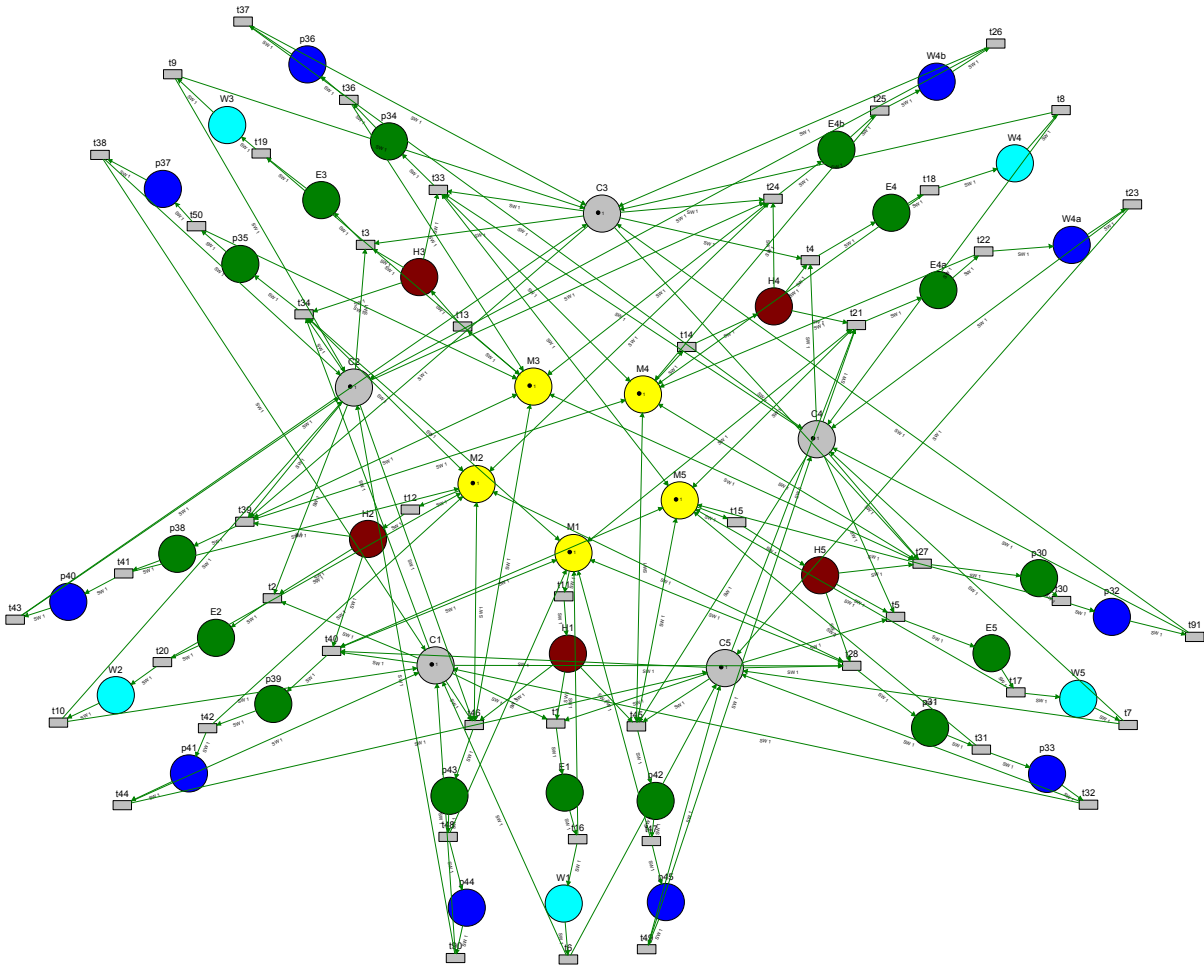


Aufgabenstellung: Faltung eines vorgegebenen Petrinetzes

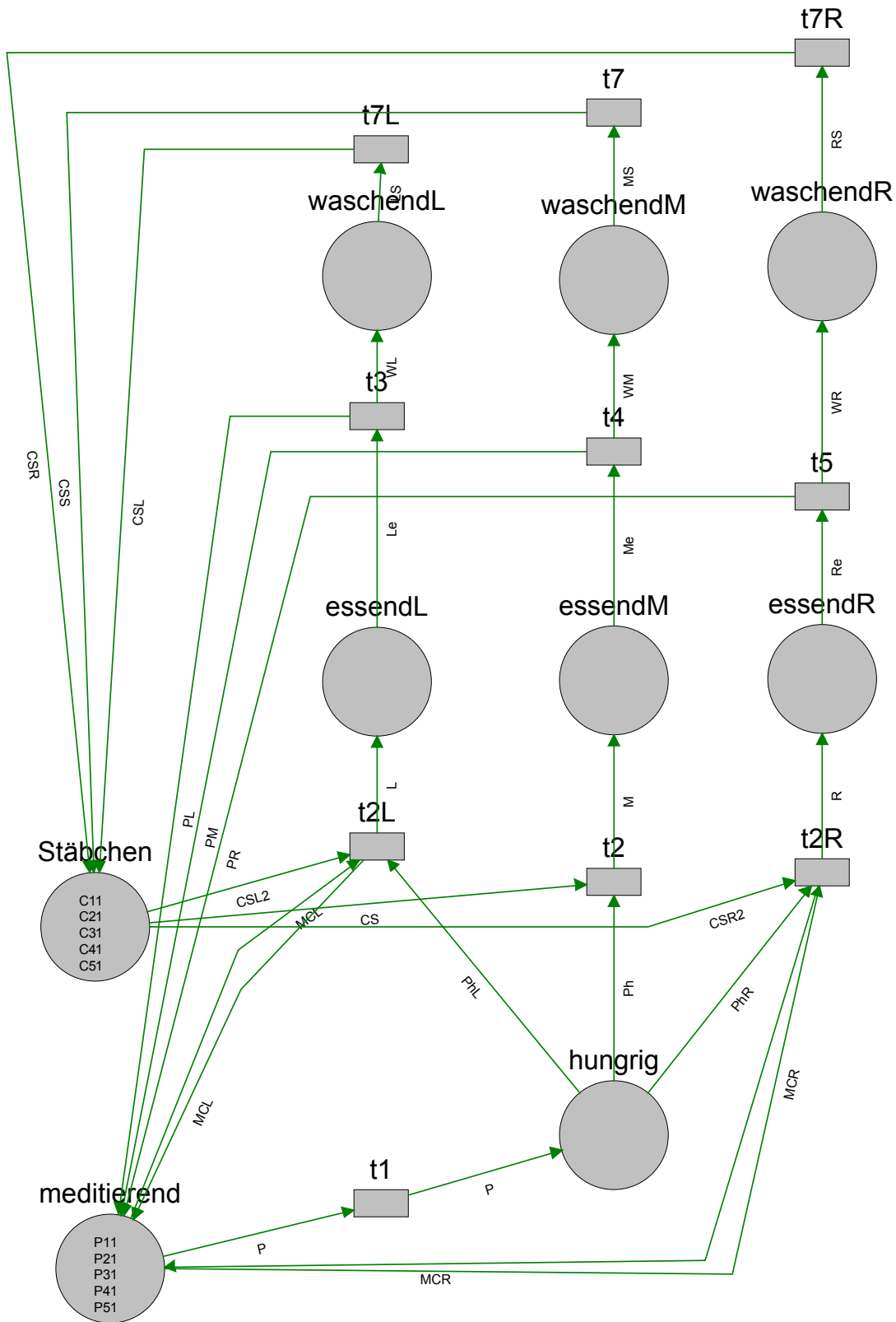
Das folgende Petrinetz sollte mithilfe des Tools CHROMOS und dessen Funktionalität zur Bearbeitung gefärbter Netze gefaltet werden:



Es handelt sich hier um das bekannte Problem der „**Five Dining Philosophers**“. Fünf Philosophen sitzen meditierend (gelb) an einem runden Tisch, es stehen fünf Stäbchen (grau) als Eßwerkzeuge zur Verfügung, jeder der Philosophen benötigt zwei Stäbchen, um zur Nahrungsaufnahme zu gelangen. In der klassischen Version kann jeder Philosoph nur die beiden Stäbchen jeweils zu seiner rechten und linken Seite benutzen. Nach dem Essen (grün) geht der Philosoph wieder in den Zustand der Meditation über, die Stäbchen werden abgewaschen (hellblau) und wieder an ihre Plätze zurückgelegt.

In der hier gezeigten erweiterten Version sind noch folgende Optionen hinzugekommen: Der Philosoph geht nicht vom meditierenden Zustand direkt zum Essen über, sondern benutzt zwischendurch gewissermaßen einen „Anzeigezustand“, in dem er als hungrig angesehen werden kann (braun). Dieser Zustand dient desweiteren dazu, es den Philosophen zu ermöglichen, nicht nur die jeweils rechts/links liegenden Stäbchen zu benutzen, sondern die zwei rechts bzw. links von ihm liegenden zu benutzen, wenn die „zugehörigen“ Philosophen sich nicht im Hungrig-Zustand befinden. Abseits der Mittelstrecke im oberen Netz befinden sich daher noch die Wege für die Aufnahme der zwei linken bzw. rechten Stäbchen in Analogie zur „normalen“ Verarbeitung, welche zusätzlich noch bevorzugt ablaufen soll.

Da das obige Netz trotz seiner Symmetrie recht unübersichtlich ist, bestand die Aufgabe, eine Faltung einiger Plätze und Transitionen durchzuführen. Das dabei entstandene Netz ist im folgenden Bild gezeigt:



Die Symmetrie des ungefalteten Netzes ist dabei verlorengegangen, die Plätze für *meditierend*, *hungrig*, *Stäbchen* wurden maximal zusammengefaßt (auf nur noch jeweils einen Platz), die Verarbeitungstrecken für den normalen, bevorzugten Weg (*essendM*, *waschendM*) sowie für die beiden Ausweichwege (*essendL*, *essendR*, *waschendL*, *waschendR*) sind noch gut erkennbar und wurden ebenfalls gefaltet. Eine noch stärkere Faltung, die meines Erachtens auch noch überschaubar ist, findet sich am Ende dieser Arbeit.

Um trotz der graphischen Vereinfachung die Funktionalität des Netzes zu gewährleisten, sind die Informationen aus der visuellen Struktur (nur schwarze Marken) in die Transitionen verschoben worden. Daher folgt nun eine **Erläuterung der Transitionen, ihrer Farben und Schaltbedingungen**, nach Transitionen aufgeschlüsselt. Wenn keine anderen Vielfachheiten angegeben sind, gilt: Markenanzahl = 1, für die Kapazitäten der Plätze gilt ebenfalls, daß von einem Typ Marke immer nur genau eine Marke auf einem Platz sein kann.

### Transition t1

<u>Transitionsfarbe</u>	<u>Wert von P</u>
Phil1	P1
Phil2	P2
Phil3	P3
Phil4	P4
Phil5	P5

Diese Transition ist dafür zuständig, die Philosophen vom Zustand *meditierend* in den Zustand *hungrig* zu überführen. An dieser Stelle sind keine Prioritäten notwendig.

### Transition t2

<u>Transitionsfarbe</u>	<u>Wert von CS</u>	<u>Wert von Ph</u>	<u>Wert von M</u>
P1N	C5, C1	P1	P1, C5, C1
P2N	C1, C2	P2	P2, C1, C2
P3N	C2, C3	P3	P3, C2, C3
P4N	C3, C4	P4	P4, C3, C4
P5N	C4, C5	P5	P5, C4, C5

Diese Transition wird im Konflikt mit **t2L** und **t2R** bevorzugt behandelt, besitzt also eine höhere Priorität als diese. Damit wird dafür gesorgt, daß ein Philosoph immer zuerst die Möglichkeit des „regulären“ Zustandsüberganges mit den benachbarten Stäbchen benutzt, bevor er die Möglichkeit nutzt, die beiden rechten/linken Stäbchen zu verwenden. **t2** ist dafür zuständig, einen Philosophen, zu dessen rechter und linker Seite sich jeweils ein Stäbchen befindet, vom Zustand *hungrig* in den Zustand *essendM* zu überführen.

### Transition t2R (t2L analog)

<u>Transitionsfarbe</u>	<u>Wert von MCR</u>	<u>Wert von PhR</u>	<u>Wert von CSR2</u>	<u>Wert von R</u>
P1R	P4, P5	P1	C4, C5	P1, C4, C5
P2R	P5, P1	P2	C5, C1	P2, C5, C1
P3R	P1, P2	P3	C1, C2	P3, C1, C2
P4R	P2, P3	P4	C2, C3	P4, C2, C3
P5R	P3, P4	P5	C3, C4	P5, C3, C4

Diese Transition **t2R (t2L)** wird im Konflikt mit **t2** benachteiligt behandelt, da sie nur eine Ausweichmöglichkeit darstellen soll. Wie bereits in der Aufgabenstellung erwähnt, fragt diese Transition ab, ob die beiden rechts (links) sitzenden Philosophen sich im Zustand *meditierend* befinden (zwei Kanten mit Beschriftung MCR (MCL)). Wenn dies der Fall ist, kann der aktuell hungrige Philosoph deren Stäbchen verwenden, um seinen Eßvorgang durchzuführen.

### Transition t4 (t3, t5 analog)

<u>Transitionsfarbe</u>	<u>Wert von Me</u>	<u>Wert von PM</u>	<u>Wert von WM</u>
P1N	P1, C5, C1	P1	C5, C1
P2N	P2, C1, C2	P2	C1, C2
P3N	P3, C2, C3	P3	C2, C3
P4N	P4, C3, C4	P4	C3, C4
P5N	P5, C4, C5	P5	C4, C5

Diese Transitionen dienen dazu, den Eßvorgang des Philosophen zu beenden. Dieser kehrt in den Zustand *meditierend* zurück, die von ihm benutzten Stäbchen werden in den jeweils zugeordneten *waschend*-Zustand überführt.

**Transition t7 (t7L, t7R analog)**

<u>Transitionsfarbe</u>	<u>Wert von MS</u>	<u>Wert von CSS</u>
C12M	C1, C2	C1, C2
C23M	C2, C3	C2, C3
C34M	C3, C4	C3, C4
C45M	C4, C5	C4, C5
C51M	C5, C1	C5, C1

Mithilfe dieser Transitionen werden die Stäbchen jeweils paarweise wieder vom *waschend*-Zustand neu verfügbar gemacht.

Um das Verständnis des Netzes noch weiter zu verbessern, folgt nun eine **Beschreibung der einzelnen Variablen** und ihrer zugehörigen Werte bei den verschiedenen Transitionsfarben. Alle Informationen sind bereits im vorherigen Teil (Erläuterung der Transitionen) enthalten, werden hier jedoch noch einmal auf eine andere Weise aufbereitet und aufgeschlüsselt. Analog zu behandelnde Variablen werden durch Klammern in der Tabelle gekennzeichnet. Für jede Kante wurden neue Variablen verwendet (bis auf die zwei komplementären Kanten im unteren Bereich, die lediglich eine Ersatzkonstruktion für eine Schleife darstellen), sodaß es zu keinen Überschneidungen kommen kann. Einschränkungen aufgrund von Prioritäten wurden bereits erläutert.

Variable	Transition	Transitionsfarbe	Wert der Variable
P	t1	Phil1 Phil2 Phil3 Phil4 Phil5	P1 P2 P3 P4 P5
Ph	t2	P1N P2N P3N P4N P5N	P1 P2 P3 P4 P5
PhL (PhR)	t2L (t2R)	P1L (P1R) P2L (P2R) P3L (P3R) P4L (P4R) P5L (P5R)	P1 P2 P3 P4 P5
CS	t2	P1N P2N P3N P4N P5N	C5, C1 C1, C2 C2, C3 C3, C4 C4, C5
CSR2 (CSL2 analog)	t2R (t2L)	P1R P2R P3R P4R P5R	C4, C5 C5, C1 C1, C2 C2, C3 C3, C4
M	t2	P1N P2N P3N P4N P5N	P1, C5, C1 P2, C1, C2 P3, C2, C3 P4, C3, C4 P5, C4, C5
R (L analog)	t2R (t2L)	P1R P2R P3R P4R P5R	P1, C4, C5 P2, C5, C1 P3, C1, C2 P4, C2, C3 P5, C3, C4
MCR (MCL analog)	t2R (t2L)	P1R P2R P3R P4R P5R	P4, P5 P5, P1 P1, P2 P2, P3 P3, P4
Me (Le, Re analog)	t4 (t3, t5)	P1N P2N P3N P4N P5N	P1, C5, C1 P2, C1, C2 P3, C2, C3 P4, C3, C4 P5, C4, C5
WM (WL, WR analog)	t4 (t3, t5)	P1N P2N P3N P4N P5N	C5, C1 C1, C2 C2, C3 C3, C4 C4, C5

PM (PL, PR analog)	t4 (t3, t5)	P1N P2N P3N P4N P5N	P1 P2 P3 P4 P5
MS (LS, RS analog)	t7 (t7L, t7R)	C12M C23M C34M C45M C51M	C1, C2 C2, C3 C3, C4 C4, C5 C5, C1
CSS (CSL, CSR analog)	t7 (t7L, t7R)	C12M C23M C34M C45M C51M	C1, C2 C2, C3 C3, C4 C4, C5 C5, C1

### Analyse des erstellten Petrinetzes

Ein Export des Netzes im Format des Integrierten **Netz**Analysators INA und die Analyse mit diesem Tool ergaben u.a. folgende Resultate:

- Größe des Erreichbarkeitsgraphen: 3581 Zustände,
- das Netz ist stark zusammenhängend,
- das Netz hat keine toten Zustände,
- das Netz ist lebendig.

Insbesondere die letzte Eigenschaft ist wichtig und erwies sich als Erfolgsindikator bei der durchgeführten Faltung, da auch dem ungefalteten Modell eine Lebendigkeit des Netzes inhärent ist.

Wie vorab angekündigt, hier zum Abschluß noch eine Darstellung der stärker gefalteten Version des Netzes:

