand und Kosten weit unterhalb derer von dedizierten und hochauflösenden Messkampagnen.

Das obere Ende des Detaillierungsgrades bildet der Generierungsprozess auf Basis von Vermessungsdaten mittels REDAR. Bei der Verarbeitung dieser Messdaten werden sowohl die Untergrund- und Objektgeometrie der Umwelt als auch die Texturierung passgenau wiedergegeben. Die Einstiegshürde ist bei dieser Variante der Szenengenerierung durch den Einsatz der Messtechnik am höchsten. Der hier resultierende digitale Umgebungszwilling kann aber insbesondere bei der Kombination aus Real-Test und Simulation signifikant dazu beitragen, (Entwicklungs-)Zeit und somit auch Kosten im Entwick-

lungs- und Absicherungsprozess zu reduzieren.

Durch die langjährige Erfahrung der Abteilung DLU mit digitalen Umweltdaten entstehen virtuelle Welten, die für jeden Anwendungsfall die optimale Kombination aus Variabilität, Realitätsgrad und Aufwand bereitstellen und somit einen substanziellen Beitrag zur simulationsgestützten Fahrzeugentwicklung leisten.

Autoren: Dr. Michael Burger, Tim Rothmann

#### **Literatur:**

- [1] Burger, M.; Jung, T.; Wu, C.; Rothmann, T.: Umgebungsdaten und Dynamische Verkehrsszenarien zur Effizienten Erprobung von Fahrzeug-Systemen. VDI-Bericht 2407, 423-436, (2022).
- [2] M. Burger, K. Dreßler, M. Speckert: Load assumption process for durability design using new data sources and data analytics. International journal of fatigue 145, Art. 106116, 425-432, 2021.
- [3] Kleer, M.; Bitsch, G.; Dreßler, K.; Pena Viña, E.; Rothmann, T.: Ein neues Konzept zur Erprobung und Absicherung von Gesamtfahrzeugfunktionen. VDI-Bericht 2279, 703-711, (2016).

#### **Kontakt**

Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik  
ITWM

Fraunhofer-Platz 1  
67663 Kaiserslautern  
[www.itwm.fraunhofer.de](http://www.itwm.fraunhofer.de)



Ansprechpartner:  
Dr. Michael Burger  
[michael.burger@itwm.fraunhofer.de](mailto:michael.burger@itwm.fraunhofer.de)  
Tel.: +49 631 31600-4414

Tim Rothmann  
[tim.rothmann@itwm.fraunhofer.de](mailto:tim.rothmann@itwm.fraunhofer.de)  
Tel.: +49 631 31600-4737

Eine web-basierte Demoaapplikation finden Sie unter folgendem Link oder mittels QR-Code:  
[www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/mf/technikum.html](http://www.itwm.fraunhofer.de/de/abteilungen/mf/technikum.html)

