



TRANSITION
TECHNOLOGIES

Vom Spaltmaß zur Software

Warum ALM das neue PLM
der Automotive-Transformation ist
und wie dieser Vorsprung den Weg
hin zu Aerospace & Defense ebnet

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	1
Der industrielle Machtwechsel	2
Warum ALM das neue industrielle Betriebssystem wird	3
Automotive hat die härteste Transformation bereits hinter sich	3
Warum genau das plötzlich für Aerospace & Defense entscheidend wird	4
TTPSC als Strukturpartner der Transformation	5
Vom Tool-Rollout zur strukturellen Zielarchitektur	5
Carve-out statt Parallelwelt	6
Automotive-Erfahrung trifft A&D-Reife	6
Die Rolle einer zentralen ALM-Plattform	7
Fazit: Die nächste industrielle Führungsrolle wird nicht durch Hardware entschieden	8
Nächste Schritte und Angebot	9

Executive Summary

Die Automobilindustrie erlebt aktuell keinen gewöhnlichen Technologiewandel, sondern eine fundamentale Verschiebung industrieller Wertschöpfung.

Über Jahrzehnte war mechanische Exzellenz der entscheidende Wettbewerbsvorteil: Product Lifecycle Management (PLM) bildete das organisatorische Rückgrat der Entwicklung: von CAD-Modellen über Stücklisten bis hin zu Fertigungslogik und Änderungsständen. Im Zeitalter von Software-Defined Vehicles verschiebt sich der kritische Pfad der Innovation vom Blech zum Code. Fahrzeuge definieren sich über Software, digitale Funktionen und kontinuierliche Over-the-Air-Updates. Entwicklungszyklen werden schneller, Varianten komplexer und regulatorische Anforderungen dynamischer.



Damit verändert sich auch die zentrale Steuerungsebene industrieller Entwicklung. Während PLM weiterhin essenziell für physische Produktstrukturen bleibt, wird Application Lifecycle Management (ALM) zum eigentlichen Betriebssystem moderner Entwicklungsorganisationen. Anforderungen, Tests, Releases, Sicherheitsnachweise und Compliance müssen heute durchgängig miteinander verknüpft werden. Die Automotive-Industrie hat diese Transformation bereits unter enormem Wettbewerbsdruck bewältigt. OEMs und Zulieferer mussten agile Softwareentwicklung, funktionale Sicherheit, Cybersecurity und regulatorische Anforderungen gleichzeitig beherrschen und entwickelten daraus einen strategischen Vorsprung.

Genau diese Fähigkeiten werden nun auch für Aerospace & Defense entscheidend. Moderne Luftfahrt- und Verteidigungssysteme entwickeln sich zu hochvernetzten, softwaregesteuerten System-of-Systems-Architekturen. Die Fähigkeit, softwaregetriebene Komplexität sicher, skalierbar und regulatorisch beherrschbar zu organisieren, wird damit zur zentralen industriellen Kernkompetenz. ALM-Plattformen schaffen dafür die technologische Grundlage: Sie verbinden Anforderungen, Risiken, Tests, Varianten und Freigaben zu einem durchgängigen Digital Thread und ermöglichen nachvollziehbare, auditierbare Entwicklungsprozesse über den gesamten Lebenszyklus hinweg.

Doch Technologie allein reicht nicht aus. Der Übergang von hardwarezentrierten Organisationen hin zu softwaregesteuerten Entwicklungsarchitekturen ist vor allem eine strukturelle Herausforderung. Prozesse, Governance, Sicherheitsmodelle und Organisation müssen neu zusammenspielen.



TTPSC begleitet Unternehmen dabei nicht nur als Implementierungspartner, sondern als Strukturpartner der Transformation: mit tiefem Verständnis moderner Engineering-Prozesse, umfassender Expertise rund um PTC und Codebeamer sowie der Fähigkeit, komplexe Entwicklungsorganisationen auf die Anforderungen zukünftiger Märkte auszurichten.

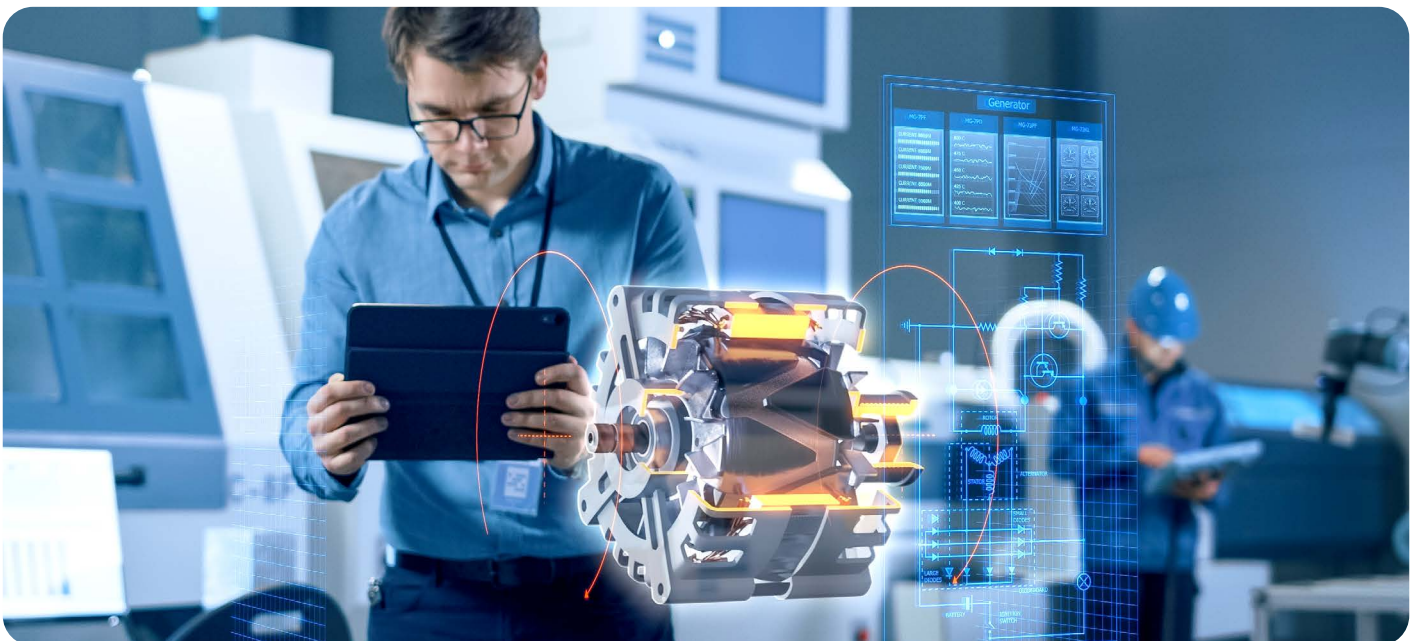
Dieses Whitepaper zeigt, warum ALM zur zentralen Steuerungsebene industrieller Entwicklung wird – und weshalb die Automotive-Industrie damit heute besser auf die Anforderungen von Aerospace & Defense vorbereitet ist als viele klassische A&D-Organisationen selbst.

Der industrielle Machtwechsel

Product Lifecycle Management (PLM) war viele Jahre hindurch das organisatorische Zentrum der automobilen Entwicklung. Stücklisten, CAD-Modelle, Änderungsstände und Produktionslogik bildeten die entscheidenden Steuerungsgrößen industrieller Innovation.

Diese Logik hat sich fundamental verändert. Der Wandel hin zum Software-Defined Vehicle ist kein plötzliches Ereignis, sondern eine laufende Transformation, die Anfang der 2010er Jahre mit Tesla begann und seitdem zur breiten Branchenstrategie wurde. Der Übergang vom hardwaregetriebenen zum softwaredefinierten Fahrzeug bedeutet, dass Software zunehmend Kernfunktionen steuert und Updates Over-the-Air ermöglicht, wodurch sich das Auto kontinuierlich weiterentwickelt.

Im Zuge dieser Transformation hat sich auch der Schwerpunkt der Wertschöpfung von der physischen Hardware hin zur Software verschoben. Fahrzeuge definieren sich heute über digitale Funktionen: Fahrerassistenzsysteme, vernetzte Services, autonome Funktionen und kontinuierliche Over-the-Air-Updates prägen die Innovationsgeschwindigkeit moderner Fahrzeugplattformen.



Der kritische Pfad der Entwicklung liegt damit nicht länger im Blech, sondern im Code.



Diese Verschiebung verändert nicht nur Produkte, sondern die gesamte industrielle Entwicklungslogik. Während Hardware über lange Produktzyklen stabil blieb, entwickelt sich Software kontinuierlich und hochdynamisch weiter. Funktionen entstehen iterativ, Sicherheitsanforderungen verändern sich rasant und Fahrzeuge bleiben über Jahre hinweg updatefähig.

Dadurch steigt die Komplexität massiv: Entwicklungszyklen verkürzen sich, Variantenvielfalt und regulatorische Anforderungen nehmen zu, globale Entwicklungsnetzwerke werden enger verzahnt.

Klassische, hardwarezentrierte Entwicklungsmodelle stoßen damit zunehmend an ihre Grenzen. PLM bleibt zwar weiterhin essenziell für physische Produktstrukturen. Die eigentliche Dynamik moderner Entwicklungsorganisationen entsteht heute jedoch in Software-Releases, Sicherheitsnachweisen, Testketten und digitalen Freigabeprozessen. **Die industrielle Steuerungsebene verschiebt sich damit von der Hardware hin zur Beherrschung softwaregetriebener Komplexität.**

Warum ALM das neue industrielle Betriebssystem wird

Mit der Dominanz von Software verändert sich auch die Relevanz der Entwicklungsplattformen.

In klassischen Entwicklungswelten stehen Dokumentation, Freigaben und lineare Prozessketten im Vordergrund. In softwarezentrierten Organisationen reicht dieses Modell jedoch nicht mehr aus. Entwicklungsprozesse müssen heute dynamisch und agil, gleichzeitig aber vollständig und fehlerfrei nachvollziehbar und regulatorisch belastbar sein.

Genau an diesem Punkt wird Application Lifecycle Management (ALM) zur zentralen Steuerungsschicht moderner Entwicklungsorganisationen. ALM-Plattformen verbinden Anforderungen, Risiken, Varianten, Tests, Releases und Compliance-Nachweise in einem durchgängigen Digital Thread. Informationen werden systemisch miteinander verknüpft.

Dadurch verändert sich die Bedeutung von Traceability: Sie entsteht nicht mehr als nachträgliche Dokumentationspflicht, sondern als integraler Bestandteil täglicher Entwicklungsarbeit:



Besonders relevant ist dies im Bereich Product Line Engineering (PLE). Moderne Fahrzeugplattformen existieren in Millionen möglicher Konfigurationen über Märkte, Softwarestände, regulatorische Anforderungen und Fahrzeugvarianten hinweg. Ohne konsequente digitale Verknüpfung ist diese Komplexität wirtschaftlich kaum noch beherrschbar.

Hinzu kommen steigende Anforderungen an funktionale Sicherheit und Cybersecurity. Normen wie ISO 26262 oder ISO 21434 verlangen vollständige Nachweisketten über den gesamten Entwicklungslebenszyklus hinweg, bei gleichzeitig wachsender Entwicklungsdynamik.



ALM wird dadurch weit mehr als ein Entwicklungstool. **Es wird zum organisatorischen Herzstück im Betriebssystem moderner Engineering-Strukturen.**

Automotive hat die härteste Transformation hinter sich

Die Automotive-Industrie musste die Transformation unter massivem Wettbewerbsdruck in Echtzeit und „am offenen Herzen“ umsetzen.

OEMs und Zulieferer standen vor einer einzigartigen Herausforderung: Sie mussten lernen, agile Softwareentwicklung mit sicherheitskritischen Anforderungen, globalen Lieferketten und extremer Variantenvielfalt gleichzeitig zu beherrschen.

Genau daraus entstand eine neue Form industrieller Reife. Während viele Industrien noch über agile Transformation diskutierten, mussten Automotive-Unternehmen Antworten auf reale softwaregetriebene Komplexität finden. Darin liegt heute ihr strategischer Vorsprung. Denn die Kompetenzen, die im Umfeld softwaredefinierter Fahrzeuge aufgebaut wurden, entsprechen den Anforderungen anderer hochregulierter Industrien.

Die Automotive-Industrie hat damit eine Blaupause für die nächste Generation industrieller Entwicklungsorganisationen geschaffen. Nicht mechanische Exzellenz allein entscheidet künftig über industrielle Führungsfähigkeit, sondern die Fähigkeit, softwaregetriebene Komplexität sicher, skalierbar und regulatorisch beherrschbar zu organisieren.

Warum das für Aerospace & Defense entscheidend wird

Mit der Fokussierung auf Daten und Software steht Aerospace & Defense vor annähernd deckungsgleichen Herausforderungen.

Im Zuge der Entwicklung sicherheitskritischer Systeme verändern sich die Anforderungen grundlegend. Moderne Verteidigungs- und Luftfahrtsysteme bestehen nicht mehr primär aus mechanischen Plattformen. Sie entwickeln sich zu hochvernetzten, softwaregesteuerten System-of-Systems-Architekturen:

- mit kontinuierlichen Software-Releases
- komplexen Integrationsabhängigkeiten
- steigenden Cybersecurity-Anforderungen
- und enormem Bedarf an durchgängiger Traceability

Damit entsteht auch hier eine neue Realität: Aerospace & Defense steht heute vor vielen Herausforderungen, die die Automotive-Industrie bereits bewältigen musste. Die Fähigkeit, agile Softwareentwicklung unter regulatorischen und sicherheitskritischen Bedingungen und unter immensem Zeitdruck zu organisieren, wird zum entscheidenden Wettbewerbsfaktor.

Was in Automotive aus Marktzwang entstand, wird in Aerospace & Defense zur strategischen Notwendigkeit. Besonders deutlich wird dies bei der Frage der Nachweisfähigkeit. In klassischen A&D-Programmen entstehen Audit- und Zertifizierungsnachweise häufig mit manuellem Aufwand. Dokumentationen werden über verschiedene Systeme und Organisationseinheiten hinweg konsolidiert, Änderungen aufwendig nachverfolgt und Freigaben über lange Prozessketten abgesichert. Hinzu kommt ein weiterer Faktor: Cybersecurity.

Mit Normen wie ISO 21434 hat die Automotive-Industrie umfangreiche Erfahrung im Umgang mit sicherheitskritischen Software- und Sicherheitsarchitekturen aufgebaut. Themen wie sichere Entwicklungsumgebungen, kontrollierte Datenflüsse, Zugriffskonzepte und softwareseitige Risikoanalysen gehören inzwischen zum operativen Alltag moderner Fahrzeugentwicklung.

Diese Erfahrungen bilden heute eine ideale Grundlage für die Anforderungen sicherheitsklassifizierter Aerospace-&-Defense-Umgebungen:

- ✓ geschlossene Entwicklungsarchitekturen
- ✓ kontrollierte Datenräume
- ✓ Exportkontrollen
- ✓ revisionssichere Nachweisketten
- ✓ sowie hochgradig abgesicherte Entwicklungs- und Freigabeprozesse



Die Automotive-Industrie hat durch die Transformation zum Software-Defined Vehicle Fähigkeiten aufgebaut, die plötzlich branchenübergreifend zur kritischen Zukunftskompetenz werden. Genau darin liegt heute der eigentliche industrielle Wettbewerbsvorteil. Und genau deshalb besitzt die Automotive-Industrie plötzlich eine Reife, die in Aerospace & Defense von enormem strategischem Wert ist.

TTPSC als Strukturpartner der Transformation

Die strukturelle Nähe zwischen Automotive und Aerospace & Defense eröffnet Chancen, macht den Übergang jedoch nicht automatisch barrierefrei.

Denn auch wenn Automotive-Unternehmen viele der benötigten Kompetenzen mitbringen, unterscheiden sich die Anforderungen sicherheitskritischer A&D-Umgebungen in einem entscheidenden Punkt: **Sie verlangen eine organisatorische und technologische Architektur, die maximale Sicherheit, Nachweisbarkeit und Governance dauerhaft absichert.**

Genau hier entscheidet sich, ob vorhandene Automotive-Reife tatsächlich zu einem strategischen Vorteil wird. Der Übergang in Aerospace & Defense bedeutet weit mehr als die Einführung neuer Prozesse oder zusätzlicher Compliance-Vorgaben. Unternehmen müssen bestehende Entwicklungsstrukturen gezielt weiterentwickeln. Und genau an diesem Punkt wird der **Implementierungspartner** zum entscheidenden Faktor.

TTPSC begleitet Unternehmen in dieser Phase nicht als klassischer Systemintegrator, sondern als Strukturpartner für komplexe Entwicklungsorganisationen.



Die Stärke von TTPSC liegt dabei in der Verbindung zweier entscheidender Perspektiven

Tiefes Verständnis moderner **Automotive-Entwicklungsprozesse**

Gleichzeitig umfassende Expertise rund um **PTC-Technologien und Codebeamer**

Denn die eigentliche Herausforderung besteht nicht darin, ein ALM-System technisch einzuführen. Die entscheidende Frage lautet: Wie entsteht aus Plattform, Prozessen und Organisation eine belastbare Entwicklungsarchitektur? Genau darauf ist TTPSC spezialisiert.



Vom Tool-Rollout zur strukturellen Zielarchitektur

In bisherigen Transformationsprojekten zeigt sich ein wiederkehrendes Muster: Neue Plattformen werden eingeführt, bestehende Prozesse digitalisiert und Workflows modelliert, ohne die zugrunde liegenden organisatorischen Strukturen grundlegend anzupassen.

Das Ergebnis ist deshalb nicht selten



fragmentierte Governance-Modelle,



inkonsistente Datenstände,



Schattenprozesse außerhalb des Systems,



und fehlende End-to-End-Traceability.

Gerade in sicherheitskritischen Entwicklungsumgebungen kann daraus ein strategisches Risiko bedeutend. TTPSC verfolgt deshalb einen anderen Ansatz: Nicht das Tool steht im Mittelpunkt, sondern die Entwicklung einer durchgängigen, skalierbaren und sicherheitsfähigen Zielarchitektur. Dabei verbindet TTPSC

Prozessdesign

Plattformarchitektur

Governance-Strukturen

Sicherheitskonzepte

organisatorische Integration

zu einem ganzheitlichen Transformationsmodell.

>> Carve-out statt Parallelwelt

Besonders relevant wird diese Expertise beim Einstieg in Aerospace & Defense. In vielen Fällen reicht es nicht aus, bestehende Automotive-Strukturen lediglich zu erweitern.

Sicherheitsklassifizierungen, Exportkontrollen und regulatorische Anforderungen erfordern den Aufbau dedizierter Entwicklungsumgebungen: mit eigenen Sicherheitsarchitekturen, klar getrennten Datenräumen und spezifischen Governance-Modellen.

Der entscheidende Punkt dabei: Ein solcher Carve-out darf nicht zu isolierten Parallelwelten führen. Die Herausforderung besteht vielmehr darin, zwei hochkomplexe Entwicklungswelten gleichzeitig zu ermöglichen:



Eine effiziente Automotive-Umgebung mit hoher Entwicklungsdynamik

und



Eine abgesicherte Aerospace-&-Defense-Architektur mit maximaler Nachweisfähigkeit.

TTPSC unterstützt Unternehmen genau bei dieser strukturellen Balance.



Das Ziel ist keine technologische Trennung um ihrer selbst willen, sondern eine **kontrollierte Gesamtarchitektur** mit sicheren Schnittstellen, konsistenten Datenmodellen, klar definierten Governance-Regeln und kontrolliertem Wissenstransfer zwischen beiden Welten.

>> Automotive-Erfahrung trifft A&D-Reife

Gerade hier liegt der eigentliche Mehrwert von TTPSC.

Das Unternehmen kennt nicht nur die regulatorischen und technologischen Anforderungen moderner ALM-Architekturen, sondern versteht vor allem die operative Realität großer Automotive-Entwicklungsorganisationen:



globale Plattformstrategien



Lieferkettenintegration



Variantenmanagement



Functional Safety



agile Entwicklungsmodelle



Cybersecurity und hochdynamische Entwicklungsprozesse.

Diese Erfahrung ermöglicht es TTPSC, bestehende Automotive-Kompetenzen gezielt in A&D-fähige Strukturen zu überführen, ohne die **Geschwindigkeit und Skalierbarkeit moderner Entwicklungsorganisationen zu verlieren.**

Die Rolle einer zentralen ALM-Plattform

Dabei spielt Codebeamer von PTC als zentrale ALM-Plattform eine Schlüsselrolle.

Alle Artefakte sind miteinander verknüpft. Vom System Requirement über Functional Safety Analysen bis hin zum getesteten Release. Traceability entsteht nicht als zusätzliche Dokumentationspflicht, sondern als natürlicher Bestandteil der täglichen Entwicklungsarbeit. Varianten- und Reuse-Mechanismen ermöglichen es, Plattformstrategien strukturiert umzusetzen, statt Komplexität durch Kopieren und manuelle Pflege zu erhöhen. Schnittstellen integrieren bestehende Toolchains, sodass OEMs und Zulieferer ihre Entwicklungslandschaft nicht ersetzen, sondern orchestrieren.

TTPSC arbeitet dabei entlang eines iterativen Prozesses:



Entscheidend ist die Umsetzung

In regulierten Entwicklungsumgebungen ist fehlende Akzeptanz kein Komfortproblem, sondern ein Risiko. Wenn Prozesse nicht gelebt werden, entstehen Lücken in Traceability, Unsicherheiten in der Konfiguration und Verzögerungen in der Zertifizierung.

TTPSC versteht Change-Management daher nicht als begleitende Maßnahme, sondern als zentralen Bestandteil der Implementierung. Denn nachhaltige Wirkung entsteht erst dann, wenn Struktur, System und tägliche Praxis zusammenpassen.

Die nächste industrielle Führungsrolle wird nicht durch Hardware entschieden

Die industrielle Logik verschiebt sich grundlegend.

Über Jahrzehnte hinweg wurde Führungsfähigkeit vor allem durch mechanische Exzellenz definiert: bessere Plattformen, effizientere Fertigung, leistungsfähigere Hardware. Doch im Zeitalter softwaredefinierter Systeme entsteht Wertschöpfung zunehmend dort, wo Komplexität beherrschbar gemacht wird: in Softwarearchitekturen, digitalen Nachweis Ketten, sicheren Entwicklungsprozessen und hochintegrierten Systemlandschaften.

Damit verändert sich auch die eigentliche Kernkompetenz industrieller Organisationen. Nicht die Größe einzelner Plattformen entscheidet künftig über Wettbewerbsfähigkeit, sondern die Fähigkeit, Geschwindigkeit und Sicherheit gleichzeitig zu ermöglichen, globale Entwicklungsnetzwerke digital zu orchestrieren, regulatorische Anforderungen beherrschbar zu machen, und softwaregetriebene Komplexität über den gesamten Lebenszyklus hinweg kontrollierbar zu halten.



Die entscheidende Zukunftsfrage lautet deshalb: **Wer kann softwaregetriebene Komplexität sicher, skalierbar und regulatorisch beherrschbar organisieren?**

ALM wird zur zentralen Steuerungsebene moderner Entwicklungsorganisationen. Nicht als isoliertes Tool, sondern als strukturelles Fundament für Geschwindigkeit, Sicherheit und Innovationsfähigkeit zugleich.



Unternehmen, die diese Transformation konsequent beherrschen, werden nicht nur ihre eigene Wettbewerbsfähigkeit sichern. Sie werden die Standards der nächsten industriellen Entwicklungsära definieren. Die Automotive-Industrie besitzt dafür heute einen Vorsprung, den viele außerhalb der Branche noch unterschätzen.

Die Fähigkeit, softwaregetriebene Komplexität sicher zu beherrschen, wird zur entscheidenden industriellen Kernkompetenz des kommenden Jahrzehnts.

Und genau diese Fähigkeit hat Automotive bereits aufgebaut.

Nächste Schritte und Angebot

Die Reise von der fragmentierten Toollandschaft zu einem integrierten, zukunftssicheren ALM-Prozess mit Codebeamer ist kein Sprung ins kalte Wasser. Viele Unternehmen beginnen klein, testen konkret und skalieren dann mit Schwung, immer mit der Gewissheit, dass jeder Schritt messbaren Mehrwert bringt. TTPSC bietet dafür einen klaren, risikominimierten Einstieg, der sich an Ihre Prioritäten anpasst: ob Compliance, Effizienz oder Innovationsgeschwindigkeit im Vordergrund steht.

1 ALM-Assessment (2 bis 4 Wochen)

In einem kompakten Workshop mit Ihren Fachbereichen (Entwicklung, Qualität, IT, Management) analysieren wir Ist-Prozesse, Tool-Chaos und Reifegrad.

Das Ergebnis:

Ein personalisiertes Zielbild mit Quick Wins, einer groben Roadmap und einer ROI-Schätzung, inklusive Demo, wie Codebeamer genau Ihre Pain Points löst.

Kosten:

Festpreis, oft mit Follow-up-Gutschein für Pilot oder Schulung.

2 Fokussierter Pilot (8 bis 12 Wochen)

Wählen Sie einen Bereich aus und machen Sie den Proof of Concept.

TTPSC baut ein maßgeschneidertes Codebeamer-Setup auf, integriert erste Nachbarsysteme, migriert Testdaten und schult Ihr Team vor Ort.

Am Ende steht ein laufendes Pilotprojekt mit realen KPIs (z. B. Testcoverage + 30 Prozent, Audit-Nachweise in Minuten) und einer Go/No-Go-Entscheidung für den Rollout.

Vollständige Implementierung und Begleitung

Sobald der Pilot überzeugt, skaliert TTPSC nahtlos: Vollständige Prozess-Abbildung, Integration in PLM/ERP/CI/CD, Datenmigration, Change-Management, Schulungsprogramm und sechs bis zwölf Monate Support. Flexible Modelle – vom Festpreisprojekt bis zum Time-&-Materials mit Meilensteinabrechnung – sorgen dafür, dass Sie die Kontrolle behalten.

Interesse? Dann kommen Sie auf uns zu!

Kontaktieren Sie uns für ein unverbindliches Gespräch: Wir hören Ihre Herausforderungen, skizzieren erste Ansätze und vereinbaren den passenden nächsten Schritt. Oft reicht ein 90-minütiger Call oder ein Screen-Share mit Ihrer aktuellen Tool-Landschaft, um erste Handlungsempfehlungen zu geben.

Rufen Sie an, schreiben Sie eine Mail oder buchen Sie direkt über unsere Website einen Slot. **Der erste Kontakt ist immer kostenlos und vertraulich.**



Mit TTPSC wird Codebeamer nicht nur eingeführt, sondern zu einem strategischen Hebel, der Ihre Entwicklungsorganisation professionalisiert und zukunftssicher macht.
Lassen Sie uns gemeinsam den ersten Schritt gehen – die Transformation wartet.

**Kontaktieren
Sie uns!**

Transition
Technologies PSC

contact@ttpsc.com
www.ttpsc.com



TRANSITION
TECHNOLOGIES