Kurzbericht zum Forschungsprojekt SPIN:S

SPIN:S – Smarte Plattform für integrierte und nachhaltige Strahlprozesse

Förderkennzeichen: 16IS22045C

Das Verbundprojekt SPIN:S – Smarte Plattform für integrierte und nachhaltige Strahlprozesse – hat eine digitale Plattform zur Überwachung, Analyse und nutzerorientierten Visualisierung industrieller Strahlprozesse entwickelt und in der Praxis erprobt. Der folgende Kurzbericht fasst Aufgabenstellung, Ausgangslage, Projektablauf und zentrale Ergebnisse zusammen.

Aufgabenstellung und Ausgangslage

Ziel des Vorhabens war es, den bislang häufig unzureichend digitalisierten Strahlprozess durch geeignete Sensorik, Datenintegration, KI-basierte Analyseverfahren und rollenspezifische Cockpits transparenter, robuster und nachhaltiger zu gestalten. Die Plattform sollte relevante Prozessdaten erfassen, in einen digitalen Prozesszwilling überführen, mit einer Wissensbasis verknüpfen und für unterschiedliche Nutzergruppen – Shopfloor, Instandhaltung, Management und Nachhaltigkeitsmanagement – aufbereiten. Besondere Herausforderungen ergaben sich aus der Heterogenität industrieller Strahlanlagen, ihrer geringen digitalen Durchdringung und der oft lückenhaften Datenlage bei den drei sehr unterschiedlichen Anwendungspartnern aus den Branchen Baumaschinenbau, Stahlherstellung und Gießerei.

Wissenschaftlicher und technischer Anknüpfungspunkt

Das Projekt knüpfte an Arbeiten zu Industrie 4.0, digitalen Zwillingen, Manufacturing Execution Systems (MES) sowie an KI-gestützte Zeitreihen- und Sensordatenanalyse an, wobei etablierte Kommunikationsstandards wie OPC-UA und MQTT genutzt wurden. Fachlich baute SPIN:S ausdrücklich auf dem Vorläuferprojekt „Strahlen 4.0" auf, das bereits Prozessprobleme und erste Ansätze zur Datenerhebung im Strahlprozess identifiziert hatte. Ergänzend wurde eine eigene Marktanalyse zu 69 kommerziellen MES-Systemen durchgeführt und anhand des MESA-11-Standards sowie des fünfstufigen Intelligenzmodells nach Shojaeinasab et al. (2022) bewertet, wonach weniger als 5 Prozent der wissenschaftlichen MES-Literatur die höchste Intelligenzstufe (Adaptivität) erreichen.

Ablauf des Vorhabens

Das Projekt folgte einem arbeitsteiligen Verbundansatz mit drei Kernpartnern und drei assoziierten Anwendungsunternehmen (Eisenwerk Würth, 3D Content Logistics, Hochschule Karlsruhe). Inhaltlich umfasste der Ablauf Anforderungsworkshops mit allen drei Anwendungspartnern, die Entwicklung eines digitalen Daten- und Informationsflusses, die Ableitung relevanter Kennzahlen sowie die prototypische Umsetzung und Erprobung von Shopfloor- und Nachhaltigkeitscockpits. Die technische Architektur basierte auf einem nicht-invasiven Sensoransatz: Bestehende Strahlanlagen wurden unabhängig von Hersteller und Automatisierungsgrad mit Sensorik nachgerüstet, Daten über eine mobile Verbindung an einen externen Server übertragen und als Dashboard auf einem Shopfloor-Monitor visualisiert.

Wesentliche Ergebnisse

Die Anforderungserhebung zeigte fünf zentrale Kategorien: Qualität/Prozesstransparenz, Variabilität/Flexibilität, Prozessverfügbarkeit/Instandhaltung, Strahleffizienz/Kosten sowie

Arbeitsorganisation mit unternehmensspezifischen Schwerpunkten wie Prozessrobustheit, Prozessoptimierung beziehungsweise Entlastung des Bedienpersonals. Die Stakeholderanalyse führte zur Entwicklung eines gemeinsamen Echtzeit-Shopfloor-Dashboards für Shopfloor und Instandhaltung sowie eines separaten, langfristig orientierten Management-Cockpits. Die Nutzenevaluation mit den Anwendungspartnern bestätigte, dass die Systemziele weitgehend erreicht wurden: Das Tool wird als praxistauglich und benutzerfreundlich wahrgenommen, unterstützt wirtschaftlich relevante Zielgrößen wie stabile Ausbringung und hohe Anlagenverfügbarkeit und stärkt durch die Einbindung in Schichtübergaben die Eigenverantwortlichkeit der Bediener.

Für die akademische Forschung leistet SPIN:S einen Beitrag zur bislang wenig erforschten Domäne industrieller Strahlprozesse und positioniert sich methodisch im Mixed-Methods-Ansatz sowie inhaltlich im Diskurs zu Industrie 5.0 und Twin Transition. Die Ergebnisse wurden in mehreren Publikationen verwertet, darunter Artikel in Giesserei und JOT sowie eingereichte beziehungsweise im Review befindliche Beiträge in Procedia CIRP, Operations Management Research und dem International Journal of Productivity and Performance Management.

Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen

Neben den drei Verbundpartnern begleiteten drei assoziierte Anwendungsunternehmen aus Baumaschinenbau, Stahlherstellung und Gießereiwesen das Projekt als Anforderungsgeber und Evaluationspartner. Ergänzend wurde eine begleitende CATI-Befragung von 200 Betrieben des verarbeitenden Gewerbes durch einen professionellen Dienstleister durchgeführt und von der Hochschule Karlsruhe ausgewertet, um branchenweit übertragbare Erkenntnisse zu Erfolgskriterien smarter Prozessüberwachung zu gewinnen