Rechnernetze und verteilte Systeme

Übungsblatt 1

Koenig.Noah@campus.lmu.de

Rechnernetze und verteilte Systeme

In der Vorlesung haben wir die Begriffe *Rechnernetz* und *verteiltes System* kennen gelernt. Ein Rechnernetz ist immer die Voraussetzung für ein verteiltes System.

Ordnen Sie die folgenden Systeme als Rechnernetz oder als verteiltes System ein. Begründen Sie ihre Antwort kurz.

Hinweis: ein System kann – abhängig von der Sichtweise – durchaus sowohl ein Rechnernetz als auch ein verteiltes System sein.

(a) Das MWN (Münchner Wissenschaftsnetz)

Rechnernetz, da die einzelnen Komponenten heterogen und nicht kohärent sind

MWN: https://www.lrz.de/wir/postergalerie/2014/images/MWN.pdf

(b) Ein Messenger wie Signal, Threema oder WhatsApp

Verteiltes System, da der Messenger eine kohärente Sicht präsentiert

(c) Das World Wide Web

Verteiltes System, da man aus Nutzersicht mit einem kohärenten System aus verlinkten Hypertext-Seiten interagiert

(d) Der SuperMUC-NG

Verteiltes System aus Nutzersicht

Rechnernetz, da er aus vielen einzelnen Knoten besteht, die über Links verbunden sind

SuperMUC-NG: https://doku.lrz.de/supermuc-ng-10745965.html

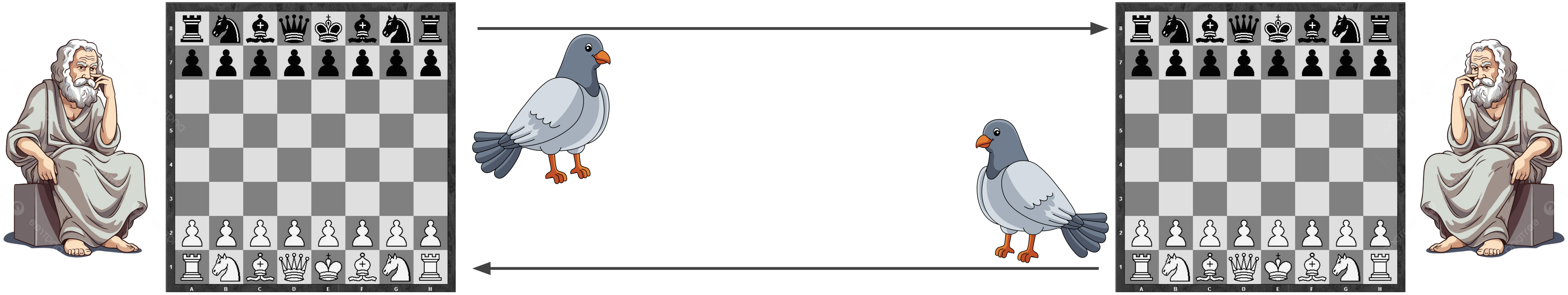
(e) Ihr eigenes Beispiel

Grundlagen (H)

Zwei Gelehrte der Antike spielen gerne Schach miteinander. Weil sie nicht in der selben Stadt wohnen, teilen sie einander die Spielzüge über Brieftauben mit. Gegenüber dem Spiel an einem gemeinsamen Spielbrett ergeben sich ähnliche Herausforderungen, wie in verteilten Systemen.

(a) Nennen Sie fünf Probleme (z.B. plausible Vorfälle, oder Wissenslücken), die einen reibungslosen Spielverlauf stören können! Nennen Sie auch ihre Folge.

(b) Geben Sie für jeden der Störfälle einen Vorschlag zu seiner Vermeidung an!



Grundlagen

Probleme:

- Nachricht kann nicht gelesen werden
- Beide starten mit…
  - weiß → zwei erste Züge
  - schwarz → warten auf den ersten Zug
- Taube kommt nicht an, Verlust des Zugs
- Taube wird abgefangen und bekommt anderen Zug angehängt (Manipulation / Verfälschung)
- Paralleles Spiel anderer Gelehrter, die auch mit Brieftauben spielen (Züge aus zwei Spielen kommen durcheinander)

Grundlagen

Vermeidung:

- Auf eine Notation einigen
- Nachricht für expliziten Spielstart (wer startet?)
- Quittieren der Nachricht (“ist angekommen”); ohne Quittung wird Zug nochmal geschickt
- Signieren der Nachricht
- Explizite Adressierung (“Spiel A / B”)

Von Netzen und Bäumen

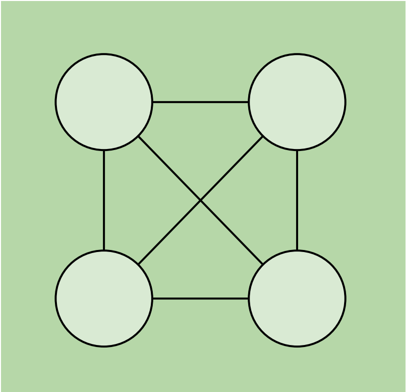
Im letzten Arbeitsblatt haben wir schon einige Berechnungen über die Anzahl an Verbindungen in Netzen angestellt. Hier konzentrieren wir uns weiter auf *Bäume* als Struktur.

Ein Netz bzw. *Graph* besteht aus einer Menge von *Knoten* und *Kanten* zwischen zwei Knoten. Der *Grad* eines Knotens ist die Anzahl der Kanten die in ihm enden. Ein *Pfad* zwischen zwei Knoten ist eine Menge von Kanten und beschreibt einen Weg zwischen zwei Knoten.

Ein *Baum* ist ein Graph in dem es von jedem Knoten zu jedem Knoten einen Pfad gibt und man keine Kreise mit den vorhandenen Kanten bilden kann. Die Knoten eines Baumes mit Grad 1 heißen *Blatt*, alle anderen *innere Knoten*. Benutzt man Bäume um eine Struktur darzustellen, so wird meistens ein Knoten des Baums als *Wurzel* bezeichnet. Die Anzahl der Kanten im Pfad von einem Knoten zur Wurzel ist der *Abstand* des Knotens zur Wurzel. Die *Höhe* eines Baums ist der größte Abstand. Zwischen den Knoten spricht man von Verwandschaftsbeziehungen: Von den beiden Knoten einer Kante ist der mit dem (um 1) längeren Pfad zur Wurzel ein *Nachfahre*, *Nachfolger* oder auch *Kind* des anderen Knotens. Der Knoten mit dem kürzeren Abstand heißt *Vorgänger*, *Vorfahre* oder auch *Vater*.

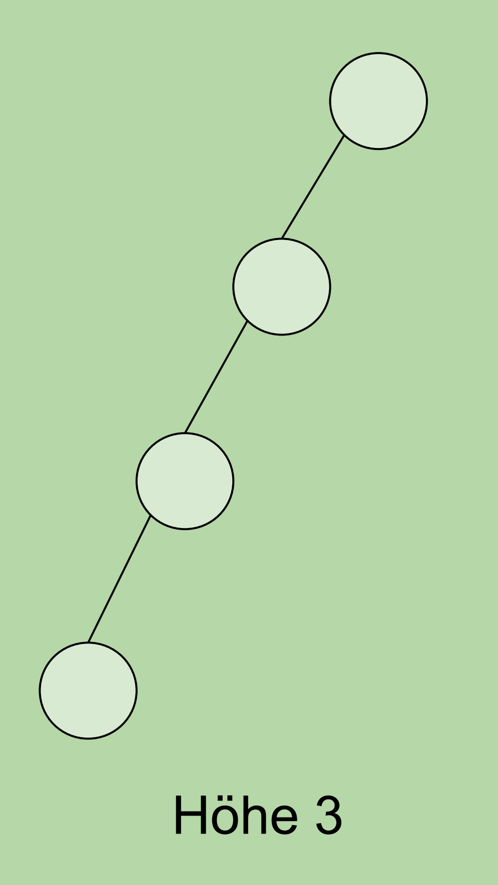
Von Netzen und Bäumen

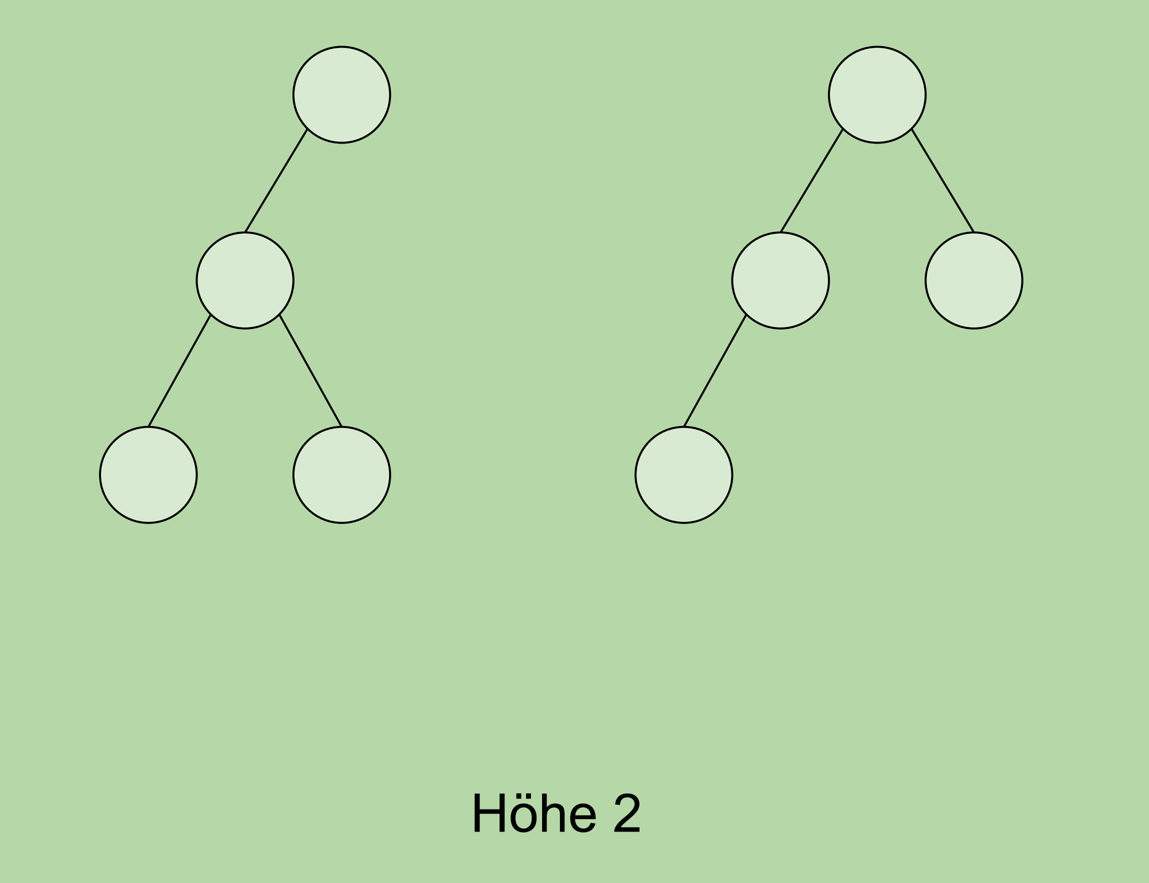
(a) Zeichnen Sie einen vollvermaschten Graphen mit 4 Knoten!

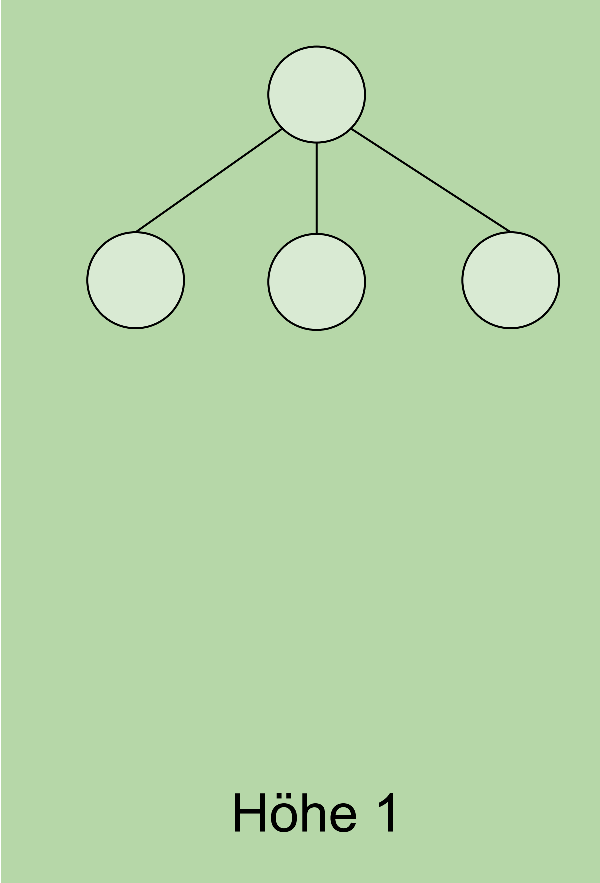


Von Netzen und Bäumen

(b) Ein Baum mit insgesamt 4 Knoten kann vier verschiedene Formen haben. Eine mit Höhe 3, zwei mit Höhe 2 und eine Mit Höhe 1. Zeichnen Sie für jede Art ein Beispiel!



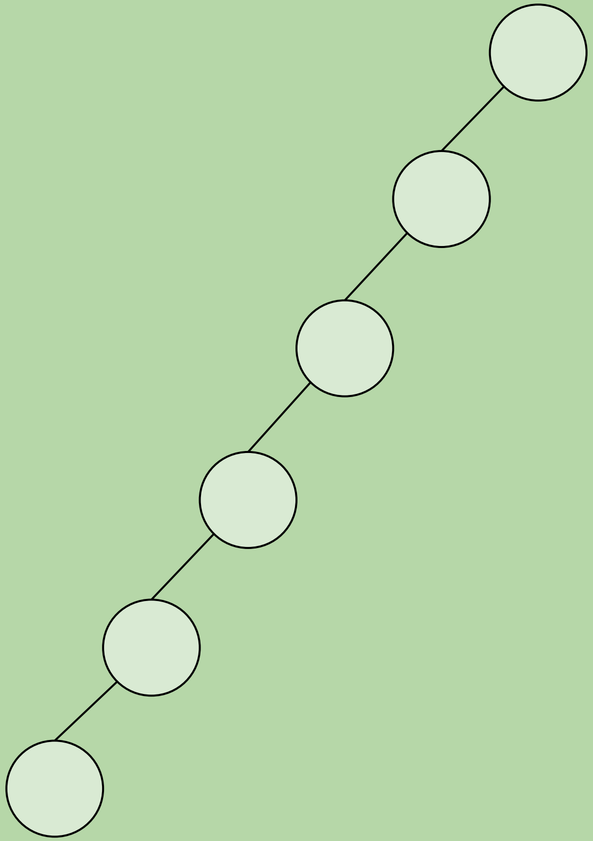




Von Netzen und Bäumen

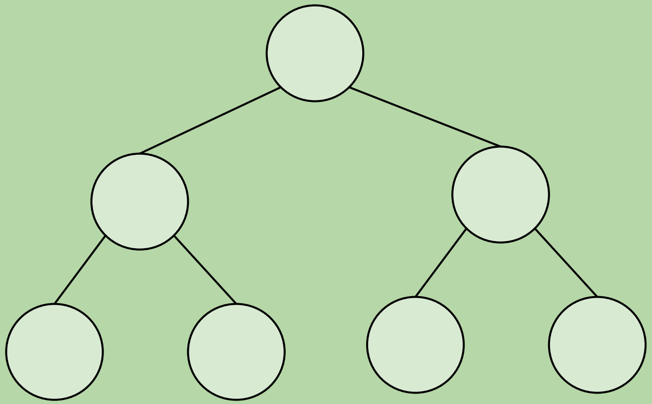
(c) Binärbäume zeichnen sich dadurch aus, dass jeder Knoten höchstens 2 Kinder hat.

i. Aus wievielen Knoten besteht ein Binärbaum der Höhe 5 mindestens?



→ mindestens 6

ii. Aus wievielen Knoten besteht ein Binärbaum der Höhe 2 höchstens?



→ höchstens 7

Adressierung in Bäumen (H)

Abbildung 1 zeigt zwei Binärbäume mit unterschiedlichen Namensschemata. Einmal sind die Knoten und einmal die Kanten benannt. Den Schemata gemein ist, dass sie lediglich die Verzweigungsmöglichkeiten berücksichtigen. Um einen Knoten eindeutig zu identifizieren, muss man den Pfad von der Wurzel bis zum gesuchten Knoten aufschreiben. Während die Wurzel bei benannten Knoten dementsprechend mit 1 eindeutig identifizierbar wird, ist der Pfad bei benannten Kanten ϵ (das leere Wort). In einem *vollständigen* Baum haben die Wurzel und jeder innere Knoten die maximale Anzahl Kinder.

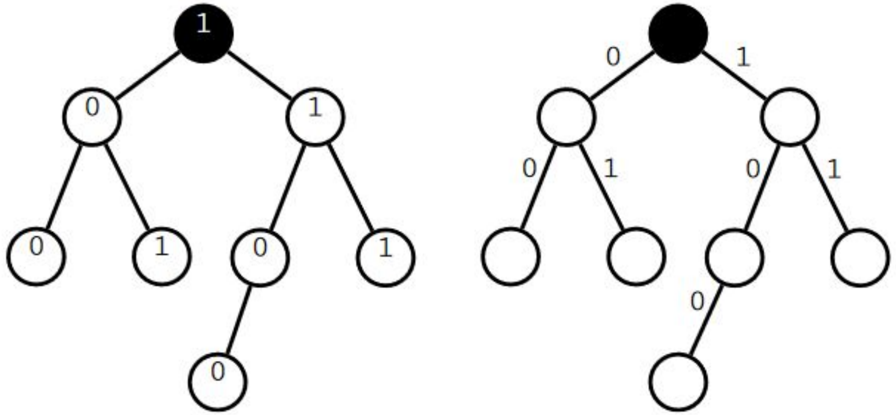
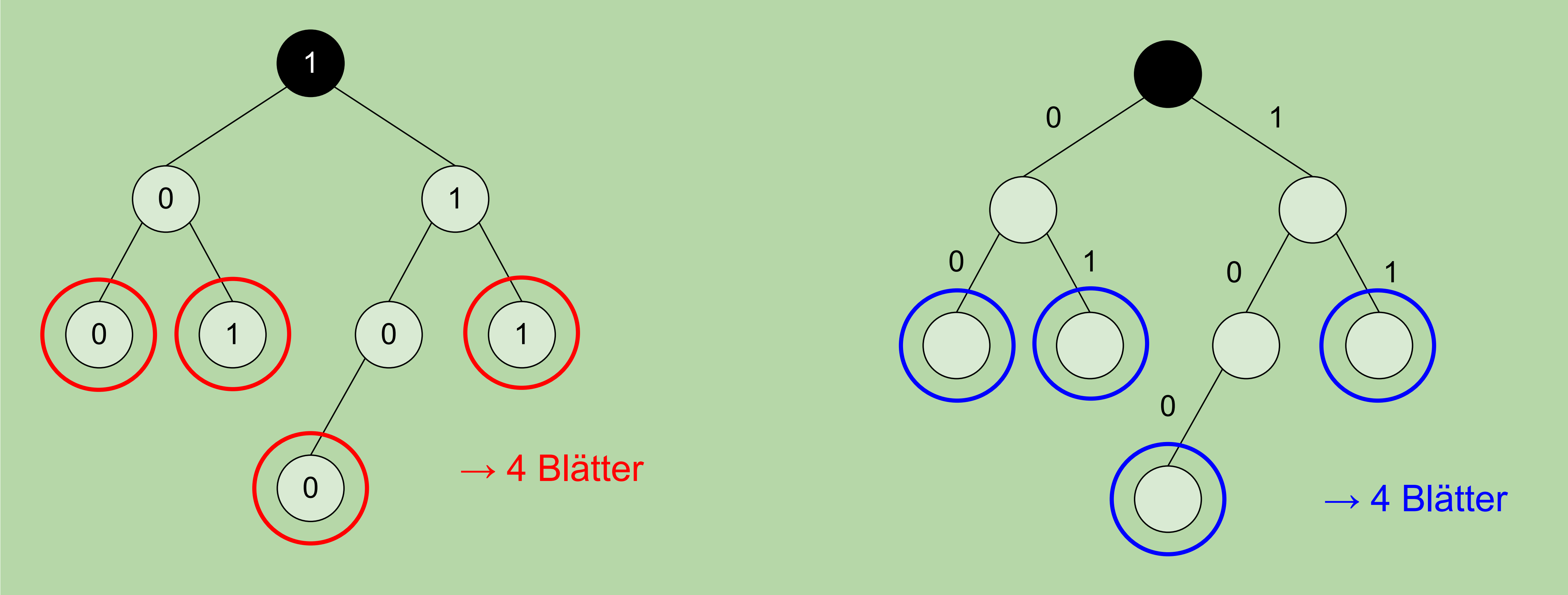


Abbildung 1: Links ein Baum mit benannten Knoten, rechts ein Baum mit benannten Kanten

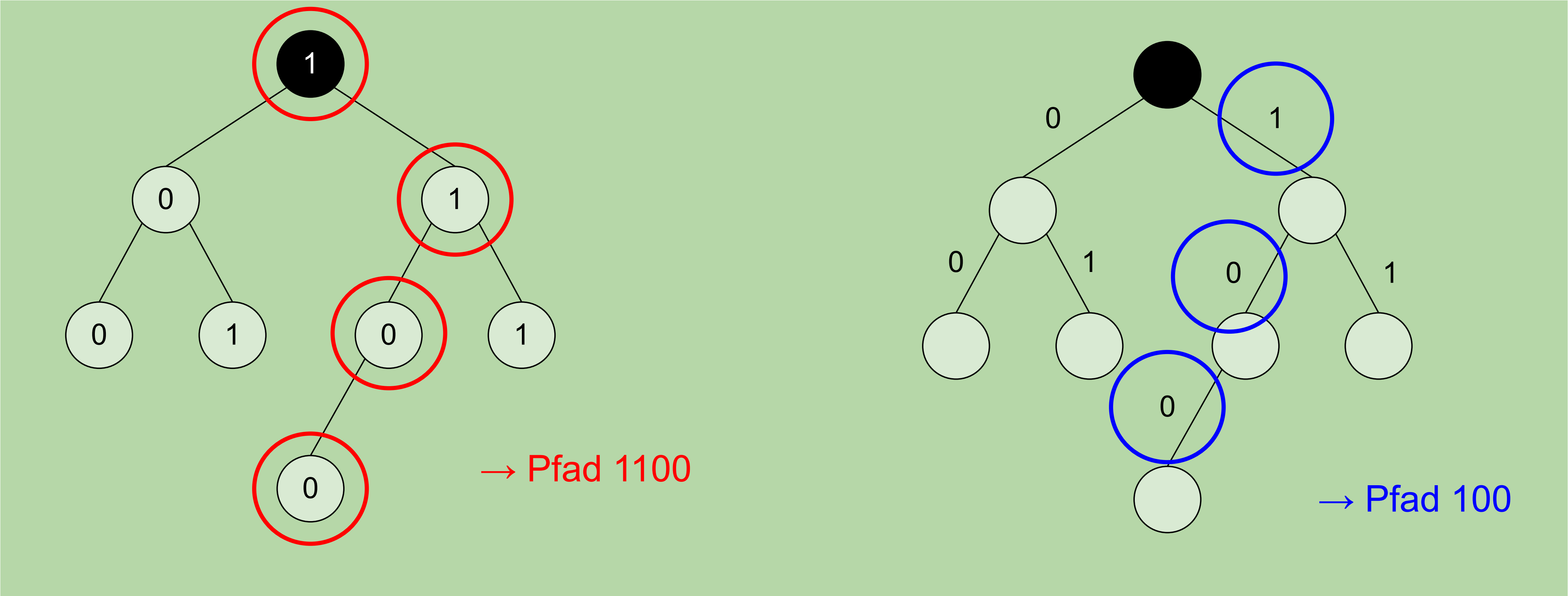
Adressierung in Bäumen

(a) Wieviele Blätter hat jeder der Bäume im Beispiel?



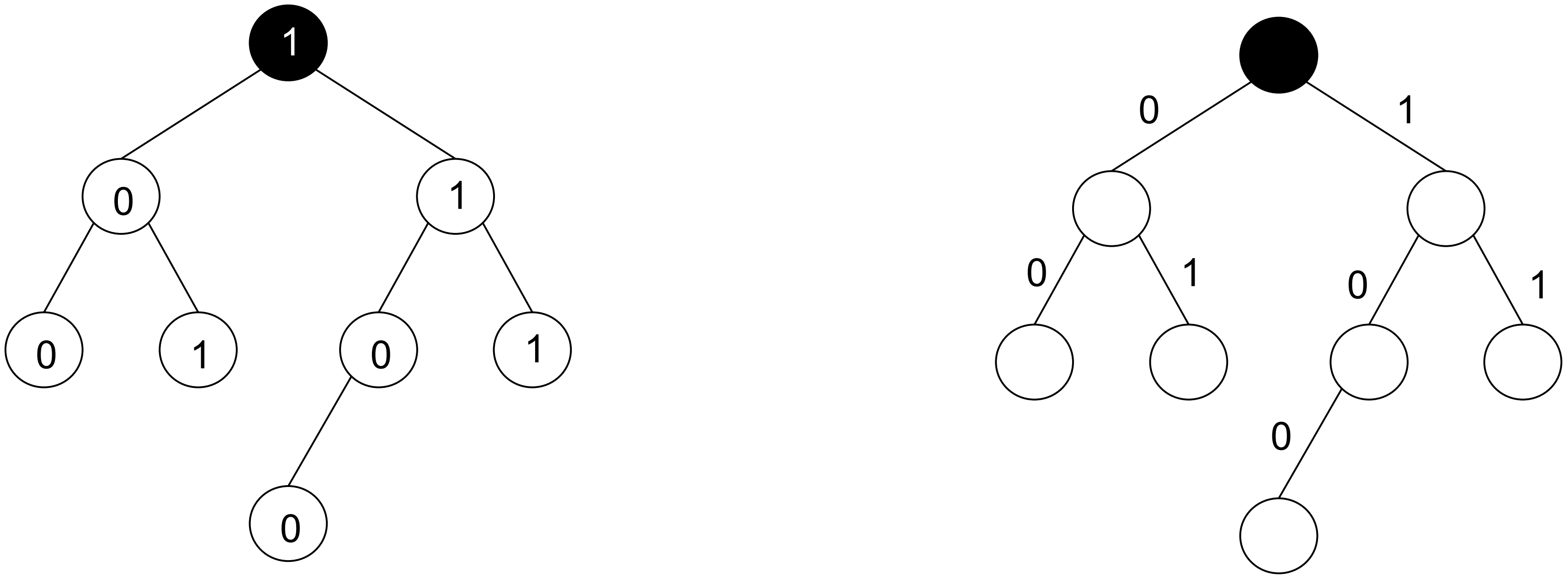
Adressierung in Bäumen

(b) Wie lauten in beiden Beispielen die Pfade zu den Knoten mit Abstand 3?



Adressierung in Bäumen

(c) Kann man aus dem Pfad "11" ablesen ob es sich um einen inneren Knoten oder ein Blatt handelt? Begründen Sie Ihre Antwort.



Nein, "11" hat keine Information über die Höhe des (Teil-)baums oder Kindknoten

Adressierung in Bäumen

(d) Schreiben Sie analog zum hier behandelten Beispiel mit benannten Kanten einen Pfad für einen beliebigen Knoten mit Abstand 8 in einem Binärbaum auf.

Jede achtstellige Sequenz aus 0 und 1.

(e) Was haben die Pfade aller Nachfahren eines Knotens mit Abstand 8 im Hinblick auf die Pfadstruktur gemein? (Baum mit benannten Kanten)

Die ersten 8 Stellen.

Adressierung in Bäumen

(f) In einem vollständigen Binärbaum der Höhe 16 mit benannten Kanten gibt es ein Blatt, das mit dem Pfad 1100000010101000 adressiert wird. Interpretieren Sie diesen Pfad als Zahl im Binärsystem und wandeln Sie diese um in:

i. Dezimalzahl

$(1100\ 0000\ 1010\ 1000)_2$

$= (1 * 2^{15} + 1 * 2^{14} + 0 * 2^{13} + \dots + 0 * 2^{8} + 1 * 2^{7} + 0 * 2^{6} + 1 * 2^{5} + 0 * 2^{4} + 1 * 2^{3} + 0 * 2^{2} + \dots + 0 * 2^{0})_{10}$

$= (2^{15} + 2^{14} + 2^{7} + 2^{5} + 2^{3})_{10}$

$= (32768 + 16384 + 128 + 32 + 8)_{10}$

$= (49320)_{10}$

ii. Hexadezimalzahl

Vier Bit können in eine Hexadezimalzahl konvertiert werden:

$(1100\ 0000\ 1010\ 1000)_2$

$(1100)_2 = (1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 0 * 2^1 + 0 * 2^0)_{16} = (2^3 + 2^2)_{16} = (8 + 4)_{16} = (C)_{16}$

$(0000)_2 = (0 * 2^3 + 0 * 2^2 + 0 * 2^1 + 0 * 2^0)_{16} = (0)_{16} = (0)_{16}$

$(1010)_2 = (1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 0 * 2^0)_{16} = (2^3 + 2^1)_{16} = (8 + 2)_{16} = (A)_{16}$

$(1000)_2 = (1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 0 * 2^0)_{16} = (2^3)_{16} = (8)_{16}$

$(1100\ 0000\ 1010\ 1000)_2 = (C0A8)_{16}$

Adressierung in Bäumen

iii. Tupel aus zwei Dezimalzahlen, wobei jede Dezimalzahl eine Hälfte des Pfads darstellt

$(1100\ 0000\ 1010\ 1000)_2$

$(1100\ 0000)_2 = (192)_{10}$ $(1010\ 1000)_2 = (168)_{10}$

Tupel: (192, 168)

Zahlen sind auch nur Bäume (H)

Man kann eine Menge von Binärzahlen als Baum darstellen. Abbildung 2 zeigt einen vollständigen Binärbaum der Höhe 4. Jeder Pfad von der Wurzel zu einem Blatt kann eindeutig durch die Namen der traversierten Kanten beschrieben werden. Zum Beispiel beschreibt `0011` den Pfad von der Wurzel zum vierten Blatt von links.

Der *Präfix* eines Pfades beschreibt dabei die ersten n Namen der Kanten. Beispielsweise hat `0100` den Präfix `0` der Länge 1 und `01` der Länge 2.

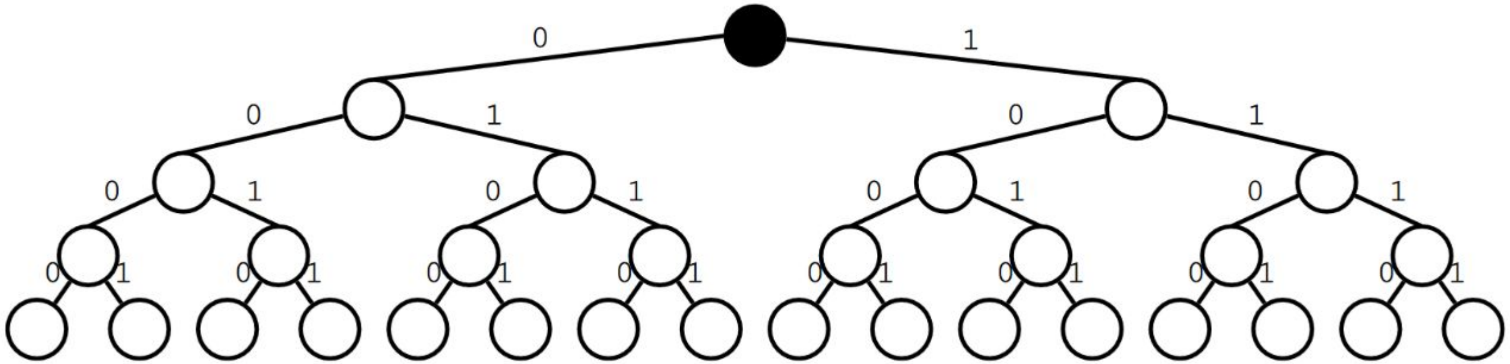


Abbildung 2: Ein vollständiger Binärbaum der Höhe 4

Zahlen sind auch nur Bäume

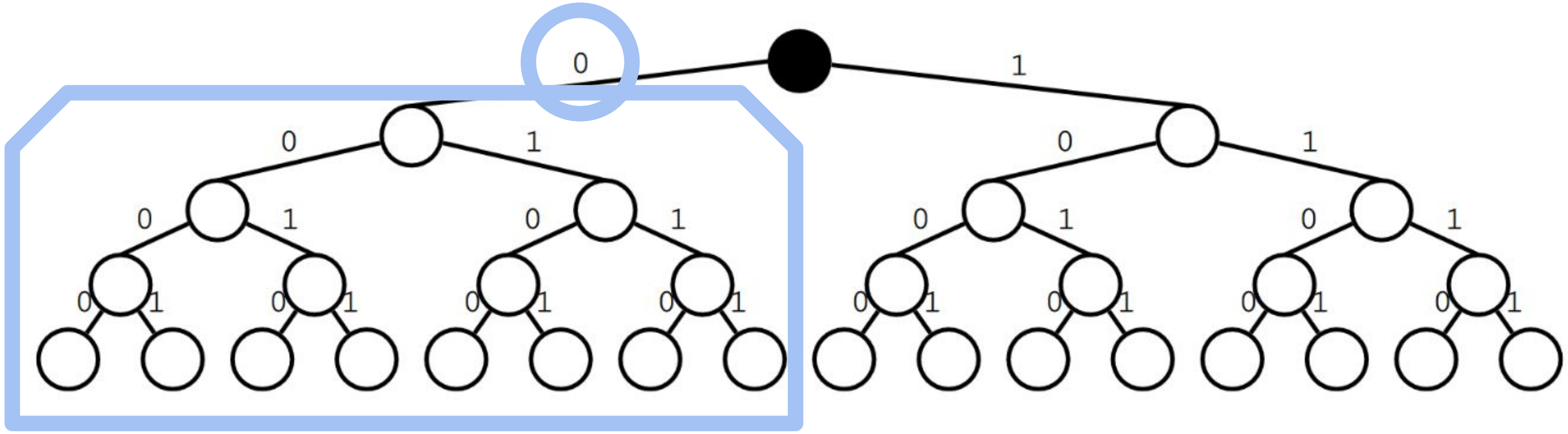


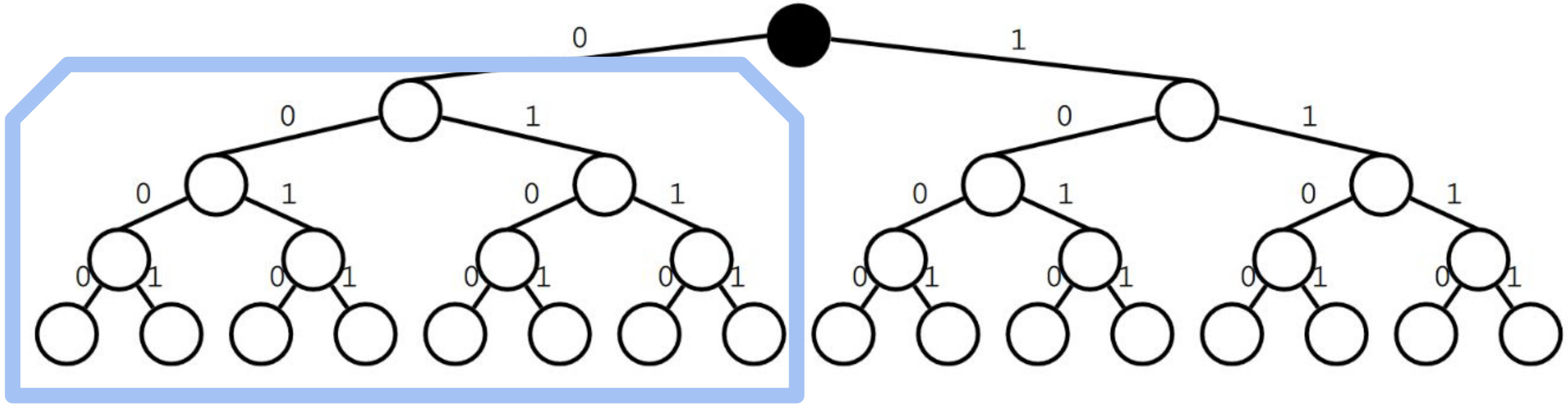
Abbildung 2: Ein vollständiger Binärbaum der Höhe 4

(a) Wie viele Pfade von der Wurzel zu einem Blatt mit dem Präfix 0 gibt es in dem in Abbildung 2 dargestellten Baum?

8 (linker Teilbaum)

Zahlen sind auch nur Bäume

(b) Wie viele Pfade von der Wurzel zu einem Blatt gibt es mit dem Präfix 0, wenn man den in der Abbildung dargestellten Binärbaum bis auf Höhe n fortführt?



Knotenebene *e* hat in einem vollständigen Binärbaum 2^e Knoten: $2^0 = 1$, $2^1 = 2$, $2^2 = 4$ … 2^n

Der linke Teilbaum (Knoten mit Präfix 0) besitzt auf jeder Ebene *e* ≠ 0 die Hälfte aller Knoten:

$$\frac{2^e}{2} = \frac{\cancel{2} * 2^e}{\cancel{2}} = 2^{e-1} \rightarrow \frac{2^n}{2} = 2^{n-1}$$

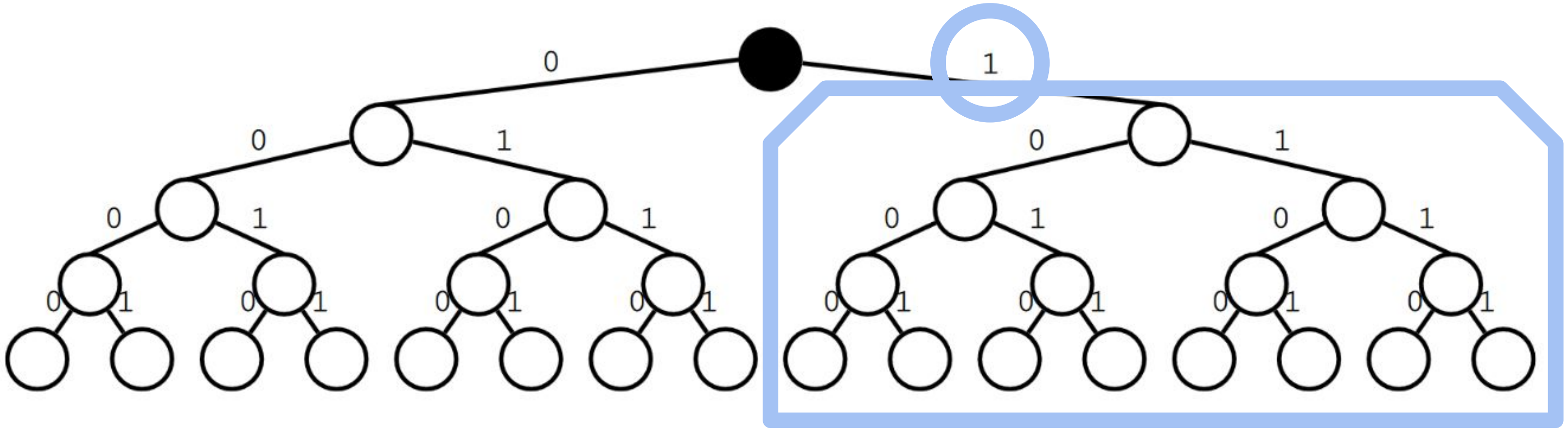
Zahlen sind auch nur Bäume

(c) Um einen gemeinsamen Präfix für einen Teilbaum anzugeben verwenden wir die Notation ⟨`Binärzahl mit Höhe des Baums vielen Stellen`⟩/⟨`Präfixlänge`⟩.

i. Wieviele Blätter hängen an dem Teilbaum 1111/1?

Der *Präfix* eines Pfades beschreibt dabei die ersten n Namen der Kanten. Beispielsweise hat `0100` den Präfix `0` der Länge 1 und `01` der Länge 2.

1111 → Präfix 1 der Länge 1

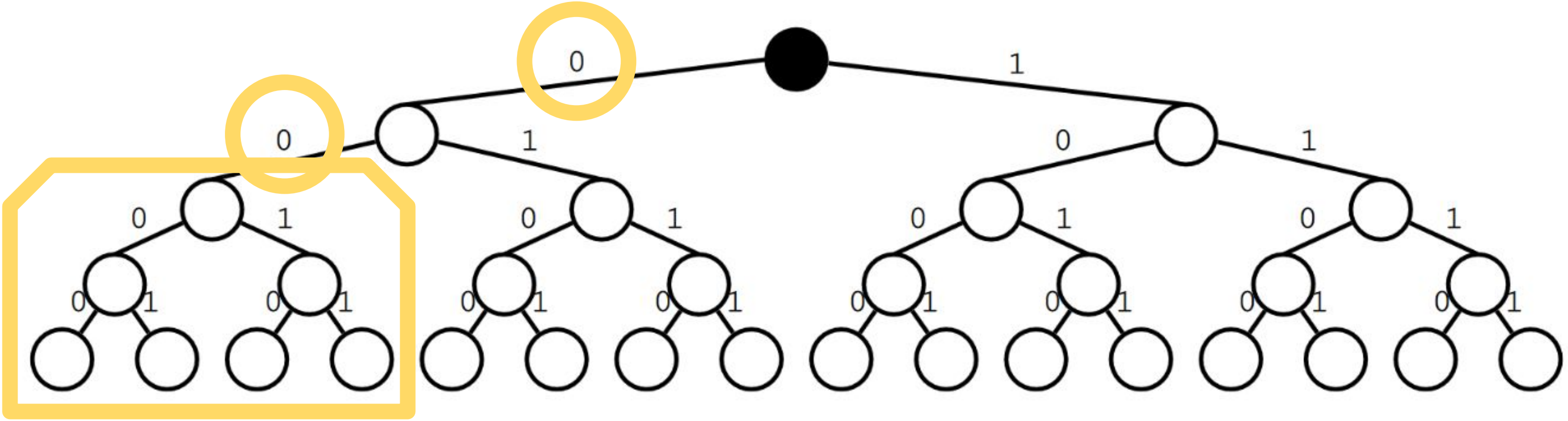


→ 8 Blätter

Zahlen sind auch nur Bäume

ii. Wieviele Blätter hängen an dem Teilbaum 0000/2?

0000 → Präfix 00 der Länge 2

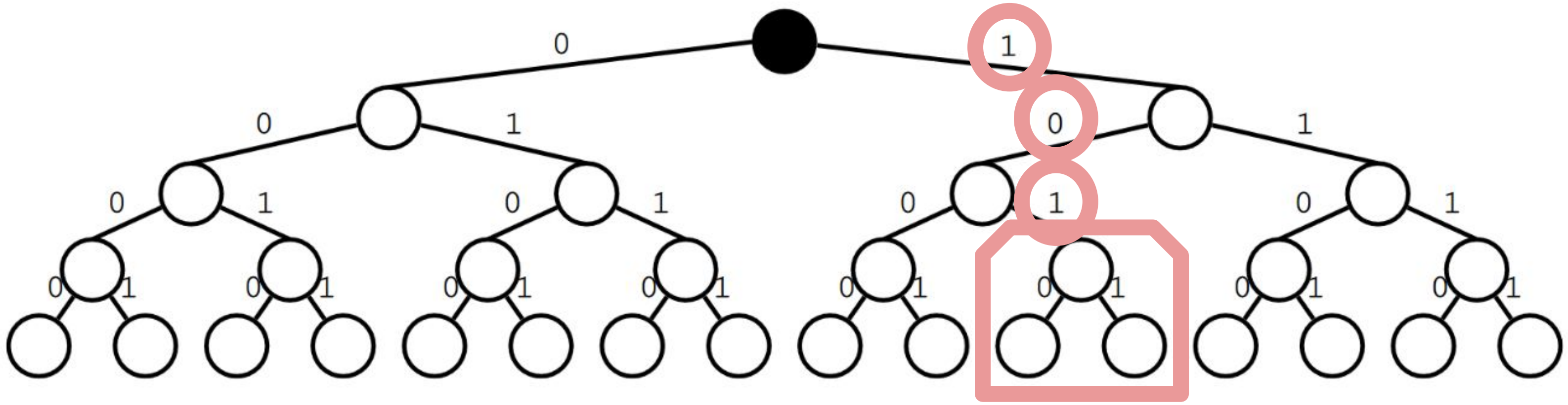


→ 4 Blätter

Zahlen sind auch nur Bäume

iii. Wieviele Blätter hängen an dem Teilbaum 1010/3?

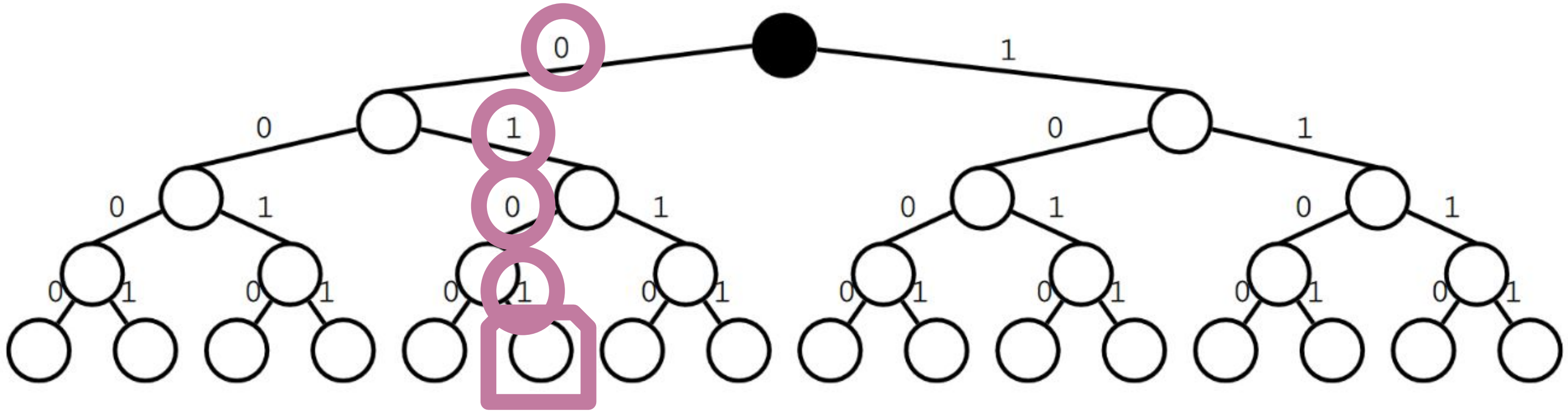
1010 → Präfix 101 der Länge 3



→ 2 Blätter

iv. Wieviele Blätter hängen an dem Teilbaum 0101/4?

0101 → Präfix 0101 der Länge 4

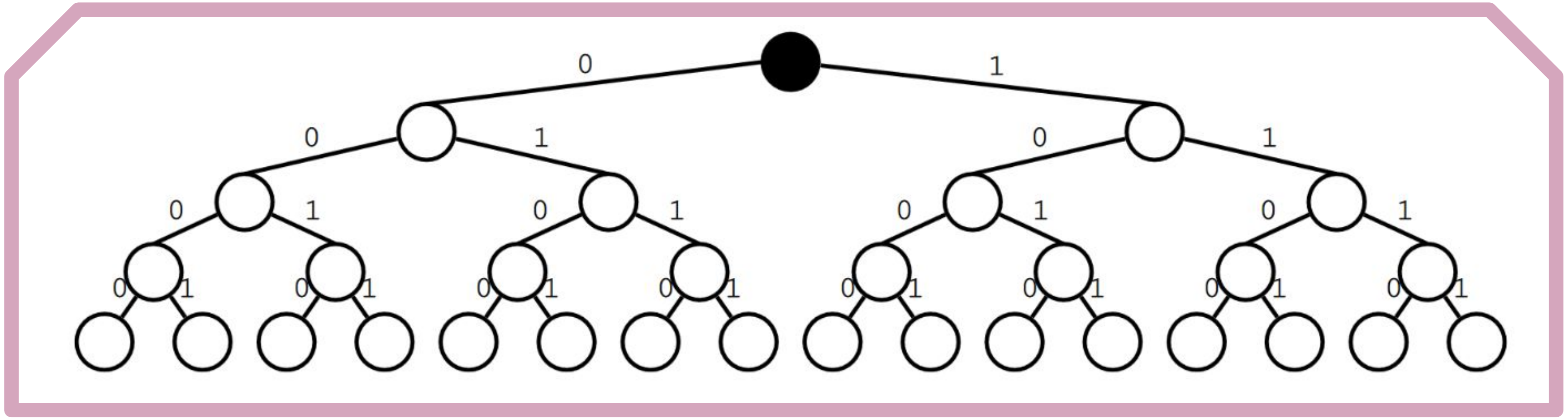


→ 1 Blatt

Zahlen sind auch nur Bäume

v. Wieviele Blätter hängen an dem Teilbaum 0110/0?

0110 → Präfix hat Länge 0, also kein Präfix



→ keine Einschränkung, gesamter Baum wird betrachtet, also 16 Blätter