
Energiereduktion durch Digitalisierung und optimierte Produktionsplanung

FH-Prof. Priv.-Doz. DI (FH) Klaus Altendorfer, PhD

HAGENBERG | LINZ | STEYR | WELS

Prof. Altendorfer, Forum Produktion 2023



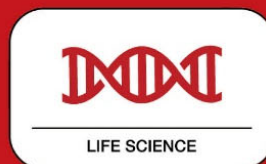
UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA

Agenda

- FH Oberösterreich Fakultät für Wirtschaft und Management – Studium und Forschung
- Motivation für die Studie
- Projektpartner und –umfeld
- Untersuchtes Produktionssystem
- Erste Ergebnisse
- Weitere Untersuchungen
- Zusammenfassung

Die FH OÖ in Zahlen

- 4 Fakultäten:
- Hagenberg
- Linz
- Steyr
- Wels
- 23.196 Absolvent*innen
- 6.000 Studierende
- 71 Bachelor- und Masterstudiengänge
- Forschungsstärkste FH Österreichs



Fakultät für Wirtschaft und Management

Studium:

- 6 Bachelor- und 7 Masterstudiengänge
- 380 Expert*innen/Professor*innen
- Rund 1.400 Studierende
- Über 6.000 Absolvent*innen
- Weltweit vernetzt

Forschung:

- ~ 50 Wissenschaftliche Mitarbeiter*innen (VZÄ)
- ~ 150 Publikationen jährlich
- Laufende Forschungsprojekte:
 - > FFG in verschiedenen Schienen (Produktion der Zukunft, ...)
 - > FWF in verschiedenen Schienen (Einzelprojekte, ...)
 - > Resselzentren



Center of Excellence for Smart Production

Themenfelder:

- Internet of Things
- **Business Analytics** / Prescriptive Analytics
- Assistenzsysteme
- Human-Centered Technologies
- **Operations Management**
- Additive Manufacturing
- Produktentwicklung
- Geschäftsmodellinnovation

Fakultätsübergreifend:



Reduktion Energiebedarf – ein Zukunftsthema

Motivation für das vorgestellte Projekt:

- UN Sustainable Development Goals enthalten Energie und Produktion
- EU will bis 2050 Klimaneutral werden
- Produktion von Gütern verbraucht viel Energie
- Reduktion Energieverbrauch in der Produktion durch:
 - > Technische Innovationen
 - > Bessere Produktionsplanung und -steuerung
- Wärmebehandlungsprozesse sind energieintensiv:
 - > Durch Digitalisierung bessere Informationen zu Prozess vorhanden
 - > Hohes Potential zur Reduktion Energieverbrauch durch Kombination mit Planung

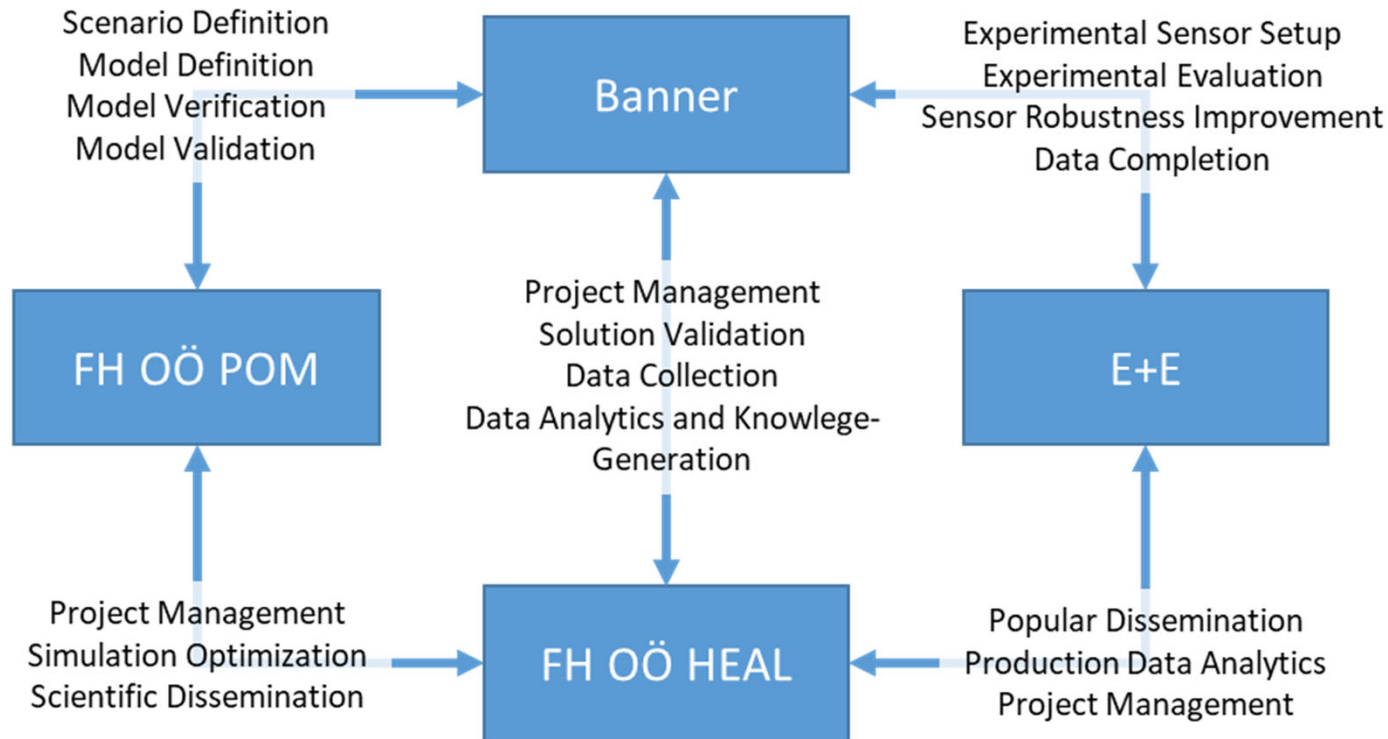
FFG Projekt Sched-Energy

Eckdaten:

- Förderschiene: FFG Produktion der Zukunft
- Laufzeit: 04/2022 – 03/2025
- Projektpartner: Banner, E+E Elektronik, FH OÖ (HEAL und POM)
- Kernthemen:
 - > Datengetriebene Verbesserung der Produktion
 - > **Reduktion Energiebedarf durch Digitalisierung und Produktionsplanung**
- FH OÖ POM: Fokus auf Wärmebehandlungsprozess in der Batterieproduktion
 - > Batterien (auch Blei-Säure) in Zukunft immer wichtiger
 - > Wärmebehandlungsprozess enthält oft hohe Energieverschwendung
 - > Bessere Planung durch mehr Sensordaten aus Digitalisierung möglich

FFG Projekt Sched-Energy

Projektpartner und zentrale Aufgaben:



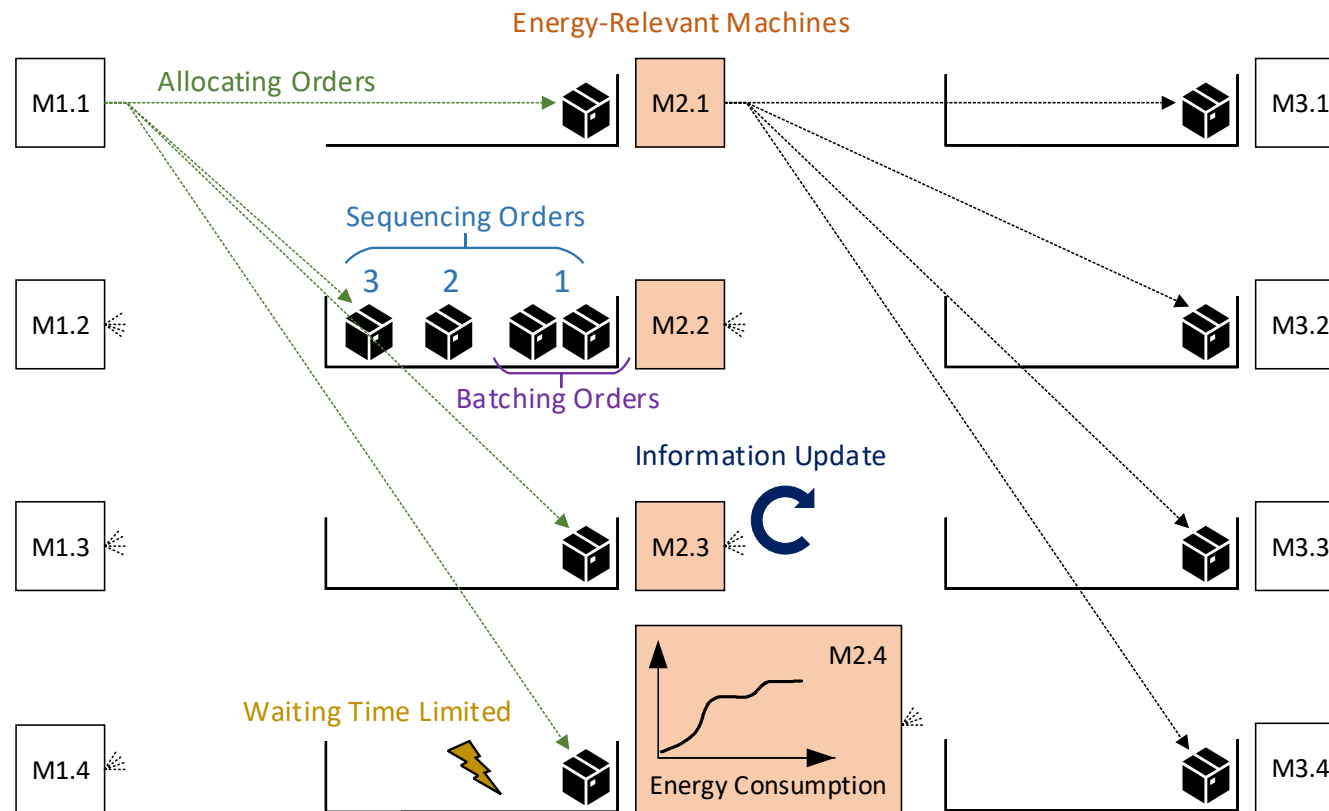
FFG Projekt Sched-Energy

Projektziele im Detail:

- Reduktion des Energiebedarfes durch Feinplanung bei der Wärmebehandlung
- Abbildung der Produktion mittels diskreter Ereignis-Simulation → Digital-Twin
 - > Werkstattfertigung → viele Einschränkungen z.B. Wartezeitbeschränkung
 - > Stochastische Umgebung → Aktualisierung von verbleibenden Prozesszeit (Sensor)
- Entwicklung und Anwendung unterschiedlicher Feinplanungsmethoden
 - > Regelbasierte Zuweisung, heuristischer Optimierungsalgorithmus, Online-Optimierung
 - > Implementierung ins Simulationsmodell
- Durchführung numerischer Studien
 - > Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Kennzahlen und Pareto-optimale Lösungen

Untersuchtes Produktionssystem

Entscheidungen und Nebenbedingungen:



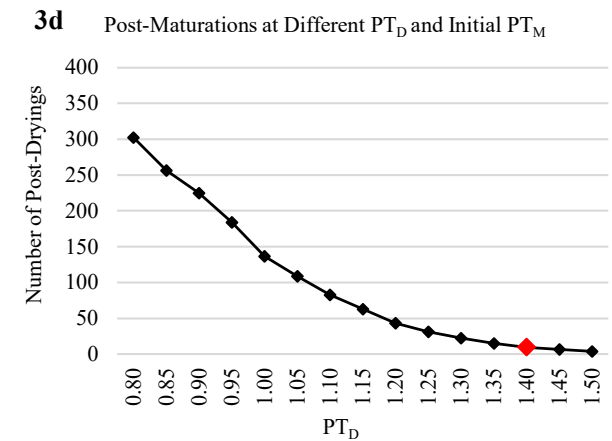
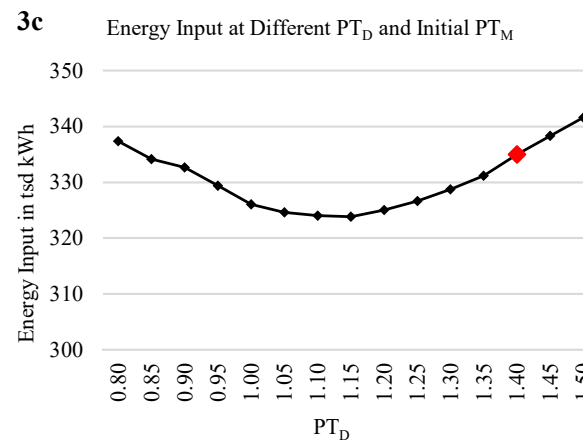
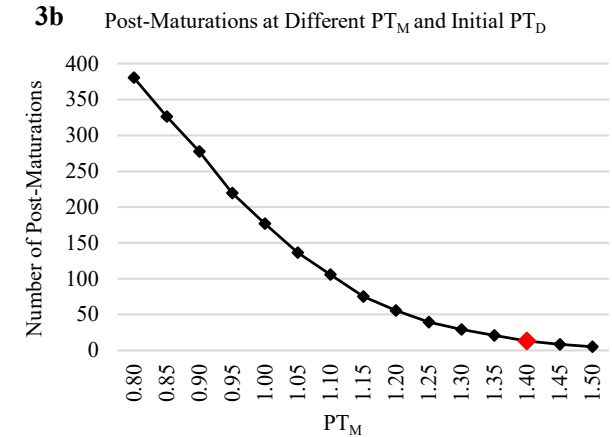
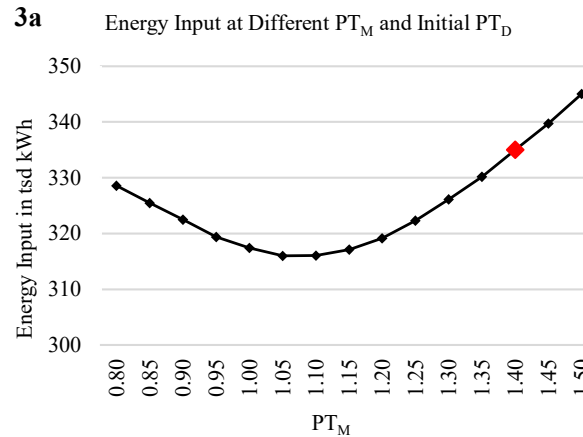
Erste Untersuchungen – Academic Case

Vereinfachtes Produktionssystem – nur eine Kammer:

- Effekt verschiedener Plan-Prozesszeiten wird untersucht für
 - > Reifung → chemischer Prozess muss abgeschlossen sein
 - > Trocknung → Plattenfeuchte muss unter Grenzwert liegen
- Effekt der Unsicherheit bzgl. notwendigem Energieinput wird untersucht:
 - > Bisher wenig Daten hierfür vorhanden
 - > Daher verschiedene Szenarien in Academic Case untersucht
- Trade-Off zwischen Reifung und Nachreifung durch veränderte Prozesszeit
- Trade-Off zwischen Trocknung und Nachtrocknung durch veränderte Prozesszeit
- Nachreifung/Nachtrocknung zusätzlicher Energiebedarf für Warm-Up

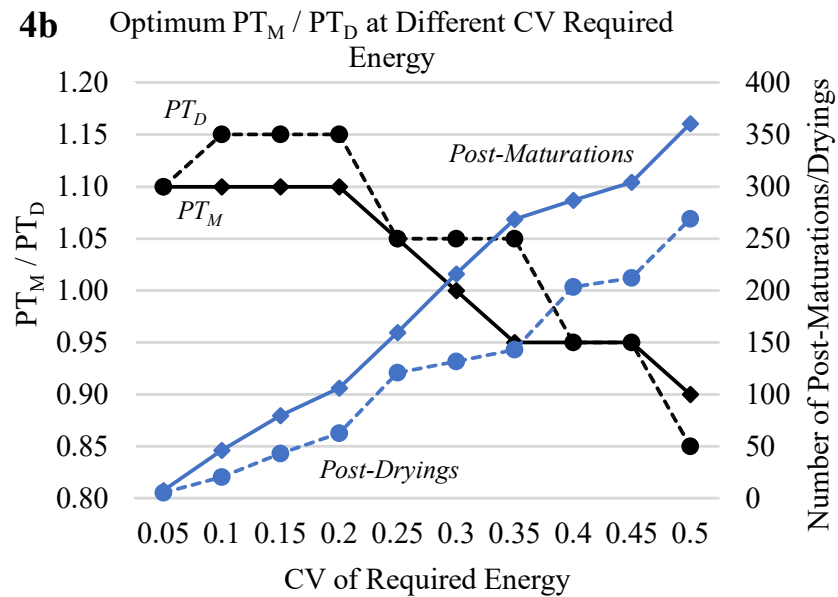
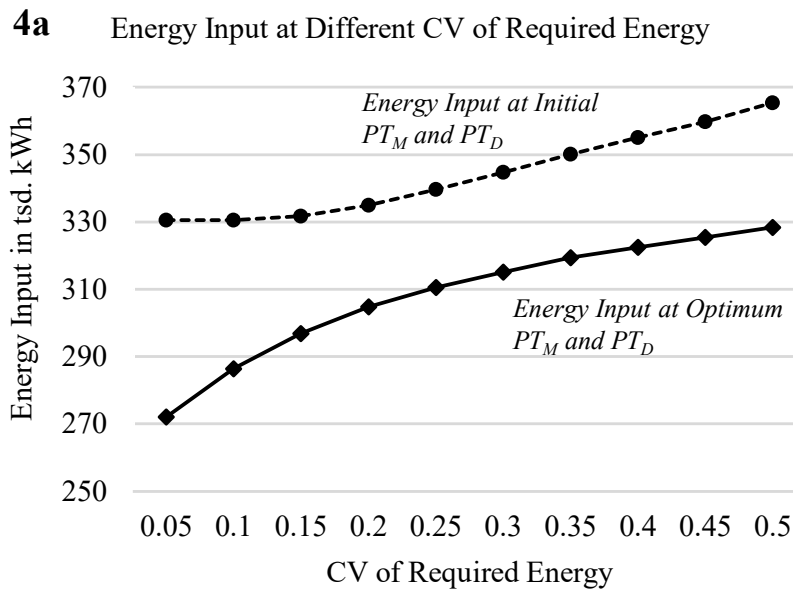
Erste Untersuchungen – Academic Case

**Auswirkungen Plan-Prozesszeit
auf Energiebedarf / Nacharbeit:**



Erste Untersuchungen – Academic Case

Auswirkungen Unsicherheiten auf Energiebedarf / Nacharbeit:



Weitere Untersuchungen – Academic Case

Geplante Erweiterungen der Simulation:

- Implementierung Effekt Sensordaten zu Restfeuchte bzw. Luftfeuchte in Kammer:
 - > Plan-Prozesszeit kann besser bestimmt werden
 - > Online Update der erwarteten Restlaufzeit
- Abbildung mehrerer Casting und Drying chambers:
 - > Verschiedene Materialien mit gleichem Programm in Kammern zusammenfassen →
Reduktion Energieverlust bei Loading
 - > Einhaltung Waiting Time Constraint durch Verteilung auf Kammern
- Entwicklung Allocation, Sequencing und Batching Algorithmen

Zusammenfassung Projekt Sched-Energy

- Energieverbrauch Batterieproduktion soll reduziert werden
- Digitalisierung als Enabler:
 - > Online Anbindung von Sensoren zur Messung Prozessparameter
 - bessere Abschätzung der notwendigen Restlaufzeit
 - > Messung Energieverbrauch verschiedener Programme und Anlagen
 - bessere Zuordnung von Materialien zu Anlagen bzgl. Energieverbrauch
- Data Analytics als Enabler:
 - > Datengetriebene Modelle für Restlaufzeit auf Basis Sensordaten bzw. Umfeldparametern
- Produktionsplanung als Schlüssel:
 - > Energieoptimierte Zuordnung, Zusammenfassung und Reihenfolgebildung
 - > Evaluierung versch. Regeln, Algorithmen und Modelle mittels Simulation

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



FAKULTÄT FÜR WIRTSCHAFT & MANAGEMENT