



TRANSITION
TECHNOLOGIES

Traceability im Produktengineering

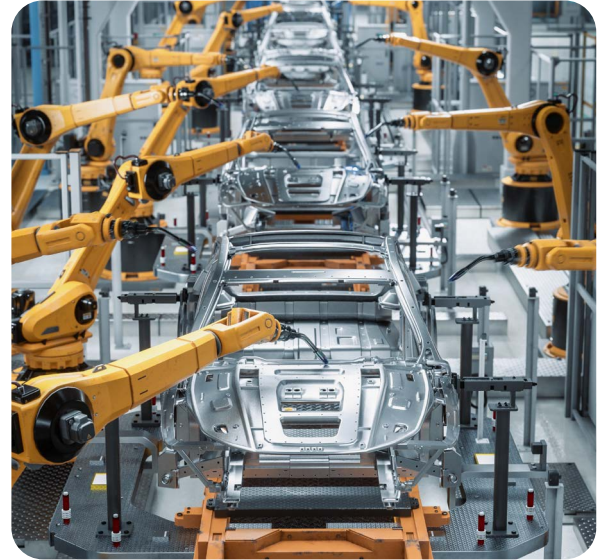
Pflicht statt Kür im Automotive

Executive Summary

Die Automobilbranche steht unter massivem Druck: Neben regulatorischen Anforderungen und steigender Komplexität verlangen Märkte immer kürzere Entwicklungszyklen. Vor allem der Wettbewerb aus **China** setzt neue Maßstäbe. Manche Studien sprechen von rund **30 % schnelleren Entwicklungszeiten** chinesischer OEMs. Gleichzeitig treten neue Marktakteure aus der Tech-Industrie auf, die mit agilen Methoden und Software-DNA Geschwindigkeit in die Branche bringen.

Um mitzuhalten, reicht es nicht mehr aus, Prozesse nur effizienter zu gestalten. Es braucht eine **fundamentale Transparenz und Rückverfolgbarkeit** über den gesamten digitalen Produktlebenszyklus. Traceability ermöglicht genau das: Sie reduziert Abstimmungsaufwände, beschleunigt Änderungsprozesse, schafft schnelle Nachweisfähigkeit gegenüber OEMs, Behörden und Kunden – und wird so vom Compliance-Werkzeug zum **strategischen Enabler für Geschwindigkeit**.

Ein **Brownfield-Ansatz** bietet dabei den pragmatischsten Weg: Statt komplette IT-Systemlandschaften neu aufzubauen, werden bestehende Systeme integriert, verknüpft und mit Traceability-Funktionalitäten angereichert. Die Customer Success Story von Schaeffler bietet ein praxisnahes Beispiel, das konkrete Use Cases und mögliche Umsetzungsszenarien veranschaulicht.



Warum Traceability im Automotive unverzichtbar ist



Regulatorische und gesetzliche Anforderungen

- In den sicherheitsrelevanten Domänen (z.B. Fahrassistenz, E-Antriebe, Brems- oder Lenksteuerung) verlangen Normen und Zulassungsverfahren (z. B. ISO 26262, UN-Regelungen, nationale Behörden) eine lückenlose Dokumentation, welche Anforderungen, Versionen und Änderungen zu welchem Zeitpunkt gegeneinander verknüpft sind.
- Bei Rückruf- oder Produkthaftungsfällen muss nachvollziehbar sein, welcher Kunde (oder welches Fahrzeug) welche Teile mit welchem Softwarestand, welcher Chargennummer etc. erhalten hat.
- OEMs verlangen zunehmend von ihren Zulieferern nicht nur Qualität, sondern auch Transparenz über die Produktdatenflüsse, um eigene Audit- und Compliance-Anforderungen zu erfüllen.

Komplexität, Variantenvielfalt und Änderungsdynamik

- Moderne mechatronische Systeme bestehen aus Mechanik, Elektronik, Software und agieren über System- und Subsystemgrenzen hinweg.
- Variantenmanagement (z. B. unterschiedliche Baureihenvarianten, kundenspezifische Optionen) erfordert, dass Traceability nicht nur linear, sondern entlang von Variantenpfaden funktionieren kann.
- Änderungszyklen (Change Requests, Change Orders, Field Fixes) sind typischerweise parallel über mehrere Disziplinen verteilt – ohne Traceability besteht die Gefahr, dass Änderungen fragmentiert, inkonsistent oder nicht nachvollziehbar umgesetzt werden.

Wirtschaftliche Risiken

- Fehlende Rückverfolgbarkeit kann zu hohen Kosten bei Fehlern, Ausschuss, Nacharbeit und Rückrufen führen.
- Unzureichende Digitalisierung erschwert die Nachverfolgbarkeit, bindet wertvolle Ressourcen und verlängert die Produktentwicklungszyklen.
- Mangelnde Transparenz erschwert die digitale Transformation, Prozesse-Automatisierung und datengetriebene Optimierung.



Beschleunigungsdruck in der Automobilindustrie

Die Automobilindustrie steht aktuell nicht nur vor regulatorischen und technologischen Herausforderungen, sondern auch unter einem enormen **Zeit- und Innovationsdruck**:

- **Neue Marktakeure** aus der Tech-Welt verkürzen Innovationszyklen und bringen agile Methoden sowie Software-DNA in die Branche.
- **China setzt neue Benchmarks:** Aktuelle Branchenanalysen zeigen, dass chinesische OEMs – darunter Unternehmen wie NIO, BYD oder Xpeng – Entwicklungszyklen von durchschnittlich rund 120 Wochen realisieren. Im Vergleich dazu liegen europäische und US-amerikanische Hersteller laut verschiedenen R&D-Benchmarkstudien traditionell bei 200 bis 216 Wochen. Damit erreichen chinesische Hersteller eine signifikant höhere Entwicklungsgeschwindigkeit und verkürzen den Time-to-Market nahezu um die Hälfte im Vergleich zu traditionellen OEMs.
(Quellen: u. a. McKinsey Automotive R&D Benchmarking, Roland Berger Automotive Disruption Radar, UBS Evidence Lab EV Tear-down Analysen)
- **Megatrends wie Elektromobilität, Software-Defined Vehicle und autonomes Fahren** beschleunigen die Entwicklungsdynamik zusätzlich. Sie führen zu einer Umkehr: nicht mehr die Hardware ist der führende Treiber, sondern die Software übernimmt diese Rolle mit einer viel größeren Agilität.
- **Kunden und Märkte** erwarten kürzere Modellwechsel, Over-the-Air-Updates und eine drastisch reduzierte Time-to-Market.

Um mit diesem Tempo Schritt zu halten, ist **Traceability unverzichtbar**:

- Sie ermöglicht, **Änderungen schnell und sicher umzusetzen**, da Auswirkungen über alle Systeme und Disziplinen hinweg sofort sichtbar werden.
- Sie reduziert Verzögerungen durch **automatisierte Nachverfolgbarkeit statt manueller Datenpflege**.
- Sie beschleunigt **Freigaben, Audits und Compliance-Prozesse**, da konsistente Traces jederzeit vorliegen.
- Sie erlaubt **globale, verteilte Entwicklung** mit hoher Geschwindigkeit, ohne Transparenz und Nachvollziehbarkeit einzubüßen.



Schlussfolgerung

Der Geschwindigkeitswettbewerb mit China und neuen Marktakeuren zwingt die europäische Automobilindustrie, Traceability nicht nur als Compliance-Thema, sondern als **strategisches Werkzeug zur Beschleunigung** zu begreifen.

_Use Cases von Schaeffler



Die Customer Success Story von Schaeffler (<https://tppsc.com/de/highlight-story-schaeffler/>) zeigt konkret, wie Traceability im Automotive-Umfeld operationalisiert werden kann und welche Funktionalitäten wertstiftend sind. Hier sind die wichtigsten Use Cases und deren Nutzen:



Trace App – konsolidierte Verknüpfungen über Systeme hinweg

- Schaeffler nutzt unterschiedliche Enterprise-Systeme: PLM (Windchill), ALM (z. B. Codebeamer und Windchill RV&S), ERP (SAP). TT PSC hat eine **Trace App** entwickelt, die zusätzliche Verknüpfungen (RFLP-Traces) erzeugt und konsolidiert.
- Wichtig ist: mit nur einer Verknüpfung lassen sich multiple Systemverknüpfungen abbilden (z. B. Requirement → Funktion → Design → Test über mehrere Systeme).
- Änderungen in einem System werden erkannt, und ein „Suspect-Flag“ markiert notwendige Nachprüfungen oder Validierungen.
- Beispiel: Parallelbetrieb zweier ALM-Systeme (Codebeamer & RV&S) – mit der Trace App lassen sich bidirektionale Traces aufrechterhalten und Integrität der Datenbeziehungen sicherstellen.



Lektion

In heterogenen Systemlandschaften ist eine dedizierte Trace-Schicht nötig, die über Systemgrenzen hinweg konsolidiert, prüft und in Echtzeit Daten bereitstellt.

Trace Graph – Visualisierung komplexer Verknüpfungsstrukturen

- Die **Trace Graph App** stellt RFLP-Verknüpfungen in einem Graph-Modell dar, über mehrere Ebenen und Systeme hinweg.
- Unabhängig vom Einstiegspunkt (z. B. Requirement, Test, Design) lässt sich der Projektkontext nachvollziehen und zugehörige Objekte entlang von Trace-Pfaden verfolgen.
- Der Graph visualisiert sowohl zeitliche Aspekte (Versionen) als auch Beziehungen (welche Elemente hängen wie zusammen).



Lektion

Komplexe Trace-Verknüpfungen können nur dann sinnvoll nutzbar sein, wenn sie intuitiv visualisiert werden – Graphen sind dafür ein effektiver Ansatz.

Umsetzungsschritte und Best Practices



Phasenmodell zur Einführung

1

Assessment & Ist-Analyse

- Kartierung der bestehenden Systemlandschaft
- Ermittlung, welche Verknüpfungslücken (Requirements → Design → Test → Fertigung) bereits bestehen
- Priorisierung nach Produktlinien, Projekten oder Risikobereichen

2

Pilot-/Use-Case-basiertes Vorgehen

- Auswahl eines überschaubaren Systems (z. B. ein Teilprojekt oder Modul)
- Aufbau eines MVP
- Evaluierung von Automatisierungsgrad, Usability und integrativen Grenzen

3

Skalierung & Roll-out

- Iterative Ausweitung entlang weiterer Produktlinien
- Integration weiterer Systeme (ERP, Lieferantenportale etc.)
- Ausbau von Rollen- und Sichtmodellen
- Verwendung von KI Agenten (z.B. zur automatisierten Anomalieerkennung)

4

Betrieb, Governance & Monitoring

- Etablierung von Traceability-Richtlinien, Datenqualitätsregeln und Audits
- Kontinuierliche Verbesserung
- Schulung und Change Management

Technische und organisatorische Best Practices



Governance & Rollenmodell

Es braucht klare Verantwortlichkeiten (Trace Owner, Systemverantwortliche) und Richtlinien für Trace-Erstellung, Änderungsprozesse und Abhängigkeiten.



Verknüpfungsautomatisierung

Wo möglich, sollten Verknüpfungen nicht manuell erzeugt werden (höheres Fehlerpotenzial), sondern durch automatische Erkennung, Templates oder heuristische Algorithmen.



Datenqualität & Konsistenz

Metadaten (Version, Status, Verantwortliche, Zeitstempel) müssen integritätsgesichert und synchron gehalten werden.



Change-Impact-Analyse

Bei Änderungen sollten automatisch Trace-Pfade ins Visier genommen werden, um betroffene Artefakte zu identifizieren.



Performance und Skalierung

Insbesondere Graph- oder Verknüpfungsdaten können schnell wachsen – geeignete Graph-Datenbanken, Caching oder Partitionierung können helfen.



Sicherheit & Zugriffssteuerung:

Rollen- und organisationsbasierter Zugriff, Maskierung sensibler Daten und revisionssichere Historie werden gewährleistet.



Usability und Akzeptanz

Benutzer benötigen einfache, rollenbasierte Applikationen, Dashboards und Visualisierungen – nicht nur technische APIs.

Risiken und Stolpersteine

- **Überlastung der Systeme**
Ein ungesteuerter Anstieg von Verknüpfungen und Abhängigkeiten kann Performance und Wartbarkeit gefährden.
- **Widerstand gegen Veränderung**
Stakeholder könnten gegen neue Prozesse oder zusätzliche Dokumentationsarbeit opponieren. Frühe Einbindung, Pilotprojekte und Schulung sind entscheidend.
- **Inkompatible Systeme**
Manche Alt- oder Insellösungen bieten keine offene Schnittstelle oder standardisierte APIs – hierfür müssen Brücken/Vermittlungsschichten gebaut werden.

_Vorteilspotenziale und Geschäftswert



Vorteil

Erläuterung

Compliance & Auditfähigkeit

Vollständige Traceability erleichtert den Nachweis für regulatorische Prüfungen, Kundenaudits oder Rückruffälle.

Fehlerfrüherkennung & Impact-Analyse

Auswirkungen von Designentscheidungen werden sofort sichtbar
– Risiko von Inkonsistenzen oder Kaskadeneffekten sinkt.

Zeit- und Kostenersparnis

Weniger manuelle Nachforschungen, reduzierte Nacharbeit, effizientere Prozesse.

Unterstützung digitaler Transformation

Eine solide Traceability-Basis ermöglicht später fortgeschrittene Use Cases wie KI-Analytik, prädiktive Qualität, Digital Twin Vernetzung.

Differenzierung gegenüber Wettbewerbern

Die Fähigkeit, Traceability bis hinunter in Bauteile oder Softwaremodule nachzuweisen, kann bei OEMs Wettbewerbsvorteil bringen.

_Fazit & Empfehlung



- ✓ **Traceability ist in der Automobilbranche heute unverzichtbar** – als Fundament für Qualität, Compliance, Rückverfolgbarkeit und Wettbewerbsfähigkeit.
- ✓ Ein **Brownfield-Ansatz** ist pragmatisch und risikoarm: bestehende Systeme werden nicht ersetzt, sondern mit einer Trace-Ebene überlagert und integriert.
- ✓ Use Cases wie bei Schaeffler (Trace App, Prozess-Apps) zeigen, wie eine modulare Traceability-Lösung in der Realität aussehen kann.
- ✓ Entscheidend sind technische Integrationsfähigkeit (APIs, OSLC), Governance-Strukturen, Datenqualität und Benutzerakzeptanz.
- ✓ Der Einstieg kann schrittweise erfolgen (Pilot → Skalierung), doch mittelfristig bildet eine funktionsstarke Traceability-Plattform den digitalen Kern eines modernen Produktentwicklungs-Ökosystems.