

Verwendung von Metriken in Testplanung und -steuerung

Zuverlässigkeitsorientiertes Testmanagement

Benedikte Elbel

Siemens AG, CT PP 2



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Übersicht

- Zuverlässigkeit als zentrale Qualitätsmetrik
- Zuverlässigkeitsorientiertes Testmanagement:
Zuverlässigkeitsanalyse und –prognose in der Testphase
- Zuverlässigkeitsorientierte Testplanung:
Nutzung frühzeitiger Prognosen der Zuverlässigkeit zur
Projektplanung



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Zuverlässigkeit

- wirkt sich direkt auf die Qualitätswahrnehmung des Benutzers aus
- ist damit ein entscheidendes Kriterium für die Akzeptanz eines softwareintensiven Systems durch den Benutzer
- Zuverlässigkeit ist als Qualitätsziel in allen Phasen der Projektplanung und -steuerung zu berücksichtigen

↪ Zuverlässigkeit sollte als zentrale Metrik projektbegleitend geplant, analysiert und prognostiziert werden



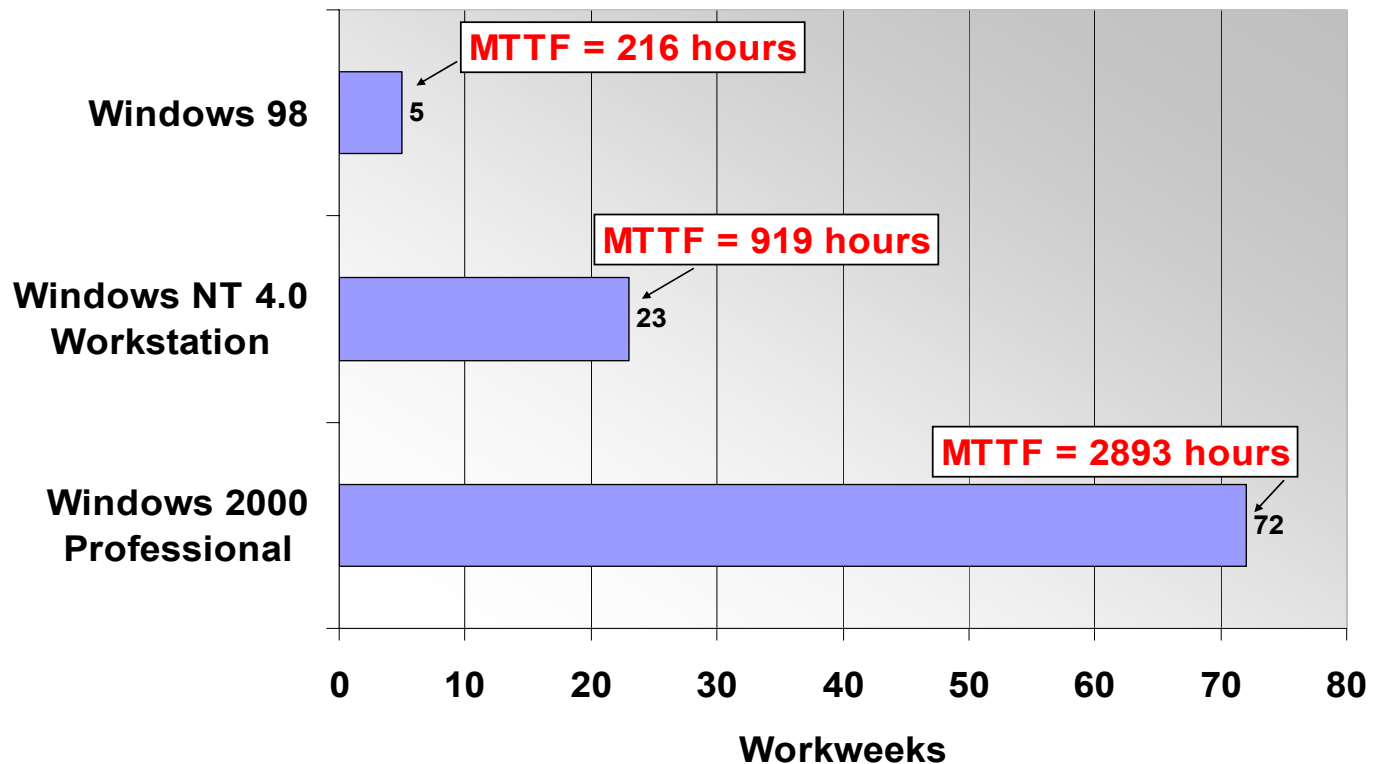
Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Zuverlässigkeitsmessung – ein „prominentes“ Beispiel

[NSTL Test Report: Microsoft Windows 2000 Professional - Comparison of the Reliability of Desktop Operating Systems]

Mean Time To Failure



Production Processes

Simulation and Risk Management

Definitionen zur Zuverlässigkeit

- Maß für die Fähigkeit einer Betrachtungseinheit, funktionstüchtig zu bleiben
- Wahrscheinlichkeit des ausfallfreien Funktionierens einer Betrachtungseinheit über einen Zeitraum unter vorgegebenen Einsatzbedingungen

[Birolini, 1991]

↪ Zuverlässigkeit kann mit stochastischen Techniken aus den Ausfalldaten abgeleitet werden



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Modellbasierte Zuverlässigkeitsprognose

- Stochastische Modellierung des Ausfallverhaltens von Software und technischen Systemen im Verlauf des Test- und Korrekturprozesses
- Basis ist ein nichthomogener Poisson-Prozess, d. h. ein Zählprozess für die Ausfälle mit zeitvariabler Ausfallrate
- Die Modellnutzung ermöglicht neben der Zuverlässigkeitsanalyse auch die –prognose!

↪ Der Test- und Korrekturprozess wird mit so genannten Zuverlässigkeitswachstumsmodellen approximiert.



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Die wichtigsten Modelle ...

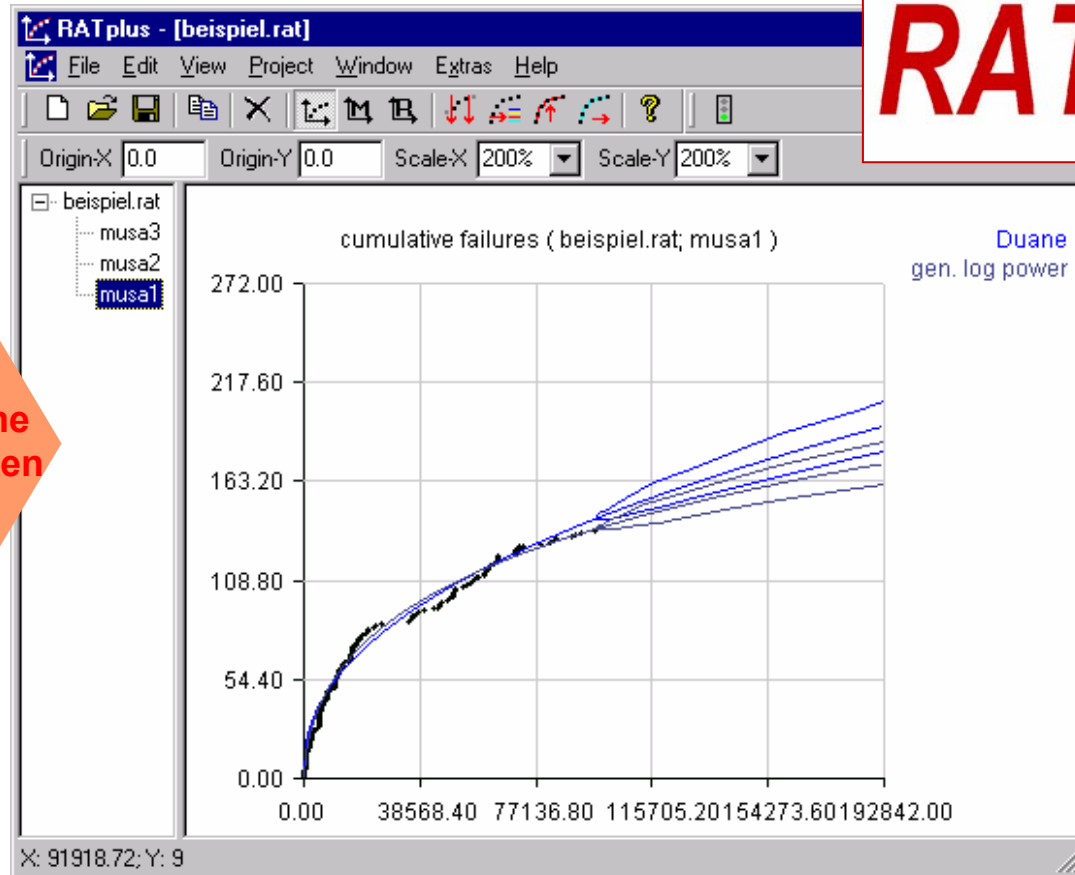
| Modell | $m(t) = E(N(t))$ |
|---|------------------------------------|
| Musa bzw. Goel-Okumoto-Modell | $m(t) = a(1 - e^{-bt})$ |
| Verallgemeinertes Goel-Okumoto-Modell | $m(t) = a(1 - e^{-bt^c})$ |
| Musa-Okumoto-Modell | $m(t) = a \ln(bt + 1)$ |
| Verallgemeinertes Musa-Okumoto-Modell | $m(t) = a \ln(bt^c + 1)$ |
| Duane bzw. Crow-Modell | $m(t) = at^b$ |
| Log-Modell | $m(t) = a \ln(bt)$ |
| Log power-Modell | $m(t) = a \ln^b(t + 1)$ |
| Verallgemeinertes log power-Modell | $m(t) = a \ln^b(ct + 1)$ |
| Yamada S-shape-Modell | $m(t) = a(1 - (1 + bt)e^{-bt})$ |
| Verallgemeinertes Yamada S-shape-Modell | $m(t) = a(1 - (1 + ct)e^{-bt})$ |
| Geometrisches Moranda-Modell | $m(t) = a + b \ln(t + 1)$ |
| Littlewood-Modell | $m(t) = c(t + a)^{-b}$ |
| Invers lineares Modell | $m(t) = a(\sqrt{bt + 1} - 1)$ |

... aber welches eignet sich für meinen Prozess?



Werkzeugunterstützte Zuverlässigkeitsmodellierung

Reliability Assessment Tool - RATplus



Nutzen der modellbasierten Zuverlässigkeitsprognose

- Planung, Steuerung und Kontrolle der Testphase im Hinblick auf die Zuverlässigkeit
- Definition quantitativer, statistisch abgesicherter Testende- und Freigabekriterien
- Abschätzung des Trade-off zwischen Auslieferungsdatum, Kosten und Zuverlässigkeit
- akzeptierter Zuverlässigkeitsnachweis gegenüber Kunden und Prüfinstituten



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Langjährige Einsatz Erfahrung bei Siemens

ausgewählte Beispiele

- TS: Adäquate Zuverlässigkeitsmodellierung zu Stellwerk- und Triebkopfsystemen
- ICM: Meilensteinplanung auf Basis des Testfortschritts
- SV: Zuverlässigkeitsanalyse im Systemtest, Korrektur der Integrationsstrategie
- MED: Testplanung und –kontrolle für Angiographiesysteme
- PG: Zuverlässigkeitsnachweis von Leitechniksystemen gegenüber dem Kunden



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Weiterführende Anforderungen: Frühzeitige Prognosen?

- Bereits bei Angebotslegung wird festgelegt, **wann** das System mit **welcher Zuverlässigkeit** zu **welchem Preis** bereitstehen soll.
- Prognosen müssen frühzeitig vorliegen!



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Zuverlässigkeitsorientiertes Testmanagement

Ein metrikbasierter Ansatz

- Abschätzung des Trade-Off zwischen Kosten, Zuverlässigkeit und Auslieferungstermin bereits bei der Angebotserstellung
- Projekt- und Testplanung im Hinblick auf Zuverlässigkeitsziele
- Ressourcenplanung für die Implementierungs-, Test- und Wartungsphase
- Durchgängiges Managementinstrument zur Planung und Überwachung der erreichbaren Systemzuverlässigkeit

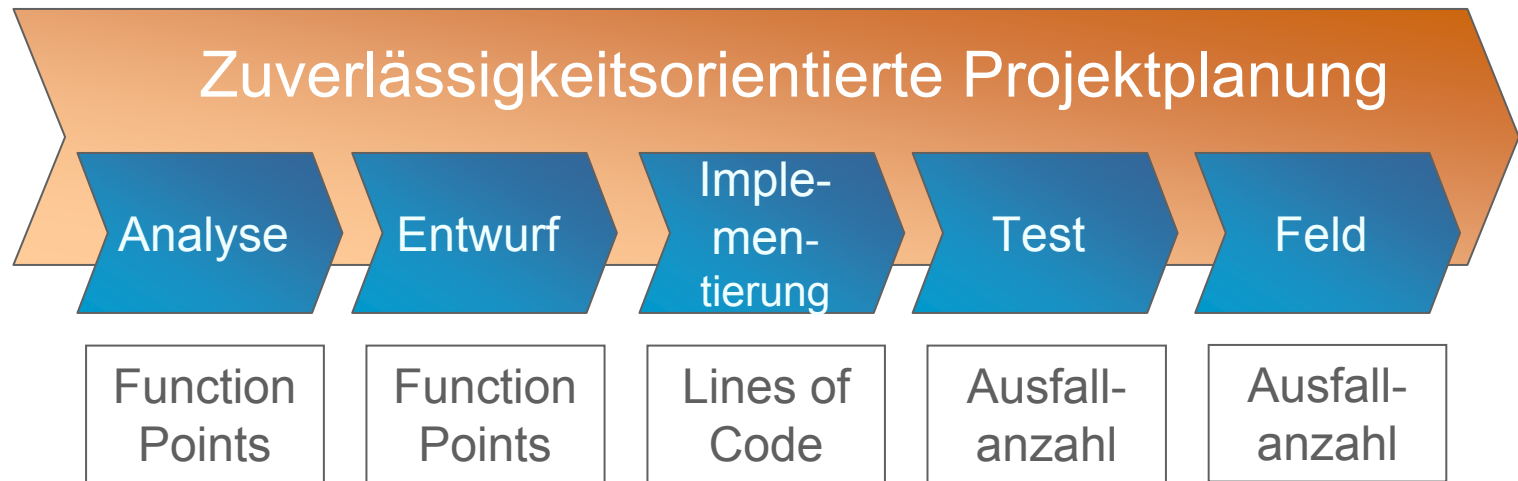


Production
Processes

Simulation and
Risk Management

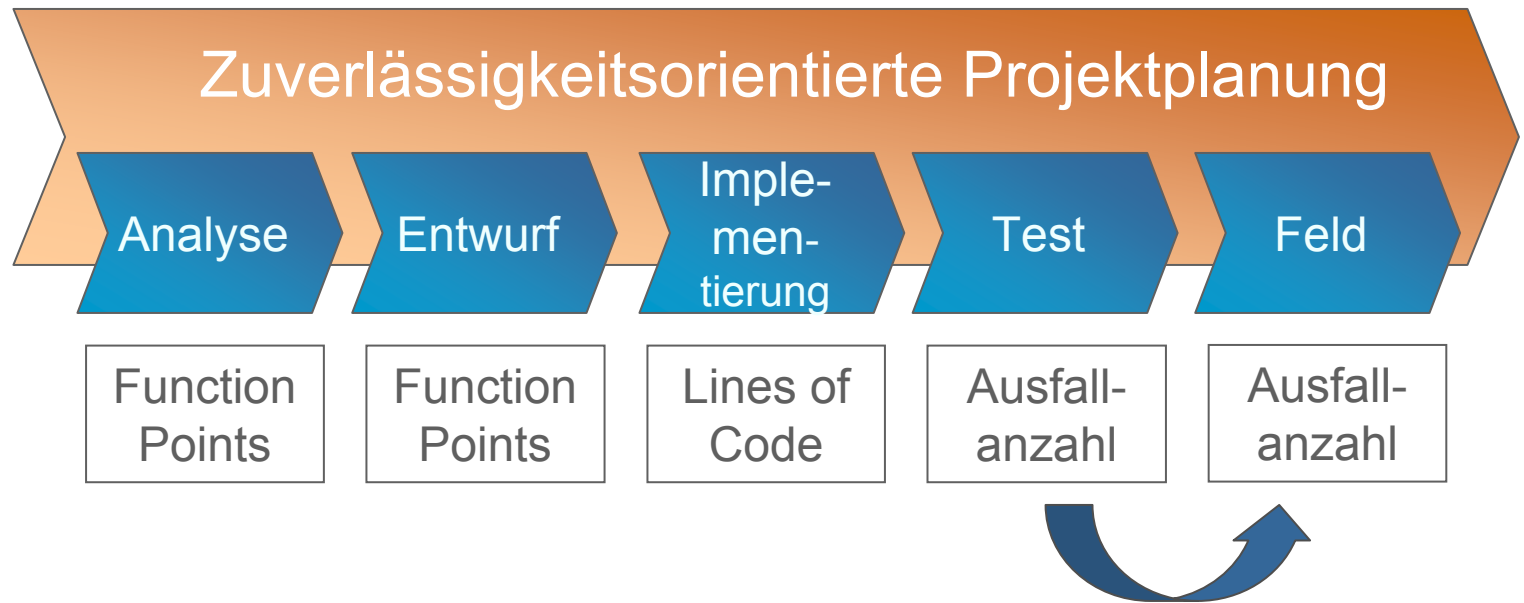
Zuverlässigkeitsorientiertes Testmanagement

Ein metrikbasierter Ansatz



Zuverlässigkeitsorientiertes Testmanagement

bisheriger Ansatz: Prognose auf Basis von Ausfalldaten

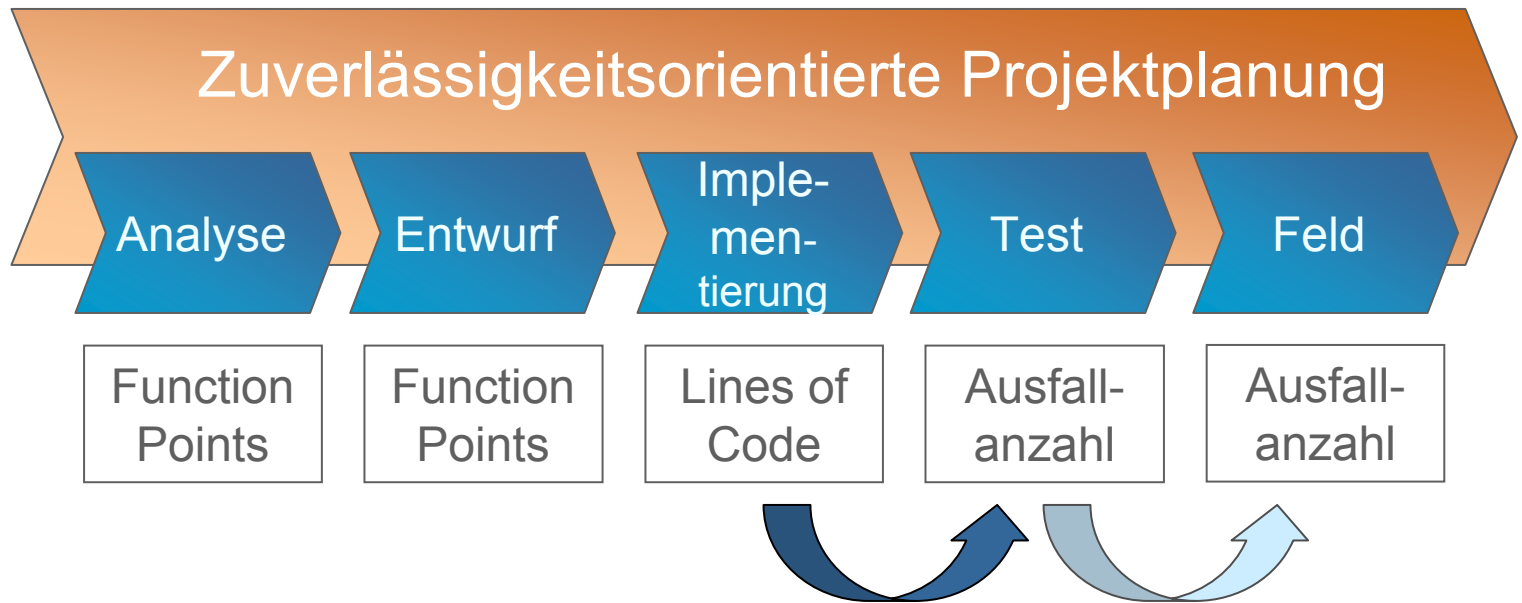


Zuverlässigkeitsmodellierung
(Reliability Assessment Tool ^{plus})



Zuverlässigkeitsorientiertes Testmanagement

Planung der Testphase auf Basis von bekannten Metriken

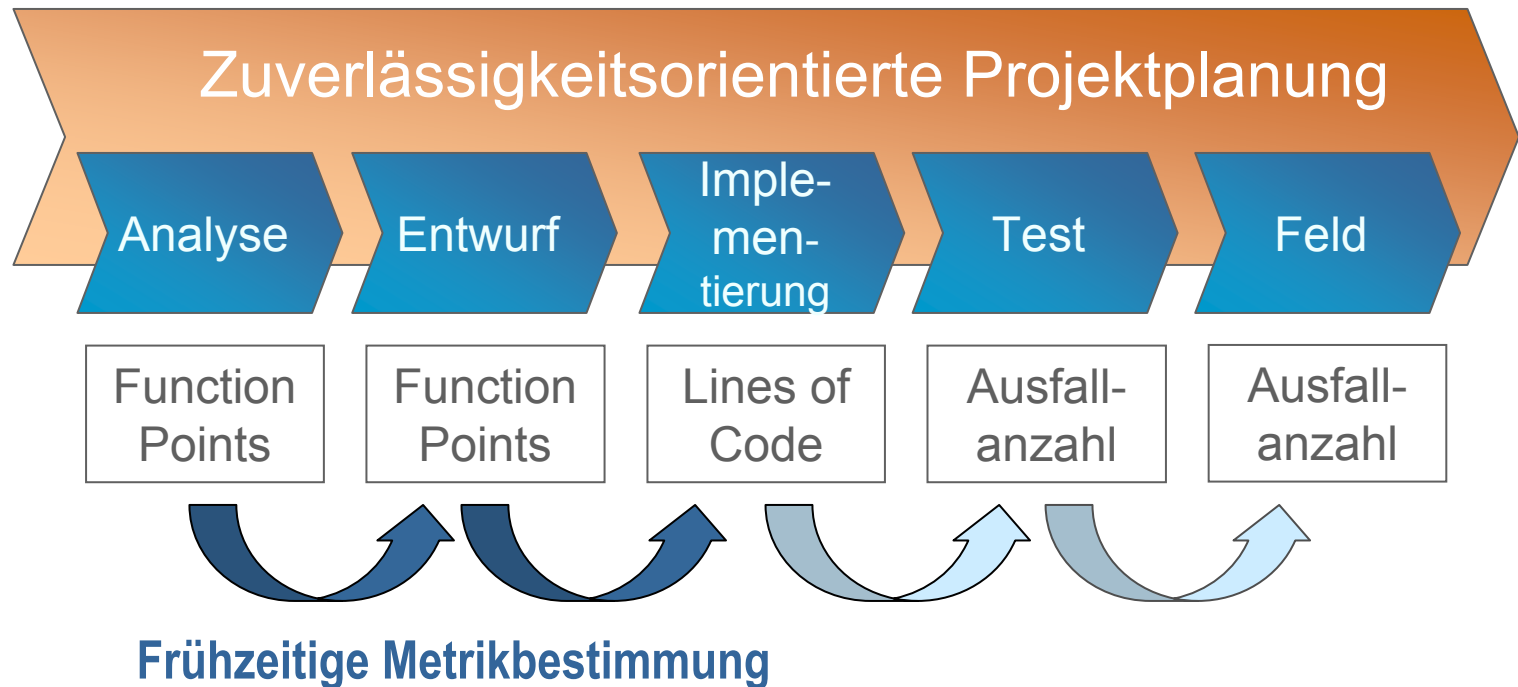


**Zuverlässigkeitsorientierte
Testplanung auf Basis von
Umfangsmetriken**



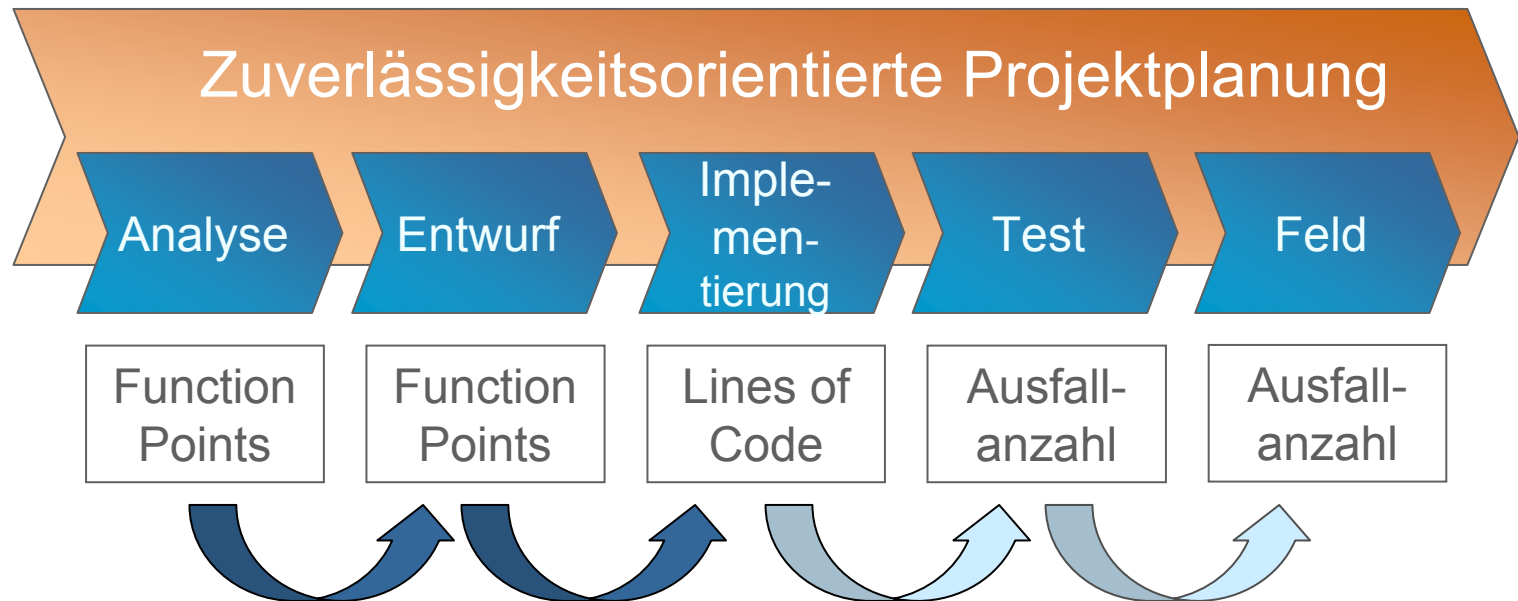
Zuverlässigkeitsorientiertes Testmanagement

Planung der Testphase auf Basis von bekannten Metriken



Zuverlässigkeitsorientiertes Testmanagement

Planung der Testphase auf Basis von bekannten Metriken



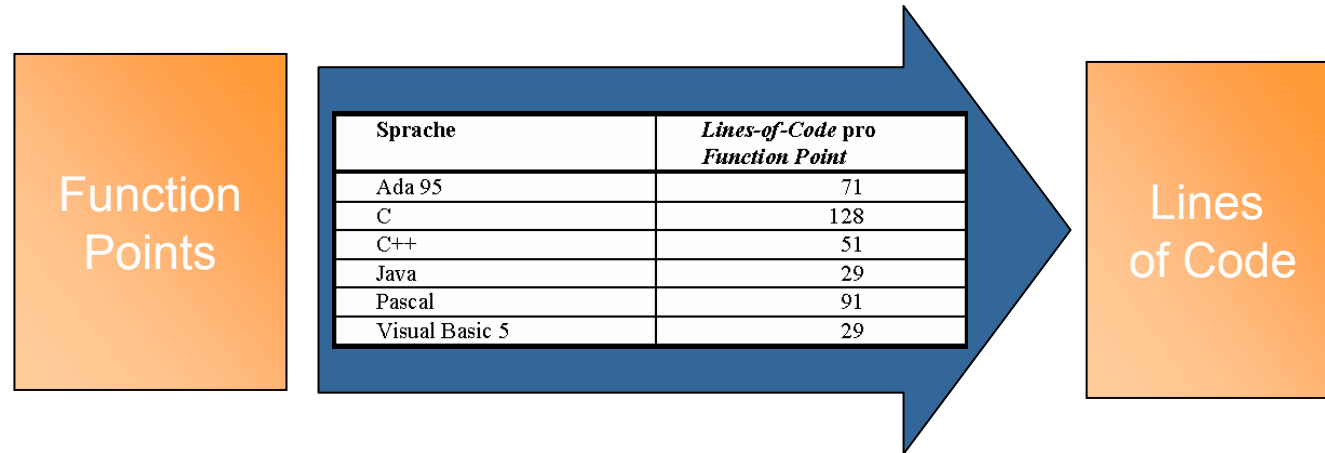
- Messung der bereits bekannten Kennzahlen
- Ableitung noch nicht ermittelbarer Kennzahlen



Production Processes

Simulation and Risk Management

Umrechnung - Function Points in Lines of Code



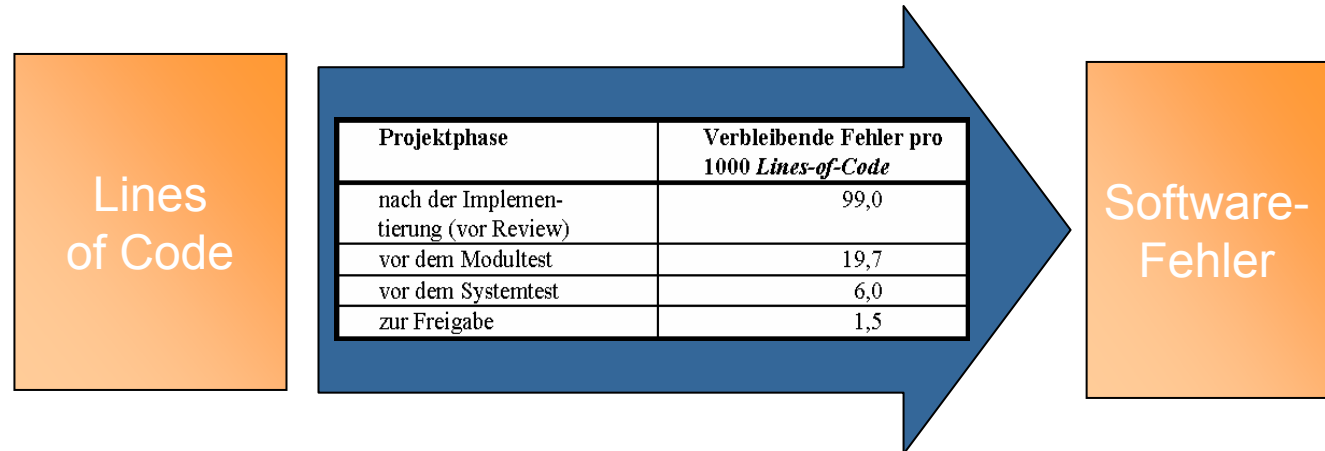
- Ermittlung der Function Points auf Basis der Requirements im Rahmen der Aufwandsschätzung
- Umrechnung der Function Points in die geschätzte Anzahl Lines of Code aufgrund industrieweit ermittelter oder domänenspezifischer Umrechnungsfaktoren
- Ermittlung geeigneter Umrechnungsfaktoren über mehrere Projekte bzw. inkrementelle Entwicklungsphasen hinweg



Production Processes

Simulation and Risk Management

Umrechnung - Lines of Code in Software-Fehler



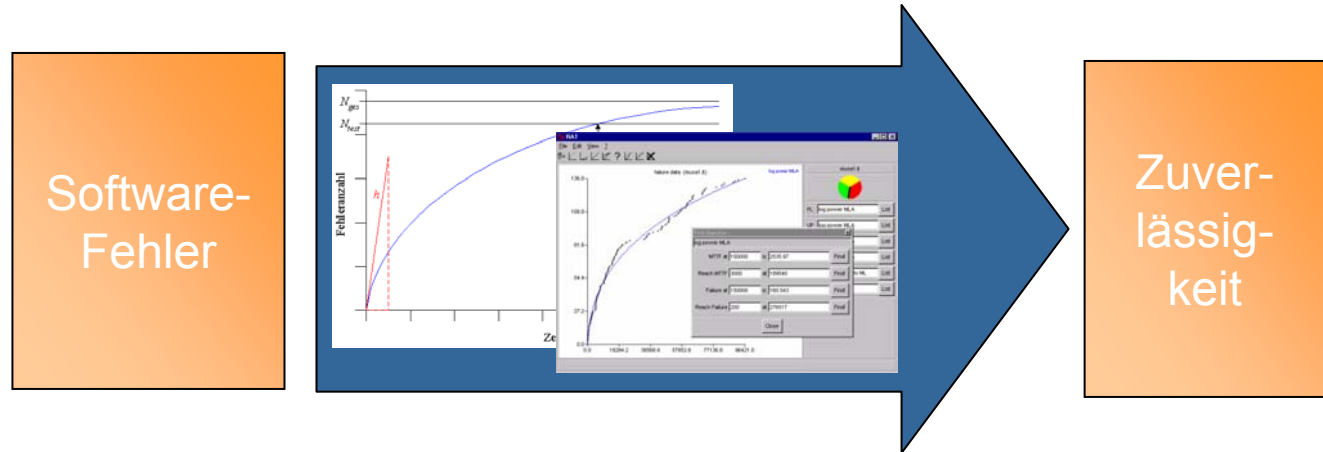
- Ermittlung der Lines of Code durch Schätzung auf Basis der Function Points oder Ermittlung nach Implementierung
- Umrechnung der Lines of Code in die geschätzte Fehlerzahl aufgrund industrieweit ermittelter oder domänenspezifischer Umrechnungsfaktoren
- Ermittlung geeigneter Umrechnungsfaktoren über mehrere Projekte bzw. inkrementelle Entwicklungsphasen hinweg



Production Processes

Simulation and Risk Management

Umrechnung - Software-Fehler in Zuverlässigkeit



- Nutzung von Software-Zuverlässigkeitsmodellen zur Umrechnung der geschätzten Fehlerzahl in die erwartete Ausfallzahl und mean time to failure zu einem bestimmten Zeitpunkt
- vor dem Test: Nutzung eines domänenspezifisch bewährten Modells, Anpassung der Parametrierung
- während des Tests: Nutzung eines für die Ausfalldaten geeigneten Prognosemodells



Production Processes

Simulation and Risk Management

Zuverlässigkeitsprognose vor dem Test

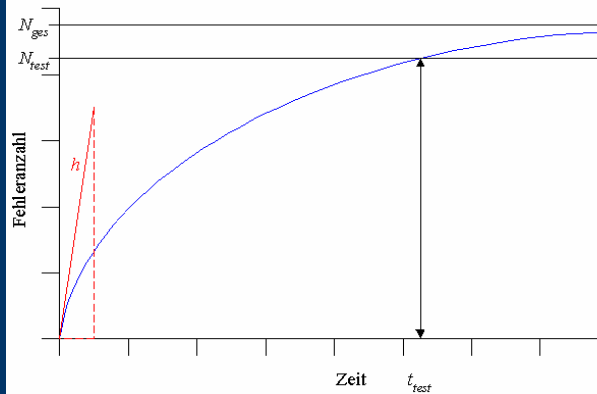
Software - Fehler

modifiziertes Musa-Modell:

$$m(t) = N \left(1 - \exp\left(-\frac{h}{N}t\right) \right)$$

$$\lambda(t) := m'(t) = h \exp\left(-\frac{h}{N}t\right)$$

$$MTTF(t) := \frac{1}{\lambda(t)} = \left(h \exp\left(-\frac{h}{N}t\right) \right)^{-1}$$

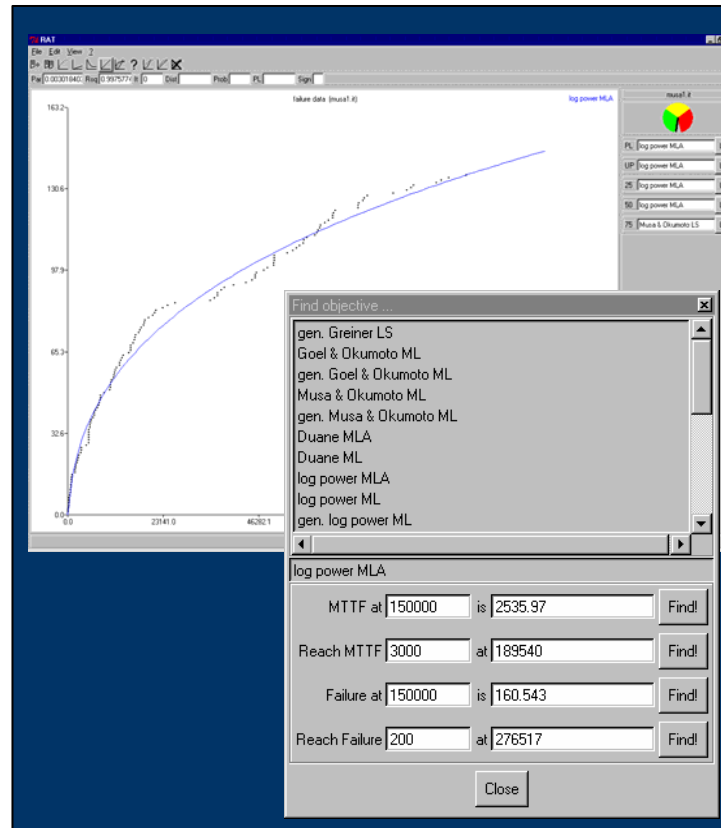


Zuverlässigkeit



Zuverlässigkeitsprognose während der Testphase

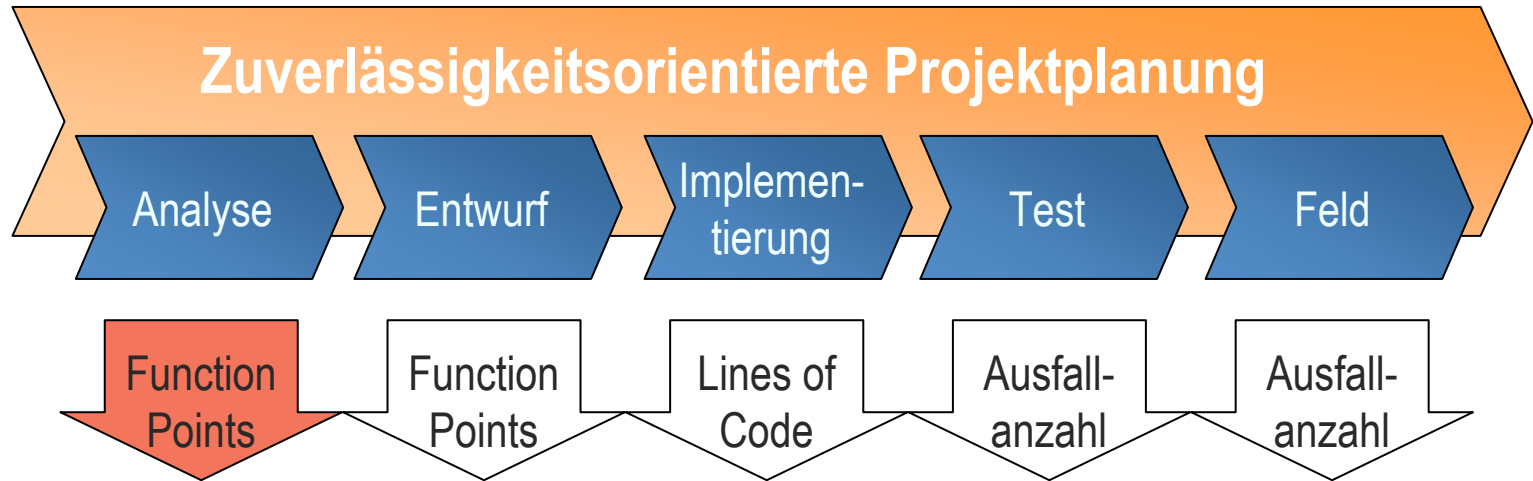
Software - Fehler



Zuverlässigkeit



Zuverlässigkeitsprognose nach der Systemanalyse



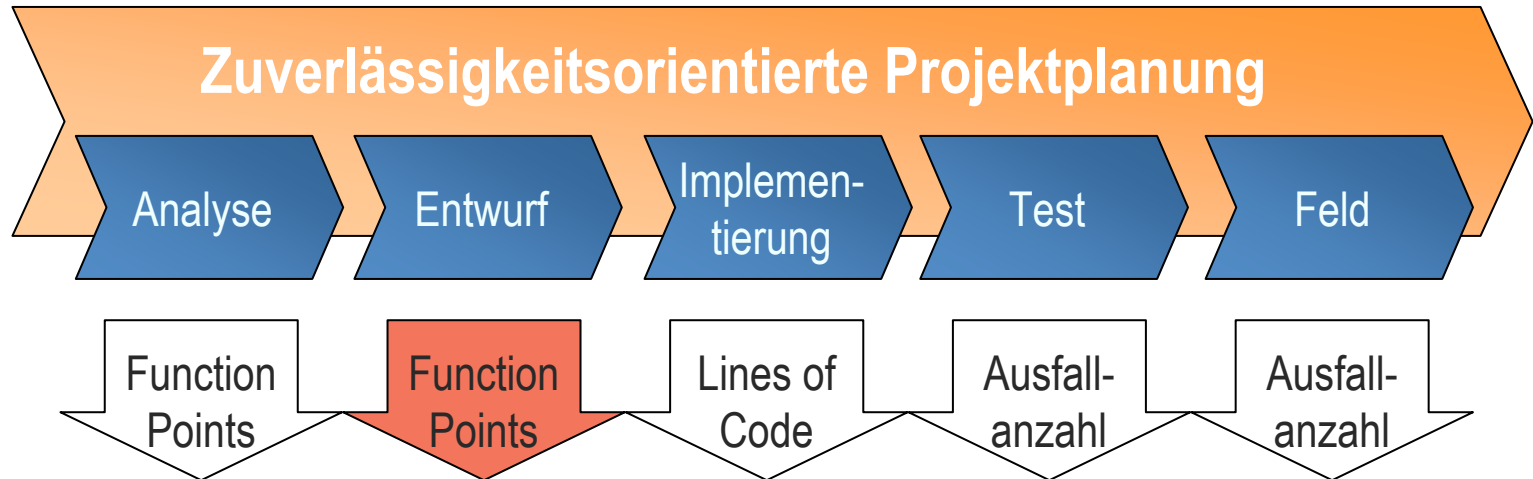
- Ermittlung von Function Points auf Basis der Systemanforderungen
- eventuell Prognose auf die Function Points nach dem Entwurf
- Prognose der zu erwartenden Lines of Code
- Prognose der zu erwartenden Ausfallanzahl
- Prognose der in der geplanten Testzeit erreichbaren Systemzuverlässigkeit



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Zuverlässigkeitsprognose nach dem Systementwurf



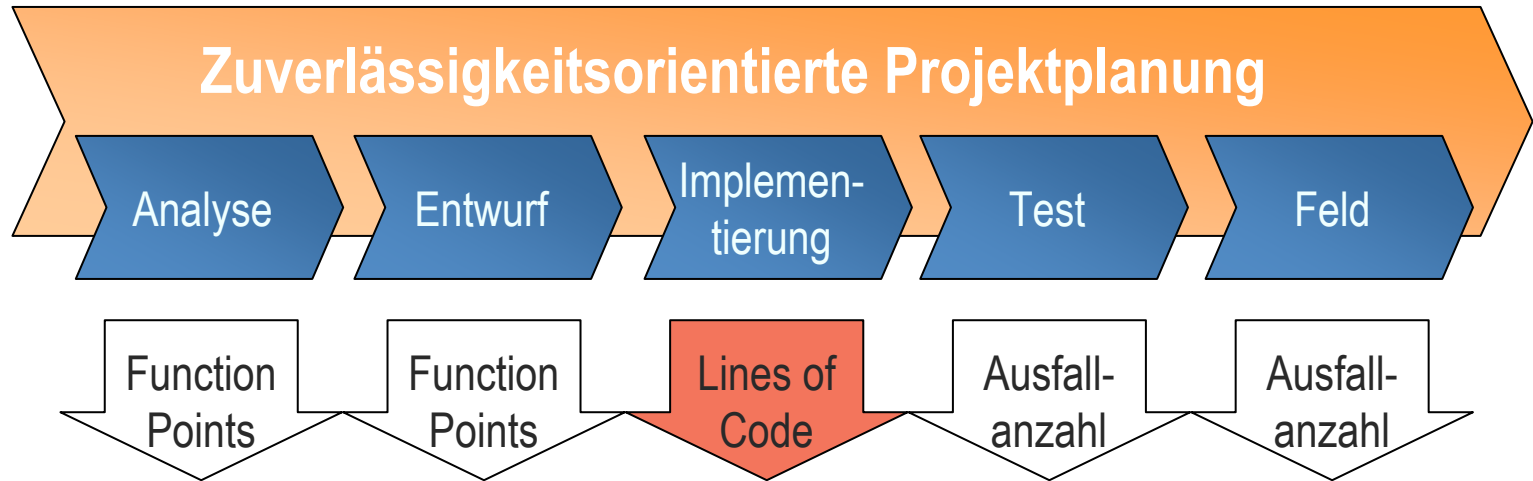
- Ermittlung von Function Points nach Abschluss des Entwurfs
- gegebenenfalls Anpassung des Umrechnungsfaktors
- Präzisierung der Prognosen (erwartete Lines of Code, erwartete Ausfallzahl, in der Testzeit erreichbare Systemzuverlässigkeit)
- gegebenenfalls Anpassung der Testplanung (Zeit, Ressourcen)



Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Zuverlässigkeitsprognose nach der Implementierung



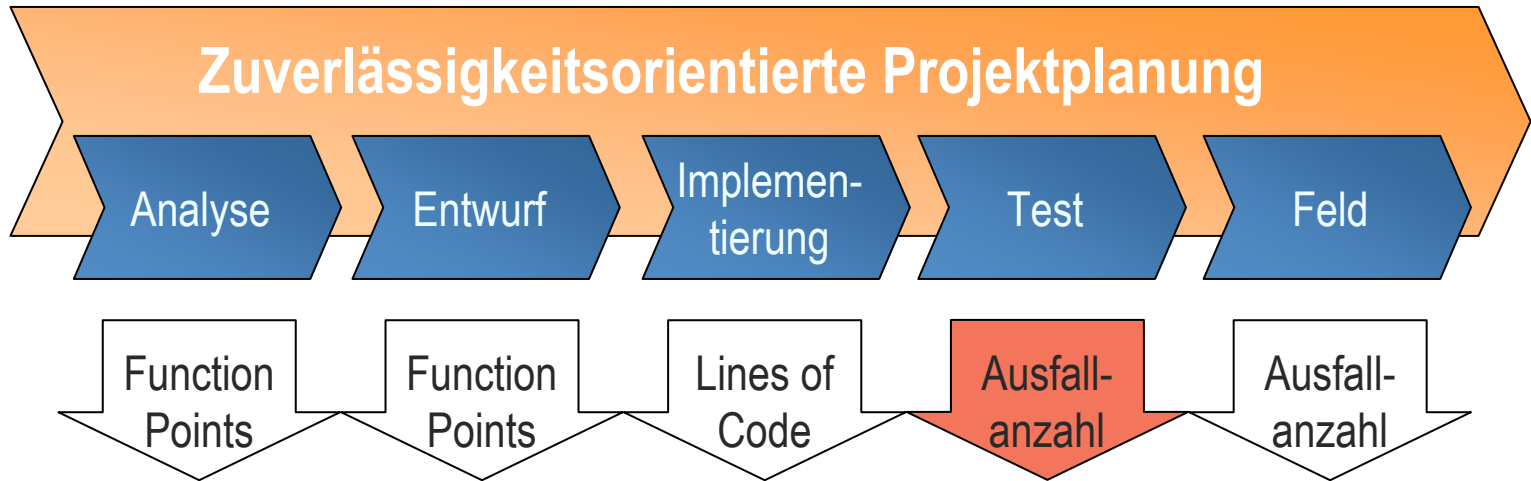
- Ermittlung der Lines of Code nach Abschluss der Implementierung
- gegebenenfalls Korrektur des Umrechnungsfaktors
- Präzisierung der Prognose der zu erwartenden Ausfallanzahl und der in der geplanten Testzeit erreichbaren Systemzuverlässigkeit
- gegebenenfalls Anpassung der Testplanung



Production Processes

Simulation and Risk Management

Zuverlässigkeitsprognose im Systemtest



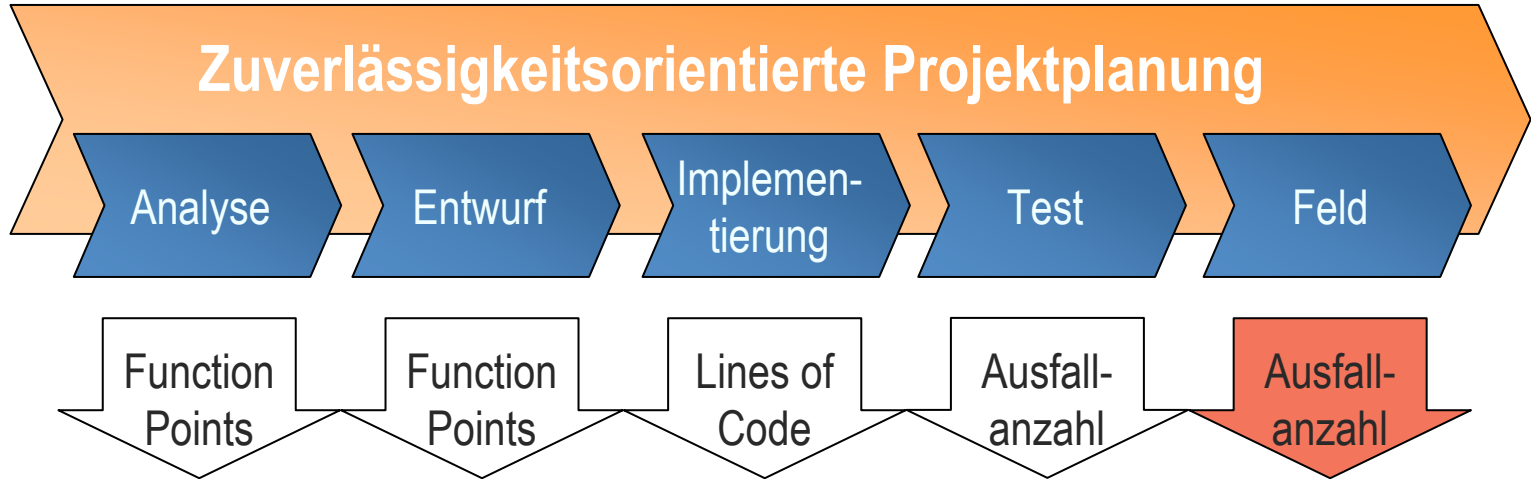
- Ermittlung der kumulierten Ausfallanzahl
- Bestimmung eines geeigneten Zuverlässigkeitswachstumsmodells



Production Processes

Simulation and Risk Management

Zuverlässigkeitsschätzung in der Feldeinsatzphase



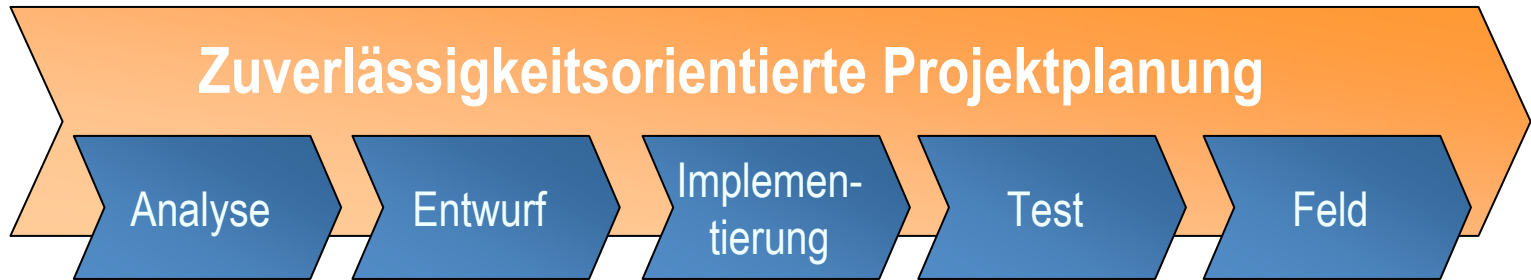
- Ermittlung der Ausfallanzahl aus dem Feldeinsatz
- Bestimmung der erreichten Systemzuverlässigkeit
- Validierung der Schritte des Prognoseverfahrens



Production Processes

Simulation and Risk Management

Zuverlässigkeitsprognose - iterative Anpassung



- rückblickende Bewertung des stufenweisen Schätzprozesses
- Anpassung der Umrechnungstabellen
- Begutachtung der Modellauswahl
- Beurteilung der Prognosegüte
- die iterative Anpassung eignet sich zur Integration in einen inkrementellen Entwicklungsprozess



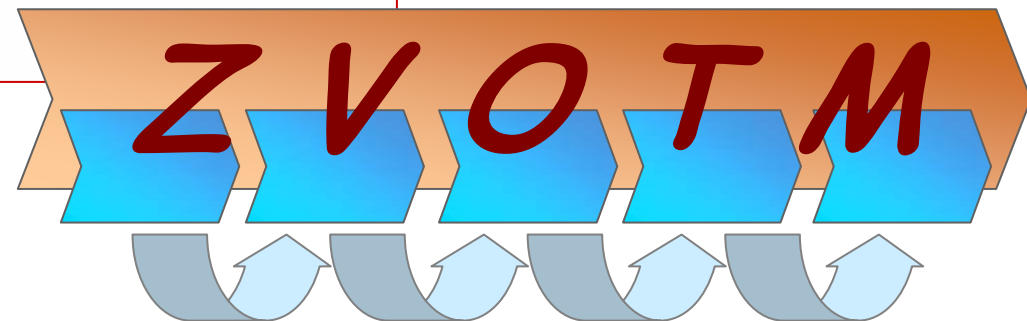
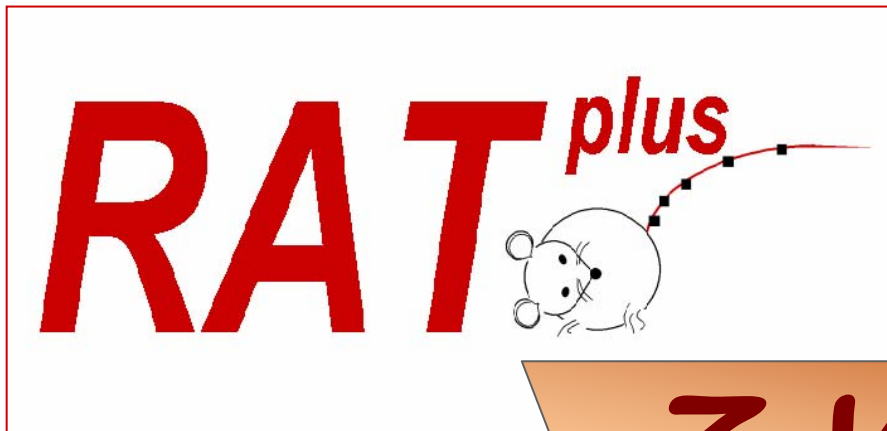
Production
Processes

Simulation and
Risk Management

Fazit

Nutzung von Zuverlässigkeitswachstumsmodellen in

- Testplanung: Realistische Auwandsschätzung
- Testmanagement: Qualitätsorientierte Managemententscheidungen



Production Processes

Simulation and Risk Management