

Zielbewertung und interaktive Berichterstellung in einer Post-Datenmanagement-Plattform – Ein integrierter Ansatz im Systems Engineering

Martin Liebscher, Henrik Heise, Gordon Geissler

SCALE GmbH, Ingolstadt, Deutschland

Summary:

In diesem Beitrag wird gezeigt, wie sich eine Post-Datenmanagement-Plattform als zentraler Baustein im Systems Engineering etablieren kann, indem sie interaktive Berichte bereitstellt und eine nachvollziehbare Zielbewertung integriert. Simulations- und Versuchsdaten werden dabei strukturiert erfasst, ausgewertet und mit Systemanforderungen verknüpft. Die Plattform ermöglicht es, sowohl klassische Analyseergebnisse als auch KPI-basierte Zielbewertungen transparent darzustellen und direkt mit Anforderungen oder Testfällen zu verbinden. Im Mittelpunkt steht die Möglichkeit, interaktive Berichte zu erstellen, die nicht nur der Dokumentation dienen, sondern als aktive Werkzeuge im Entwicklungsprozess eingesetzt werden – stets aktuell, nachvollziehbar und teamübergreifend nutzbar. Darüber hinaus werden aktuell integrierte Datenanalysemethoden sowie Konzepte zur Einbindung von Künstlicher Intelligenz vorgestellt, die neue Perspektiven für automatisierte Auswertung und wissensbasierte Entscheidungsunterstützung eröffnen.

Keywords:

Systems Engineering, Simulation Data Management (SDM), Test Data Management (TDM), Anforderungsmanagement, Stammdatenmanagement (MDM), Evaluation und Reporting, Künstliche Intelligenz (KI), Maschinelles Lernen, Verifikation und Validierung (V&V)

1 Einleitung

Die zunehmende Komplexität in der Produktentwicklung erfordert eine ganzheitliche Sicht auf Daten aus Simulation, Versuch und Anforderungsmanagement. Traditionell existieren diese Datenquellen getrennt voneinander – Simulationsergebnisse in technischen Silos, Versuchsdaten in Messdatenbanken und Anforderungen in PLM- oder ALM-Systemen. Dies führt zu Brüchen im Informationsfluss und erschwert eine konsistente Zielbewertung.

Das Post-Datenmanagement SCALE.sdm setzt genau hier an: Es bildet den zentralen Knotenpunkt für die Integration von Analyse- und Messdaten in den Entwicklungsprozess. Durch die strukturierte Erfassung, Klassifizierung und Auswertung von Simulations- und Testdaten werden Nachvollziehbarkeit, Wiederverwendbarkeit und Effizienz im Systems Engineering deutlich verbessert. Ziel ist eine durchgängige virtuelle Absicherung im Sinne von Verifikation und Validierung (V&V).

Die täglich entstehenden Mengen an Simulations- und Versuchsdaten sind zudem häufig heterogen, nicht standardisiert und stammen aus unterschiedlichen Werkzeugketten. Ein systematischer Vergleich oder eine automatisierte Zielbewertung ist damit nur mit hohem manuellem Aufwand möglich.

Zentrale Herausforderungen sind:

- **Datenvielfalt und Tool-Heterogenität:** Unterschiedliche Solver, Versuchssysteme und Datenbanken erschweren die Integration.
- **Mangelnde Nachvollziehbarkeit:** Daten und Ergebnisse sind häufig nicht eindeutig mit Anforderungen oder Testfällen verknüpft.
- **Fehlende Standards:** Unterschiedliche Formate und Semantiken verhindern eine einheitliche Auswertung.
- **Verteilte Verantwortung:** Simulation, Test und Anforderungsmanagement liegen in getrennten Organisationseinheiten.

Ein modernes Post-Datenmanagement muss daher folgende Anforderungen erfüllen:

- **Zentrale Datenhaltung** mit strukturiertem, disziplinübergreifendem Zugriff.
- **Automatisierte Datenaufbereitung** für Analyse, Reporting und Zielbewertung.
- **Nachvollziehbare Verknüpfung** zwischen Datenquellen und Systemanforderungen.
- **Offene Schnittstellen** zur Integration von KI und weiteren Analysetools.

2 Verknüpfung von Simulation, Test und Anforderung

Eine durchgängige Verbindung zwischen Anforderungen, Simulation und Test ist die Grundlage für nachvollziehbare Verifikation und Validierung. In der Praxis liegen diese Informationen jedoch häufig in voneinander isolierten Systemen vor – mit manuellen Schnittstellen, unterschiedlichen Datenstrukturen und hohem Pflegeaufwand. Dies erschwert die konsistente Bewertung von Entwicklungszielen und führt häufig zu redundanten oder widersprüchlichen Ergebnissen.

In [1] wird gezeigt, wie die Verknüpfung von Anforderungen, Simulation und Test im komplexen Umfeld eines Automotive-OEMs praktisch umgesetzt werden kann. Ein Schlüssel hierfür ist eine einheitliche Datenschreibung, die es ermöglicht, Informationen aus unterschiedlichen Quellen vergleichbar und systematisch auszuwerten. Das Stammdatenmanagement (MDM) stellt dafür die Basis dar, indem es einheitliche Definitionen, Benennungen und Datenformate vorgibt. Dadurch wird eine konsistente semantische Grundlage geschaffen, auf der Daten aus Simulation und Versuch miteinander in Beziehung gesetzt werden können.

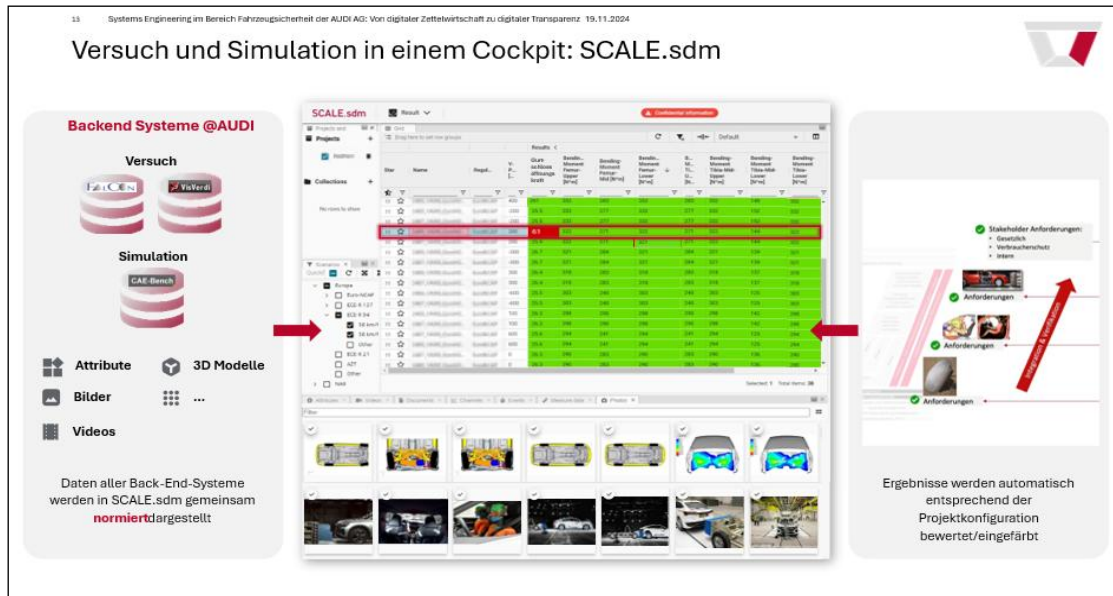


Abbildung 1: Zusammenführung von Anforderungen und Ergebnissen aus Versuch und Simulation in einem System [1]. Dargestellt sind farblich bewertete Ergebnisse. Die Basis für diese Bewertung sind Anforderungen, die teils aus externen Systemen importiert werden können.

Durch die enge Integration von Systems Engineering, Simulation Data Management und Test Data Management entsteht eine gemeinsame Plattform, die Anforderungen, Simulationen und Tests methodisch wie technisch verbindet.

Die Beziehungen zwischen diesen Ebenen lassen sich nachvollziehbar abbilden und auswerten – von der Spezifikation über die Analyse bis hin zur Zielbewertung. Die resultierende Datenkette – von der Anforderung über Simulation und Test bis zur Zielbewertung – ermöglicht eine durchgängige digitale Absicherung.

Änderungen an Anforderungen oder Eingangsdaten werden zudem nachvollziehbar versioniert; die Auswirkungen auf KPIs und die Zielerfüllung bleiben transparent.

Ein solches System schafft:

- **Transparenz** über den gesamten Entwicklungsprozess,
- **Konsistenz** zwischen Anforderungen, Daten und Ergebnissen,
- und die Grundlage für **automatisierte Evaluation und Reporting**

3 Integrierter Lösungsansatz: Evaluation und Reporting

Mit der zunehmenden Datenmenge aus Simulation und Test wächst der Bedarf, Ergebnisse nachvollziehbar, automatisiert und zielgerichtet zu bewerten. Post-Datenmanagement-Systeme entwickeln sich dabei von reinen Datenbanken zu aktiven Werkzeugen für Analyse und Kommunikation. Sie verbinden technische Auswertung, Anforderungsbezug und Reporting in einer zentralen Umgebung.

Ein wesentlicher Bestandteil ist der Reports Designer, der die Erstellung, Verwaltung und Wiederverwendung von Berichten ermöglicht. Solche Berichts-Templates können in SCALE.sdm zentral gepflegt, wiederverwendet oder an projektspezifische Anforderungen angepasst werden. Dadurch wird sichergestellt, dass Berichte über Disziplinen hinweg einheitlich aufgebaut sind und unternehmensweite Standards eingehalten werden. Ziel ist es, technische Daten in aussagekräftige, reproduzierbare und teamübergreifend nutzbare Reports zu überführen.

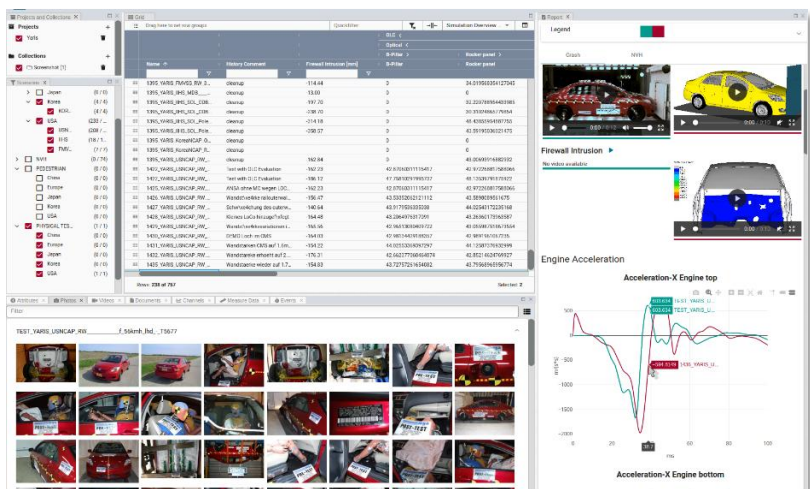
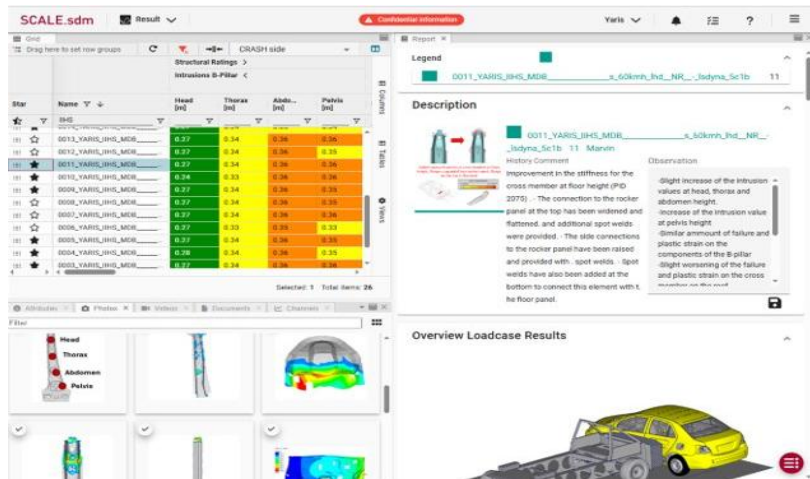


Abbildung 2: Beispiele für interaktive Report in SCALE.sdm. Der Nutzer kann dabei ein oder mehrere Simulationen oder Versuche (links) für die Darstellung auswählen. Key-Results werden dabei auf Basis der Projektziele (Anforderungen) bereits vorab bewertet (Bild oben). Im Detail erfolgt die Darstellung oder der Vergleich (Bild unten) im Report. Weitere Beispiele finden sich in [2].

Die Reports werden interaktiv und direkt aus den im System gespeicherten Daten erstellt und ermöglichen so eine durchgängige Verbindung zwischen Analyse, Bewertung und Darstellung. Damit wird sichergestellt, dass jeder Bericht stets auf konsistenten, nachvollziehbaren Informationen basiert – unabhängig davon, ob die Daten aus Simulationen, Versuchen oder berechneten KPI-Ergebnissen stammen.

4 Integration von erweiterter Datenanalyse und Künstlicher Intelligenz

Die Integration von KI erweitert klassische Verfahren der explorativen Datenanalyse und verändert grundlegend, wie Entwicklungsdaten genutzt werden. Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von KI ist jedoch eine homogene und semantisch eindeutige Datenbasis.

Durch die im Post-Datenmanagement SCALE.sdm geschaffene Struktur – bestehend aus harmonisierten Datenformaten, zentralem Stammdatenmanagement, standardisierten Attributdefinitionen und einer offenen Architektur mit dokumentierten Schnittstellen – wird diese Grundlage geschaffen.

Mehrere Forschungs- und Entwicklungsprojekte die aktuell von SCALE in Zusammenarbeit mit Partnern bearbeitet werden verdeutlichen, wie sich dieser Ansatz praktisch umsetzen lässt:

- In **SafeCarML** wird eine semantische Beschreibung von Änderungen in der Fahrzeugentwicklung entwickelt, die maschinelles Lernen zur automatisierten Klassifikation und Bewertung nutzt [3].
- Das Projekt **KupferDigital2** zeigt, wie Ontologien und KI-basierte Prozessmodelle zur Digitalisierung und Vernetzung technischer Workflows beitragen [4].
- In **KI-Pro-MF** werden KI-Verfahren eingesetzt, um Prozessparameter in mechanischen Fertigungsverfahren adaptiv zu optimieren [5].
- In [6] wird beschrieben, wie **Machine Learning und Generative AI** in SDM-Umgebungen eingebettet werden, um Muster und Zusammenhänge automatisch zu erkennen.
- Ergänzend wird in [7] gezeigt, wie **KI-gestützte Visualisierungstechniken** in Cloud-basierten Plattformen eingesetzt werden können, um komplexe Daten intuitiv darzustellen und interaktiv zu analysieren.

Diese Entwicklungen verdeutlichen den Weg hin zu einer intelligenten Post-Datenmanagement-Plattform: Ein System, das nicht nur Daten speichert und verknüpft, sondern mit Hilfe domain-basierter KI-Modelle auch deren Bedeutung interpretiert. KI wird so zu einem integralen Bestandteil des Systems Engineering – eng verbunden mit Reporting, Zielbewertung und Anforderungsmanagement. Die Kombination aus strukturierten Daten, einer offenen Plattform und domänenspezifischer KI bildet die Grundlage für eine neue Qualität der datengetriebenen Produktentwicklung.

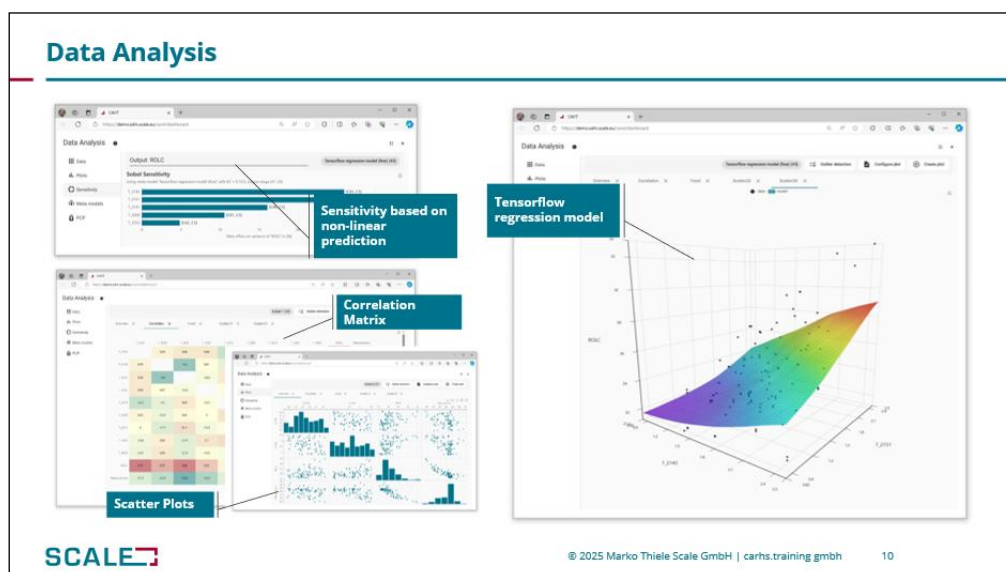


Abbildung 3: Klassische Verfahren der explorativen Datenanalyse, einschließlich der Outlier-Detektion, sind in SCALE enthalten.sdm enthalten [6].

5 Zusammenfassung

Effizienz und Nachvollziehbarkeit in der Produktentwicklung erfordern eine enge Verzahnung von Simulation, Test und Anforderungsmanagement. Ein modernes Post-Datenmanagement wie SCALE.sdm bildet hierfür die methodische und technische Grundlage. Es ermöglicht die strukturierte Erfassung, Bewertung und Nachverfolgbarkeit von Entwicklungsdaten und schafft damit die Basis für eine durchgängige virtuelle Absicherung im Sinne von Verifikation und Validierung. Der Beitrag zeigt, wie durch eine integrierte Datenhaltung, harmonisierte Stammdatenstrukturen und offene Schnittstellen ein durchgängiger Informationsfluss zwischen Simulation und Versuch ermöglicht werden kann.

Besonderes Augenmerk gilt der Kombination aus Evaluation und Reporting, die eine nachvollziehbare Zielbewertung und eine interaktive Ergebnisdarstellung ermöglicht. Mit dem Report Designer steht ein flexibles Werkzeug zur Verfügung, um Analyseergebnisse, Kennzahlen und visuelle Inhalte zu einem

transparenten Berichtswesen zusammenzuführen, das aktiv in den Entwicklungsprozess eingebunden ist.

Darüber hinaus eröffnet die Integration von künstlicher Intelligenz neue Möglichkeiten, Zusammenhänge in großen Datenmengen zu erkennen, Prognosen zu unterstützen und die Entscheidungsqualität zu erhöhen. Durch die strukturierte und einheitliche Datenbasis des Post-Datenmanagements lassen sich KI-Methoden domänenspezifisch integrieren, ohne bestehende Prozesse zu beeinträchtigen.

Insgesamt wird deutlich, dass Post-Datenmanagement weit über reine Datenspeicherung hinausgeht: Es wird zur zentralen Plattform und zum Enabler eines datengetriebenen Systems Engineerings, in dem Simulation, Versuch, Anforderung, Reporting und KI nahtlos miteinander verbunden sind.

Literatur

[1] M. van den Hove, P.-P. Mueller, M. Liebscher, "Streamlining Complex Product Development: Integrating Systems Engineering and SDM in One Platform," *SCALE Publications*, 2024.

Available: <https://www.scale.eu/streamlining-complex-product-development-integrating-systems-engineering-and-sdm-in-one-platform/>

[2] M. Thiele, A. Saharnean, M. Liebscher, H. Sharma, "Facilitating Virtual Testing at an Industrial Level by Simulation Data Management," presented at *NAFEMS India Conference*, May 2025.

[3] "SafeCarML – Semantic Change Description for Vehicle Development with ML-Based Automatic Classification," Research Project. <https://www.scale.eu/de/forschungsprojekte/safecarml>

[4] "Kupfer Digital – KI-gestützte Digitalisierung und Ontologie-basiertes Prozessmapping," Research Project. <https://www.scale.eu/de/forschungsprojekte/kupfer-digital>

[5] "KI-Pro-MF – KI-basierte Prozessgestaltung für KMU am Beispiel mechanischer Fügeverfahren," Research Project. <https://www.scale.eu/de/forschungsprojekte/ki-pro-mf>

[6] M. Thiele, D. Steffes-Lai, T. Klein, M. Pintado, and A. Gärtner, "Integrating Machine Learning and Generative AI into Simulation Data Management," *Transportation Summit 2025*, 2025.

[7] J. Garcke, R. Iza Teran, T. Klein, M. Pathare, D. Steffes-Lai, H. Heise, M. Liebscher, and M. Thiele, "Advanced AI-Driven Visualization Techniques in a Cloud-Based SDM Platform," *Ansys EMEA Transportation Summit and LS-DYNA User Conference*, 2025.