

# Scheduling in der Laborautomation

Permanente Prozessplanung kann  
Automatisierungsgrad erhöhen



Fachhochschule Wiesbaden  
University of Applied Sciences



In den Life Sciences oder Biowissenschaften lässt sich ein großes, weltweites Wachstum in Umsatz und Entwicklung beobachten. Die zunehmende Geschwindigkeit der Veränderungen, hervorgerufen durch Innovationen, fordert eine schnelle Anpassung der Prozesse in den Unternehmen. Die in der Fachsprache Scheduling genannte Ressourcenplanung der Entwicklungs- und Produktionsprozesse erhöht signifikant deren Automatisierungsgrad und ermöglicht so qualitative und quantitative Optimierungen. Scheduling in der Laborautomation unterscheidet sich vom klassischen, statischen Scheduling durch zusätzliche Variabilitäten und ist immer dynamisch: Eine Rückkopplung mit den laufenden Prozessen ist erforderlich.

Planungsaufgaben gibt es auch im alltäglichen Leben, so zum Beispiel die zeitliche Koordination bei der Essenzubereitung oder das Erstellen von Fahrplänen im öffentlichen Nahverkehr. Wer bereits einen Stundenplan erstellt hat, kann die Größenordnung der Planungsaufgabe eines Schedulers in den Laboren erahnen. Für den Stundenplan einer Schule müssen die vorgegebenen Zeiten aus dem Lehrplan eingehalten werden. Im Labor werden Aktivitäten, die in Workflows verknüpft sind, in der richtigen Anzahl und Reihenfolge abgearbeitet. Ein Stundenplan soll für Lehrer und Klassen zeitlich möglichst kom-

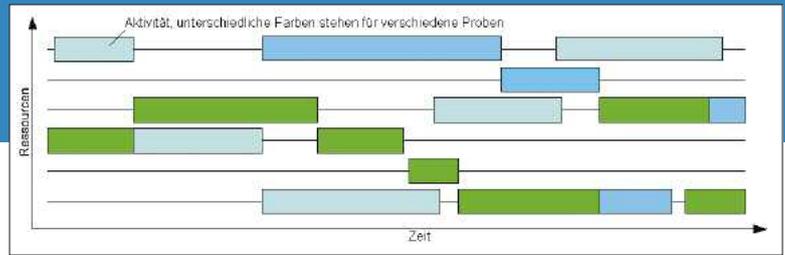
pakt, die Wege für Lehrkräfte und Schüler möglichst kurz sein. All dies muss analog auch von einem Scheduler in einem Labor berücksichtigt werden. Erschwerend kommt für einen Laborscheduler hinzu, dass es keine festen Zeitfenster von 45 Minuten gibt, sondern alle Aktivitäten unterschiedlich lange dauern, wobei die Zeiten beim Planen noch nicht einmal genau festliegen. Beispielsweise ist die Dauer eines chemischen Prozesses nicht genau vorher bestimmbar. Auch die Pausen folgen keinem festen Schema: Es muss auf Ruhezeiten geachtet und sichergestellt werden, dass eine Probe nicht unbrauchbar wird.

In der Schule hängt das Stattfinden oder die Dauer einer Unterrichtsstunde nie vom Motivationsgrad der Lehrerin oder der Luftfeuchtigkeit im Klassenzimmer ab. In der Laborautomation kennt man jedoch von Bedingungen abhängige Aktivitäten. Auch kennen Stundenpläne glücklicherweise keine Schleifen. Der Mathematikunterricht wird nicht so lange wiederholt, bis alle Beteiligten eine Aufgabe lösen können, aber Zellkulturen werden so oft „gefüttert“, bis sie eine bestimmte Größe erreicht haben. Unterrichtszeiten sind in der Schule auf eine Kernzeit beschränkt, die genug Spielraum für Reinigungs- und Wartungsarbeiten lässt. Bei einem Analyseautomaten im Labor, der nach 50 Messvorgängen neu kalibriert werden muss, wird diese Wartung fest im Ablaufplan verankert.



Prof. Dr. Reinhold Schäfer  
schaefer@informatik.fh-wiesbaden.de  
Dipl.-Inform. Dorothea Schäfer  
dschaefer@informatik.fh-wiesbaden.de  
Dipl.-Inform. (FH) Antonio Novillo  
novillo@informatik.fh-wiesbaden.de

Fachhochschule Wiesbaden  
Fachbereich Design Informatik Medien  
Kurt-Schumacher-Ring 18  
65197 Wiesbaden  
Telefon 0611 9495-224  
Telefax 0611 9495-210  
www.informatik.fh-wiesbaden.de



Bekannt ist das Aufteilen von Klassen für Fächer wie Sport und Religion und wieder Zusammenführen der Klassengemeinschaft für den restlichen Unterricht. Auch eine Probe wird vorbereitet, auf mehrere Reagenzgläser aufgeteilt, unterschiedlichen Messmethoden unterzogen und deren Auswertungen am Schluss zu einem Gesamtergebnis zusammengefügt.

Schüler gehen selbständig von einem Klassenzimmer ins nächste und müssen so gut wie nie getragen werden, anders Proben in einem Labor. Auch diese Transportaktivitäten von Robotern oder Menschen müssen in einem Plan berücksichtigt werden.

### Zeitplan wird permanent revidiert

Ein Scheduler hält sich an alle geschilderten Vorgaben, um am Ende einen Zeitplan zu erstellen, wann welche Probe mit welcher Aktivität auf welchen Geräten mit welchen Reagenzien ausgeführt wird. Das ist jedoch noch lange nicht die komplette Aufgabe. Im Gegensatz zur Stundenplanerstellung findet die Planung nicht einmalig statt. Ein vorab erstellter Plan wird permanent ergänzt und revidiert. Ein Eingreifen in den Plan muss zulässig sein, um dem Laboranten zu ermöglichen, in den Ablauf einzugreifen und so auf nicht eingeplante Vorkommnisse angemessen zu reagieren. Außerdem muss auf Störungen im System automatisch mit Neuplanungen reagiert werden.

Diese Gründe machen das Scheduling zu einer sehr anspruchsvollen und komplexen Aufgabe. Um sie zu bewältigen, wird in der Informatik die große Aufgabe in kleinere verdaubare Teilaufgaben zerlegt. Es werden je Anwendungsfall Prioritäten gesetzt und vom Scheduler berücksichtigt. Im Idealfall gibt es für einzelne Teilaufgaben fertige Lösungsmethoden, die nur adaptiert werden müssen. So arbeitet der Scheduler im Wiesbadener computerintegrierten Labor (WICIL) mit Methoden aus der künstlichen Intelligenz wie genetischen Algorithmen und der Constraint-Programmierung. Letztendlich müssen aber die Teillösungen wieder zu einer umfassenden Gesamtlösung zusammengefügt werden.

Aufgrund der Komplexität des Problems sollte die Modellierung möglichst einfach sein. Rekursive Strukturen bieten sich hier an. Der Scheduler soll sich mit dem Kernproblem beschäftigen und möglichst wenig Aufwand in das Verstehen der Aufgabenstellung stecken.

Das WICIL stellt auf der Messe eine Implementation eines Schedulers vor, die auf dem Weg zum vollen Funktionsumfang schon wichtige Zwischenschritte vorführt.



### Life Sciences Automation

A large global increase in business volume and development is noticeable in the Life Science field. The increasing rate of changes caused by innovation demands a fast adaptation of the business processes. Planning of resource assignment better known as scheduling in development and production processes enables their automation and thereby qualitative and quantitative optimisation. Life Science automation differs from conventional scheduling due to its greater variability. As it is always dynamic, a back coupling with running processes is essential. Planning tasks exist in everyday life as well, for example coordinating

the preparation of meals or arranging timetables in public transport and education. Typical scheduling in Life Sciences automation must cope with: the variability of durations of activities and the space between them; the dependence on varying conditions; activity loops; the dividing and re-combining of samples as well as their transportation. The Wiesbaden Computer Integrated Laboratory (WICIL) presents the implementation of a scheduler based on constraint programming, which demonstrates important advances on the path to full functionality.