

Qualitätssteigerung durch Digitalisierung

Einsatz von KI-Methoden und Digitalen Zwillingen in der Produktion von Satellitenkomponenten

Olga Meyer,
Lukas Christian Albers,
Jannik Schwab,
Andreas Schuller,
Marco Leippert,
Benedikt Munz,
Daniel Schel und
Hartmut Eigenbrod*

Die Raumfahrtindustrie und insbesondere der Bereich der Satellitenkommunikation befinden sich aktuell in einem starken Wandel. Hierbei wird häufig davon gesprochen, dass sich die traditionelle Raumfahrt („Old Space“) in Richtung einer neuen Raumfahrt („New Space“) bewegt, die geprägt ist von deutlich höheren Stückzahlen und kürzeren Entwicklungs- und Lieferzeiten von Satellitenkomponenten. Diesen Wandel vollzieht auch die Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG und arbeitet daher aktuell eng mit den Fraunhofer-Instituten IPA und IAO im Rahmen eines Projektes zusammen, um mithilfe von KI und digitalen Zwillingen verlässliche und umfangreiche Qualitätsvorhersagen treffen zu können.

Einleitung

Die Raumfahrtindustrie erlebt derzeit einen Aufschwung: Das Marktvolumen wird bis 2040 auf über eine Billion US-Dollar anwachsen, da die Nachfrage nach Komponenten, insbesondere für die satellitengestützte Kommunikation, steigt [1]. Projekte wie Starlink von SpaceX und OneWeb von Eutelsat verdeutlichen den

Trend zu großen Satellitenkonstellationen im niedrigen Erdbit (LEO) [2]. Um der steigenden Nachfrage gerecht zu werden, entwickelt sich die traditionell manufakturgetriebene Raumfahrt zunehmend in Richtung Volumenproduktion, wobei Kostensenkungen, kürzere Entwicklungszeiten und die damit verbundene zuverlässige Vorhersage von Qualität zu entscheidenden Erfolgsfaktoren werden. Die Tesat-Spa-

cecom GmbH & Co. KG arbeitet daher gemeinsam mit den Fraunhofer-Instituten IPA und IAO an innovativen KI-gestützten Lösungen, um ihre Marktvorreiterrolle weiter zu stärken und so nachhaltig die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.

Einführung in die Begriffe

Die Implementierung von Künstlicher Intelligenz (KI) hängt entscheidend von der Qualität und Quantität der zugrunde liegenden Daten ab [3]. Die Datenerfassung bildet den ersten Schritt in diesem Prozess. Hierbei werden relevante Informationen systematisch gesammelt, um sie für die nachfolgende Analyse bereitzustellen. Dabei ist es wichtig, dass die Daten vollständig, präzise und repräsentativ sind. Anschließend erfolgt die Datenaufbereitung und -analyse, bei der Muster und Zusammenhänge erkannt und bewertet werden. Diese Auswertung ist entscheidend, um ein tieferes Verständnis für den betrachteten Sachverhalt zu erlangen und fundierte Entscheidungen zu treffen [4].

* Korrespondenzautor

Olga Meyer, B.Sc.; Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart; Tel.: +49 (0) 711 970-1068, E-Mail: olga.meyer@ipa.fraunhofer.de

Weitere Autoren

Lukas Christian Albers, M.Sc.; Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG

Jannik Schwab, M.Sc.; Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Dipl.-Inf. Andreas Schuller; Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO

Marco Leippert, M.Sc.; Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG

Dipl.-Math. Benedikt Munz, B.Sc.; Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG

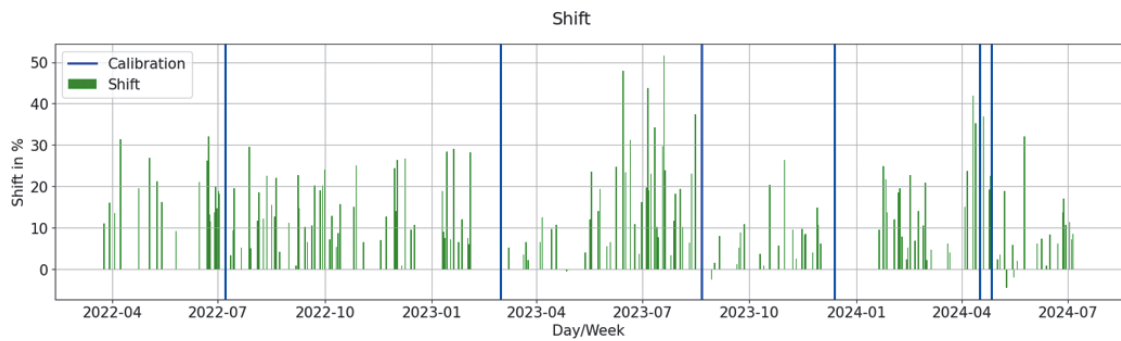
Daniel Schel, B.Sc.; Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Dipl.-Phys. Hartmut Eigenbrod; Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA

Hinweis

Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen von den Advisory-Board-Mitgliedern des ZWF-Sonderheftes wissenschaftlich begutachteten Fachaufsatz (Peer-Review).

Bild 1. Grafik Shift und Kalibrierzeitpunkte



Industrielle Anwendungen profitieren, wenn sie auf Suchtechnologien wie die semantische Suche mit KI zugreifen, welche den Kontext und die Bedeutung von Suchanfragen mitberücksichtigen, anstatt nur nach Schlüsselwörtern zu suchen. Dies ermöglicht es, relevantere Suchergebnisse zu liefern, indem idealerweise die Absicht des Benutzers und die Beziehungen zwischen den Begriffen berücksichtigt werden [5, 6].

In Daten, auf welche komplexe KI-Modelle angewendet werden, sind einheitliche Strukturen und Datenmodelle von entscheidender Bedeutung. Digitale Zwillinge können hier zu einer deutlichen Verbesserung der Strukturen beitragen, indem sie helfen, einheitliche Daten zwischen der physischen und digitalen Welt auszutauschen (Bild 1). Dies erfordert eine entsprechende Modellierung. Ein digitaler Zwilling stellt eine digitale Repräsentation eines physischen oder nicht-physischen Objekts dar [7], wie z.B. einer physischen Anlage, eines Prozesses oder einer Dienstleistung. Im Produktionsumfeld werden Objekte in der Regel unter dem Begriff „Asset“ verwendet. Allerdings kommt es nicht so sehr auf die Menge und Qualität der Daten in diesem KI-Datenraum an, sondern darauf, wie sie strukturiert sind und ob sie semantisch und syntaktisch interoperabel sind, d.h. standardisiert, verständlich und in maschinenlesbarer Form vorliegen. Zur Herstellung der Interoperabilität ist es jetzt möglich, auf fortschrittliche Standards für die Implementierung digitaler Zwillinge wie Asset Administration Shell [8] zuzugreifen.

Praxisbeispiele

Im Folgenden werden Beispiel aus der Praxis beschrieben:

Prüfbefundsystem: Semantische Suche

Bei der Entwicklung und Neukonzeption von Produkten und Verfahren bei der Tesat- Spacecom GmbH & Co. KG ist es essenziell, dass Fehlerbeschreibungen und unvorhergesehene Verhaltensweisen protokolliert und festgehalten werden. Außerdem ist es auch für die laufende Produktion wesentlich, Abweichungen im Prozess und am Produkt zu dokumentieren. Diese Dokumentation geschieht in der Form von Prüfbefunden, die im jeweiligen Prozessschritt erstellt werden. Die Fehlerbeschreibung erfolgt über Parameter und ein Freitextfeld, indem Werker den Fehler oder die beobachtete Non-Konformität beschreibt. Detaillierte Beschreibungen erleichtern die Abarbeitung, jedoch sind inhaltlich zusammenhängende Prüfbefunde nicht leicht zu finden, was die Problemlösung anhand ähnlicher früherer Fehlerbilder erschwert. Eine eindeutige und schnelle Identifikation der Fehlerursache ist entscheidend, jedoch kann die mangelnde Qualität der Freitexte die Auffindbarkeit und die Auswertung negativ beeinflussen. Ein beispielhafter Prüfbefund beinhaltet eine Beschreibung des Fehlers (z. B. „Beim Schalten der Baugruppe wird weder eine Bewegung angezeigt, noch ist ein Klacken der Anschläge zu hören.“) sowie die Fehlerursache (z. B. „Fehlfunktion Unterbaugruppe“).

Im Rahmen unserer Arbeit wurden grundlegende Schnittstellen und Funktionen zum Einlesen und Vorverarbeiten von Prüfbefund-Daten implementiert. Darauf basierend wurde eine semantische Suche implementiert, die auf der Umwandlung in sprachliche Vektordarstellungen, sog. Embeddings, basiert. Dazu werden BERT-ähnliche Sprachmodelle [9] verwendet, die die Darstellung von Ähnlichkeiten im Embedding-Merkmalraum ermöglichen (En-

coder-Modelle). Über eine Eingabemaske können innerhalb des implementierten Prototyps inhaltliche Suchbegriffe eingegeben werden, wobei passende Prüfbefunde in einer Ergebnistabelle angezeigt werden. Als Distanzmaß der Ähnlichkeiten des Suchbegriffs zu Prüfbefunden wurde die quadratische L2-Norm verwendet. Dies entspricht der Grundeinstellung der verwendeten Vektordatenbank und wurde vorerst nicht weiter angepasst. Hierbei wurden verschiedene Modelle wie [10–12] getestet, um das am besten geeignete Modell zu identifizieren. Besonders relevant war hierbei der korrekte Umgang mit den verwendeten technischen Fachbegriffen sowie die Mischung von deutschen mit englischen Formulierungen. Die semantische Suche löst verschiedene Probleme: Der wesentliche Vorteil liegt in ihrer Fähigkeit, die Bedeutung und den Kontext von Suchanfragen zu verstehen und relevante Ergebnisse zu liefern, die über die bloße Übereinstimmung von Schlüsselwörtern hinausgehen. Das Sprachmodell ist dabei in der Lage, mit ähnlichen Konzepten umzugehen und auch verschiedene Sprachen zu unterstützen. Die Möglichkeiten des Prüfbefundsystems werden dadurch erweitert, dass inhaltlich relevante Problemlösungen oder ähnliche Fehlermuster sich leichter auffinden lassen. Das historische Wissen kann dadurch effektiver für die Bestandsaufnahme und Ableitung möglicher Lösungen genutzt werden.

Der Prototyp wurde um einen hybriden Suchansatz erweitert, der die semantische Suche mit Filterkriterien und Keyword-Suche kombiniert. Mit dem Prototyp wurden qualitative Interviews mit Tesat-Mitarbeitern durchgeführt, die regelmäßig das Prüfbefundsystem verwenden, und potenziell also von einer erneu-

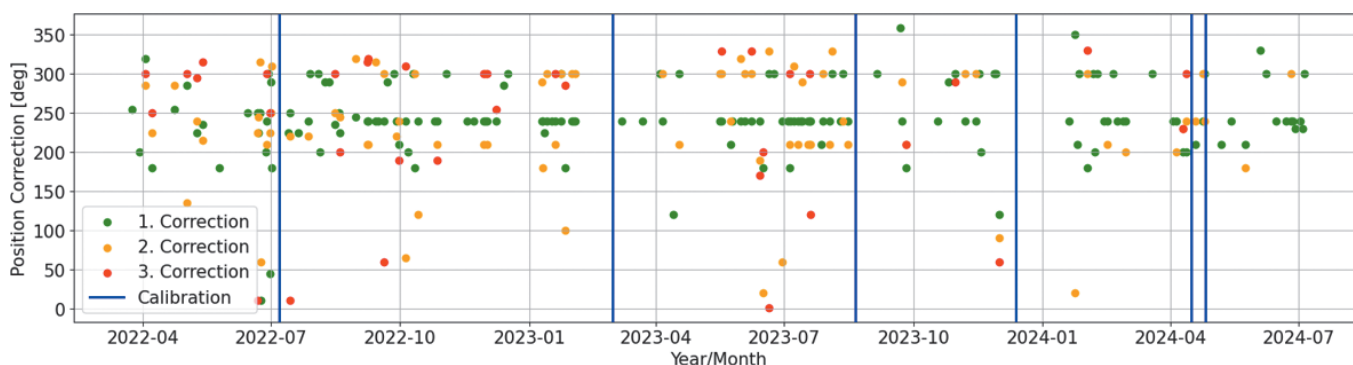


Bild 2. Grafik Korrekturrichtung

erten semantischen Suche profitieren würden. Das Feedback war positiv, mit einigen Erweiterungsvorschlägen wie der automatisierten Vergabe von Tags und Schlagworten sowie der Überarbeitung des User Interface. Die Auswahl der passendsten Modelle basierte vorerst auf einzelnen Stichproben der Suchbegriffe und Trefferlisten passender Prüfbefunde. Derzeit wird an einem geeigneten Evaluierungsset gearbeitet, das einen objektiven Vergleich der verschiedenen Modelle ermöglichen soll. Die Darstellung bestehender Dokumente durch Embeddings und die semantische Suche sind wichtige Bausteine, um umfangreiche bestehende Datenbestände, etwa als digitale Zwillinge, zugänglich zu machen. Dies ist gleichzeitig die Grundlage für weitere generative Anwendungen, die die Datenqualität verbessern und die Dateneingabe für Nutzer erleichtern können.

FAA-Anlage: Datenauswertung und KI

Der zweite Anwendungsfall demonstriert die enge Verknüpfung von Datenauswertung und KI-Entwicklung. Es handelt sich um einen Fügeprozess einer optischen Komponente, bei welchem ein Lichtwellenleiter in einem punktsymmetrischen Bauteil automatisch optimal ausgerichtet wird. Trotz des vollsymmetrischen Ablaufs kommt es zu einer Veränderung der Einkopplung (Shift), die bei Werten >5 Prozent in einem zeitaufwendigen, manuellen Prozess korrigiert werden muss. Die Abweichungen bewegen sich dabei im μm -Bereich, da es sich um Bauteile für Hochpräzisionsanwendungen handelt.

Das Fehlerbild wurde anhand historischer Daten (183 Bauteile) umfangreich

analysiert. Dabei zeigte sich, dass bei 83 Prozent der Werkstücke eine Korrektur notwendig ist, wobei weitere 38 Prozent nach einem Korrekturversuch, 26 Prozent nach zwei und 11 Prozent nach drei Versuchen dem Qualitätsanspruch genügen. Um eine mögliche KILösung zu finden, wurde anschließend die Ursache für den unerwarteten Verzug anhand der Daten ergründet.

Ausgehend von den Einschätzungen der Prozess- und Datenexperten ergaben sich folgende mögliche Ursachen:

- Unzureichende Kalibrierung in der Anbindungsanlage;
- Einfluss der Komponentenausrichtung auf den Ablauf und
- Fertigungsabhängige Schwankungen der Bauteile.

Der historische Shift wurde über die Zeit aufgetragen und zusätzlich die entsprechenden Kalibrierzeitpunkte der Anlage abgebildet. Unter der Annahme, dass Hypothese 1 korrekt ist, müsste hier ein klarer Trend zu erkennen sein. Wie in Bild 1 zu sehen ist, kann dieser Trend durchaus abgeleitet werden und die Hauptursache für das Fehlerbild sein. Allerdings finden sich gelegentlich auch direkt nach Kalibrierung sehr hohe Abweichungen. Die notwendige Korrekturrichtung wird durch den Werker pro Werkstück manuell ermittelt und dokumentiert und kann daher zur Auswertung herangezogen werden. Wie aus Bild 2 klar ersichtlich ist, erfolgt die Korrektur fast ausschließlich aus einem Winkel von $\sim 240^\circ$.

Es ergeben sich daher folgende Rückschlüsse: Die Ursache des Shifts kann überwiegend, aber nicht ausschließlich, auf die Kalibrierung der Anlage zurück-

geführt werden, was sich systematisch in der notwendigen Korrektur widerspiegelt. Die Fehlerquote müsste sich durch einen Offset in der entsprechenden Richtung reduzieren lassen. Wie groß der entsprechende Offset sein muss, lässt sich aufgrund der Vielzahl der sich gegenseitig beeinflussenden Parameter nicht ohne Weiteres ermitteln. Im nächsten Schritt wird nun mittels Gradient Boosting oder einem neuronalen Netz eine optimierte Position ermittelt werden, einige Testwerkstücke gefertigt und, bei positivem Ergebnis des Tests, die Anpassung in den Prozess übernommen und beobachtet. Der Anwendungsfall zeigt, wie wichtig durchgängige Datenerfassung und -auswertung für Prozessverständnis und Verbesserung sind. Eine kontinuierliche Überwachung erfordert eine Einführung des digitalen Zwillings für KI und Anlagen.

Konvergenz von Digitalen Zwillingen und KI in der Produktion

Heutzutage ist eine Konvergenz, d.h. eine komplexe Verschmelzung und enge Integration, beider Technologien, nämlich des digitalen Zwillings und der KI, in industriellen Anwendungen zu beobachten. Dies hat den Vorteil, dass ihre individuellen Stärken kombiniert und Synergieeffekte erzielt werden. Beide Technologien spielen in erster Linie eine komplementäre Rolle, wobei der digitale Zwilling ein virtuelles Abbild eines realen physischen Objekts ist, während KI diese virtuelle Umgebung durch den Einsatz von Algorithmen nutzt, um kontinuierlich aus Echtzeitdaten zu lernen und intelligente

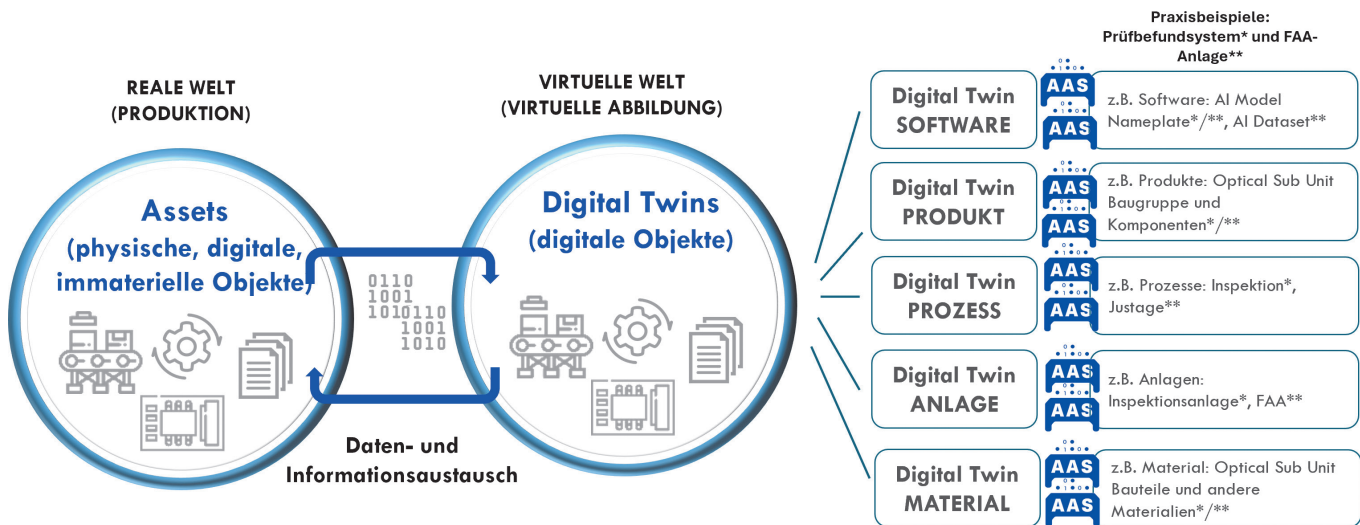


Bild 3. Digitale Zwillinge in Praxisbeispielen

Entscheidungen zu treffen. Der kontinuierliche Datenaustausch zwischen dem digitalen Zwilling und dem physischen Gegenstück führt dazu, dass Echtzeitinformationen zum Trainieren und Optimieren von KI-Modellen verwendet werden können. Durch die Konvergenz wird ein intelligentes, virtuelles Gegenstück geschaffen, das mit dem Verhalten, den Eigenschaften und den Interaktionen des physischen Gegenstücks vergleichbar ist und intelligente Lösungen als selbstlernendes System herbeiführt. Insgesamt ermöglicht die Konvergenz dieser beiden Technologien eine tiefere Integration der physischen und der digitalen Welt, was insbesondere in dem gesamten Produktlebenszyklus, von der Planung und Entwicklung bis hin zur Nutzung und Entsorgung, zu einem neuen Level an Flexibilität und Effektivität führt.

Die zuvor beschriebenen Praxisbeispiele basieren auf digitalen Zwillingen wie „Prozess“ (z.B. Justage), „Produkt“ (z.B. optische Komponente bzw. Baugruppe), „Anlage“ (z.B. FAA-Anlage), „Material“ (z.B. Bauteile) (Bild 3). Die Modellierung beruht auf dem AAS-Ansatz unter Verwendung von standardisierten Datenmodellen, d.h. Submodellen [8]. Ein weiterer digitaler Zwilling für „Software“ integriert AAS-basierte Submodelle proprietärer Entwicklungen für das Fehlermanagement und strukturiert Daten zum Fehlermanagementkatalog, zu Prüfbefunden und zugehörigen Feh-

lerprozessen. Die KI-Submodelle, wie „AI Model Nameplate“ und „AI Dataset“, ergänzen diese als digitale Zwillinge für Software. Diese Submodelle, die in der Industrial Digital Twin Association (IDTA) standardisiert werden [13], ermöglichen es, KI-Modelle effizient zu identifizieren, nachzuverfolgen und deren Trainingsdaten zu dokumentieren.

Im Rahmen des Projekts konnte die Konvergenz durch eine ganzheitliche Unternehmensarchitektur vorangetrieben werden. Diese integriert Prozesse, Technologien, Daten und Mitarbeitende. KI und digitale Zwillinge wurden erfolgreich in die bestehende Architektur eingebunden, wodurch eine interoperable, DZ-gestützte Architektur entstand. Neue digitale Bausteine ermöglichen nun eine modellbasierte Datenverwaltung, API-gesteuerte Datenflüsse zwischen den Hauptsystemen sowie die effiziente Integration und Verwaltung von KI-Anwendungen durch „ModelOps“.

Zusammenfassung und Ausblick

Die Idee digitaler Zwillinge ist ein lange bekanntes Thema und geht auf die ersten Arbeiten der NASA zu diesem Thema zurück [14]. Technische Hürden haben in der Vergangenheit allerdings dafür gesorgt, dass es nur wenigen Unternehmen gelungen ist, in diesem Feld umfangreiche Erfolge zu erzielen. Dennoch erfährt der Markt für digitale Zwillinge derzeit

einen deutlichen Aufschwung und ein wachsendes Interesse über unterschiedliche Branchen hinweg. Auch in der Raumfahrtproduktion, als „Geburtsort“ dieser Idee, hält die Technologie daher Einzug. Die Verbindung aus KI und digitalen Zwillingen stellt dabei eine wichtige Herausforderung dar.

Diesen Herausforderungen stellt sich auch die Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG als Produzent von weltweit genutzten Lösungen im Bereich der Satellitenkommunikation. Dabei haben die Beispiele gezeigt, dass KI und digitale Zwillinge wichtige Beiträge dafür sind, dass hochkomplexe Produktionsprozesse im Bereich der Raumfahrt effizienter und damit kostengünstiger zu realisieren sind, indem die vorhandenen Daten systematisch gespeichert und ausgewertet werden. Mit Hilfe dieser und vieler weiterer Beispiele werden die Technologien KI und digitale Zwillinge weitergehend erprobt und im Kontext der Raumfahrtproduktion in eine industrialisierte Umsetzung gebracht. Die Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG ist damit, in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IPA und IAO, auf einem zukunftsweisenden Weg in Richtung New Space.

Literatur

1. BMWK, Impulse für die deutsche Raumfahrtspolitik. (<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Wirtschaft/impulse-fuer-die-deutsche-raumfahrtpolitik.html>) [Abgerufen am 15.01.2025])

2. Golkar, A.; Salado, A.: Definition of New Space – Expert Survey Results and Key Technology Trends. *Journal on Miniaturization for Air and Space Systems* 2 (2021) 1, S. 2–9
DOI:10.1109/JMASS.2020.3045851
3. Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A.: *Deep Learning*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts 2016
4. Wang, S.; Wan, J.; Zhang, D.; Di Li; Zhang, C.: Towards Smart Factory for Industry 4.0: a Self-organized Multi-agent System with Big Data Based Feedback and Coordination. *Computer Networks* 101 (2016), S. 158–168
DOI:10.1016/j.comnet.2015.12.017
5. Manning, C. D.; Raghavan, P.; Schütze, H.: *Introduction to Information Retrieval*. Cambridge University Press, Cambridge 2008
DOI:10.1017/CBO9780511809071
6. Hoppe, T.: Bausteine semantischer Suche. In: Hoppe, T.; Humm, B. (Hrsg.): *Lehrbuch: Semantische Suche: Grundlagen und Methoden semantischer Suche von Textdokumenten*. Springer Vieweg, Wiesbaden, Heidelberg 2020, S. 135–200
DOI:10.1007/978-3-658-30427-0_5
7. ISO/IEC 30173:2023, Digital twin – Concepts and Terminology. (<https://www.iso.org/standard/81442.html> [Abgerufen am 15.01.2025])
8. IEC 63278-1:2023, Asset Administration Shell for Industrial Applications – Part 1: Asset Administration Shell Structure. (<https://webstore.iec.ch/en/publication/65628> [Abgerufen am 15.01.2025])
9. Devlin, J.; Chang, M.-W.; Lee, K.; Toutanova, K.: BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. 2018
DOI:10.48550/arXiv.1810.04805
10. Mohr, I.; Kimmel, M.; Saba, S. et al.: Multi-Task Contrastive Learning for 8192-Token Bilingual Text Embeddings. 2024
DOI:10.48550/arXiv.2402.17016
11. Chibb, A.: aari1995/German_Semantic_V3. (https://huggingface.co/aari1995/German_Semantic_V3 [Abgerufen am 15.01.2025])
12. Zhang, X.; Zhang, Y.; Long, D. et al.: mGTE: Generalized Long-Context Text Representation and Reranking Models for Multilingual Text Retrieval. In: *Proceedings of the 2024 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: Industry Track*, Miami, Florida, US (2024), S. 1393–1412
DOI:10.18653/v1/2024.emnlp-industry.103
13. IDTA: IDTA – Der Standard für den Digitalen Zwilling. Online unter <https://industrialdigitaltwin.org> [Abgerufen am 15.01.2025]
14. Piascik, B.; Vickers, J.; Lowry, D. et al.: *Materials, Structures, Mechanical Systems, and Manufacturing Road Map*. NASA Office of Chief Technologist. Technology Area 12, 2010, S. 15–88

Die Autor:innen dieses Beitrags

Olga Meyer ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IPA und leitet das Team „Interoperabilität für die Produktion“. Ihr Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung digitaler Zwillinge und der Umsetzung standardisierter Lösungen für Industrie 4.0.

Lukas Christian Albers ist Projektleiter für Entwicklungsprojekte bei der Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG. Sein Schwerpunkt liegt auf neuen Technologien für die Raumfahrt.

Jannik Schwab ist Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fraunhofer IPA im Team für Generative KI. Sein Schwerpunkt liegt im Bereich industriennahe GenAI Anwendungen, Large Language Models sowie Retrieval Augmented Generation.

Andreas Schuller ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IAO im Forschungsbereich Mensch-Technik Interaktion. Als erfahrener Experte im KI-Bereich und insbesondere für die Schnittstelle zum Menschen hat er für viele Unternehmen dazu beigetragen, KI-Lösungen in die Praxis umzusetzen.

Marco Leippert ist Digitalisierungsexperte bei der Tesat-Sapecom GmbH & Co. KG. Sein Schwerpunkt liegt im Bereich datengetriebener Projekte.

Benedikt Munz ist Unternehmensarchitekt bei der Tesat-Sapecom GmbH & Co. KG. Sein Schwerpunkt liegt im Bereich der KI- und digitalen Transformation.

Daniel Schel ist Forschungsteamleiter und Senior Experte für IT-Architekturen für die Produktion am Fraunhofer IPA und betreut

zahlreiche Forschungsprojekte zu innovativen IT-Lösungen.

Hartmut Eigenbrod leitet am Fraunhofer IPA das Team „Signal- und Zeitreihenanalyse“. Sein Schwerpunkt liegt auf KI-gestützter Zustandsüberwachung und Qualitätsprognose in Produktionsprozessen, inklusive deren sensortechnischen Anbindung.

Abstract

Quality-Enhancing Digitalization for Production – The Use of AI Methods and Digital Twins in the Production of Satellite Components.

The space industry, and the satellite communications sector in particular, is currently undergoing significant changes. The term ‚new space‘ is often used to describe the transition from traditional space travel, or ‚old space‘, to a new era of space travel that is characterized by significantly higher quantities and shorter development and delivery times for satellite components. Tesat-Spacecom GmbH & Co. KG is currently engaged in close collaboration with the Fraunhofer Institutes IPA and IAO to develop reliable and comprehensive quality predictions using AI and digital twins.

Schlüsselwörter

Digitalisierung, Qualitätsverbesserung, Satellitenkomponenten, Künstliche Intelligenz, Semantische Suche, Digitaler Zwilling, Asset Administration Shell

Keywords

Digitalization, quality improvement, satellite components, artificial intelligence, semantic search, digital twin, asset administration shell

Bibliography

DOI:10.1515/zwf-2024-0120
ZWF 120 (2025) Special Issue; page 284 – 288
Open Access. © 2025 bei den Autoren, publiziert von De Gruyter.  Dieses Werk ist lizenziert unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.
ISSN 0947-0085 · e-ISSN 2511-0896