

# Einführung in das Planen – Teil 2

Seminar – Planen, Schließen und Entscheiden – WS06/07

Marcus Obst

Professur für Prozessautomatisierung  
TU Chemnitz

12. Januar 2007

# Inhalt

- 1 Planen in der realen Welte
- 2 Planen unter Berücksichtigung der Zeit
  - Kritische Pfadmethode (KPM)
- 3 Planen unter Berücksichtigung von Ressourcen
- 4 Hierarchische Zerlegung eines Planungsproblems
- 5 Planen in unsicherer Umgebung
  - Unbestimmtheit der Welt
  - Planungsmethoden bei Unbestimmtheit
- 6 Multiagenten-Planen

# Planen in der realen Welt

Was ist anders?

- Interaktion mit der realen Welt
- Berücksichtigung von Zeit und anderen Ressourcen
- Berücksichtigung von anderen Agenten

# Planen unter Berücksichtigung der Zeit

Bisher wurde nur festgelegt, was gemacht wird!

## Job Shop Scheduling

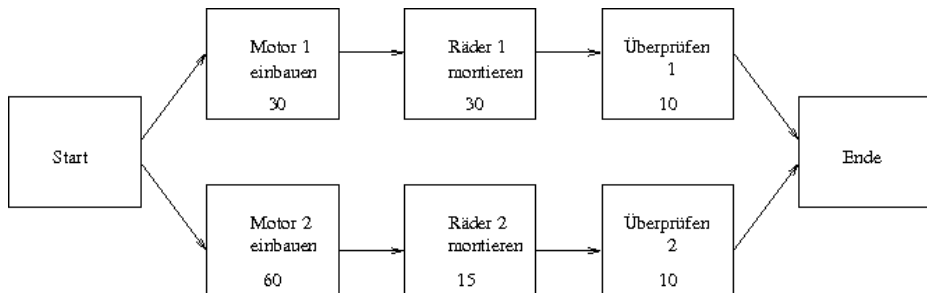
In der realen Welt, interessiert oft nicht nur die zeitliche Abfolge sondern auch, **wann** etwas getan wird und **wie lange** etwas dauert.

## Zielstellung

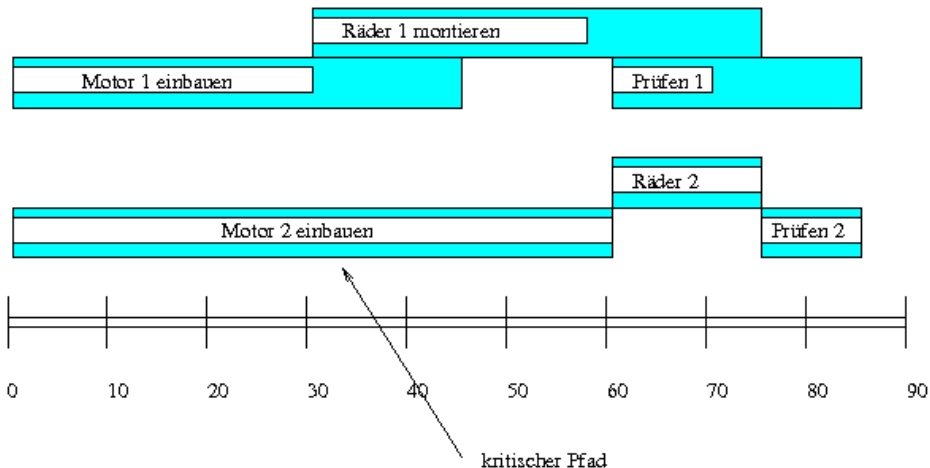
Zeitplan finden, der alle Aufgaben in einer minimalen Gesamtzeit erledigt (Ressourcen berücksichtigen!).

# Kritische Pfadmethode (KPM)

- festlegen, der Dauer und Reihenfolge einzelner Aktionen
- **kritischer Pfad** ist Aktion mit längster Gesamtdauer
- Aktion auf kritischem Pfad muss ohne Verzögerung ausgeführt werde



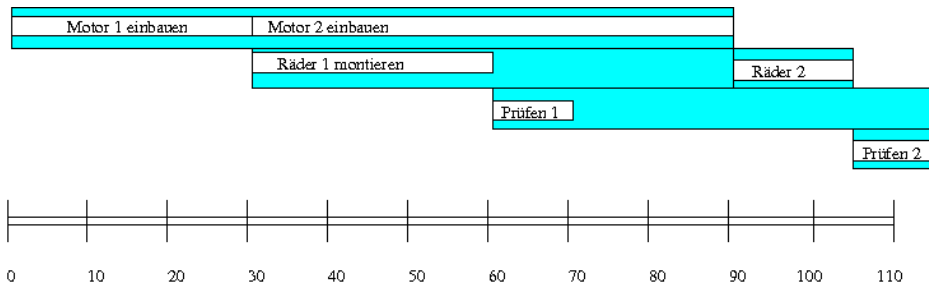
# Kritische Pfadmethode (KPM) – Fortsetzung



Voraussetzung: partielle Ordnung der Aktion muss vorliegen

# Zeitplänen mit Ressourcenbeschränkung

- wiederverwendbare Ressourcen
- Ressourcen sind für bestimmte Zeitdauer belegt
- Planen wird komplizierter



# Hierarchische Zerlegung des Planungsproblems

HTNs = Hierarchisches Task-Netzwerk-Planen

hohe Komplexität → Zerlegung in primitive Teilaktionen!

- Planen geschieht durch schrittweise Zerlegung nichtprimitiver Aufgaben in primitive Aufgaben. Diese werden dann schließlich ausgeführt.
- HTN-Planer besitzt Wissensdatenbank (Plan Library) mit Methoden.
- Methoden enthalten Beschreibung zur Zerlegung in primitivere Teilprobleme
- Planung erfolgt in der selben Reihenfolge, wie später Ausführung

# Planen in unsicherer Umgebung

## bisher

- vollständig beobachtbar
- statisch
- deterministisch
- Aktionsbeschreibung vollständig und korrekt

## neu

- Agent muss Wahrnehmung nutzen
- Plan überwachen
- Plan möglicherweise abändern bzw. ersetzen
- Information unvollständig oder sogar falsch → schwaches Modell

Motto: Halte die Augen offen!

# Unbestimmtheit der Welt

= Indeterminanz

## begrenzte Indeterminanz

- Aktionen können unvorhersehbare Effekte haben
- Plan erstellen, der unter allen Umständen funktioniert
- z.B. Werfen eine Münze

## unbegrenzte Indeterminanz

- Menge der Effekt unbekannt oder zu groß
- Agent muß Pläne und Wissensbasis permanent überarbeiten

# Planungsmethoden bei Unbestimmtheit

Beispiel: Tisch und Stuhl sollen die selbe Farbe haben.

## Sensorloses Planen

- erzeugt Pläne, die ohne Wahrnehmung durchgeführt werden können
- Ziel unter allen Umständen erreichen
- → Welt in einen bestimmten Zustand zwingen
- **in Praxis kaum anwendbar!**

## Bedingtes Planen

- erzeugt bedingte Pläne mit Verzweigung
- ähnlich dem klassischen Planen, allerdings jetzt auch Prüffaktionen

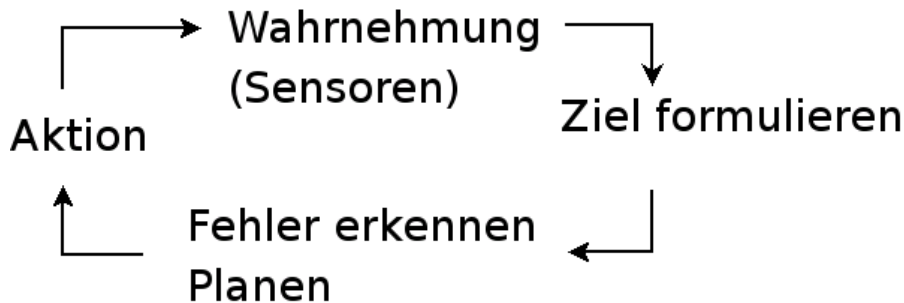
## Ausführungsüberwachung und Neuplanung

- Verwendung einer der vorher beschriebenen Planungsmethoden
- parallele **Ausführungsüberwachung**
- Fehler → **Neuplanen**
- kritisches Überwachen der eigenen Aktionen

## Stetiges Planen

- bisher: Planen → Ziel erreichen → beenden
- jetzt: Agent arbeitet ein Leben lang!
- Verarbeitung von unerwarteten Umständen während der Planungsphase

# Stetiges Planen



# Multiagenten-Planen

## kooperative Umgebung

- effizienter Plan ist gut, garantiert allerdings keinen Erfolg!
- jeder Agent muss den jeweils anderen Überwachen → Kommunikation
- mögliche Lösung: **gemeinsamer Plan**
- einfacher Fall: gleiche Wissensbasis und nur eine Lösung
- mehrere korrekte Pläne sind ein Problem!

## konkurrierende Umgebung

- generischen Agenten erkennen
- Agent muss vermeintlichen Plan des Gegners mit einbeziehen
- Kreuzwirkung des eigenen Plans und desjenigen des Gegners berücksichtigen



## Künstliche Intelligenz – Ein moderner Ansatz

Kapitel 12 – Planen und Agieren in der realen Welt

S. RUSSEL, P. NORVIG

PEARSON Studium 2003