



AUTOMATISIERTE ERSTELLUNG VON NETZPLÄNEN

29. August 2018 | Christian Peters | Institut für Kernphysik

WAS IST EIN NETZPLAN?

- Terminplanung großer Projekte sehr komplex
 - Viele einzelne Vorgänge, die untereinander *vernetzt* sind
 - Abhängigkeiten oft stark verzweigt
 - Per Hand kaum aufzulösen
- Wie lange Dauert ein Projekt?
 - Welche Vorgänge dürfen sich nicht verzögern?
 - Was sind die *kritischen Pfade* durch ein Projekt?
 - Wo kann effektiv Zeit gespart werden?
- Technisches Hilfsmittel: Netzplan
 - Verkettung aller Vorgänge nach ihren Abhängigkeiten
 - Basis für automatisierte Berechnungen der relevanten Größen
- Formal: Gerichteter azyklischer Graph
 - Vorgänge bilden Knoten des Graphen
 - Abhängigkeiten legen die Kanten fest

ALGORITHMISCHE KONSTRUKTION EINES NETZPLANS

- 1 Einlesen der Vorgänge
- 2 Initialisierung des Netzplans
 - Sind Vorgänger und Nachfolger konsistent?
 - Hängt der Graph zusammen?
 - Ist der Graph zyklensfrei?
- 3 Vorwärtsrechnung
 - Berechnung von FAZ und FEZ
- 4 Rückwärtsrechnung
 - Berechnung von SAZ und SEZ
- 5 Zeitreserven bestimmen
 - Berechnung von GP und FP

PRÜFEN AUF ZUSAMMENHANG

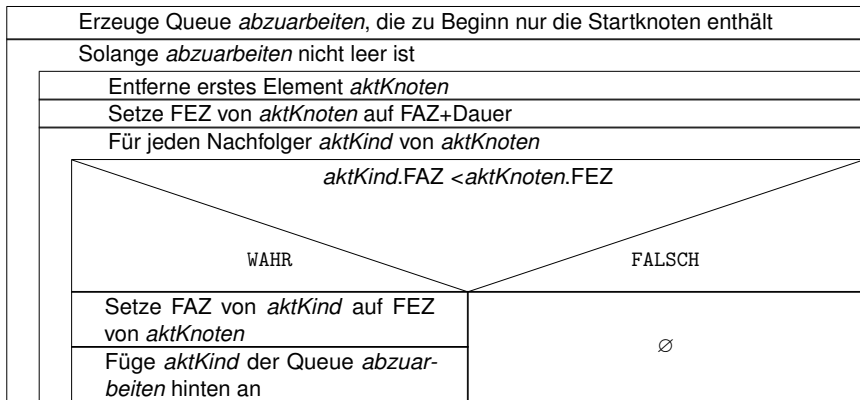
- 1 Erzeuge Adjazenzmatrix A des Graphen
 - Gibt an, welche Vorgänge wie voneinander abhängen
 - Element a_{ij} ist 1, falls Vorgang i Vorgänger von Vorgang j ist, ansonsten 0
- 2 Erzeuge symmetrische Version A' von A
 - Richtung der Kanten ist egal für das Zusammenhängen des Graphen
 - Setze $a_{ji} = 1$, falls $a_{ij} = 1$
- 3 Traversiere nun den Graphen auf Basis von A'
 - Bleiben Knoten übrig, war der Graph nicht zusammenhängend!

PRÜFEN AUF ZYKLEN

- 1 Erzeuge beginnend bei jedem Startknoten (Knoten ohne Vorgänger) eine Expansion des Graphen
 - D.h. erzeuge sukzessive alle möglichen Pfade durch den Graph
- 2 Teste in jedem Schritt der Expansion, ob ein Knoten doppelt in einem Pfad vorkommt
 - In diesem Fall wurde ein Zyklus erkannt!

VORWÄRTSRECHNUNG

- Berechne FAZ und FEZ aller Vorgänge
- Aktualisiere die Werte entlang der Abhängigkeiten



RÜCKWÄRTSRECHNUNG

- Berechne SAZ und SEZ aller Vorgänge
 - Vorgehensweise analog zur Vorwärtsrechnung
- 1 Beginne mit einer Queue aus den Endknoten (Knoten ohne Nachfolger)
 - Setze bei allen Endknoten $SEZ = FEZ$, da diese keinen Puffer haben
 - 2 Arbeite die Queue wie bei der Vorwärtsrechnung ab
 - Diesmal setze $SAZ = SEZ - Dauer$
 - Aktualisiere diesmal die SEZ der Vorgänger

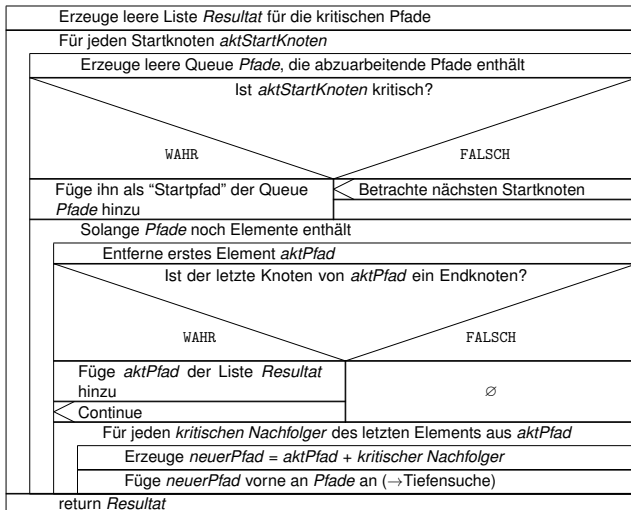
BERECHNUNG DER ZEITRESERVEN

- 1 Durchlaufe alle Vorgänge
- 2 Setze $GP = SAZ - FAZ$ (alternativ $GP = SEZ - FEZ$)
- 3 Setze $FP = \min_{i \in \{Nachfolger\}} FAZ_i - FEZ$

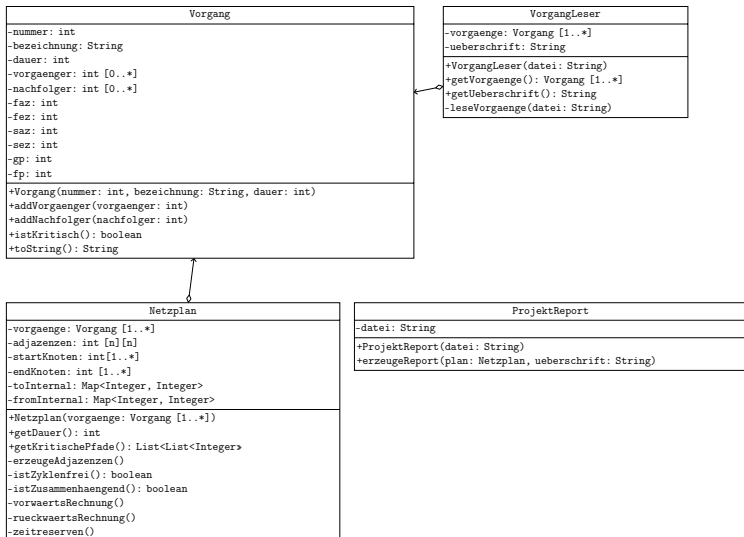
→ Verwende diese Werte als Grundlage für die Suche nach kritischen Pfaden!

- Ein Vorgang heißt *kritisch*, falls $GP = FP = 0$
- Ein Pfad von Start- zu Endknoten, bestehend nur aus kritischen Vorgängen, heißt *kritischer Pfad*

AUFFINDEN KRITISCHER PFADE



OBJEKTORIENTIERTE REALISIERUNG



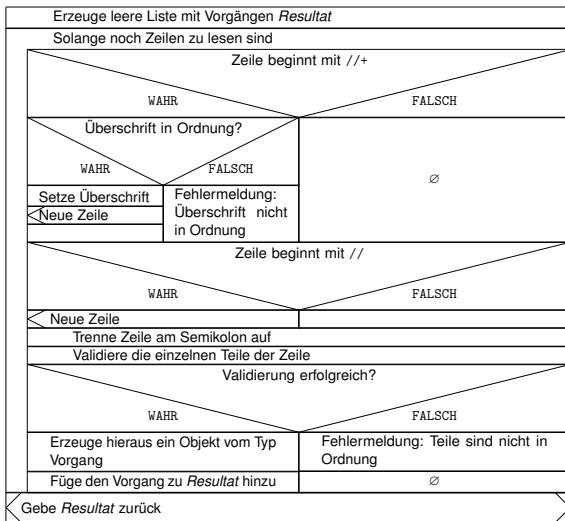
AUSBLICK

- Implementierung der Präsentationsschicht
 - Bisher nur Logik und Datenhaltung
 - Lässt sich leicht auf der bestehenden Architektur aufsetzen
- Optimierung der Speicherung des Graphen
 - Speicherbedarf der Adjazenzmatrix wächst quadratisch mit der Anzahl der Knoten
 - Ist aber häufig nur dünn besetzt
 - Nutzung dieser Begebenheit, z.B. durch den Einsatz des Compressed Row Storage (CRS) Formats
- Unterstützung weiterer Ein- und Ausgabeformate, z.B. XML oder JSON
 - Kapselung der speziellen Ein- und Ausgabelogik hinter einer abstrakten Klasse
 - Wahl des Formats wird so zur Laufzeit möglich (Konfiguration mit konkreter Strategie)
 - Implementierung durch Einsatz des *Strategy Pattern*

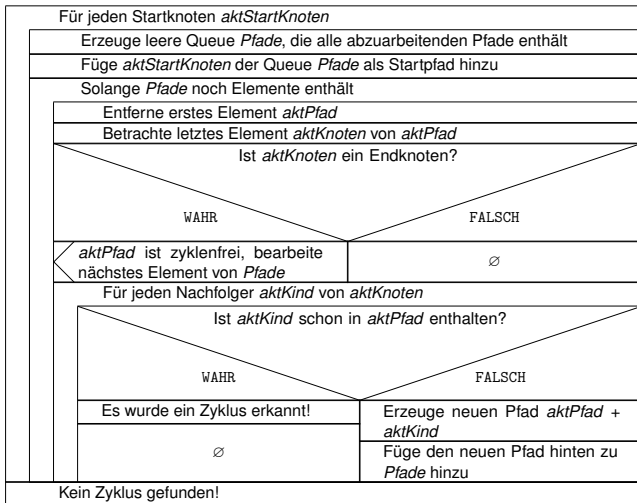
EIGENSCHAFTEN VON VORGÄNGEN

- Zu Beginn spezifiziert:
 - Eindeutige Vorgangsnummer
 - Lesbare Vorgangsbezeichnung
 - Dauer
 - Vorgänger und Nachfolger
- Zu berechnen:
 - Frühester und spätester Anfangszeitpunkt (FAZ und SAZ)
 - Frühester und spätester Endzeitpunkt (FEZ und SEZ)
 - Gesamtpuffer
 - Spielraum, der das Projektende nicht gefährdet
 - Freier Puffer
 - Spielraum, der die früheste Abarbeitung der Nachfolger nicht gefährdet

EINLESEN



PRÜFEN AUF ZYKLEN



- CLAS12 Project
 - Teilchendetektor der Thomas Jefferson National Facility, Newport News Virginia, U.S.A.
 - Elektronen werden beschleunigt und zur Kollision gebracht
 - Teilchenbahnen werden durch Driftkammer registriert
- Starke Strahlung in der Driftkammer → Defekte möglich
- Erkennung dieser Defekte mithilfe von Algorithmen der künstlichen Intelligenz
 - Deep Learning, Convolutional Neural Networks
 - Charakteristische Muster werden gesucht und erkannt
 - Resultat: *Fault Detector*