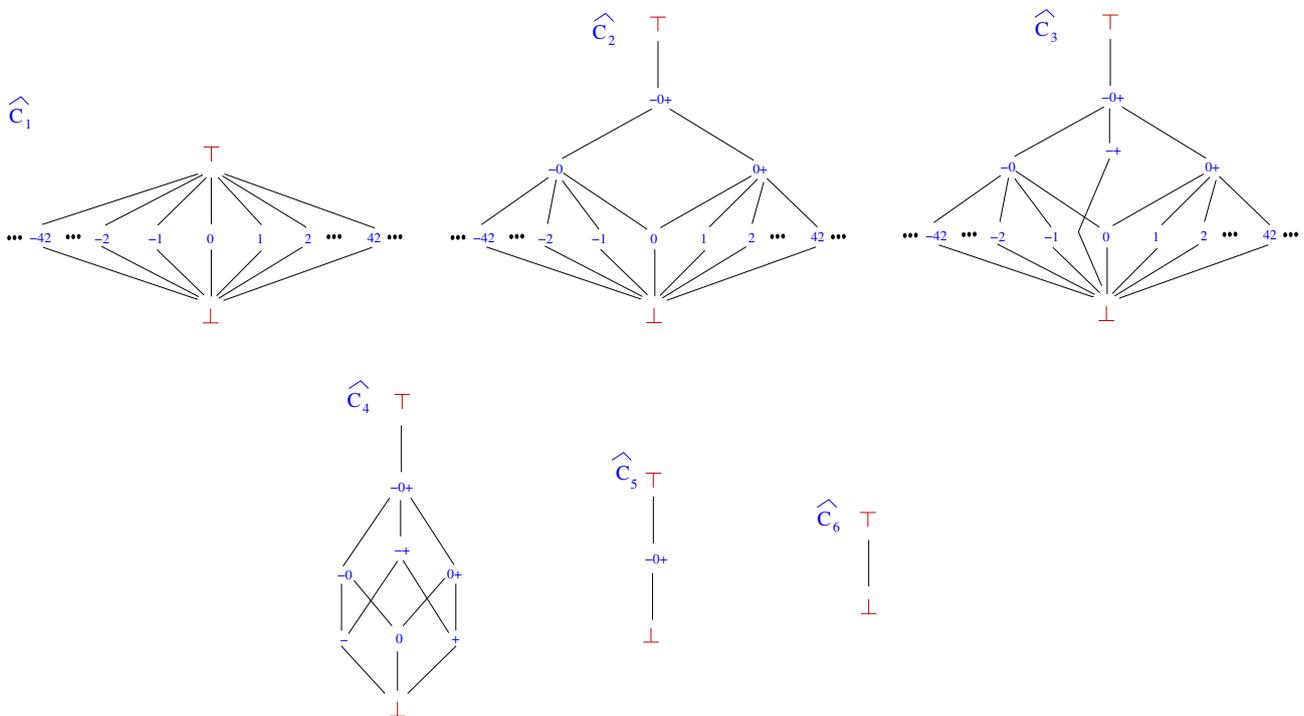


Die Aufgaben beziehen sich auf *Kapitel 18, 19* und *20* der Vorlesung (neue Nummerierung!).

**Aufgabe 1** : (8 Punkte)

Seien die Verbände  $\widehat{\mathcal{C}}_1, \dots, \widehat{\mathcal{C}}_6$  für Konstanten- und Vorzeichenanalyse für Programme über einer einzigen Variablen gegeben. Bezeichnen wir diese Variable mit  $x$ , repräsentiert jedes Element eines der Verbände unmittelbar den (abstrakten) Wert von  $x$ . Beachte: Abweichend von Kapitel 7 und 8 bedeutet in Kapitel 18 ‘verbandsmäßig kleiner besser’.



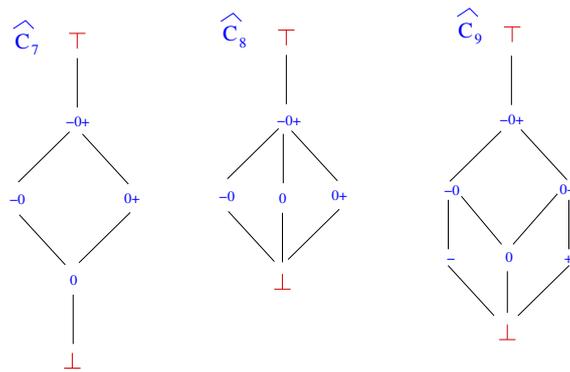
Ordne  $\widehat{\mathcal{C}}_1, \dots, \widehat{\mathcal{C}}_6$  in einer oder mehreren Ketten zu einem Verband an, so dass kein Element in eine längere Kette verschoben werden kann. Verbandsmäßig größer soll dabei bedeuten, dass eine ‘genauere’, eine ‘informativere’ Konstanten- und Vorzeichenanalyse ermöglicht wird. Die entsprechenden Verbände stehen dann in einer Galois-Verbindung zueinander.

**Aufgabe 2** : (3\*(2+2) Punkte)

Gibt es Abstraktions- und Konkretisierungsfunktionen  $\alpha, \alpha', \alpha'', \alpha''', \gamma, \gamma', \gamma'', \gamma'''$ , so dass folgende Quadrupel Galois-Verbindungen sind?

- a)  $(\widehat{\mathcal{C}}_4, \alpha, \gamma, \widehat{\mathcal{C}}_7)$
- b)  $(\widehat{\mathcal{C}}_4, \alpha', \gamma', \widehat{\mathcal{C}}_8)$
- c)  $(\widehat{\mathcal{C}}_4, \alpha'', \gamma'', \widehat{\mathcal{C}}_9)$
- d)  $(\widehat{\mathcal{C}}_3, \alpha''', \gamma''', \widehat{\mathcal{C}}_4)$

Gib die entsprechenden Abbildungen an, wo dies möglich ist, an (ohne Beweis).



**Aufgabe 3** : (4\*2 Punkte)

Welche Galois-Verbindungen

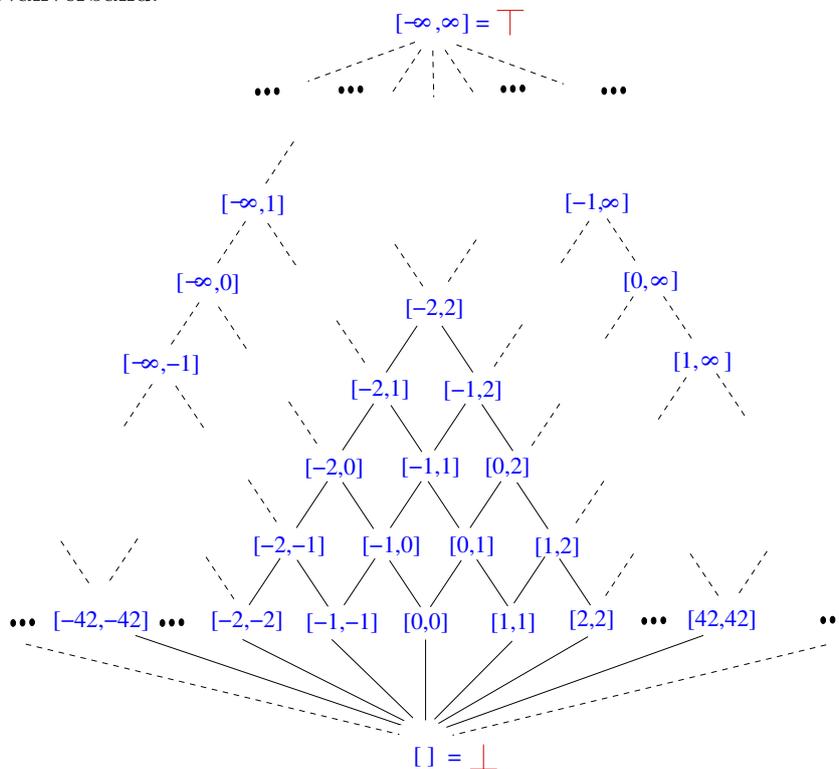
- a)  $(\widehat{\mathcal{C}}_4, \alpha, \gamma, \widehat{\mathcal{C}}_7)$
- b)  $(\widehat{\mathcal{C}}_4, \alpha', \gamma', \widehat{\mathcal{C}}_8)$
- c)  $(\widehat{\mathcal{C}}_4, \alpha'', \gamma'', \widehat{\mathcal{C}}_9)$
- d)  $(\widehat{\mathcal{C}}_3, \alpha''', \gamma''', \widehat{\mathcal{C}}_4)$

aus Aufgabe 2 sind sogar Galois-Passungen? Gib ein Gegenbeispiel an, falls nein.

**Aufgabe 4** : (3\*2 Punkte)

Wir betrachten zusätzlich zu den Verbänden aus Aufgabe 1 folgende Verbände:

- $\widehat{\mathcal{C}}_{10} =_{\text{df}} (\{\perp\}, \sqsubseteq, \sqcap, \sqcup, \perp, \perp)$  mit  $\perp \sqsubseteq \perp, \perp \sqcap \perp = \perp \sqcup \perp = \perp$
- $\widehat{\mathcal{C}}_{11} = (C_{11}, \sqsubseteq, \sqcap, \sqcup, \perp, \top) =_{\text{df}} (\mathcal{P}(\mathbb{Z}), \subseteq, \cap, \cup, \emptyset, \mathbb{Z})$  Potenzmengenverband von  $\mathbb{Z}$ .
- $\widehat{\mathcal{C}}_{12}$  Intervallverband:



Wo ordnen sich  $\widehat{\mathcal{C}}_{10}$ ,  $\widehat{\mathcal{C}}_{11}$  und  $\widehat{\mathcal{C}}_{12}$  in den Verband aus Aufgabe 1 ein? Nehmen Sie dazu an, dass die mit  $\widehat{\mathcal{C}}_{11}$  durchgeführte Analyse durch die Aufsammlungsemantik gegeben ist. Verbandselemente  $M = \{z_1, z_2, \dots, z_i, \dots\} \in \mathcal{P}(\mathbf{Z})$  bedeuten somit anschaulich, dass die Programmvariable  $x$  den Wert ‘ $z_1$  oder  $z_2$  oder ... oder  $z_i$  oder ...’ hat. Auch in diesen Verbänden gilt: ‘Kleiner’ bedeutet ‘besser’.

**Aufgabe 5** : (2\*(2+2) Punkte)

Wir betrachten die Probleme

- (total) initialisierter Variablen
- (total) toter Variablen

auf kantenbenannten Flussgraphen. Spezifizieren Sie diese beiden Probleme als

- a) DFA-Probleme in Form ihrer maximalen Fixpunktgleichungssysteme.
- b) modallogische Formeln.

(Vgl. für b) die Definition der Eigenschaften NOTW und FRUEH in Kapitel 19.4.)

*Iucundi acti labores.  
Getane Arbeiten sind angenehm.*  
Cicero (106 - 43 v.Chr.)  
röm. Staatsmann und Schriftsteller

---

**Abgabe: Mittwoch, den 16.06.2021, im TUWEL-Kurs zur Lehrveranstaltung.**