
Logikorientierte Programmierung

Eine Vorschau

Die Logikorientierte Programmierung ist eines der grundlegenden Programmierparadigmen. Als konkrete Programmiersprache verwenden wir Prolog (*programmation en logique*), den bekanntesten Vertreter, gemeinsam mit den neuesten Erweiterungen — Constraints.

Die folgenden Bilder sind dem an unserem Institut entwickelten System GUPU entnommen, das in der Lehrveranstaltung 185.179 VL Logikorientierte Programmierung zum Einsatz kommt.

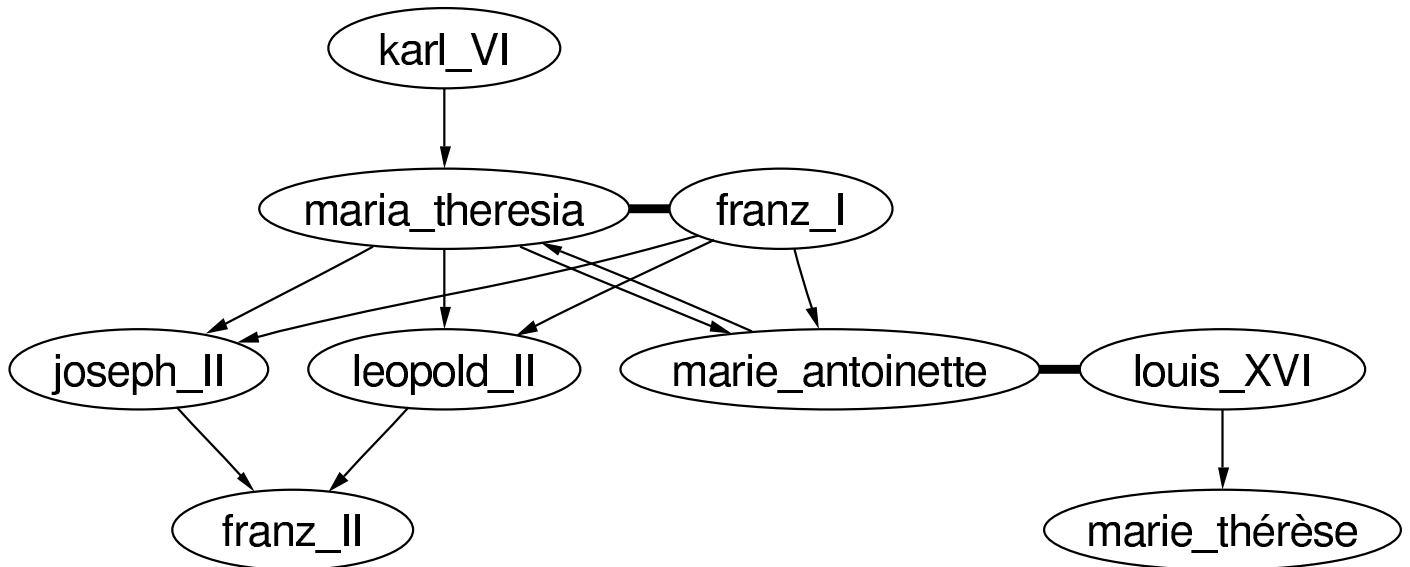
Mit Prolog durch Europa



Die Knoten des europäischen Eisenbahnnetzes dienen uns als Einstieg in Prolog. Mit einem einzeiligen Programm werden die einzelnen Eisenbahnknoten aufgezeigt.

So erfährt man auch, dass Dax —entgegen landläufiger Meinung— nicht in der Nähe von Frankfurt liegt.

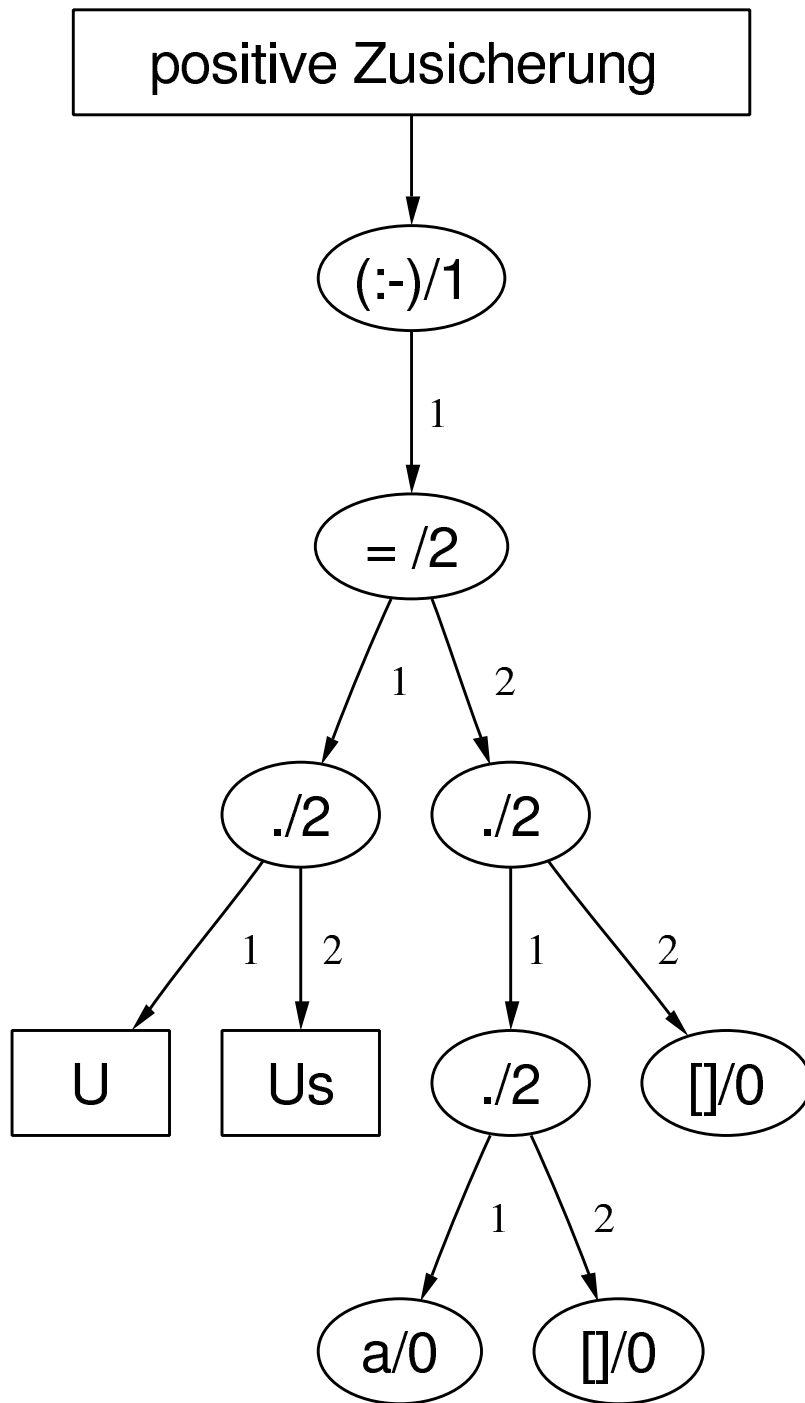
Noch ein Bruderzwist im Hause Habsburg



Hier ist einiges durcheinander geraten. Wer ist nun der Vater von Franz II, dem Gründer unserer Universität? Ist es Joseph II, der Fürst der Vernunft, oder sein Bruder Leopold II? Und wie kommt die große Maria Theresia dazu, ihr eigenes Enkelkind zu sein?

GUPU zeigt die unterlaufenen Inkonsistenzen auf und reduziert mittels automatisierter Programmdiagnose das Problem auf die wenigen dafür verantwortlichen Fakten. Die genaue Ursache kann GUPU jedoch nicht ergründen. Dazu ist zu wenig Wissen vorhanden.

Gleich und gleich gesellt sich gern

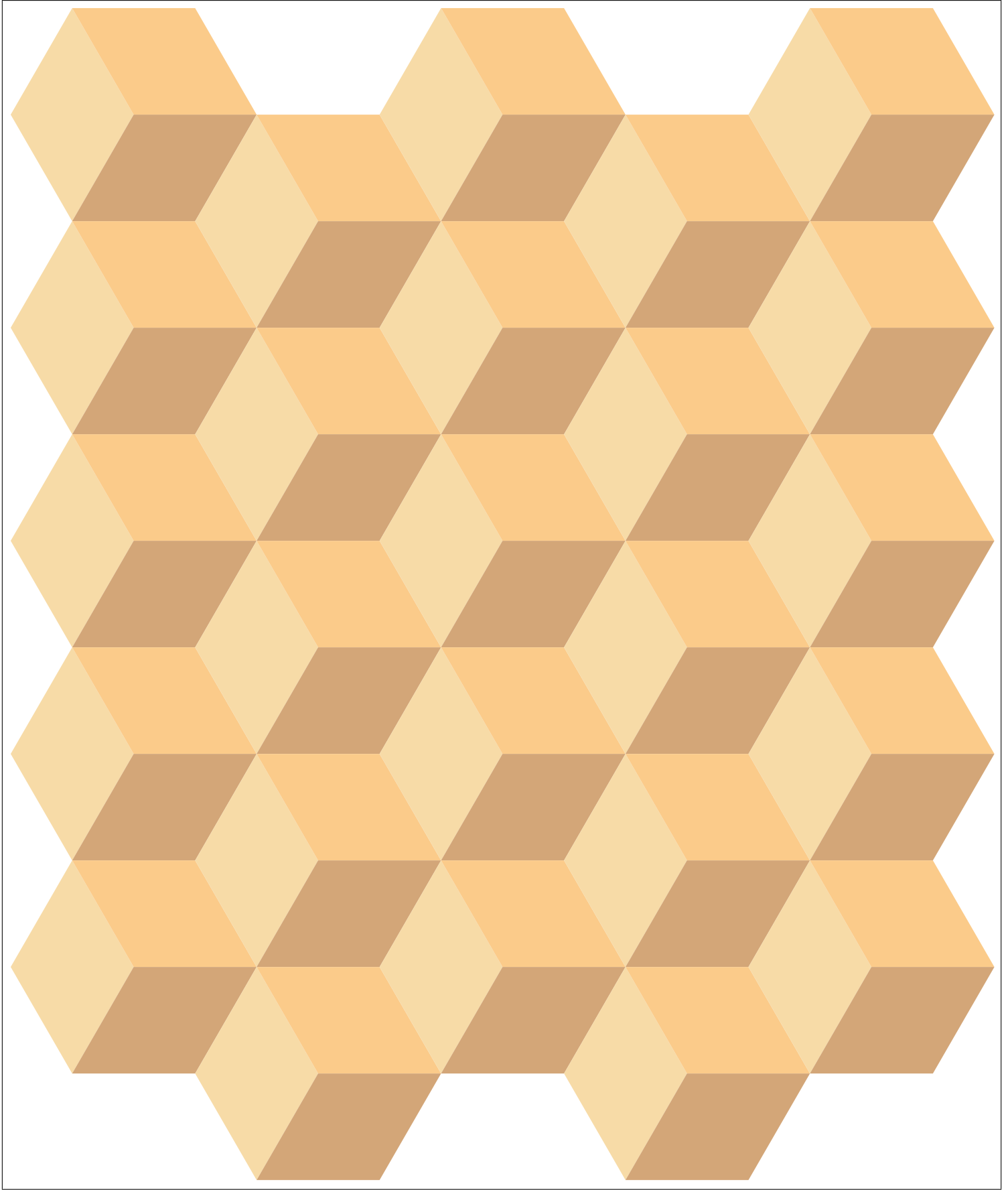


Der umfassende Begriff der Unifikation ersetzt und vereinheitlicht, was in herkömmlichen Programmiersprachen durch viele verschiedene Konzepte wie Zuweisung, Zugriff, Vergleich ausgedrückt wird.

Im Bild wird die Gleichung $[U|Us] = [[a]]$ veranschaulicht.

Dabei werden die freien Teile (Variable, dargestellt durch Rechtecke) mit passenden bekannten Teilen gebunden.

Komplexe Datenstrukturen



Komplexe Datenstrukturen wie Arrays in herkömmlichen Sprachen werden in Prolog mit Termen dargestellt.

Das Rautenmuster im Bild —beliebt bei Einlegearbeiten seit antiken Zeiten— wird mit Termen beschrieben.

Alle Wege führen nach...

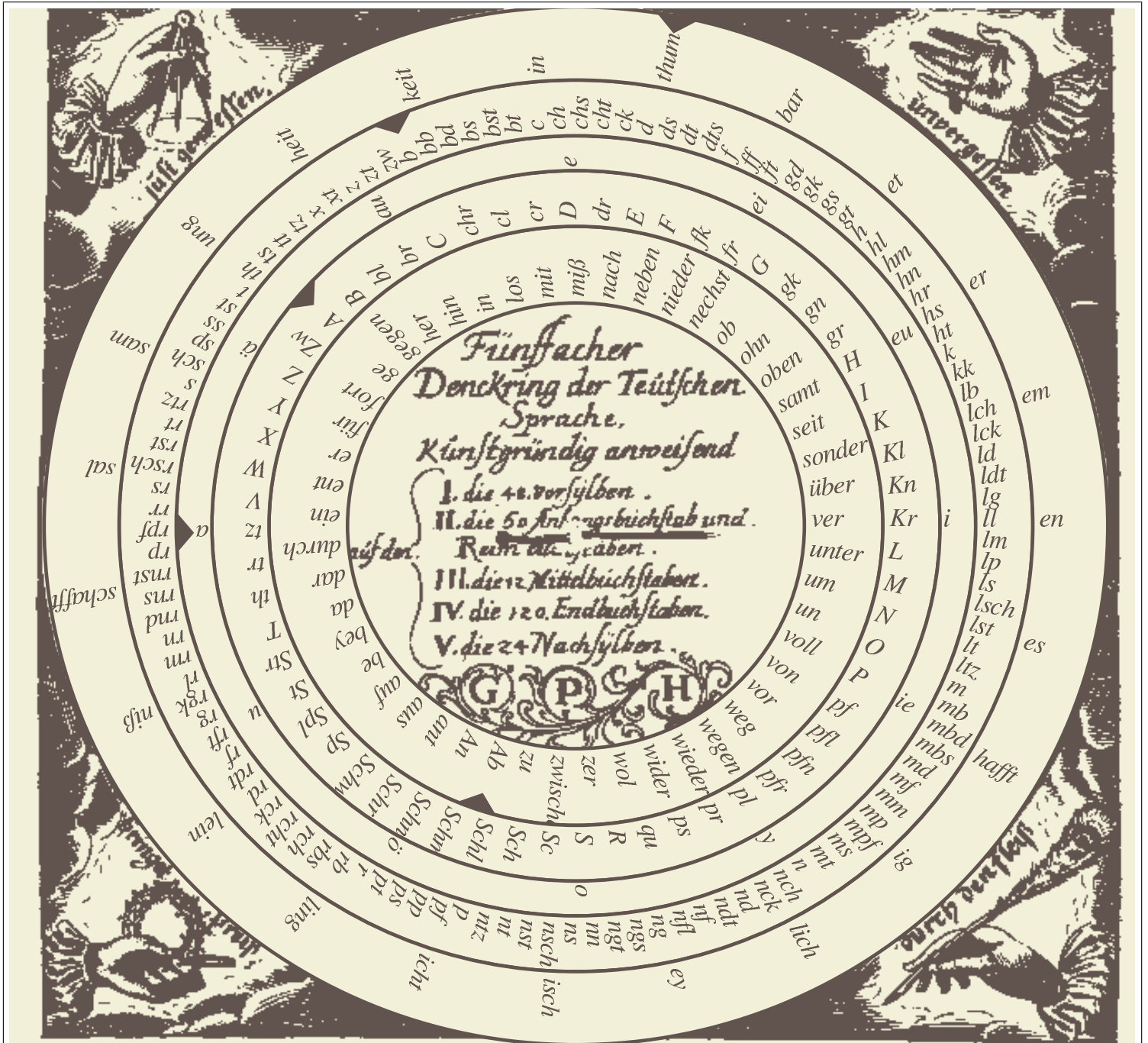


Alle Wege führen nach Rom? Eulen nach Athen tragen? Für Prolog heißt diese Stadt Marseille. Dort erblickte Anfang der 1970er-Jahre Prolog und damit die Logikorientierte Programmierung durch Alain Colmerauer das Licht der Welt.

Ein Jahrzehnt später nahm die nächste Neuerung (Constraintlogische Programmierung) wieder diese Stadt zu ihrem Ausgangspunkt.

In dieser Lehrveranstaltung befassen wir uns mit beiden Richtungen.

Barocke Künstliche Intelligenz



An den Buchbinder.

Dieses Blätlein muß heraus geschnitten/ in fünf Ringe zertheilet/ und auf fünf gleich-grosse Scheiben von Papyr/ also aufeinander geheftet werden/ daß man jeden Ring absonderlich umbdrehen kan/ wann solchs geschehen/ muß man dies fünffache Blat wider hinein pappen.

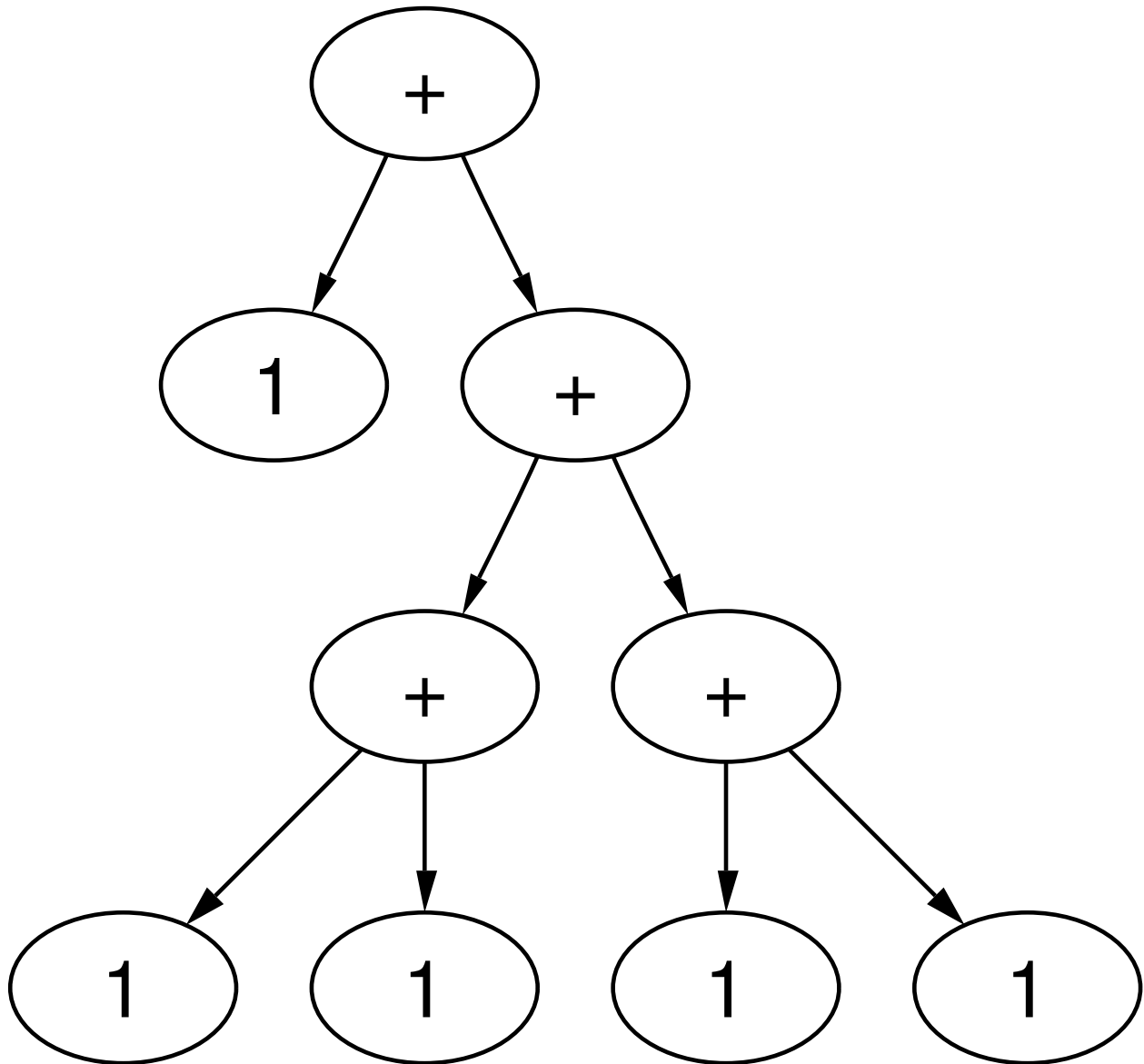
CHRISTOPHVS ME RECONSTRVXIT

III 2

Mit diesem „Denkring“ erzeugte der Dichterstürst Georg Philipp Harsdörffer deutsche Wörter bzw. solche, die deutsch klingen. So gesehen handelt es sich um einen der ersten Versuche, unsere Sprache rein mechanisch zu beschreiben. 350 Jahre nach seinem Erscheinen hilft uns Harsdörffers Denkring, Prologs Ausführungsmechanismus zu veranschaulichen. In GUPU wurde die Anweisung an den Buchbinder leicht modernisiert umgesetzt:

An den Buchbinder. Dieses Blätlein muß heraus geschnitten/ in fünf Ringe zertheilet/ und auf fünf gleich-grosse Scheiben von Papyr/ also aufeinander geheftet werden/ daß man jeden Ring absonderlich umbdrehen kan/ wann solchs geschehen/ muß man dies fünffache Blat wider hinein pappen.

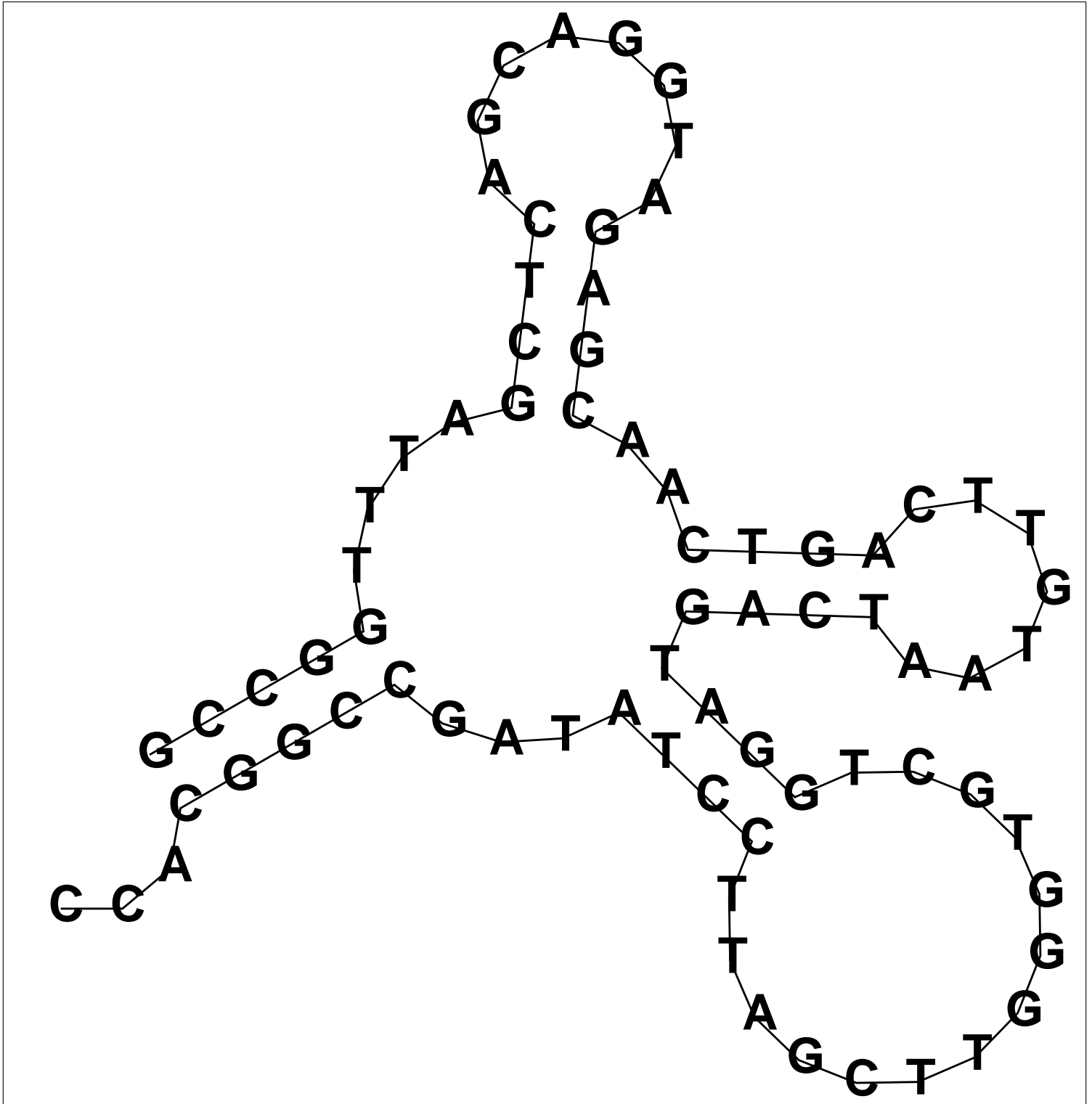
Bäume wachsen nicht in den Himmel



In der Informatik können Bäume beliebig groß sein! Aber sie wachsen nicht hinauf in den Himmel, sondern von oben nach unten!

Im Bild ist der Abstrakte Syntaxbaum des Ausdrucks $(1+((1+1)+(1+1)))$ zu sehen. Der Abstrakte Syntaxbaum ist das konzeptuelle Rückgrat eines jeden Compilers. Er ist das Bindeglied zwischen syntaktischer Analyse und den semantischen Komponenten.

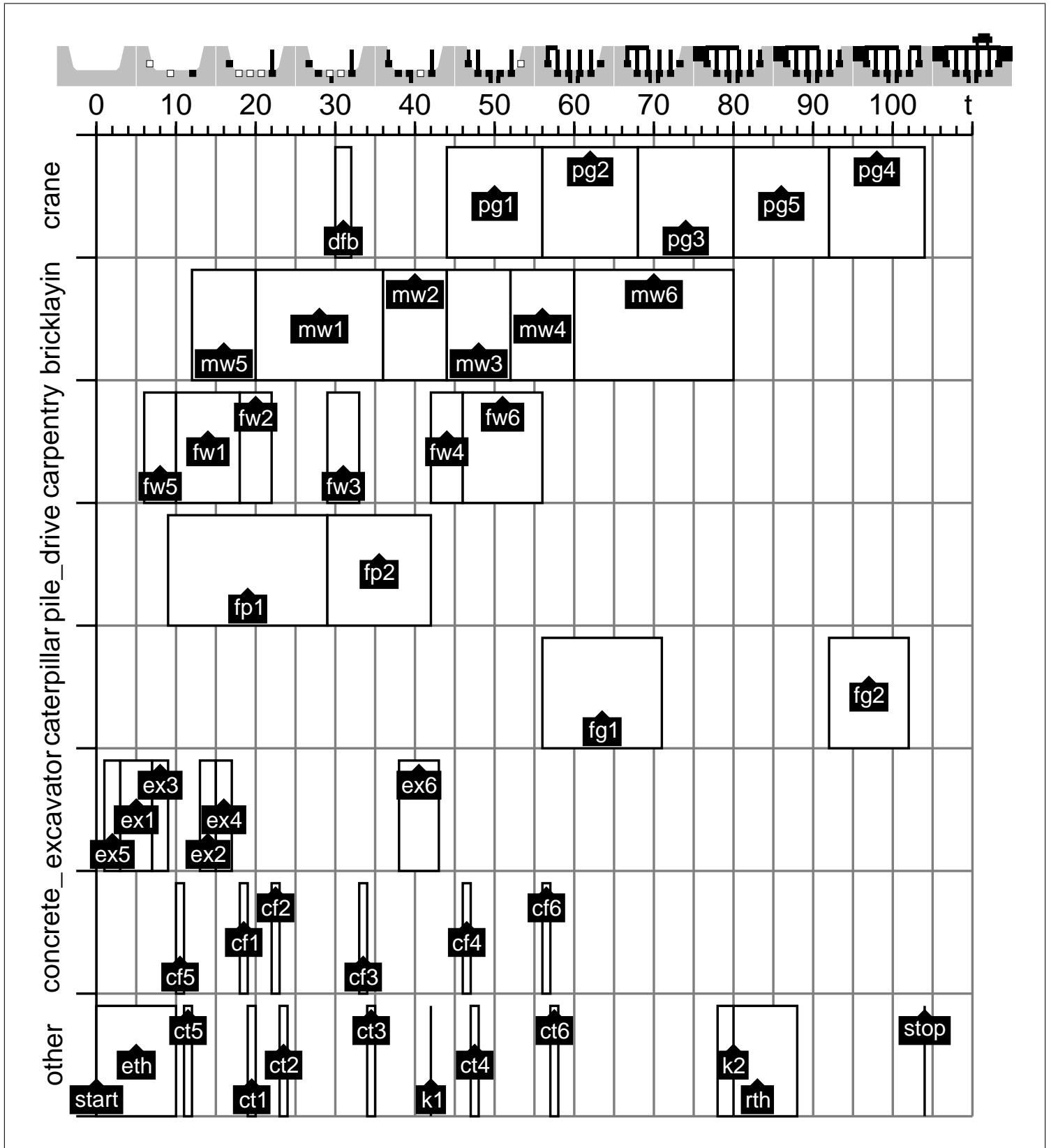
Sekundärfaltung der Transfer-RNA



Ein Teil der Bedeutung des genetischen Codes lässt sich aus der Struktur ersehen, wie ein RNA-Strang sich in sich selbst falten kann. Kann er sich wie ein Kleeblatt (Bild) falten, so könnte sich hier eine Transfer-RNA befinden, die für die Erzeugung eines Proteins verantwortlich ist.

Innerhalb der Molekularbiologie wurden in den 1980-er Jahren linguistische Strukturen wie diese mit Grammatiken untersucht.

Planung eines Brückenbaus



Um eine Brücke zu bauen, müssen viele voneinander abhängige Arbeiten durchgeführt werden. Ziel der Planung ist ein möglichst kostengünstiger Plan. Mit *Constraints* werden diese Abhängigkeiten beschrieben, damit Prolog eine Lösung findet.

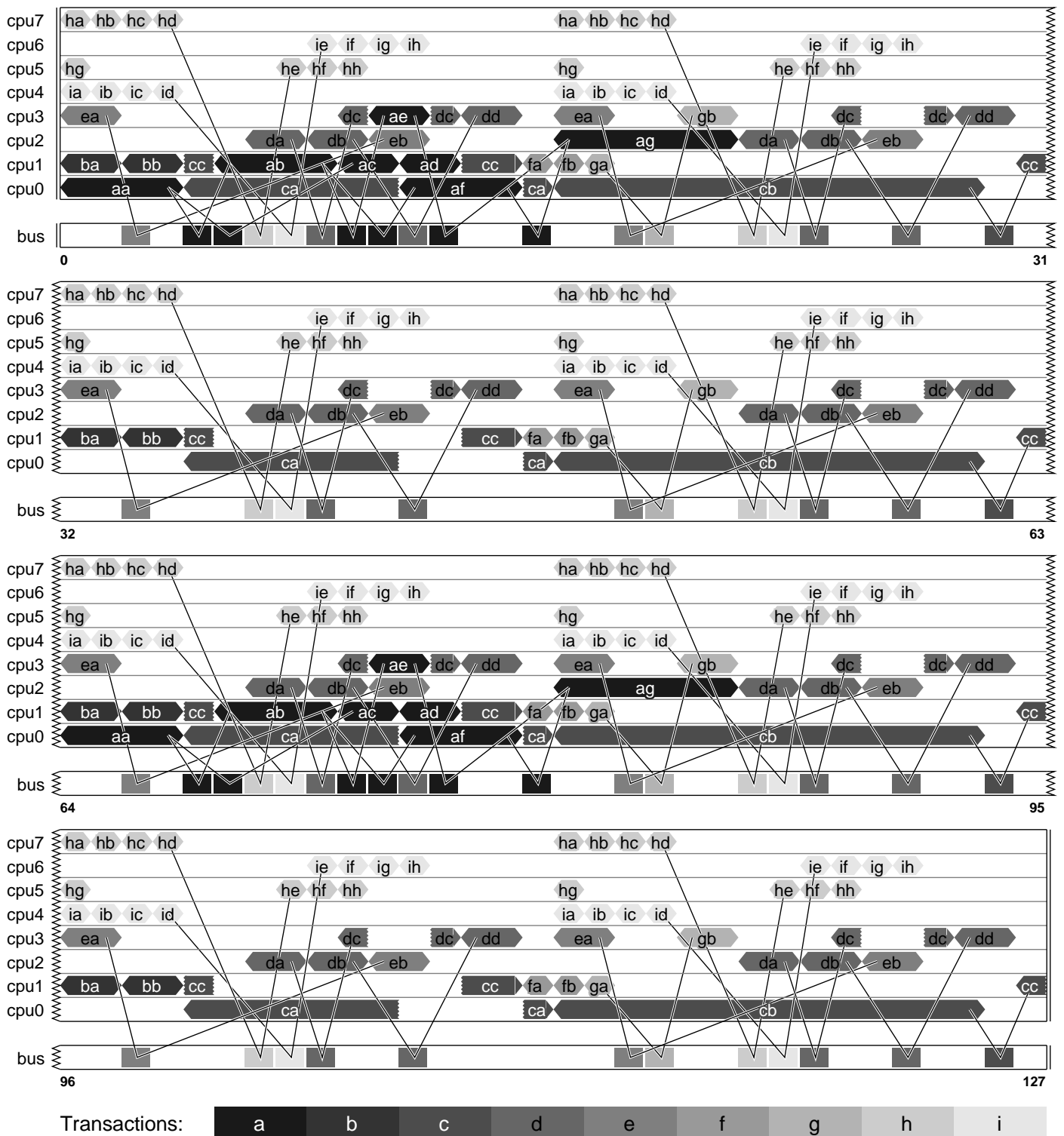
Bauhütte: Errichtung (*eth*), Abriss (*rth*)

Widerlager/Pfeiler: Aushub (*ex*), Fundament (*fp*), Schalung (*fw*), Betonfundament (*cf*) und Absetzzeit (*ct*)

Träger: Lieferung (*dfb*), Aufsetzen (*pg*)

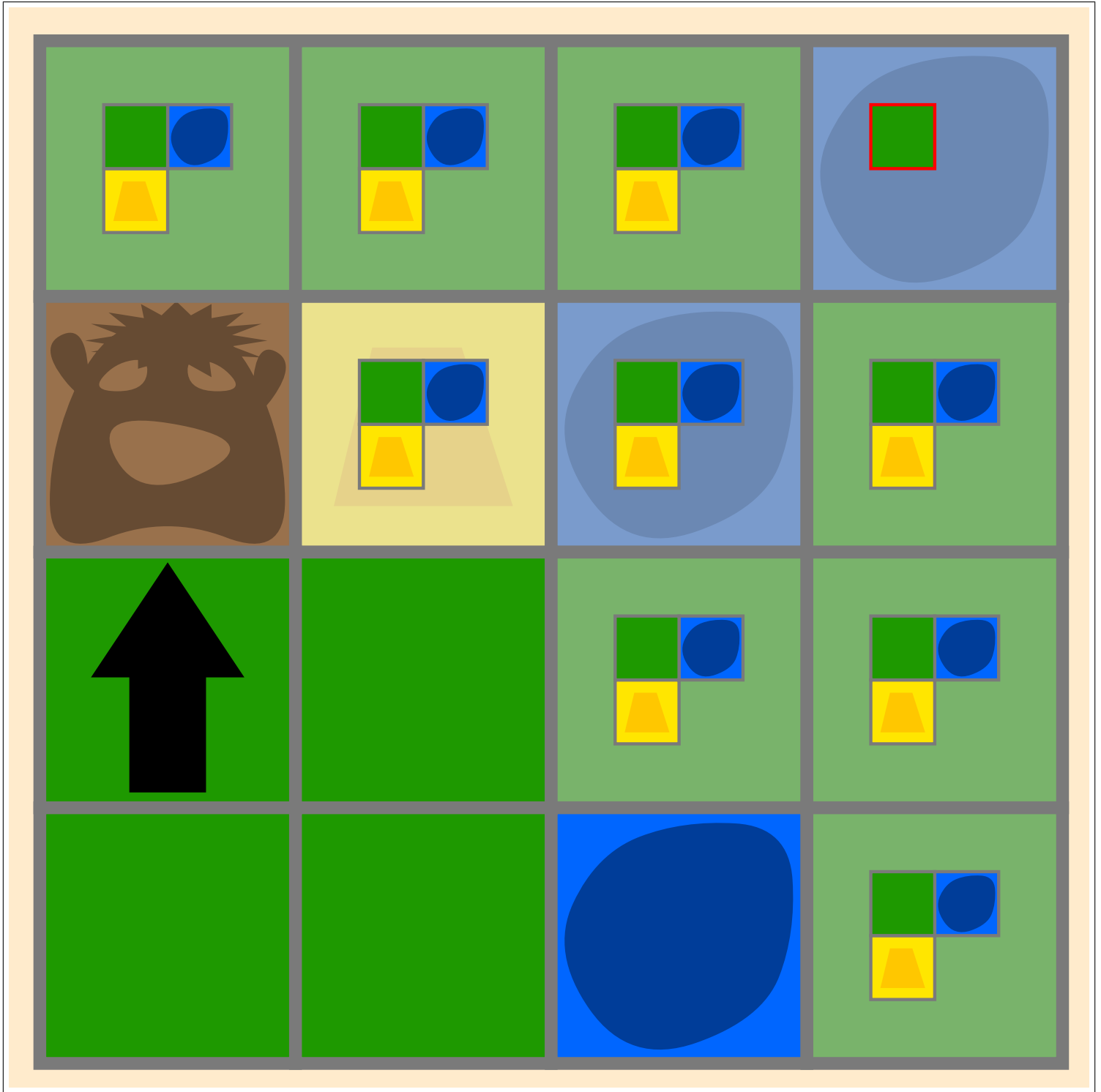
Planung periodischer Echtzeitaufgaben

Periodic Plan: Db=big



In vielen Echtzeitsystemen laufen ständig sich wiederholende Aufgaben ab, wobei zeitliche Garantien zur Reaktionszeit des Gesamtsystems im Vordergrund stehen. Die Aufgaben werden hier von acht Prozessoren übernommen (cpu0-cpu7), die über einen Bus miteinander kommunizieren.

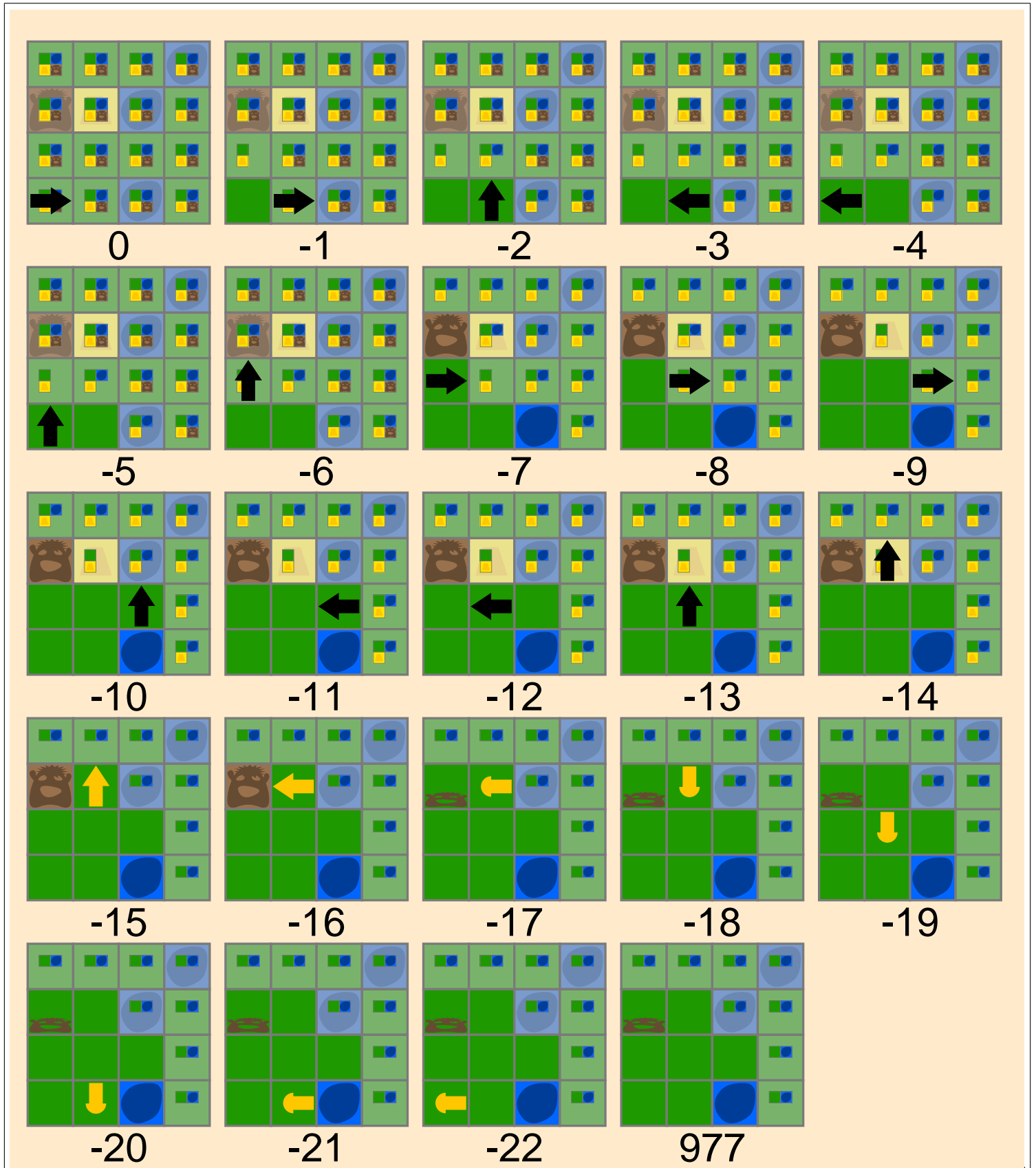
In der Höhle des Wumpus



Musste sich einst Odysseus in der Höhle des Zyklopen und Theseus in der des Minotaurus bewähren, werden heutzutage Softwareagenten (Pfeil) in die Höhle des Wumpus geschickt — mit nur einem Schuss in der Flinte. Dabei helfen ihnen weder List noch Ariadnefaden. Die Höhle ist so dunkel, dass nicht einmal die angrenzenden Felder zu sehen sind. Man spürt nur die kalte Brise einer nahen Grube (blau). Neben dem Wumpus (braun) riecht man seinen Gestank. Trifft man ihn mit der Flinte, hört man noch seinen Schrei. Den Glanz des Goldes (gelb) sieht man einzig auf dem Feld selbst.

Der Agent ist auf seine Fähigkeit angewiesen, mit diesen wenigen Wahrnehmungen zum Gold und zurück zu gelangen. GUPU zeigt das Wissen des Agenten als kleine Quadrate in den Feldern. Rechts oben hält der Agent fälschlicherweise eine Grube für ein freies Feld.

Ein Agentenfilm mit einem Intelligenten Agenten



Wagemutig lotst sich der Agent am Wumpus vorbei zum Gold. Mit jedem Schritt erfährt er mehr über die Beschaffenheit der Höhle und seine Vermutungen (kleine Quadrate) werden zur Gewissheit (Felder in kräftigen Farben). Dabei kostet ihm jeder Schritt einen Punkt. Allerdings hat sich unser Agent nicht für das kostengünstigste Verhalten entschieden. Der Schuss auf den Wumpus ist nicht nur unbarmherzig, sondern verursacht auch unnötige Kosten, da der Agent ohnehin wusste, wo sich das Ungeheuer befindet.