



WIE DIE TECHNISCHE ENTWICKLUNG QUALITÄT ENTSCHEIDEND VERBESSERN KANN

63% automatic
54% calculated current load

SSP

PROCESSING
INPUT

AUTO
12371 Mghz.

```
10 BASE = 32768 + 32
20 READ BYTE
30 IF BYTE = -1 THEN BASE = BASE + 1 : GOTO 999
40 POKE BASE, BYTE
50 BASE = BASE + 1
60 GOTO 20
999 IF BASE = (50 * 32768) THEN SYS(32768 + 32) : END
1000 DATA 120
1010 DATA 169, 120
1020 DATA 181, 21, 1
1030 DATA 409, 40
1040 DATA 141, 20, 3
1050 DATA 89
1060 DATA 96
1070 DATA 238, 32, 208
1080 DATA 76, 49, 234
1090 DATA -1
```

TECHNISCHE ENTWICKLUNG: AUSGANGSPUNKT FÜR QUALITÄT UND GESCHÄFTSRISIKEN

Die meisten Qualitätsmängel beginnen nicht in der Fabrikhalle. Sie beginnen viel früher, häufig mit kleinen Entwicklungsentscheidungen, die zu diesem Zeitpunkt unbedeutend erscheinen, sich aber im Laufe der Zeit summieren, wenn Produkte von der Konstruktion in die Fertigung und schließlich in den Einsatz gelangen.

Eine übersehene Anforderung oder eine nicht validierte Konstruktionsannahme können unbemerkt Risiken einführen. Bleiben diese Probleme unentdeckt, treten sie später in Form von Produktionsstörungen, Servicevorfällen oder Kundenausfällen zutage – zu einem Zeitpunkt, an dem sie weitaus kostspieliger und weitaus sichtbarer sind.

Qualität ist ein Geschäftsfaktor, der sich direkt auf Kosten, die Geschwindigkeit der Markteinführung und die Kundenzufriedenheit auswirkt. Wenn Probleme in der technischen Entwicklung entstehen, bleiben sie nicht auf diesen Bereich beschränkt. Sie verzögern Markteinführungen, treiben die Kosten in die Höhe und gefährden die Kundenergebnisse. Der effektivste Ansatzpunkt zur Steuerung dieser Ergebnisse liegt im Vorfeld, also dort, wo Produkte definiert, validiert und entwickelt werden.

R5_CORE_SMP
1374.84DRX

SSP

PROCESSING
INPUT

AUT
12971 Mghz.

63% automatic
34% calculated current value

PASSTHROUGH:A13

DIE WAHREN KOSTEN VON QUALITÄT

Qualität wirkt sich direkt auf drei Ergebnisse aus, die für führende Industrieunternehmen von größter Bedeutung sind: **Kostenkontrolle, schnelle Markteinführung und Kundenvertrauen**. Der Wettbewerb erhöht den Einsatz. Industrielle Käufer haben mehr Möglichkeiten als noch vor einigen Jahren, und Qualitätsmängel erleichtern den Wechsel. Wenn die Qualität nachlässt, bleiben die Auswirkungen selten auf den betroffenen Bereich beschränkt. Sie vervielfachen sich über das gesamte Geschäft hinweg.

Ein allgemein anerkannter Grundsatz im Qualitätsmanagement, bekannt als die 1-10-100-Regel, veranschaulicht dies deutlich. Die Korrektur eines Fehlers, der während der technischen Entwicklung identifiziert wurde, dauert unter Umständen nur Stunden. Wenn das gleiche Problem die Fertigung erreicht, verzehnfachen sich die Kosten aufgrund von Ausschuss, Nacharbeit und Produktionsunterbrechungen. Wenn Fehler erst im Einsatz auffallen, können die Kosten aufgrund von Serviceeinsätzen, Ersatzteilen, Ausfallzeiten beim Kunden und Reputationsschäden um das 100-Fache höher ausfallen.

Qualitätsbezogene Probleme, einschließlich Nacharbeit, Ausschuss, Garantieansprüchen und Rückrufen, machen schätzungsweise **15 bis 20 % des Jahresumsatzes** vieler Hersteller aus.

Für Hersteller von geschäftskritischen Maschinen und Anlagen steht noch mehr auf dem Spiel. Ungeplante Ausfallzeiten können je nach Anwendung mehr als eine Million Dollar pro Stunde kosten. Bei dieser Größenordnung kann ein einziger entgangener Fehler die Kosten ganzer Entwicklungsprogramme aufwiegen.

Qualität beeinflusst auch die Geschwindigkeit. Defekte im Spätstadium verzögern die Markteinführung, erzwingen reaktive Veränderungen und instabilisieren die Lieferketten. Unternehmen, die Qualität bereits im Vorfeld sicherstellen, kommen schneller voran – nicht, weil sie Abstriche machen, sondern weil sie Überraschungen in letzter Minute vorbeugen.

Und am wichtigsten ist, dass Qualität Vertrauen untermauert. Industriekunden erwarten Produkte, die zuverlässig funktionieren, Anforderungen erfüllen und unter realen Bedingungen bestehen. Ist dieses Vertrauen einmal erschüttert, ist es schwierig, es zurückzugewinnen. Entwicklungsteams sind am besten in der Lage, dem vorzubeugen, indem sie Qualität von Anfang an einplanen, anstatt zu versuchen, Mängel später zu erkennen.



WARUM IN DER TECHNISCHEN ENTWICKLUNG IMMER NOCH ENTSCHEIDENDE QUALITÄTSPROBLEME ÜBERSEHEN WERDEN

Die meisten führenden Industrieunternehmen haben bereits erkannt, dass Qualitätsprobleme ihren Ursprung in der technischen Entwicklung haben. Was fehlt, ist eine skalierbare, vorgelagerte Möglichkeit, sie zu stoppen.

Die heutigen Umgebungen sind nach wie vor nicht vernetzt. Entwicklungs-, Fertigungs-, Qualitäts- und Serviceteams verlassen sich häufig auf fragmentierte Systeme, was zu isolierten Daten, eingeschränkter Verfolgbarkeit und schwachen Feedbackschleifen führt. Die Validierungspraktiken variieren stark, und die im Einsatz gewonnenen Erkenntnisse fließen selten in zukünftige Konstruktionen ein.

Das Problem ist weit verbreitet. 93 % der Hersteller geben an, dass ihre kritische Daten in isolierten Systemen gespeichert sind [\(Frost & Sullivan\)](#).

Dies erschwert es, Anforderungen, Konstruktionen, Testergebnisse und die Leistung im Einsatz sinnvoll miteinander zu verknüpfen.

Herkömmliche Qualitätsansätze wie manuelle Audits, nachgelagerte Inspektionen und reaktive Korrekturmaßnahmen können mit der Komplexität heutiger Produkte nicht Schritt halten. Unternehmen verstehen, wo Mängel entstehen, haben aber Schwierigkeiten, Vorbeugung in großem Umfang umzusetzen.



DIE LÖSUNGEN, DIE ENGINEERING-LED QUALITY TRANSFORMIEREN

EINHEITLICHES, ZENTRALISIERTES DATEN-REPOSITORY

Entwicklungsgesteuerte Qualität beginnt mit einer allgemein gültigen, maßgeblichen Produktdatenquelle. Wenn Produktdaten über den gesamten Lebenszyklus hinweg verfolgbar sind, von der Konstruktion über Unternehmenssysteme, Fertigung, Lieferkette und Qualitätsmanagement, können Teams Risiken früher erkennen und verhindern, bevor sie sich ausbreiten.

In der Praxis befinden sich Produktdefinitionen, -strukturen und -konfigurationen nicht mehr an verschiedenen Orten. Das ist die Grundlage eines Ansatzes für integrierte Produktentwicklung (IPE), bei dem mechanische, elektrische und Software-Konstruktionsdaten in einem einzigen, verwalteten Thread vernetzt bleiben. Die Konstruktionsabsicht fließt in genaue, durch den Lebenszyklus gesteuerte Stücklisten ein, was Änderungs- und Konfigurationskontrolle vereinfacht. Die regelbasierte Konfiguration reduziert zusätzlich das Risiko von Variantenfehlern, die die Qualität beeinträchtigen.

Qualitätsprozesse sind direkt in diese Grundlage eingebettet. Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA), Korrektur- und Vorbeugemaßnahmen (CAPA), Nichtkonformitäten, Abweichungen, Ausnahmegenehmigungen und Ursachenanalysen werden zentral gespeichert und mit technischen Stücklisten und Prozessplänen verknüpft. Wenn sich Anforderungen oder Nichtkonformitäten ändern, bleiben diese Beziehungen erhalten, was zu einer schnelleren Behebung, weniger Mängeln und einer höheren Erstaussbeute führt.

Modellbasierte Praktiken stärken diese Grundlage weiter. Vollständig mit Anmerkungen versehene 3D-Modelle werden in nachgelagerten Prozessschritten wiederverwendet, wodurch die Konstruktionsabsicht gewahrt bleibt und Interpretationsfehler reduziert werden. Konstruktionsänderungen werden automatisch zwischen abhängigen Teams weitergegeben, wodurch Nacharbeit und Überraschungen in der späten Phase minimiert werden.

VOLLSTÄNDIGE VERFOLGBARKEIT VON PRODUKT UND ANFORDERUNGEN

Moderne Produkte umfassen mechanische, elektronische und Softwaredomänen, und die Qualität hängt davon ab, dass sie aufeinander abgestimmt sind. Eine einheitliche lückenlose Verfolgbarkeit im gesamten Lebenszyklus verknüpft Anforderungen mit Konstruktionen, Tests, Änderungen und Compliance-Dokumenten – und verbindet damit Kunden- und behördliche Anforderungen direkt mit Entwicklungsentscheidungen und Verifizierungsergebnissen.

Dank dieser Transparenz können Teams Risiken und Auswirkungen von Änderungen früher erkennen, noch bevor Probleme die Fertigung oder den Einsatz vor Ort erreichen. Die Zuordnung von Anforderungen zur Testabdeckung und zu Konstruktionsabhängigkeiten reduziert Nacharbeit und unterstützt eine auditfähige Compliance für regulierte Umgebungen. Zentrale Qualitäts-Workflows wie Fehleranalyse, CAPA und Ursachenanalyse stehen in direktem Zusammenhang mit Anforderungen und Änderungen, wodurch die Qualitätsüberwachung kontinuierlich statt nur punktuell erfolgt.

KI stärkt Anforderungen und Verfolgbarkeit zusätzlich, indem sie den manuellen Aufwand reduziert und bereits in einer frühen Phase des Lebenszyklus für mehr Klarheit sorgt. Intelligente Unterstützung kann dazu beitragen, die Erstellung von Anforderungen zu beschleunigen, Testfälle automatisch aus Anforderungen zu generieren und mehrdeutige oder inkonsistente Formulierungen zu kennzeichnen, die häufig zu nachgelagerten Fehlern führen. Indem Teams die Qualität von Anforderungen und die Testabdeckung bereits im Vorfeld verbessern, reduzieren sie Nacharbeit, schließen Lücken früher und sorgen im Laufe der Produktentwicklung für eine bessere Abstimmung zwischen Konstruktionsabsicht, Verifizierungsergebnissen und Konstruktionsabsicht.

Eine systematische Produktlinienentwicklung unterstützt diesen Ansatz zusätzlich und ermöglicht es Unternehmen, Variationen innerhalb von Produktfamilien handzuhaben, ohne dabei Abstriche bei der Konsistenz oder Qualität machen zu müssen.



SIMULATIONSGESTÜTZTES DESIGN UND VALIDIERUNG

Dank Simulation erfolgt die Validierung nicht mehr in der letzten Entwicklungsphase. Durch Simulationen während der gesamten Entwicklung, nicht nur bei der endgültigen Verifizierung, können Teams strukturelle, thermische und leistungsbezogene Probleme früher erkennen, wenn Änderungen weniger kostspielig und effektiver sind. Dieser kontinuierliche Ansatz reduziert Überraschungen in der späten Phase und nachgelagerte Korrekturen.

Generatives Design erweitert diese Funktionen und ermöglicht es Ingenieuren, Alternativen zu erkunden, die auf realen Randbedingungen, Materialien und Fertigungsprozessen basieren. Die KI-gestützte Optimierung trägt dazu bei, qualitativ hochwertigere, leichtere und zuverlässigere Konstruktionen hervorzubringen, noch bevor physische Prototypen oder Produktionsläufe in Angriff genommen werden.

Qualität wird früher verbessert. Und die Entwicklung kann mit weniger Korrekturen fortgesetzt werden.

DIGITAL THREAD FÜR VERNETZTE SERVICES

Qualität endet nicht mit der Produkteinführung. Reale Leistungsdaten bieten wertvolle Erkenntnisse für kontinuierliche Verbesserungen.

Ein Digital Thread für vernetzte Services leitet Felddaten – einschließlich Fehler, Betriebsbedingungen und Serviceverlauf – an die technische Entwicklung zurück. Ingenieure können analysieren, wie sich Produkte in der Praxis verhalten, und Konstruktionsprobleme lösen, die bei herkömmlichen Tests möglicherweise übersehen werden.

Auch Serviceteams profitieren direkt davon. Techniker erhalten Zugriff auf aktuelle Konstruktionsrevisionen, 3D-Modelle, Toleranzen und Spezifikationen sowie auf den Asset-Verlauf und den Wartungskontext. Dadurch werden Spekulationen reduziert, und es können genauere Reparaturen durchgeführt werden.

Das Ergebnis sind schnellere Problemlösung, höhere First-Time-Fix-Raten, verbesserte Verfügbarkeit und stärkeres Kundenvertrauen.

KI-gestützte Service-Tools erweitern dies noch weiter auf die tägliche Umsetzung. Dank dialogorientierter Schnittstellen können Techniker schnell und kontextbezogen auf Asset-Informationen, Arbeitsanweisungen und den Serviceverlauf zugreifen, ohne in komplexen Systemen suchen zu müssen. Dies verringert die kognitive Belastung im Außendienst, verbessert die Genauigkeit von Reparaturen und verkürzt die Zeit bis zur Problemlösung, während gleichzeitig sichergestellt wird, dass Servicemaßnahmen mit der Konstruktionsabsicht übereinstimmen.

DIE TECHNOLOGIEN, DIE DIE TECHNISCHE ENTWICKLUNGS-QUALITÄT DEFINIEREN

Engineering-Led Quality hängt von wenigen Technologien ab, die Daten vernetzen, Verfolgbarkeit durchsetzen und eine starke Produktdatengrundlage über den gesamten Lebenszyklus hinweg schaffen.

- **PRODUKTLEBENSZYKLUS-MANAGEMENT (PLM)**
zum Verwalten von Produktstrukturen, Konfigurationen und Änderungen in mechanischen, elektrischen, elektronischen und Softwaredomänen
- **ANWENDUNGSLEBENSZYKLUS-VERWALTUNG (ALM)**
zum Steuern von Anforderungen, Risiken, Tests und Konformität
- **QUALITÄTSMANAGEMENTSYSTEME (QMS)**
direkt in Entwicklungs-Workflows integriert

- **COMPUTER-AIDED DESIGN (CAD) UND SIMULATIONSTECHNOLOGIEN**
für die frühzeitige Validierung und Optimierung

- **SERVICE LIFECYCLE MANAGEMENT (SLM)-PLATTFORMEN**
zum Schließen der Schleife zwischen Leistung im Einsatz und Konstruktion

- **KI-FUNKTIONEN IM GESAMTEN LEBENSZYKLUS**
zur Reduzierung von doppelten Teilen und Dateninkonsistenz, Verbesserung von Anforderungserstellung und Testqualität, frühzeitigen Erkennung von Risiken und Unterstützung eines effektiveren Service vor Ort

Dies ist die Grundlage des **intelligenten PTC Produktlebenszyklus**: ein Closed-Loop-System gestützt auf strukturierten Produktdaten, in dem Informationen fachübergreifend fließen und Entscheidungen im Laufe der Zeit verbessert werden. KI unterstützt diesen Lebenszyklus, indem sie Teams dabei hilft, Daten zu interpretieren, Risiken früher zu erkennen und Problemen zu vorzubeugen, anstatt ihnen hinterherzulaufen.

Engineering-Led Quality ist keine unabhängige Initiative. Es ist eine Kernsäule einer intelligenten, datengestützten Lebenszyklusstrategie. Wenn Entwicklung, Qualitätsmanagement, Fertigung und Service eine einheitliche digitale Grundlage teilen, wird Qualität kontinuierlich und nicht reaktiv.

SO SETZEN FÜHRENDE UNTERNEHMEN DER FERTIGUNGSINDUSTRIE DIE TECHNISCHE ENTWICKLUNGSQUALITÄT IN GROSSEM UMFANG UM

Führende Hersteller wenden bereits entwicklungsgesteuerte Qualitätsprinzipien an, um messbare Geschäftsergebnisse zu erzielen – Verbesserung der Verfolgbarkeit, Reduzierung von Nacharbeit, Beschleunigung der Entwicklung und Senkung der Gesamtbetriebskosten.

- **BEI VOLVO CONSTRUCTION EQUIPMENT (VOLVO CE)** begannen die Verbesserungen hinsichtlich Qualität und Verfolgbarkeit mit der Vernetzung von Konstruktionsdaten über zuvor isolierte Systeme hinweg. Durch die Schaffung einer einheitlichen, produktorientierten digitalen Grundlage verbesserte Volvo CE die funktionsübergreifende Konsistenz und reduzierte Probleme in der Spätphase, die mit manueller Datenbearbeitung und getrennten Produktstrukturen verbunden waren.

Zu den wichtigsten Ergebnissen gehören eine Reduzierung der Kosten für Qualitätsmängel um bis zu 30 % und eine Reduzierung doppelter Teile um bis zu 40 % sowie eine verbesserte Zusammenarbeit zwischen globalen Teams und eine schnellere Reaktion auf technische Änderungen.

ERFAHREN SIE, WIE VOLVO CE EINEN LEBENSZYKLUSWEITEN DIGITAL THREAD EINGERICHTET HAT

Mehr erfahren

- **NIDEC GLOBAL APPLIANCE** nutzte integrierte Produktentwicklungsprozesse, um die Qualität zu verbessern und gleichzeitig die Markteinführungszeit erheblich zu verkürzen. Durch die frühere Einbettung des Qualitätsmanagements in technische Entwicklungs-Workflows und die Standardisierung des Produktdaten- und Änderungsmanagements in globalen Teams reduzierte Nidec die Reibungsverluste bei der Entwicklung für Tausende von Produktkonfigurationen.

Zu den gemessenen Ergebnissen gehörten eine Verkürzung der Markteinführungszeit um 48 %, eine Senkung der Kosten im Zusammenhang mit Qualitätsmängeln um 40 % und eine Steigerung der Anzahl der erfolgreich abgeschlossenen technischen Entwicklungsprojekte um 284 %.

ERFAHREN SIE, WIE NIDEC QUALITÄT STEIGERT, OHNE DABEI INNOVATIONEN ZU BREMSEN

Mehr erfahren

- **DIE VAILLANT GROUP** steigerte die Produktzuverlässigkeit durch eine verbesserte funktionsübergreifende Zusammenarbeit und eine lückenlose Verfolgbarkeit über den gesamten Lebenszyklus hinweg. Durch den Ersatz manueller, tabellengesteuerter Änderungsprozesse durch vernetzte Entwicklungs-Workflows verbesserte Vaillant die Transparenz über Produktreife, Anforderungen und Änderungen teamübergreifend.

Zu den dokumentierten Ergebnissen zählen eine Verbesserung der Musterfreigabe im ersten Durchlauf um 53 %, eine um 28 % schnellere Implementierung technischer Änderungen sowie eine Reduzierung des Nacharbeitsaufwands um 16 %, was direkt zu höherer Qualität und schnellerer Lieferung beiträgt.

ERFAHREN SIE, WIE VAILLANT DIE QUALITÄT DURCH VERFOLGBARKEIT ÜBER DEN GESAMTEN LEBENSZYKLUS HINWEG VERBESSERT HAT

Mehr erfahren



Führende Hersteller wenden bereits entwicklungsgesteuerte Qualitätsprinzipien an, um messbare Geschäftsergebnisse zu erzielen – Verbesserung der Verfolgbarkeit, Reduzierung von Nacharbeit, Beschleunigung der Entwicklung und Senkung der Gesamtbetriebskosten.

- **WELBILT** reduzierte die Gesamtbetriebskosten und verbesserte die Produktqualität durch die Standardisierung und Skalierung von technischen Entwicklungsprozessen für hochgradig konfigurierbare Produktvarianten. Durch die Verbesserung der Stücklistengenauigkeit und der markenübergreifenden Änderungskonsistenz ermöglichte Welbilt die Massenanpassung ohne die Qualitäts- und Kosteneinbußen, die normalerweise mit Komplexität verbunden sind.

Zu den Ergebnissen gehörten um 30 % verbesserte Effizienz bei Konstruktionsänderungen und eine 30 % höhere Stücklisten- und Konstruktionsgenauigkeit, was zu niedrigeren nachgelagerten Kosten und weniger produktionsbedingten Qualitätsproblemen beitrug.

**ERFAHREN SIE, WIE WELBILT ANPASSUNG
SKALIERT UND GLEICHZEITIG
GESAMTBETRIEBSKOSTEN SENKT**

Mehr erfahren

In der Praxis zeigt sich die Auswirkung als entwicklungsgesteuerte Qualität, die bei groß angelegter Anwendung greifbare, messbare Ergebnisse liefert: Sie senkt Risiken, verbessert die Umsetzung und ermöglicht es Unternehmen, die Komplexität zu steigern, ohne dabei an Zuverlässigkeit einzubüßen.

MACHEN SIE DIE TECHNISCHE ENTWICKLUNG ZU IHREM QUALITÄTSVORTEIL

Qualität ist nicht mehr etwas, das am Ende des Prozesses geprüft werden muss. Sie muss von Anfang an einbezogen werden.

Durch die Vereinheitlichung von Produktdaten, die Stärkung der Verfolgbarkeit, die frühere Validierung von Konstruktionen, die Einbindung von Feedback aus der Praxis und die intelligente Anwendung von KI können Entwicklungsteams zu den wichtigsten Triebkräften für Qualität, Kostenkontrolle und Kundenvertrauen werden.

Nächste Schritte:

- ◆ **Sprechen Sie mit einem Qualitäts- und Entwicklungsexperten**, um zu erfahren, wie sich Engineering-Led Quality in Ihre umfassendere Produktlebenszyklusstrategie einfügt.
- ◆ **Abonnieren Sie den Industrials Newsletter**, um über optimale Vorgehensweisen und Erfolgsgeschichten aus der Praxis auf dem Laufenden zu bleiben.





Würden Sie gerne mehr erfahren?

© 2026, PTC Inc. Alle Rechte vorbehalten. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt, können ohne vorherige Ankündigung geändert werden und stellen keinerlei Gewährleistung, Verpflichtung, Bedingung oder Angebot seitens PTC dar. PTC, das PTC Logo und alle anderen PTC Produktnamen und Logos sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen von PTC und/oder Tochterunternehmen in den USA und anderen Ländern. Alle anderen Produkt- oder Firmennamen oder Logos sind Eigentum ihrer jeweiligen Besitzer.

1146184 [e-Book] Wie die technische Entwicklung Qualität entscheidend verbessern kann

