

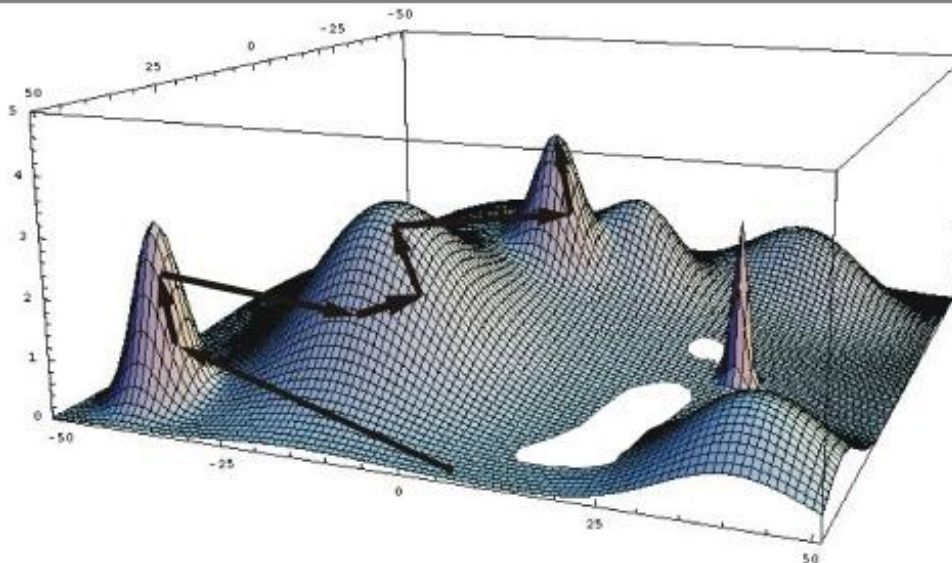
Vorlesung Computational Intelligence

Teil 4: Evolutionäre und Memetische Algorithmen

4.10 Scheduling-Anwendung

Ralf Mikut, Wilfried Jakob, Markus Reischl

Institut für Angewandte Informatik (IAI) / Campus Nord



4.10 Scheduling-Anwendung

Übersicht:

- **Scheduling mit Ressourcenoptimierung in der Verfahrenstechnik**
 - Aufgabenstellung
 - Entscheidungsvariable, Aufgabentyp und Genmodell
 - Komplexität
 - Bewertung
 - Ergebnisse

Scheduling mit Ressourcenoptimierung in der Verfahrenstechnik

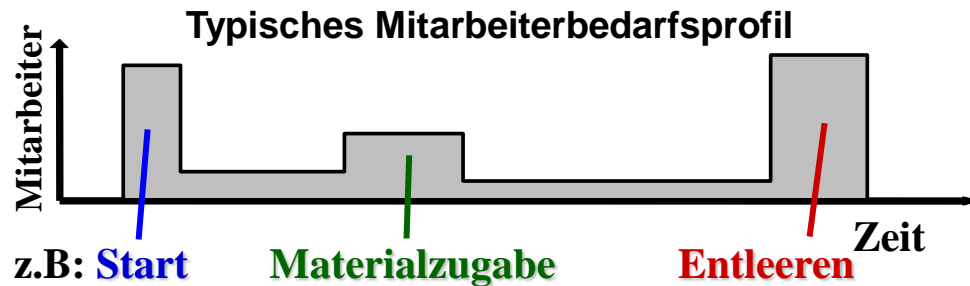
Aufgabenstellung (1):

- **Mitarbeiterinsatz- und Produktionsplanung** bei einem chargenorientierten Herstellungsprozess
- **Charge**: Stoffmenge, die in einem Herstellungsprozess ohne Unterbrechung entsprechend einem **Verfahren** erzeugt wird.
- Die meisten Chargen benötigen ein Vorprodukt → Verfahrenskette
- Quantitätsunterschiede der einzelnen Schritte einer Verfahrenskette (Eine Charge kann z.B. die 2,5-fache Menge der Vorgänger-Charge benötigen)
- Eine Charge belegt während ihrer Herstellung eine **Anlage**.
- Mehrere Verfahren können die gleiche Anlage belegen.
- Produktion in Conti-Schichten (rund um die Uhr)
- Einhaltung von Lieferterminen

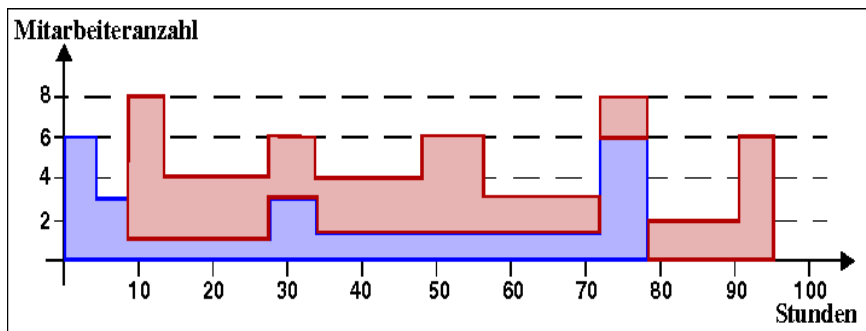
Scheduling-Anwendung – Aufgabenstellung

Aufgabenstellung (2):

Ein Verfahren gibt auch an, zu welchen Zeiten was zu tun ist und wie viel Mitarbeiter dafür benötigt werden:

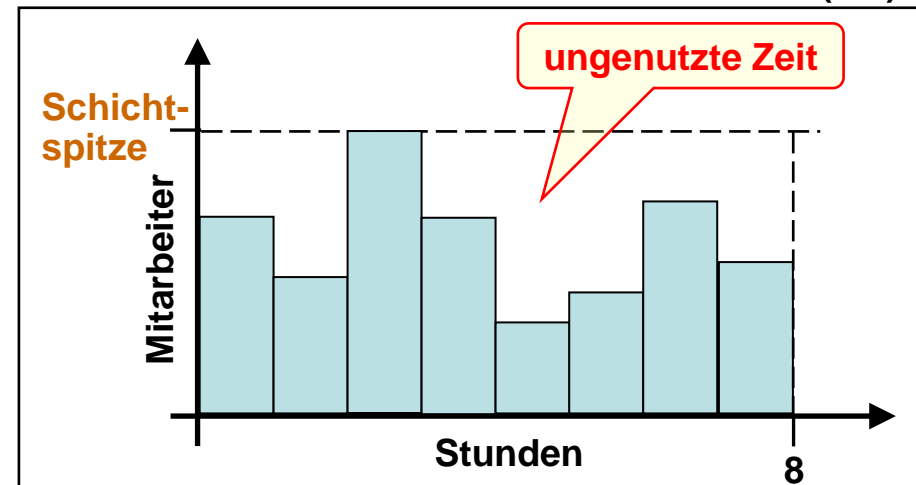


Überlagerung des Mitarbeiterbedarfs bei der Produktion zweier Chargen:



Schichtspitze:

Kumulierter Mitarbeiterbedarf einer Schicht (8 h):



Aufgabenstellung (3):

Planungs- und Optimierungsziele:

1. Erstellung von regelkonformen Produktionsplänen
(Quantitative Einhaltung der Verfahrensketten, keine Anlagenmehrfachbelegung, ...)
2. Reduktion der Schichtspitzen durch homogenere Belastung der Mitarbeiter
3. Verkürzung der Gesamtproduktionszeit
4. Verbesserung der Liefertreue (Einhaltung der Endtermine)

Konkrete Planungsaufgabe:

1. Stundengenaue Planung der Produktion von 87 Chargen in 9 Anlagen
2. Maximal 12 Mitarbeiter
Ziel: Reduktion auf 9 Mitarbeiter
3. Zeitrahmen: Maximal 1680 Stunden = 210 Schichten
(Ergebnis bisheriger manueller Planung)

Entscheidungsvariable, Aufgabentyp und Genmodell

- Startzeiten der Chargen
- Keine Zuordnung von Chargen zu Anlagen (bei der konkreten Aufgabe)
- Lösung von Belegungskonflikten
→ Element einer Schedulingaufgabe

Genmodell:

Vorschläge?



Scheduling-Anwendung – Komplexität

Komplexität:

- Vernachlässigung der Belegungskonflikte
- Grobe Abschätzung aller Startzeitkombinationen:
 - Reduktion der Startzeiten wegen der Verfahrensketten und der Laufzeiten von 1680 h auf geschätzte 1500 h:

$$1500^{87} \approx 2 \cdot 10^{276}$$

- Bei Verwendung der resultierenden Startzeiten von ca. 1000 h:

$$1000^{87} \approx 10^{261}$$

- Zum Vergleich: geschätzte Sternenanzahl im Universum: $7 \cdot 10^{22}$

Bewertung (1):

Hauptkriterien:

1. **Gesamtzeit** zur Herstellung aller Chargen
2. **Schichtspitzenmaximum**: Maximale Mitarbeiteranzahl aller Schichten

Was muss noch bewertet werden?



Genügt das?

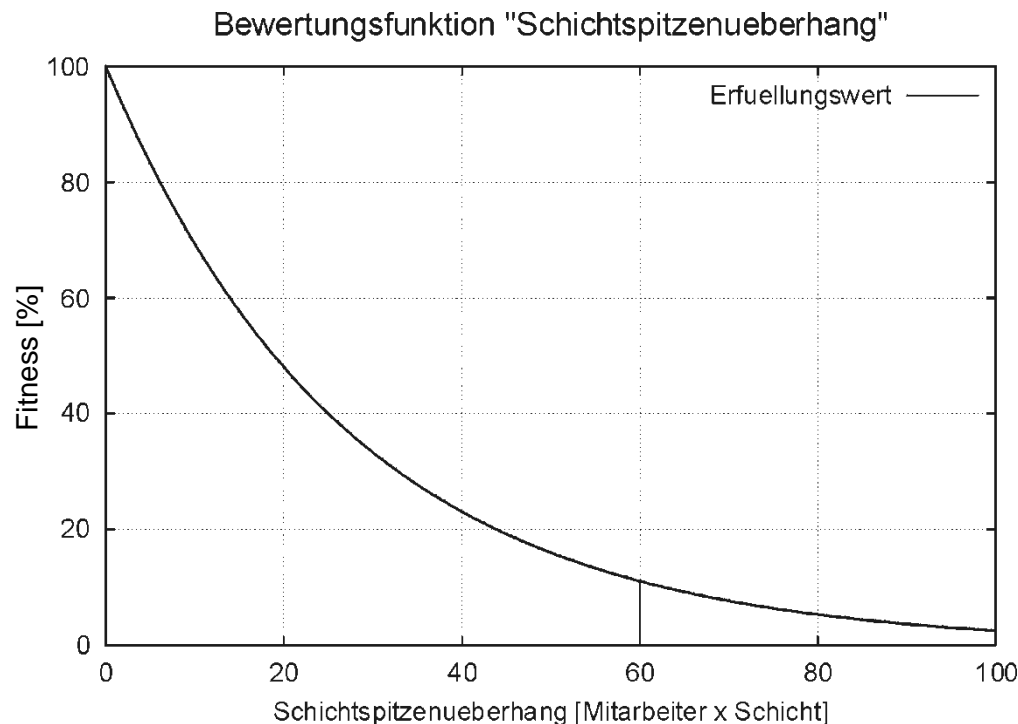


Bewertung (2):

Bewertung des **Schichtspitzenüberhanges** berechnet durch

$$(\text{Schichtspitze} - \text{Zielwert}) \cdot \text{Schichten}$$

mit Hilfe einer Exponentialfunktion zur Erfassung auch großer Überhänge:



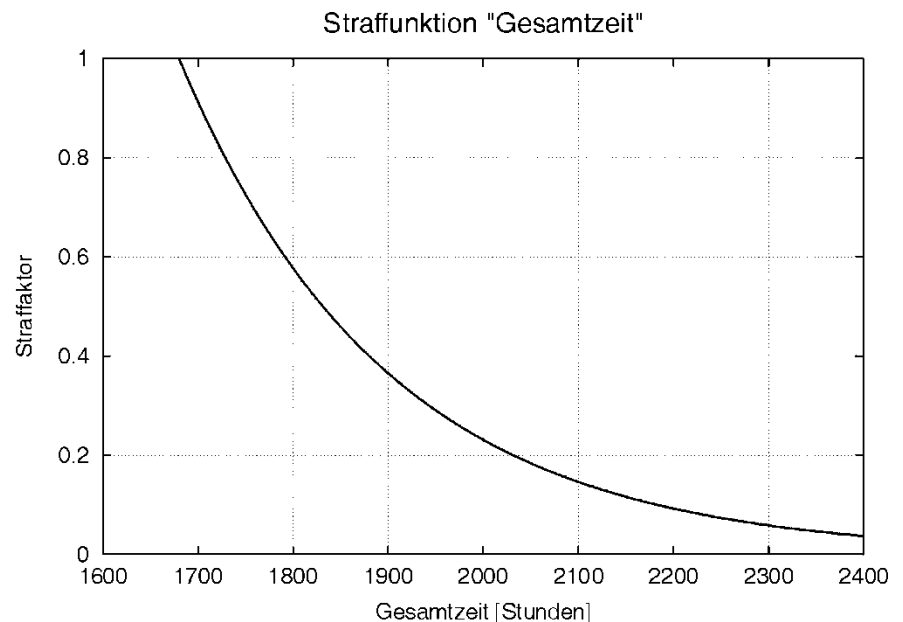
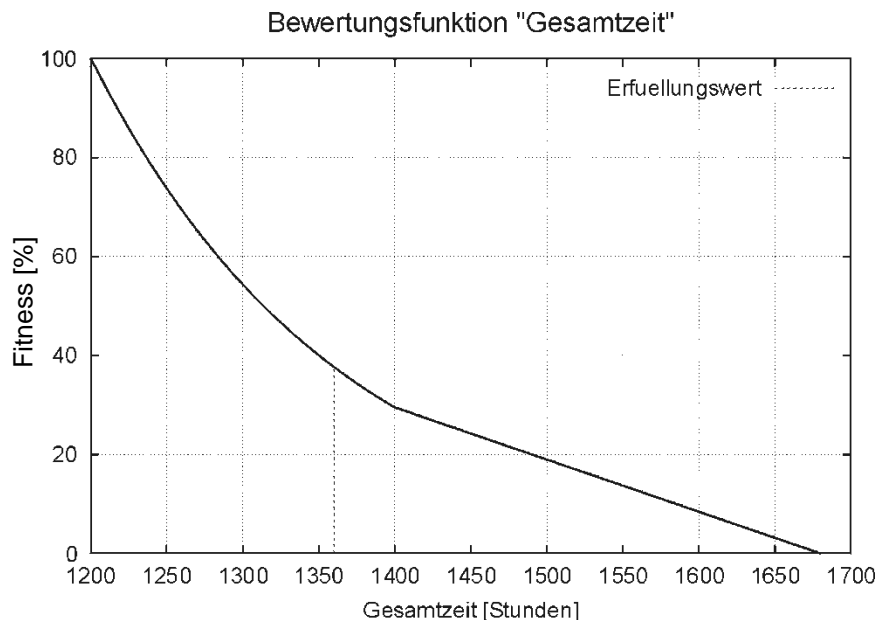
Scheduling-Anwendung – Bewertung

Bewertung (3):

Bewertung der **Gesamtzeit**

im Bereich 1200 Stunden (150 Schichten) bis 1680 Stunden,

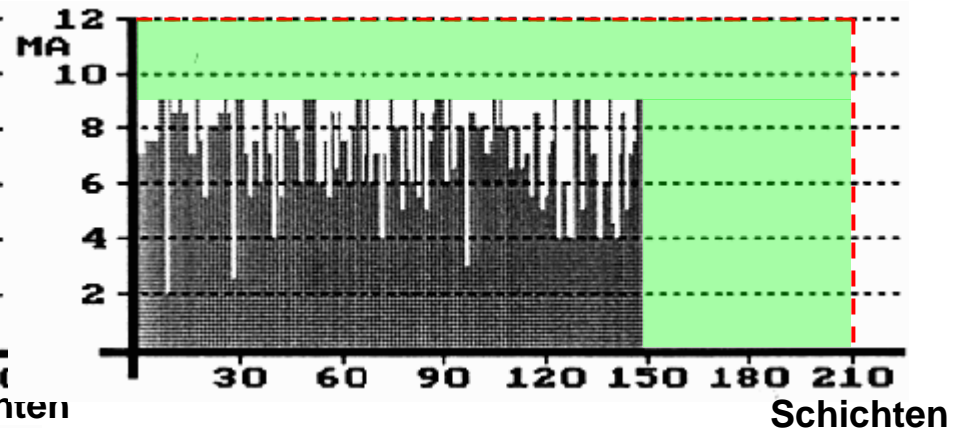
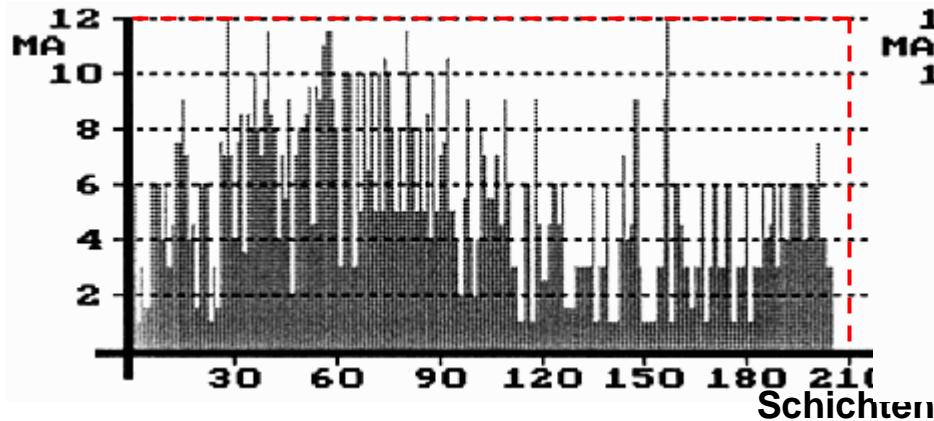
danach Abwertung durch Straffunktion



Scheduling-Anwendung – Ergebnisse

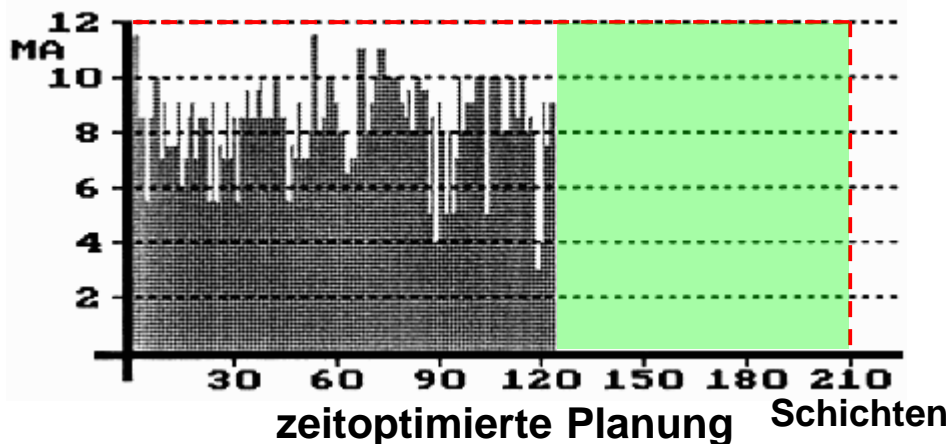
Ergebnisse (1):

Vorgabe (manuelle Planung):



zeit- und mitarbeiteroptimierte Planung

**47 % Einsparung
an Mitarbeiterstunden**

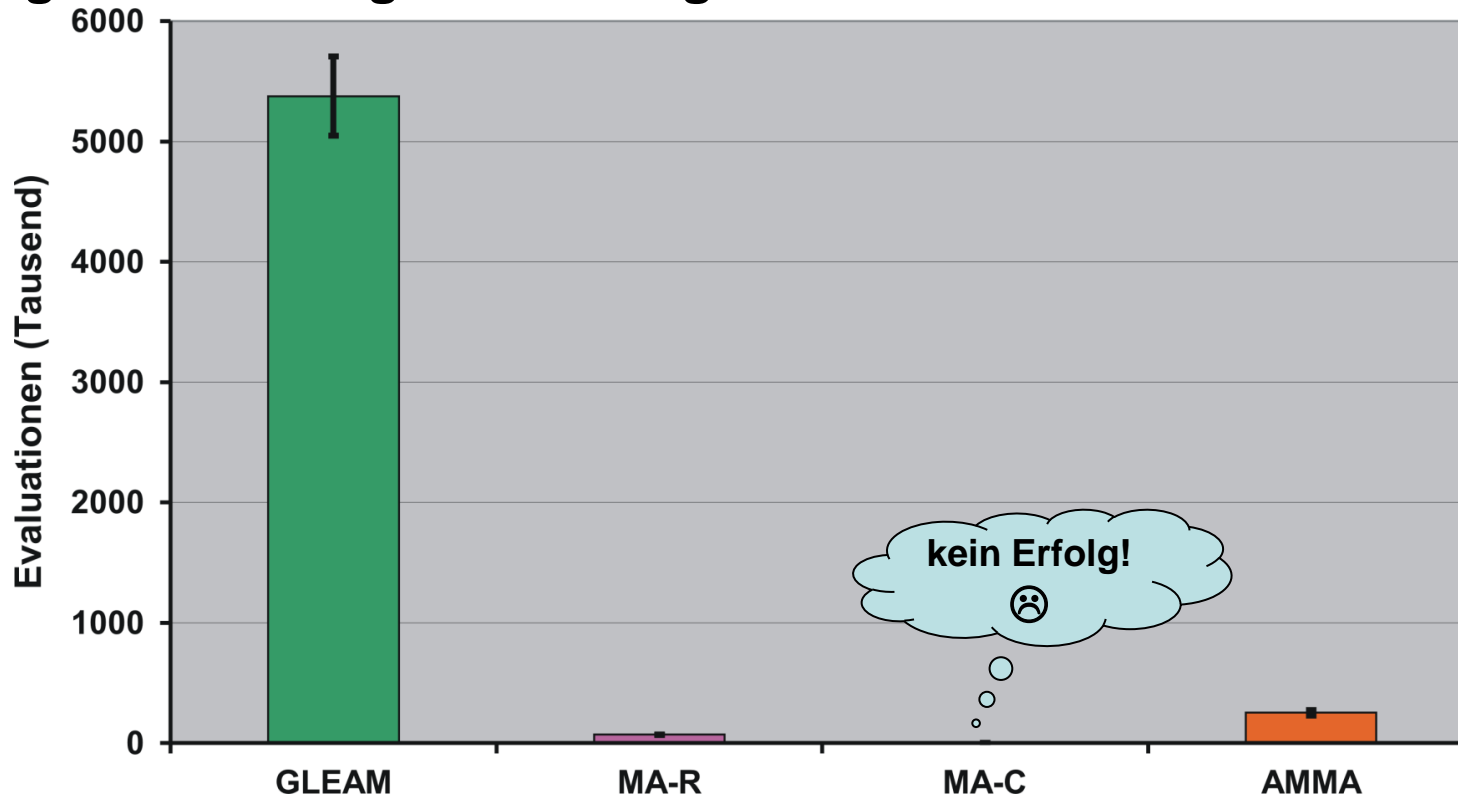


zeitoptimierte Planung

**41 % Einsparung
an Mitarbeiterstunden**

Ergebnisse (2):

Vergleich der eingesetzten Algorithmen



AMMA einsetzen für Überblick und schnelle Erzeugung erster Lösungen.

Bei Einbau in ein Planungssystem kann der Aufwand zur Einstellung des SMA-R lohnen.