

# Multi-Modell-Wissensgraph zur niederschweligen datengestützten Entscheidungsunterstützung bei der Identifizierung von unwirtschaftlicher Variabilität

Vasil L. Tenev      Raphael Martin  
Fraunhofer IESE, Kaiserslautern  
{vasil.tenev, raphael.martin}@iese.fraunhofer.de

## Zusammenfassung

Die Realisierung konfigurierbarer Systeme erfordert einen zusätzlichen Aufwand auf allen Stufen des Lebenszyklus, von der Entwicklung bis hin zur Wartung. Daher muss bei der Umgestaltung von änderungsintensiven Systemen auch die Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden. Die für diese Evaluierung erforderlichen Daten sind jedoch oft unvollständig und müssen aus unterschiedlichen Quellen extrahiert, aufbereitet und analysiert werden.

Um diese Herausforderungen anzugehen, wird ein Ansatz zum Neugestalten bestehender Daten und Werkzeugketten vorgestellt. Der Kern dieses Ansatzes ist ein integratives Wissensmodell, das es ermöglicht, bestehende sowie neue Analysewerkzeuge anzubinden und dadurch die benötigten Auswertungen zu ermöglichen und eine faktenbasierte Entscheidungsunterstützung bereitzustellen.

## 1 Einführung und Anwendungsfall

Dieser Beitrag basiert auf dem Anwendungsfall eines Herstellers von Produktionsanlagen. Es handelt sich um Stanz-Laser-Maschinen mit einem hohen Grad an Konfigurierbarkeit sowohl in der Hardware als auch in der Software. Die Konfigurierbarkeit von anpassbaren Systemen bietet eine Reihe von Vorteilen, darunter die Möglichkeit, mit einem oder wenigen Produkten einen größeren Marktanteil zu erreichen. Daher werden zusätzliche Konfigurationsmöglichkeiten seitens der Geschäftsstrategie häufig bevorzugt. Gleichzeitig sollen Aufwand und Kosten für die Fertigstellung minimiert werden.

Die Realisierung einer Konfigurationsmöglichkeit jedoch erfordert einen zusätzlichen Aufwand auf allen Stufen des Lebenszyklus. Insbesondere fallen bei der Architektur, der Realisierung und bei der Qualitätssicherung Kosten an, die von der Entwicklung im Bezug zur Geschäftsstrategie gerechtfertigt werden müssen. Daher muss die Wirtschaftlichkeit von Konfigurationsoptionen bei der Gestaltung der Produktfamilie berücksichtigt werden. Die für diese Evaluierung erforderlichen Daten sind jedoch oft unvollständig und müssen aus unterschiedlichen Quellen extrahiert, auf-

bereitet und analysiert werden.

Die Integration mehrerer Fragestellungen und zugehöriger Metriken ist für die Adressierung von Geschäftszielen in ihrer Komplexität unerlässlich [1]. In diesem Bericht stellen wir ein konzeptionelles Modell zur Ausrichtung der Geschäfts- und Entwicklungsstrategien vor. Darauf aufbauend wird ein Multi-Modell-Wissensgraph entwickelt, der die Integration von Analysewerkzeugen sowie die Nachvollziehbarkeit von Ergebnissen ermöglicht.

## 2 Konzept: $Strategy = \frac{\partial^3 WKI}{\partial G \partial Q \partial M}$

Ein wichtiger Aspekt der Entscheidungsunterstützung in komplexen Anwendungsfällen ist die Abstimmung von Geschäfts- und Entwicklungsstrategien. Dies ermöglicht einen strategischen Umgang mit Variabilität, der organisationsübergreifende Synergien nutzt und letztlich dem aktuellen Bedarf an Konfigurationsmöglichkeiten gerecht wird [2]. Die Angleichung zwischen der Geschäftsstrategie ("Was") und der Entwicklungsstrategie ("Womit") kann durch ein gemeinsames Bindewerk, den strategischen Ansatz ("Wie"), erreicht werden. Diese drei Aspekte bilden die Gesamtstrategie. Hier stellen wir die Hypothese auf, dass die Verbindungen zwischen den drei Aspekten der Gesamtstrategie mit Hilfe des GQM-Modells [1] zusammen mit der Wissenspyramide (auch DIKW-Hierarchie) [3] erklärt werden können. Dies geschieht in zwei Schritten:

1. Zunächst klärt eine Top-down-Analyse entlang des GQM-Modells die Geschäfts- und Entwicklungsziele. Die Identifizierung konkreter Fragen bildet den Kontext für die Interpretation der Ziele. Durch die Definition von Messgrößen werden die Antworten quantifiziert.
2. Als Nächstes wird durch eine Bottom-up-Analyse entlang der DIKW-Hierarchie (s. [Abbildung 1](#)) ein Überblick über die vorhandenen Datenquellen (D) und die notwendigen Analysen für das Reengineering von Information (I), Wissen (K) und Weisheit (W) geschaffen.

Aus den Ergebnissen dieser Schritte lässt sich die Entwicklungsstrategie aus den vorhandenen In-



Abbildung 1: Hierarchische Übersicht über Wissensmanagement und Analyseaktivitäten

formationen in Bezug auf die Metriken ableiten: Entwicklungsstrategie =  $\frac{\partial \text{Information}}{\partial \text{Metriken}}$ . Analog dazu ist der strategische Ansatz =  $\frac{\partial \text{Wissen}}{\partial \text{Fragen}}$  und die Geschäftsstrategie =  $\frac{\partial \text{Weisheit}}{\partial \text{Ziele}}$ .

### 3 Multi-Modell-Wissensgraph

Das Konzept von [Abschnitt 2](#) ist eine Verallgemeinerung des Analyseansatzes zur Ermittlung der Variabilität in [4]. Dort wurden vier Aktivitäten entlang der Wissenspyramide [3] vorgestellt, um das Management von Konfigurationswissen zu erleichtern. Hier stellen wir einen Multi-Modell-Wissensgraphen vor, der die Analyseaktivitäten unterstützt und eine datengestützte Entscheidungshilfe bei der Identifizierung unwirtschaftlicher Variabilität ermöglicht. Für jede Ebene der Wissenspyramide (s. [Abbildung 1](#)) erstellen wir ein Modell:

**Datenmodell.** Die vorhandenen Artefakte werden zunächst in einem Wissensgraphen so abgebildet, dass die "physische", d.h. ursprüngliche Form der Daten wiederhergestellt werden kann. Das Ergebnis sind Sammlungen von schemalosen Dokumenten und dazwischen liegenden typisierten Kanten. Wenn die Daten beispielsweise in Excel-Dateien gespeichert sind, werden die Dateien, die Arbeitsblätter und die einzelnen Zellen als Dokumente dargestellt. Enthalten-in-Kanten stellen die syntaktische Struktur dar.

**Informationsmodell.** Semantische Struktur und Bedeutung werden aus der Datendarstellung abgeleitet und parallel dazu aufgebaut. Während der Ableitung werden Kanten für die Rückverfolgung zwischen dem Datenmodell und dem Informationsmodell gebildet. In unserem Anwendungsfall werden zum Beispiel Konfigurationsmatrizen von verkauften Produktinstanzen pro Arbeitsblatt gespeichert. Aus diesen wird das Informationsmodell mit Produkten, Merkmalen und deren Ausprägungen für jede Produktinstanz gefüllt. Aus anderen Arbeitsblättern werden Stücklisten und Auswahlregeln für die Teile in Bezug auf die Merkmale extrahiert. Dabei sorgen die Kanten im Modell für die Abbildung der semantischen Beziehungen.

**Wissensmodell.** Basierend auf dem Informationsmodell können weitere Analysen den Multi-Modell-Wissensgraphen mit einem Wissensmodell anreichern. Kontexte aus der Graphdarstellung der Informationen und Attribute werden ausgewertet und Regeln werden interpretiert. In unserem Beispiel werden Abhängigkeiten aus den Auswahlregeln abgeleitet. Der so erweiterte Wissensgraph enthält Wissen über die Zusammensetzung der einzelnen Produktinstanzen und Realisierungsbeziehungen zwischen Merkmalen und Teilen aus den Stücklisten.

**Weisheitsmodell.** Das gesammelte Wissen kann nun gezielt ausgewertet werden (s. [Abschnitt 2](#)). Das Ziel, unwirtschaftliche Variabilität zu identifizieren, wird erreicht, indem (a) die Kosten pro Merkmalausprägung geschätzt werden und (b) pro Merkmalausprägung der Gewinn in Relation zu seiner Preisung bewertet wird.

### 4 Fazit

In diesem Beitrag wird ein Ansatz zur niederschweligen datengestützten Entscheidungsunterstützung bei der Identifizierung unwirtschaftlicher Variabilität vorgestellt. Der Ansatz verwendet ein neuartiges Konzept, das GQM- und DIKW-Modelle kombiniert, um die Angleichung zwischen Geschäfts- und Entwicklungsstrategien abzuleiten. Darauf aufbauend wird der Multi-Modell-Wissensgraph vorgestellt, um die Analyse und Erklärung der Ergebnisse durch einfaches Traversieren des Graphen zu ermöglichen. Der Multi-Modell-Wissensgraph ist in zweifacher Hinsicht multi-modellhaft. Zum einen bietet er eine Mischung aus schemalosen Dokumenten und Wissensgraphen. Zum anderen spiegelt die Kombination von Modellen auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen Aspekte des Model-Based-System-Engineering wider.

### Literatur

- [1] F. Van Latum, R. Van Solingen, M. Oivo, B. Hoisl, D. Rombach, and G. Ruhe, "Adopting GQM based measurement in an industrial environment," *IEEE Software*, vol. 15, pp. 78–86, Jan. 1998.
- [2] D. Morais Ferreira, "Development of an Architecture of an Integrated Analysis Framework for Change-Intensive Systems Based on Industry Needs," Master's thesis, Fraunhofer IESE, Fraunhofer IESE, 2021.
- [3] J. Rowley, "The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy," *Journal of Information Science*, vol. 33, pp. 163–180, Apr. 2007. Publisher: SAGE Publications Ltd.
- [4] V. L. Tenev and M. Becker, "Mit Feature-Modellen das Komplexitätsmanagement vereinfachen," in *24. Workshop Software-Reengineering und -Evolution (WSRE)*, May 2022.