

## **Seminar im Sommersemester 2022:**

### **Software Challenge: Optimierende Projektplanung mit Zeit- und Ressourcenrestriktionen**

---

**M.Sc. Niklas Braun  
M.Sc. Marco Gehring  
Dr.-Ing. Rebekka Volk**

#### **Vorbesprechung:**

27.04.2022, 14:00 bis 15:30 Uhr

#### **Abschlusspräsentation:**

29.06.2022, 09:00 bis 15:00 Uhr

#### **Abgabe der Seminararbeiten:**

15.07.2022, 12:00 Uhr

#### **Inhalt des Seminars:**

Im Rahmen des Seminars lernen Sie, Lösungsverfahren für das sogenannte „Resource-constrained project scheduling problem (RCPSP)“ zu konzeptionieren und zu implementieren. Beim RCPSP handelt es sich um ein Optimierungsproblem aus dem Operations Research (OR), welches sich durch hohe praktische Relevanz für das Projektmanagement auszeichnet und Gegenstand der aktuellen Forschung am Institut ist. Die Bearbeitung der Themen erfolgt einzeln und in enger Absprache mit dem jeweiligen Betreuer.

Ziel des Seminars ist die Erarbeitung kreativer Lösungen zu einer gegebenen Problemstellung sowie deren softwaretechnische Umsetzung. Somit erhalten Sie einen umfassenden Einblick in die praktische Anwendung eines klassischen OR-Problems. Dabei können Sie die in den Vorlesungen am IIP (z. B. Project Management) bereitgestellten Methoden selbstständig und praxisnah anwenden. Es werden wertvolle methodische, informationstechnische und wissenschaftliche Qualifikationen erlernt. Die Erstellung der Seminararbeit dient als Vorbereitung zur Bachelor-/Masterarbeit.

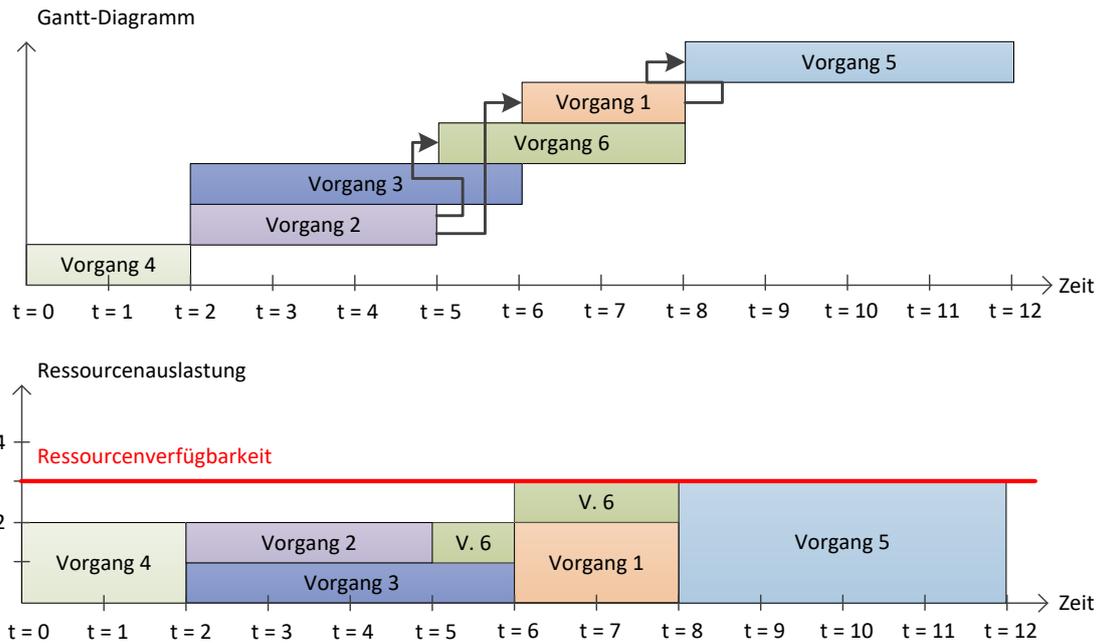
**WICHTIG:** Bitte überprüfen Sie nach Ihrer Bewerbung insbesondere ab 04.04.2022 regelmäßig Ihre E-Mails, um schnellstmöglich auf ein Seminarplatzangebot zu reagieren. Bei nicht fristgerechter Rückmeldung werden die Seminarplätze im Nachrückverfahren weitergegeben.

## 1. Hintergrund

Aufgrund des Reaktorvorfalls in Fukushima in 2011 wurden zahlreiche kerntechnische Anlagen heruntergefahren und teilweise vom Netz genommen. Der bevorstehende Rückbau dieser komplexen Anlagen stellt hohe Projektmanagementanforderungen an die verantwortlichen Energieversorgungsunternehmen. Vor dem Hintergrund des enormen finanziellen Aufwands und der geringen Erfahrungswerte befasst sich das IIP im Rahmen eines aktuellen Forschungsprojekts mit verschiedenen strategischen und operativen Planungsproblemen. Auf der strategischen Planungsebene wird eine optimierende Ablaufplanung für ein kerntechnisches Rückbauprojekt unter Berücksichtigung von Zeitrestriktionen, Ressourcenrestriktionen und Stoffströmen durchgeführt. Im Operations Research (OR) wird in diesem Zusammenhang vom *Scheduling* gesprochen. Das Seminarthema ist durch die praktische Anwendung im kerntechnischen Rückbau motiviert und auf der übergeordneten Ebene des Projektmanagements sowie des Operations Research angesiedelt.

## 2. Optimierungsproblem

Während das Scheduling als Teilgebiet des OR betrachtet werden kann, ist das sogenannte „Resource-constrained project scheduling problem (RCPSP)“, übersetzt „Ressourcenbeschränktes Projektplanungsproblem“, eine bekannte Problemstellung auf diesem Teilgebiet. In seiner Grundform befasst es sich mit der Suche nach einem *Schedule* (dt. Ablaufplan), der Zeit- und Ressourcenrestriktionen einhält und die Projektlaufzeit minimiert. Das Projekt wird dazu zunächst in einzelne *Vorgänge* mit bestimmter Dauer unterteilt, welche logisch voneinander abgegrenzte Arbeitsschritte darstellen. Ein *Schedule* kann dann als Vektor verstanden werden, der jedem Vorgang einen Startzeitpunkt zuordnet. Unter *Zeitrestriktionen* werden in der Grundform des RCPSP sogenannte Ende-Start-Beziehungen verstanden, die vorgeben, dass bestimmte Vorgänge erst begonnen werden dürfen, nachdem andere Vorgänge beendet wurden (vgl. Netzplantechnik). Die *Ressourcenrestriktionen* schreiben vor, dass die begrenzte Verfügbarkeit von Ressourcen, die die Vorgänge während ihrer Ausführung nutzen (z. B. Maschinen, Personal), nicht überschritten werden darf. Aufgrund der Ressourcenrestriktionen handelt es sich beim RCPSP um ein „schweres“ Optimierungsproblem, das für größere Instanzen heuristisch gelöst wird.



**Abbildung 1: Exemplarischer Schedule in Form eines Gantt-Diagramms (oben) und zugehöriges Ressourcenauslastungsprofil (unten)**

Abbildung 1 zeigt exemplarisch einen Schedule zu einem RCPSP in Form eines Gantt-Diagramms (oben) und das zugehörige Ressourcenauslastungsprofil (unten). Die Ende-Start-Beziehungen sind im Gantt-Diagramm als Pfeile zwischen den Vorgängen eingezeichnet. Die Ressourcennutzungen durch die Vorgänge sind an der Höhe ihrer jeweiligen Blöcke im Ressourcenauslastungsprofil zu erkennen.

In der Vorbesprechung des Seminars wird das RCPSP ausführlich anhand von Beispielen erläutert und strukturell untersucht. Gleichzeitig wird ein Überblick über vorhandene Lösungsansätze gegeben, die einen schnellen Start in die Ausarbeitung des Seminars ermöglichen. Darüber hinaus werden Ansatzpunkte in der Literatur vorgegeben.

### 3. Aufgabenstellung

Im Seminar sollen Sie für das RCPSP basierend auf der Literatur, aber vor allem mit eigenen, kreativen Ideen, ein heuristisches Lösungsverfahren konzeptionieren und implementieren. Üblicherweise kommen beispielsweise Verfahren zur lokalen Suche zum Einsatz, um einen gefundenen Schedule zu verbessern. Hierbei besteht bei der Entwicklung einer Suchstrategie viel Freiraum. Insbesondere bei der Einarbeitung und Ideenfindung erfolgt eine enge Rücksprache mit dem jeweiligen Betreuer. Schwerpunkt der eigenen Ausarbeitung liegt neben der Erarbeitung des Grundprinzips auf der experimentellen Auswertung verschiedener Herangehensweisen. Darüber hinaus wird die Leistungsfähigkeit eines Lösungsverfahrens nicht nur durch die theoretischen Konzepte, sondern auch durch die praktische Umsetzung bestimmt, d. h. durch eine „gute“ Programmierung. Effiziente Kontrollflüsse, Vermeidung von Redundanzen, Verwendung geeigneter Datenstrukturen, etc. bestimmen somit auch die Qualität eines Lösungsverfahrens und sind zu berücksichtigen.

Für die Entwicklungsphase werden Ihnen ein Softwaregrundgerüst sowie verschiedene *Trainingsinstanzen* zur Verfügung gestellt, anhand derer die Leistungsfähigkeit Ihres Lösungsverfahrens gemessen werden kann. Bei einer Instanz handelt es sich um eine konkrete Ausprägung eines Problems, d. h. im vorliegenden Fall um einen Datensatz mit Werten für alle Datenvariablen. Im Rahmen der Abschlusspräsentation wird die Leistungsfähigkeit der entwickelten Programme dann anhand von *Testinstanzen*, welche sich in Struktur und Aufbau an den Trainingsinstanzen orientie-

ren, demonstriert. Dazu wird eine einheitliche Testumgebung verwendet (d. h. derselbe Rechner und gleiche Rechenzeit).

Das oben erwähnte Softwaregrundgerüst ist in Java programmiert. Die Verwendung dieses Grundgerüsts und der Programmiersprache Java wird empfohlen. Dies ist allerdings nicht verpflichtend, sondern kann in Absprache mit dem Betreuer individuell vereinbart werden. Weitere Einzelheiten werden gemeinsam bei der Vorbesprechung abgestimmt.

Beim RCPSP handelt es sich zwar um ein komplexes Optimierungsproblem, zu dem sich jedoch sehr einfach zulässige Startlösungen erzeugen lassen. Somit ist sichergestellt, dass jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer des Seminars die Aufgabenstellung bearbeiten kann. Es ist eine Affinität zum Operations Research sowie ein Interesse am Programmieren erforderlich. Die in der Lehrveranstaltung „Programmieren I: Java“ erlernten Kenntnisse werden vorausgesetzt. Weitere Vorkenntnisse zu grafischen Benutzeroberflächen, Datenbanken, Optimierungssoftware, Client-Server-Anwendungen, etc. sind nicht erforderlich, sondern der Fokus liegt rein auf der Algorithmusebene.