Profile als versionierte Betriebsobjekte in der FDM-Fertigung

Fachpapier 2 – Wissensspeicher, Rückverfolgbarkeit und Datenschicht

Schicht-Werk

Fassung 1, Stand 2026-10-06

Kurzfassung. Wer mehrere FDM-Maschinen und Werkstoffe betreibt, kann Qualität nur halten, wenn Parameter nicht in Köpfen, sondern in einem geführten Speicher liegen. Das Papier beschreibt ein Konzept, in dem Maschinenprofil, Werkstoffprofil und Prozessprofil als versionierte, freigegebene Betriebsobjekte geführt und mit Auftrag, Prüfprotokoll und Fehlerspeicher verknüpft werden. Die Datenhaltung ist von der Darstellung getrennt: Eine kanonische Datenschicht (JSON-Schemas) dient Oberflächen, Berichten und Assistenzfunktionen als gemeinsame Quelle.

Schlüsselwörter: Wissensspeicher, Profilbibliothek, Rückverfolgbarkeit, Maschinenbuch, Fehlerspeicher, Datenmodell

Problemstellung

Parameter für Schmelzschichtdruck sind zahlreich (Temperaturen, Geschwindigkeit, Kühlung, Fluss, Rückzug, Wände, Füllung) und hängen von Maschine, Düse und Werkstoffcharge ab. In kleinen Betrieben liegen sie in Slicer-Profilen auf einzelnen Rechnern, in Notizen oder in der Erinnerung der Bediener. Typische Folgen: Teile desselben Auftrags unterscheiden sich je nach Maschine, Fehler werden mehrfach gelöst, Einarbeitung dauert lange, und im Reklamationsfall ist nicht nachvollziehbar, womit gedruckt wurde.

Konzept

Objekte

Objekt	Inhalt	Zweck
Maschinenbuch	Stammdaten, Bauraum, Düsen, maximale Volumenströme, Betriebsstunden, Wartung, Störungen	Zustand und Eignung der Maschine
Werkstoffbibliothek	Richtwerte, Trocknung, Hygroskopie, Chargen	Voraussetzungen für den Druck
Profilbibliothek	freigegebene, versionierte Prozessprofile	Reproduzierbarkeit
Auftrag	Positionen, Historie, Haftungshinweis	Nachvollziehbarkeit des Ablaufs
Prüfprotokoll	Merkmale, Messwerte, Ergebnis, Verweis auf Profil und Charge	Rückverfolgbarkeit
Fehlerspeicher	Symptom, Ursachengruppe, Maßnahme	Lernen und Prävention

Regeln

1. **Version statt Überschreiben.** Jede Änderung eines Profils erzeugt eine neue Version.
2. **Freigabe nach Probedruck.** Ein Profil wird erst nach Maß- und Sichtprüfung freigegeben; die freigebende Person ist festgehalten.
3. **Konsistenzprüfung.** Der Volumenstrom des Profils liegt unter dem Maschinenmaximum (siehe Fachpapier 1); Werkstoff in Profil und Auftrag stimmen überein.
4. **Rückverfolgung.** Das Prüfprotokoll nennt Maschine, Profil in Version und Werkstoffcharge.

5. **Rückfluss.** Jeder gelöste Fehler ergänzt den Fehlerspeicher und, wenn nötig, das Profil oder die Wartungsvorgabe.

Datenschicht und Darstellung

Die Objekte sind als JSON-Schemas definiert. Konkrete Bestände (Maschinenpark, Aufträge) liegen in der Betriebsumgebung, nicht im Konzeptpaket; dieses enthält neutrale Beispieldaten und ein Prüfskript. Die Trennung hat drei Vorteile: Verfahren mit anderen Merkmalen (z. B. Harz oder Pulver) übernehmen dieselbe Struktur mit eigenen Feldern; Oberflächen lassen sich austauschen, ohne Daten zu migrieren; Assistenzfunktionen greifen auf denselben Bestand zu wie die Fachkräfte.

Assistenzfunktionen

Auf dem Wissensspeicher können Such- und Auswahlhilfen aufbauen (ähnliche Fehlerbilder finden, geeignete Profile vorschlagen, Schulungsfragen erzeugen). Solche Funktionen liefern Hinweise. Die Entscheidung bleibt bei der Fachperson; Vorschläge sind nachzuvollziehen und zu prüfen.

Einführung im Betrieb

Schritt	Aufwand	Ergebnis
1 Maschinenbuch je Maschine anlegen	gering	Stammdaten, Wartung
2 Standardwerkstoffe erfassen	gering	Werkstoffbibliothek
3 Je Werkstoff ein Referenzprofil kalibrieren und freigeben	mittel	erste Profile
4 Prüfprotokoll und Fehlerspeicher einführen	mittel	Rückverfolgbarkeit
5 Konsistenzprüfung automatisieren	gering	weniger Freigabefehler

Grenzen

Das Konzept ersetzt weder Prüfung noch Fachwissen. Eine Datenhaltung ist nur so gut wie die Disziplin bei der Erfassung; sie muss in den Arbeitsablauf passen (kurze Eingaben, Vorbelegung, Auswahllisten). Eine empirische Bewertung des Nutzens in Betrieben liegt diesem Papier nicht zugrunde.

Offenlegung

Der Autor betreibt gewerblich additive Fertigung und bietet Schulungen, Beratung und digitale Werkzeuge an. Keine Datenbankrecherche; Literaturangaben vor Veröffentlichung verifizieren.

Literatur

- Gebhardt, A.: *Additive Fertigungsverfahren*. 5. Aufl., Hanser, 2016.
- Gibson, I.; Rosen, D.; Stucker, B.; Khorasani, M.: *Additive Manufacturing Technologies*. 3. Aufl., Springer, 2021.
- ISO/ASTM 52901: Additive Fertigung – Grundlagen – Anforderungen an Beschaffung von additiv gefertigten Teilen.
- ISO/ASTM 52900: Additive Fertigung – Grundlagen – Terminologie.
- Schicht-Werk: *FDM – Schmelzschichtverfahren in der Praxis*, Ausgabe 1, Kap. 8, 11, 13; Betriebshandbuch FDM, Fassung 1.