Einführung in die Informationsverarbeitung

Øyvind Eide

Woche 2
Datenstrukturen
Algorithmen

oeide@uni-koeln.de
http://idh.uni-koeln.de

Universität zu Köln
Digital Humanities – Historisch-Kulturwissenschaftliche Informationsverarbeitung
Prof. Dr. Eide

Basisdatenstrukturen

- Boolean / Logischer Wert
- Integer
- [Rationale Zahlen]
- Realzahlen
- Zeichen
- Zeichenketten

Datenstrukturen und Hardware

Datenstrukturen geben Regeln wieder, wie ein bestimmter Speicherbereich interpretiert wird.

ASCII Zeichen 'a' = 97; 'A' = 65.

oder

'Pixel' 97 ist eineinhalb mal heller als 'Pixel' 65.

Datenstrukturen und Hardware

Festlegungen sind „willkürlich“.

Groß- / Klein v. Umlaute

Zeichen

a	097	A	65
b	098	B	66
c	099	C	67
d	100	D	68
e	101	E	69
f	102	F	70
g	103	G	71
h	104	H	72
i	105	I	73
j	106	J	74
k	107	K	75
…	…	…	…

Zeichen

a	01100001	A	01000001
b	01100010	B	01000010
c	01100011	C	01000011
d	01100100	D	01000100
e	01100101	E	01000101
f	01100110	F	01000110
g	01100111	G	01000111
h	01101000	H	01001000
i	01101001	I	01001001
j	01101010	J	01001010
k	01101011	K	01001011
…	…	…	…

Zeichen

a	01100001	A	01000001
b	01100010	B	01000010
c	01100011	C	01000011
d	01100100	D	01000100
e	01100101	E	01000101
f	01100110	F	01000110
g	01100111	G	01000111
h	01101000	H	01001000
i	01101001	I	01001001
j	01101010	J	01001010
k	01101011	K	01001011
…	…	…	…

Zeichen

Festlegungen sind „willkürlich“.

lower(x) = upper(x) | '00100000'
= schnellste verfügbare Operation des Rechners!

Merke

Darstellung von Datenstrukturen sind „willkürlich“.

… können den Aufwand für eine Anwendung aber entscheidend beeinflussen!

Datenstruktur „Zeiger“

Diagrammatische Darstellung:

A „zeigt auf“ B

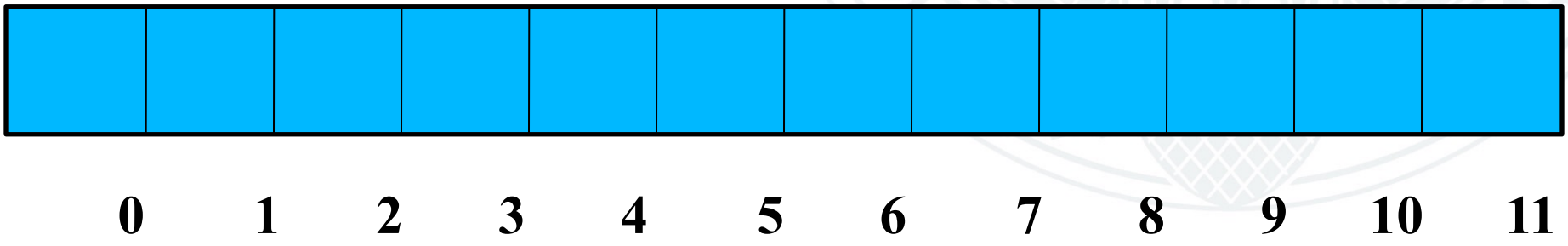
Datenstruktur „Zeiger“

Diagrammatische Darstellung:

„Zeiger“: Ein Speicherinhalt eines Rechners verweist auf einen anderen.

Datenstruktur im Speicher

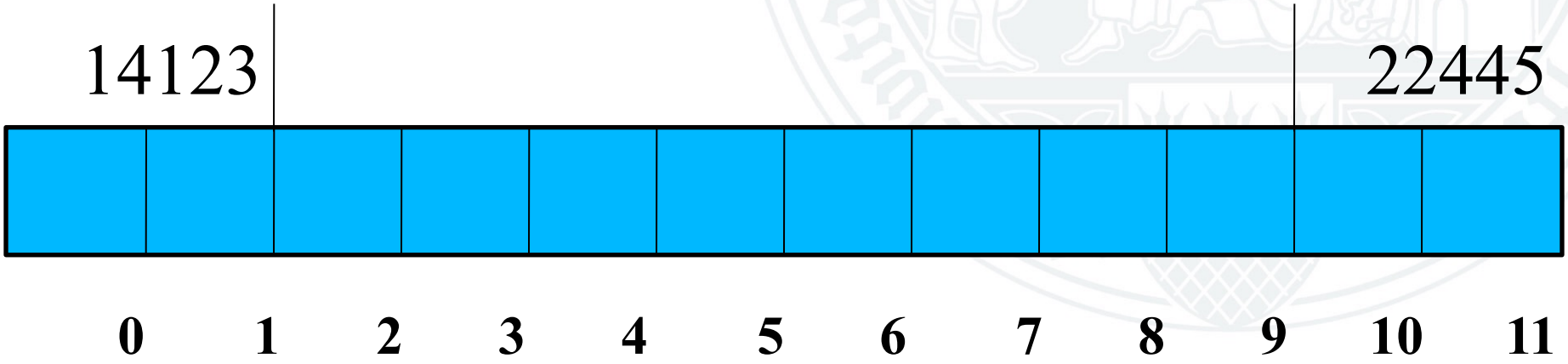
Speicher als „karierte Zeile“



Datenstruktur im Speicher

Zahl „14123“ in Bytes 0 bis 1

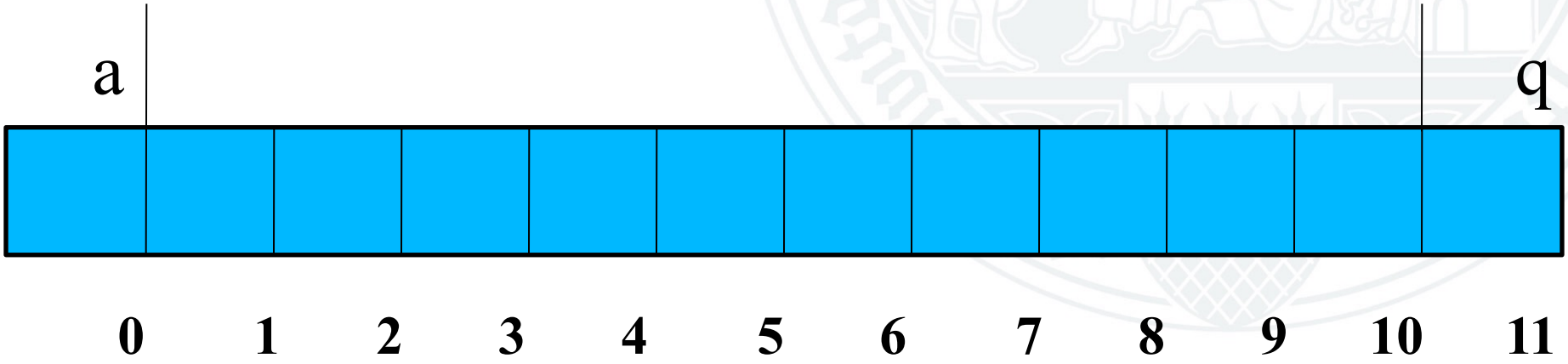
Zahl „22445“ in Bytes 10 bis 11



Datenstruktur im Speicher

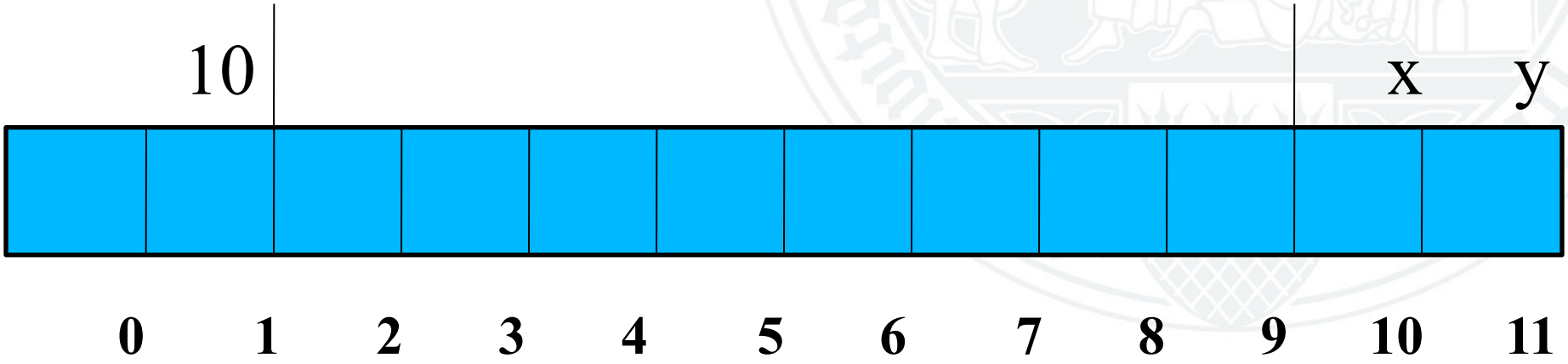
Zeichen „a“ in Byte 0

Zeichen „q“ in Byte 11



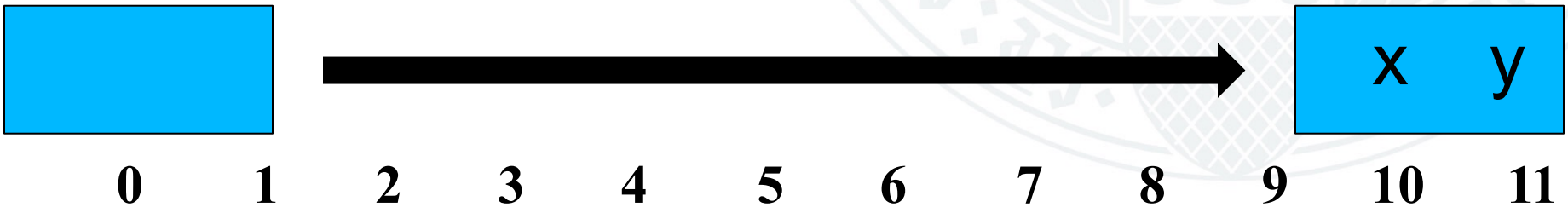
Datenstruktur im Speicher

Zeiger in Bytes 0 bis 1 verweist auf Speicherblock, enthaltend „xy“, beginnend in Byte 10



Zeiger graphisch

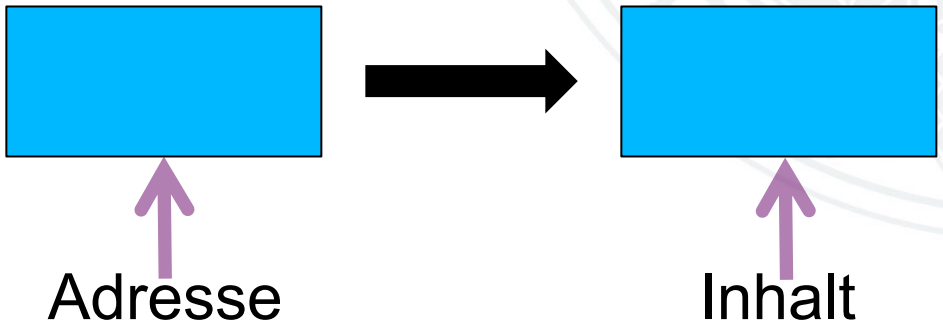
Zeiger in Bytes 0 bis 1 verweist auf Speicherblock, enthaltend „xy“, beginnend in Byte 10



Zeiger graphisch

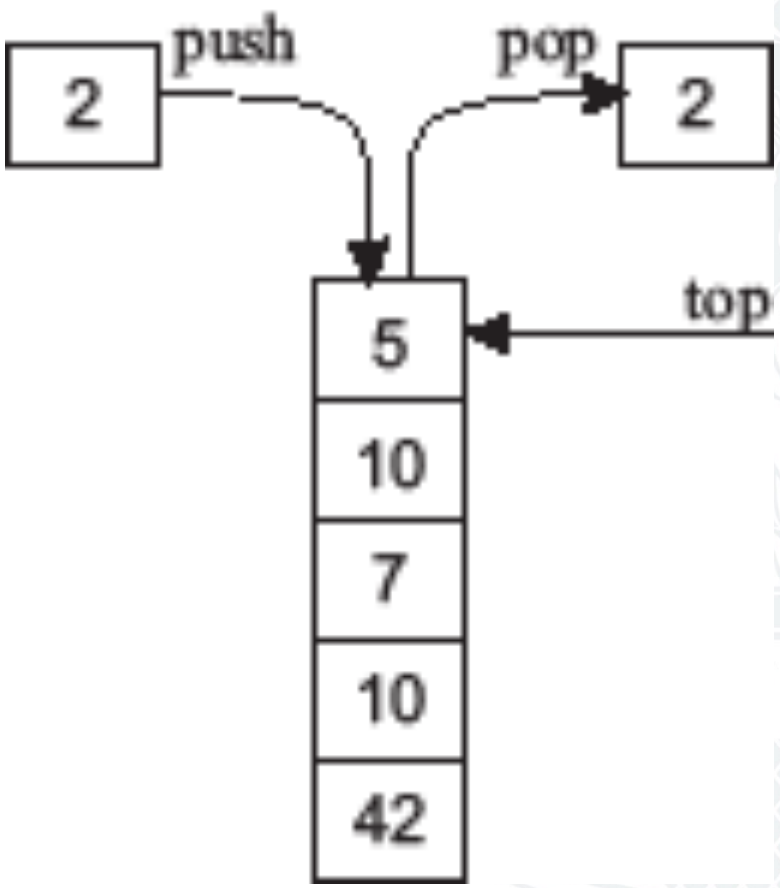
Zeiger verweist von einem Datenblock auf einen anderen.

Inhalt im Datenblock: Kontext-basierte Interpretation



Technische Datenstrukturen

Stacks



Auch bekannt als: „LIFO“ – Last In, First Out

Start

Lies:

Atom 1

Verarbeite:

„Push to stack“

Lies:

Verarbeite:

Atom 1

„Lies weiter“

Lies:

Atom 2

Verarbeite:

Atom 1

„Push to stack“

Lies:

Verarbeite:

Atom 2

Atom 1

„Lies weiter“

Lies:

Atom 3

Verarbeite:

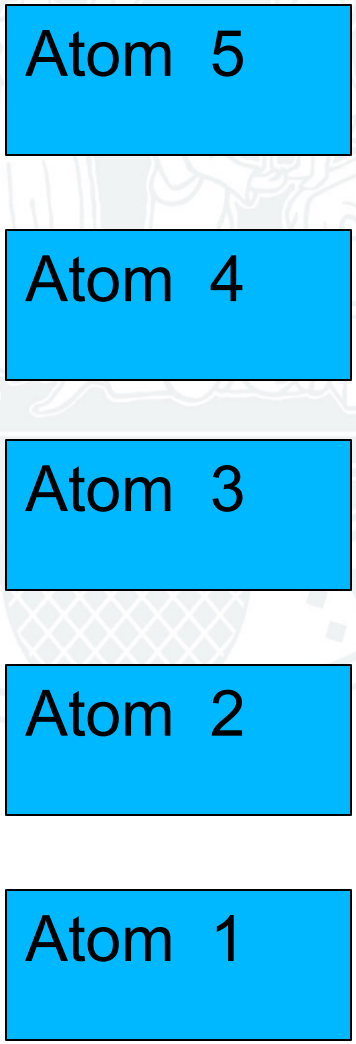
Atom 2

Atom 1

Schließlich

Lies:

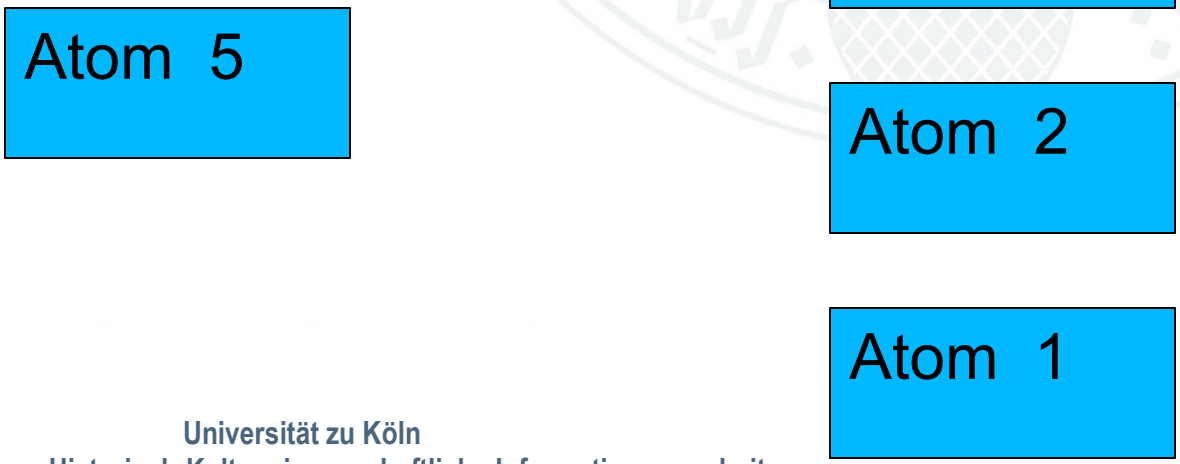
Verarbeite:



„Pop from stack“

Lies:

Verarbeite:



„Pop from stack“

Lies:

Verarbeite:

Atom 4

Atom 3

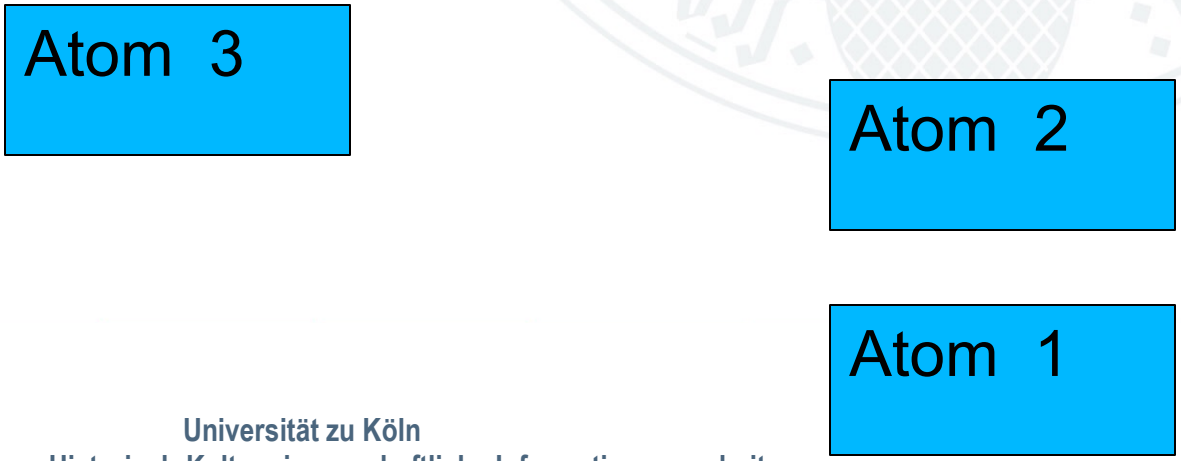
Atom 2

Atom 1

„Pop from stack“

Lies:

Verarbeite:



„Pop from stack“

Lies:

Verarbeite:

Atom 2

Atom 1

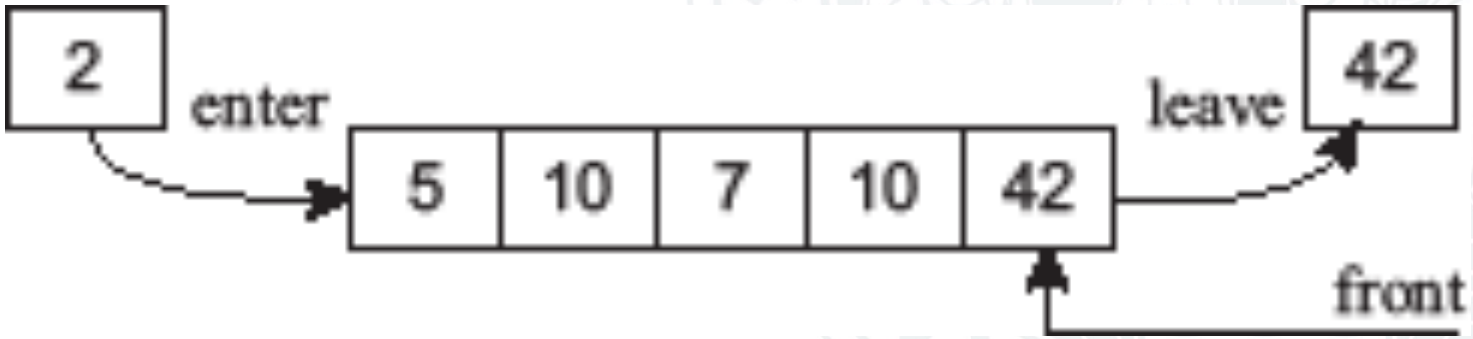
„Pop from stack“

Lies:

Verarbeite:

Atom 1

Queues



Auch bekannt als: „FIFO“ – First In, First Out

Start

Lies:

Atom 1

Verarbeite:

„Push to queue“

Lies:

Verarbeite:

Atom 1

„Lies weiter“

Lies:

Atom 2

Verarbeite:

Atom 1

„Push to queue“

Lies:

Verarbeite:

Atom 2

Atom 1

„Lies weiter“

Lies:

Atom 3

Verarbeite:

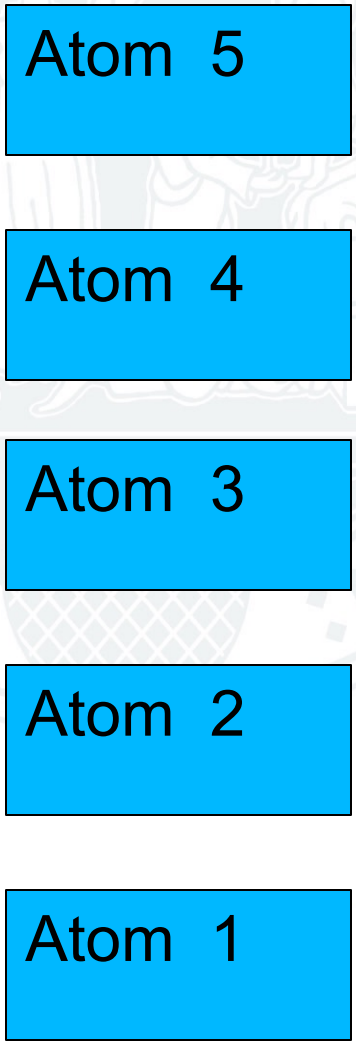
Atom 2

Atom 1

Schließlich

Lies:

Verarbeite:



„Pop from queue”

Lies:

Atom 5

Atom 4

Atom 3

Verarbeite:

Atom 1

Atom 2

„Pop from queue”

Lies:

Atom 5

Atom 4

Atom 3

Verarbeite:

Atom 2

„Pop from queue”

Lies:

Atom 5

Atom 4

Verarbeite:

Atom 3

„Pop from queue”

Atom 5

Lies:

Verarbeite:

Atom 4

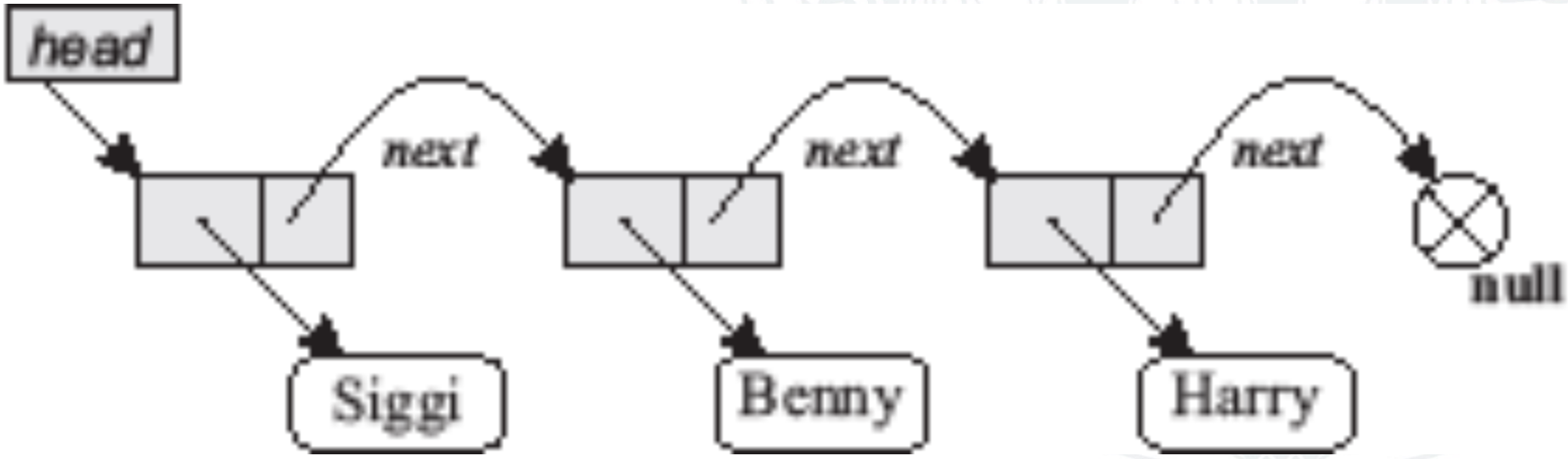
„Pop from queue”

Lies:

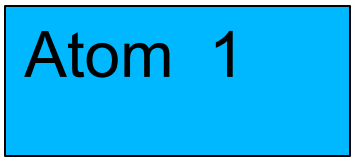
Verarbeite:

Atom 5

Einfach Verknüpfte Listen

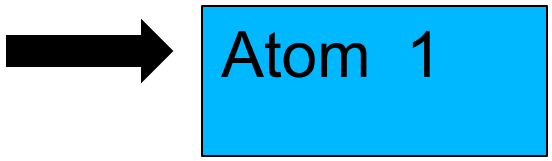


Erzeuge Atom 1



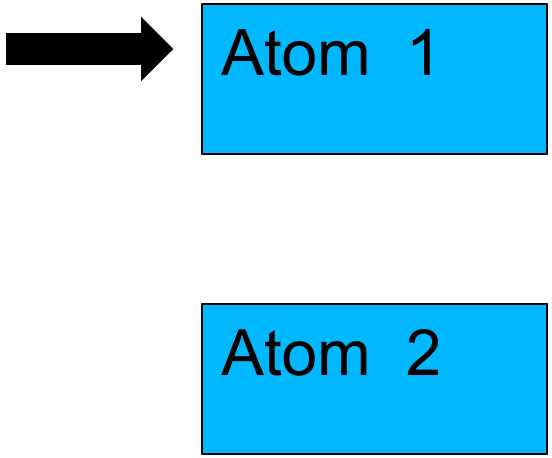
Mache Atom 1 zum Listenkopf

Kopf:



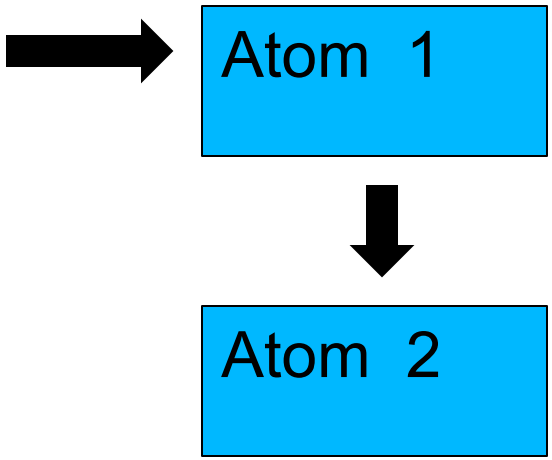
Erzeuge Atom 2

Kopf:



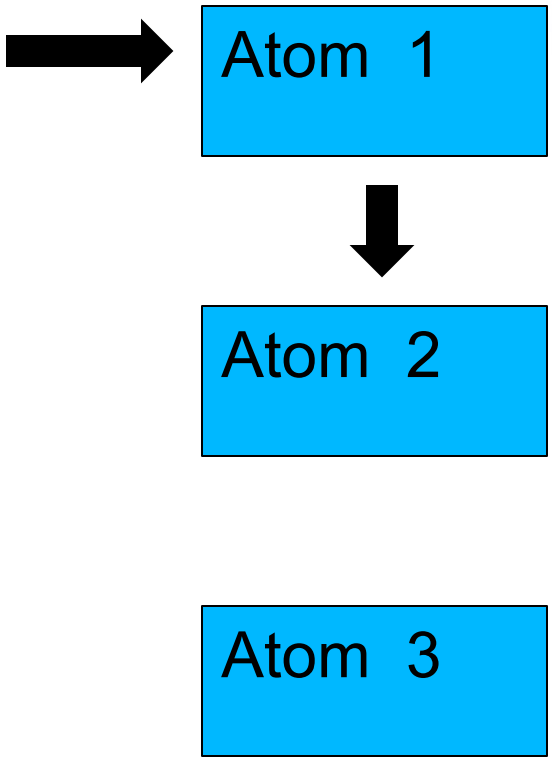
Verbinde Atom 2 mit Liste

Kopf:



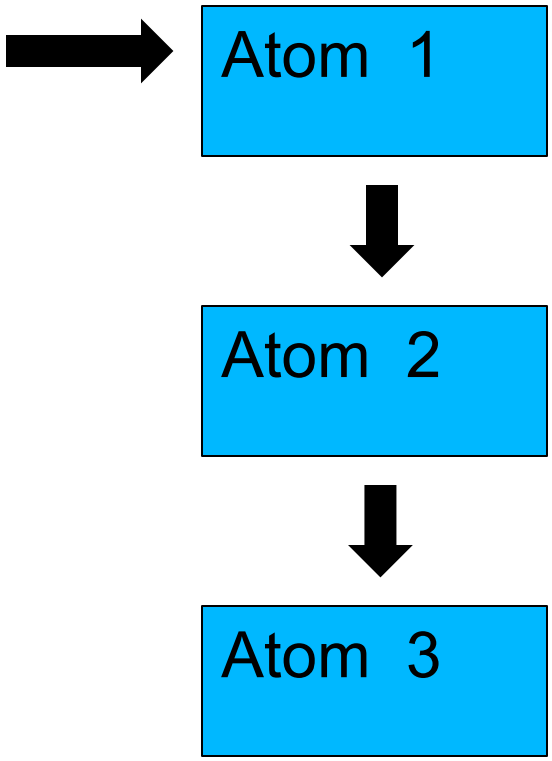
Erzeuge Atom 3

Kopf:



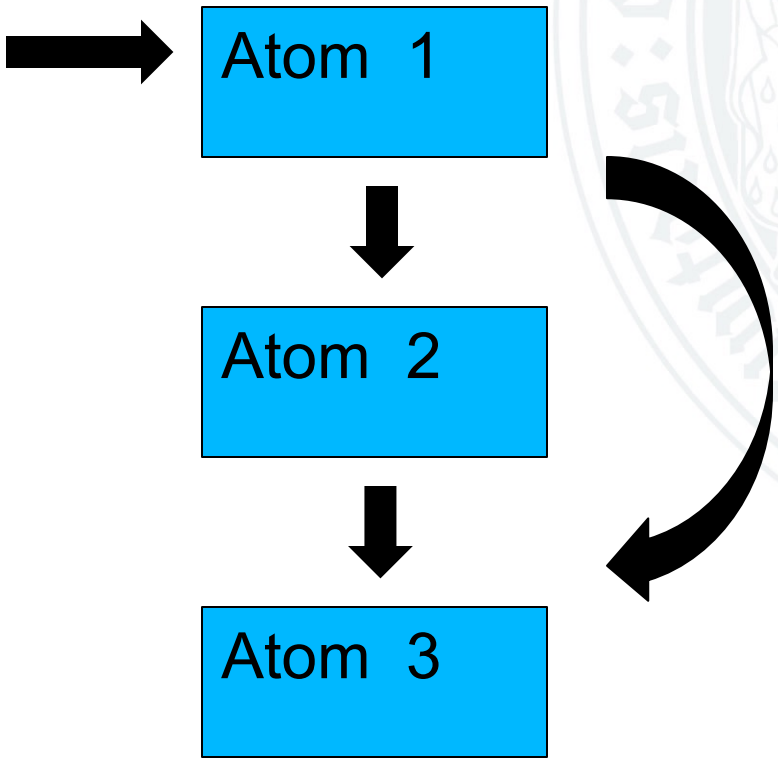
Verbinde Atom 3 mit Liste

Kopf:



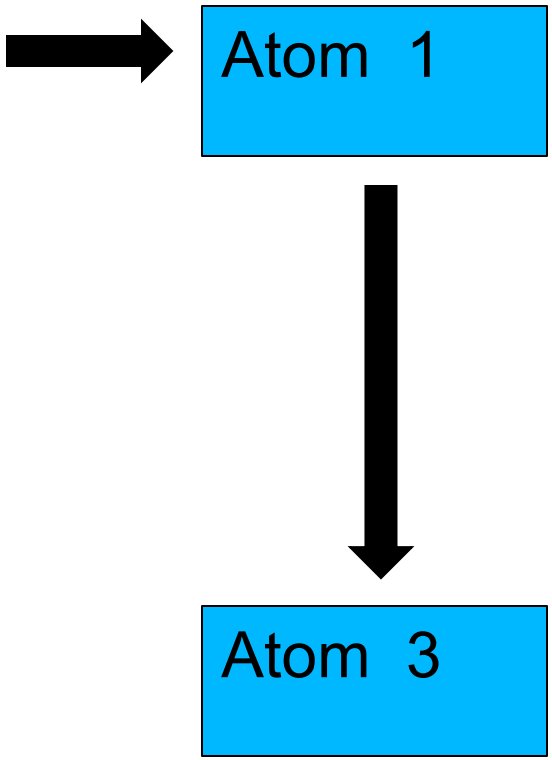
Lösche Atom 2

Kopf:



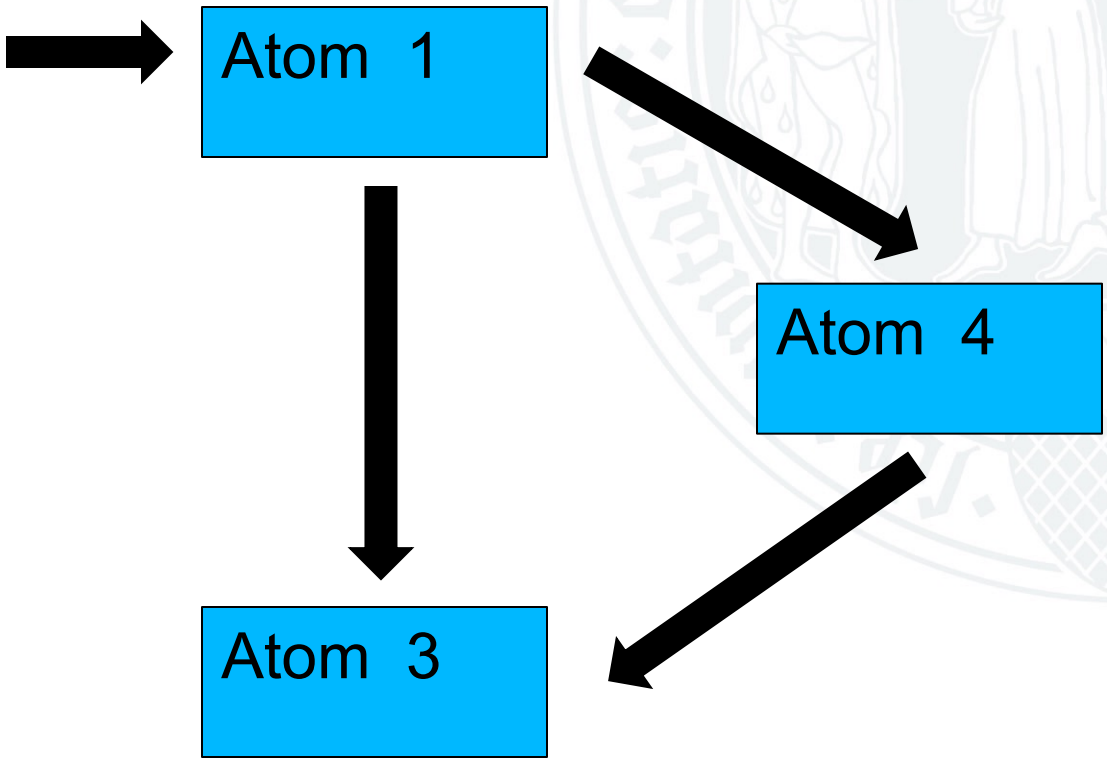
Lösche Atom 2

Kopf:



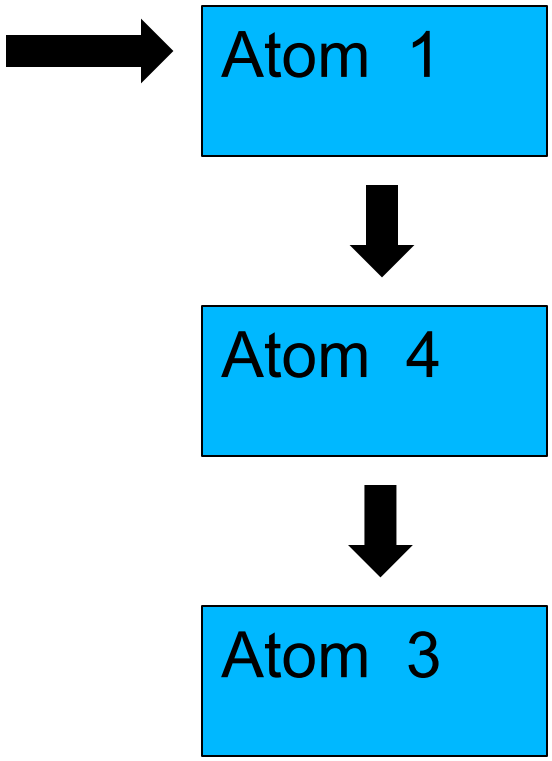
Füge Atom 4 ein

Kopf:

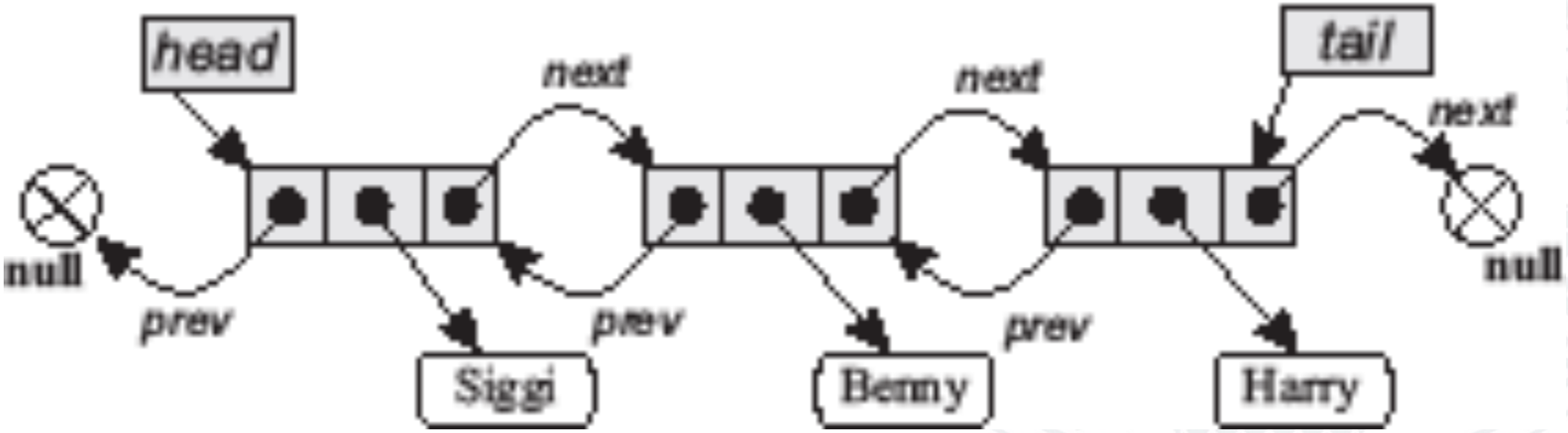


Füge Atom 4 ein

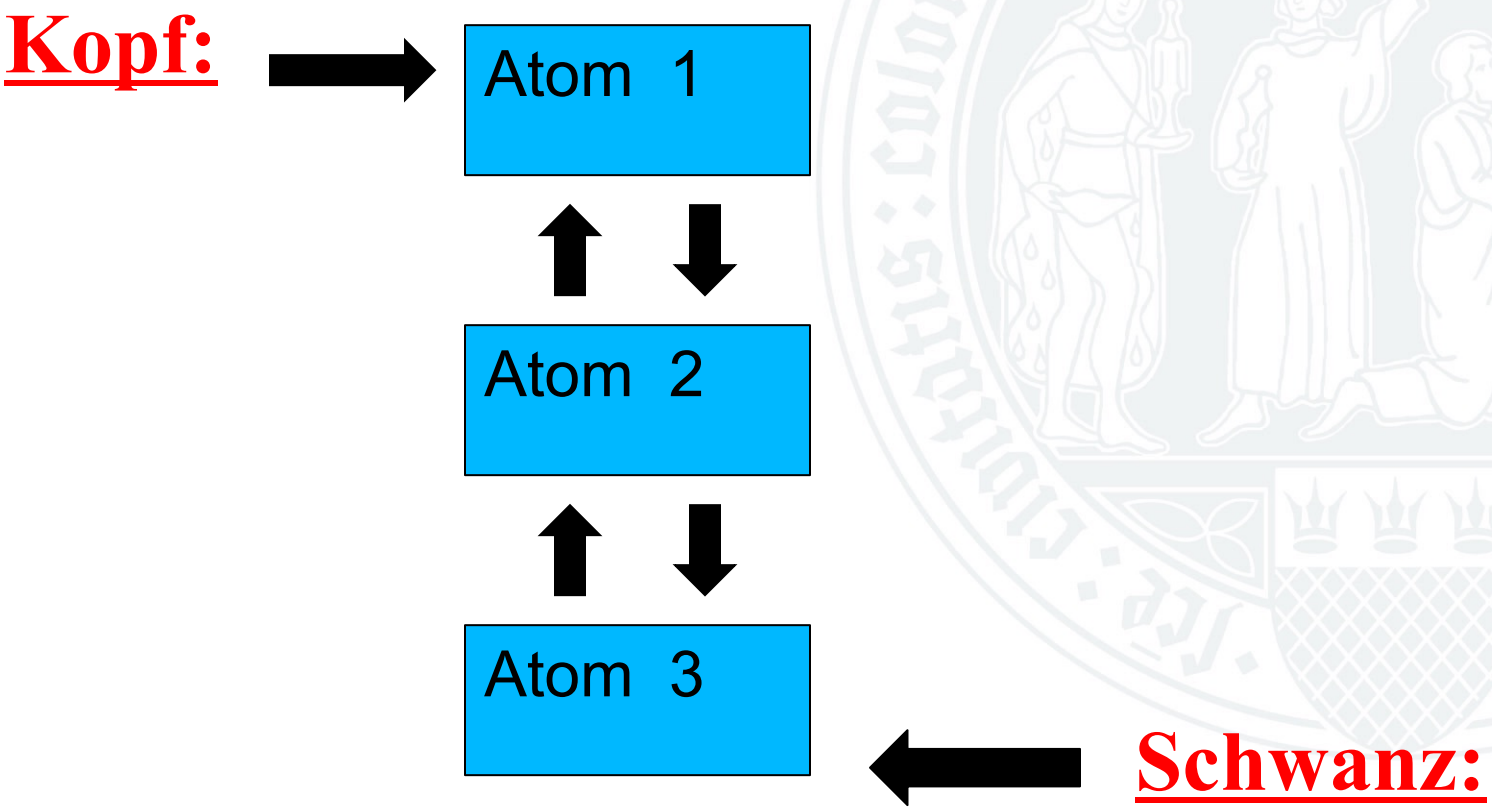
Kopf:



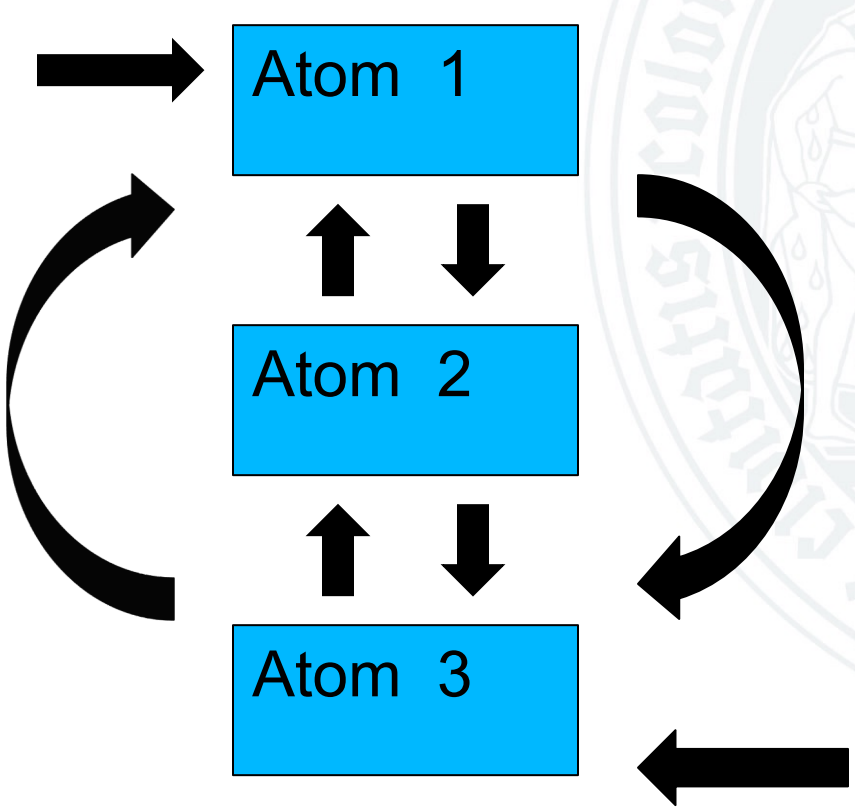
Doppelt Verknüpfte Listen



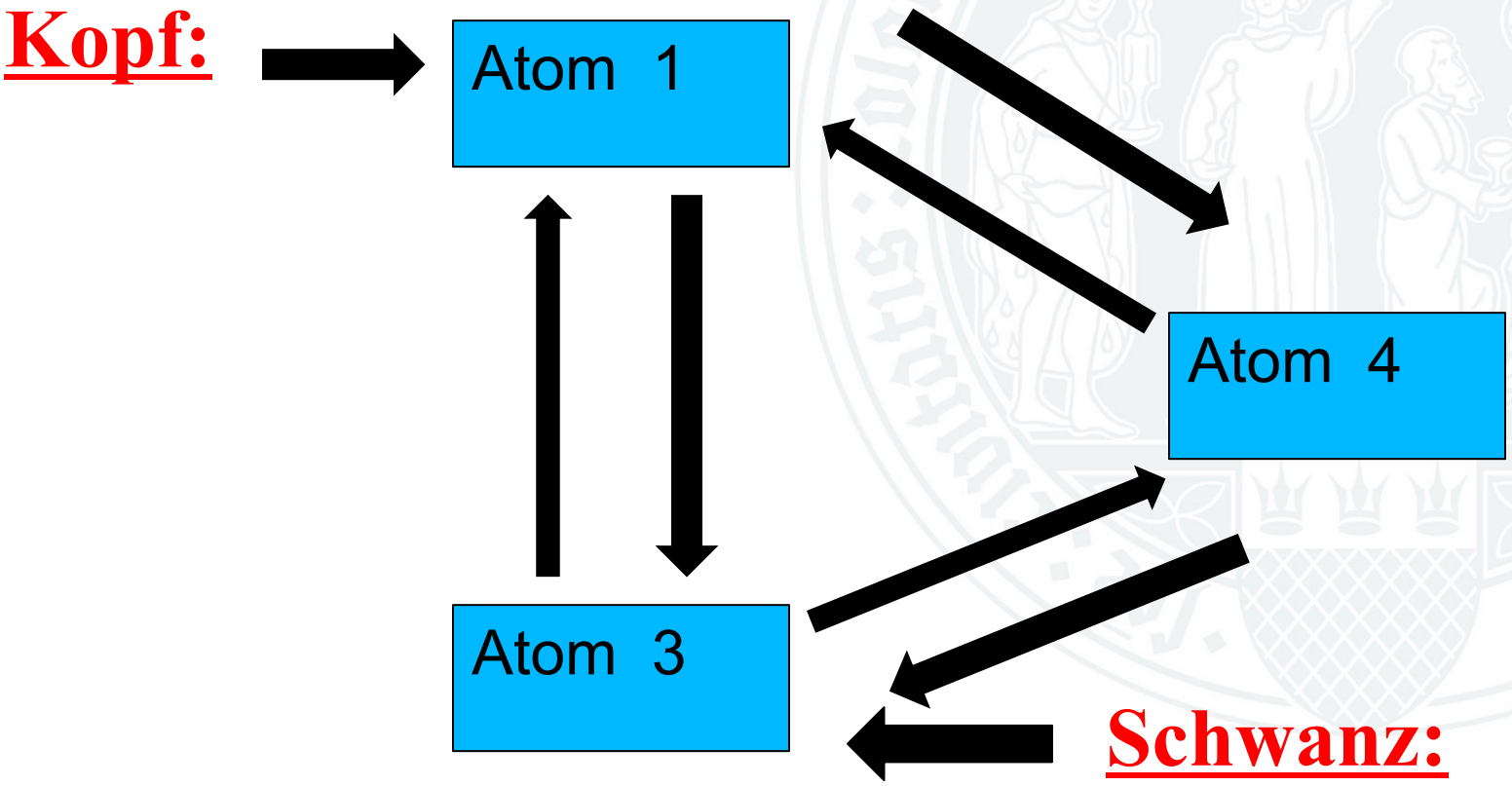
Doppelt Verknüpfte Listen



Löschen von Atom 2



Einfügen von Atom 4



Inhaltliche Datenstrukturen

Datentypen allgemein

<Datentyp> ::=
ein 3-Tupel (oder Tripel) **{ E, I, O }**
wobei
E ::= Externe Darstellung
I ::= Interne Darstellung
O ::= Menge auf I definierter Operationen

(Notation: " ::= " = "definiert als ")

Datentyp Zeit allgemein

E Regel für "4.6.2007"

I Zeit ist ein Vektor von Tagen seit einem willkürlichen Tag 0, wobei ein beliebiger Tag i als Offset t vom Ursprung definiert ist.

O

t-less(i,j) ===> **Boolean**

t-less(4.6.2007,5.6.2007) ===> **True**

t-subtract(i,j) ===> **Ganze Zahl**

t-subtract(5.6.2007,4.6.2007) ===> 1

Datentyp „Historische Zeit“ I

E Regel für "pri non jun 2007"

I Zeit ist ein Vektor von Tagen seit einem willkürlichen Tag 0, wobei ein beliebiger Tag i als Offset t vom Ursprung definiert ist.

O

t-less(i,j) ===> **Boolean**

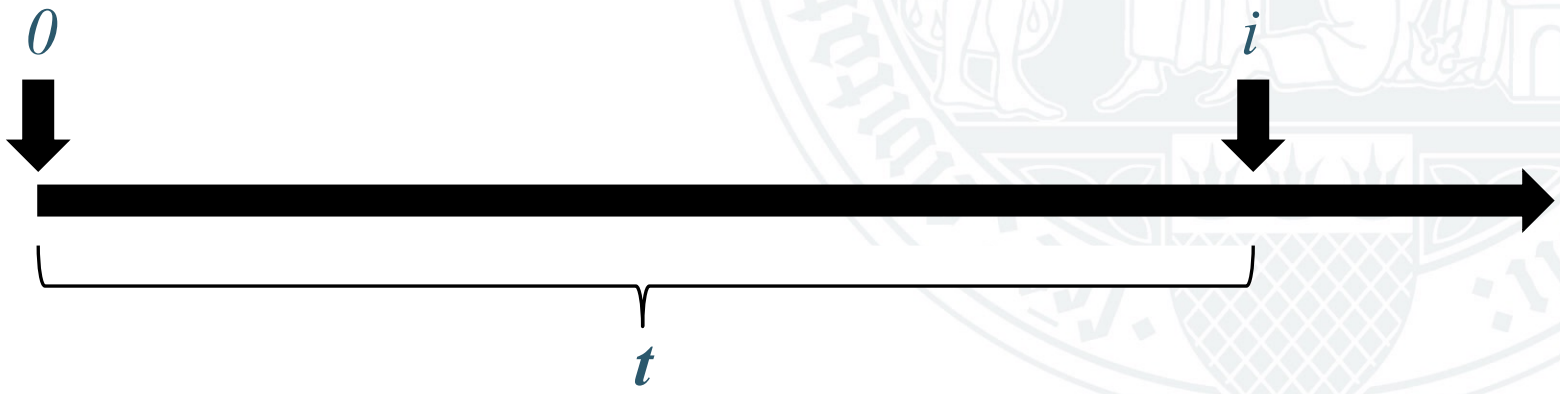
t-less(pri non jun 2007,non jun 2007) ===> **True**

t-subtract(i,j) ===> **Ganze Zahl**

t-subtract(non jun 2007,pri non jun 2007) ===> 1

Datentyp „Historische Zeit“ I

I Zeit ist ein Vektor von Tagen seit einem willkürlichen Tag 0, wobei ein beliebiger Tag *i* als Offset **t** vom Ursprung definiert ist.



Datentyp „Historische Zeit“ II

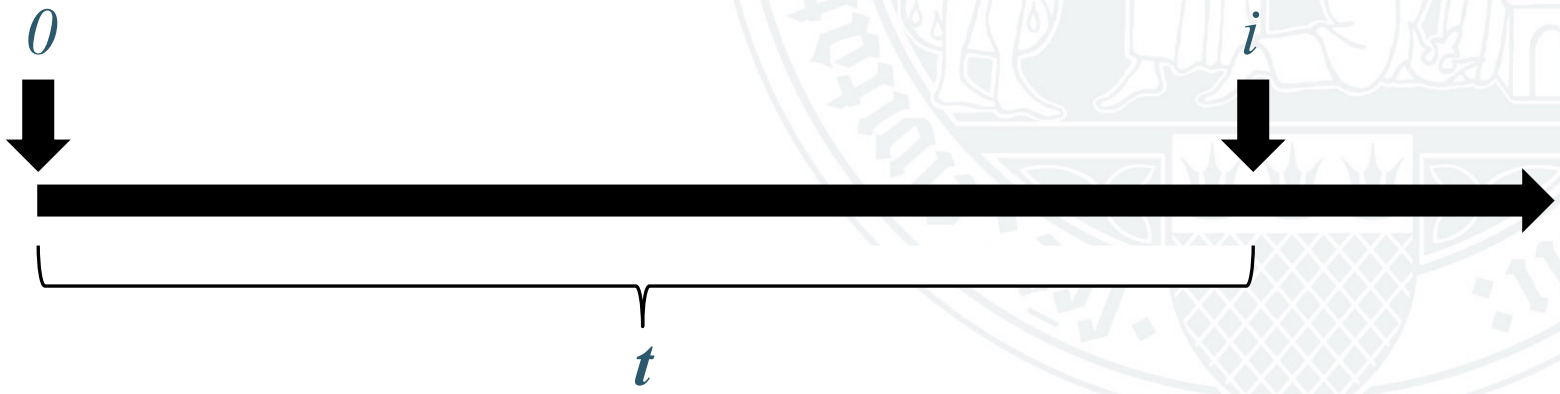
E Regel für "6 Tammuz 5763"
I Zeit ist ein Vektor von Tagen seit einem willkürlichen Tag 0, wobei ein beliebiger Tag i als Offset t vom Ursprung definiert ist.

O
t-less(i,j) ===> **Boolean**
t-less(6 Tammuz 5763,7 Tammuz 5763) ===> **True**

t-subtract(i,j) ===> **Ganze Zahl**
t-subtract(7 Tammuz 5763,6 Tammuz 5763) ===> 1

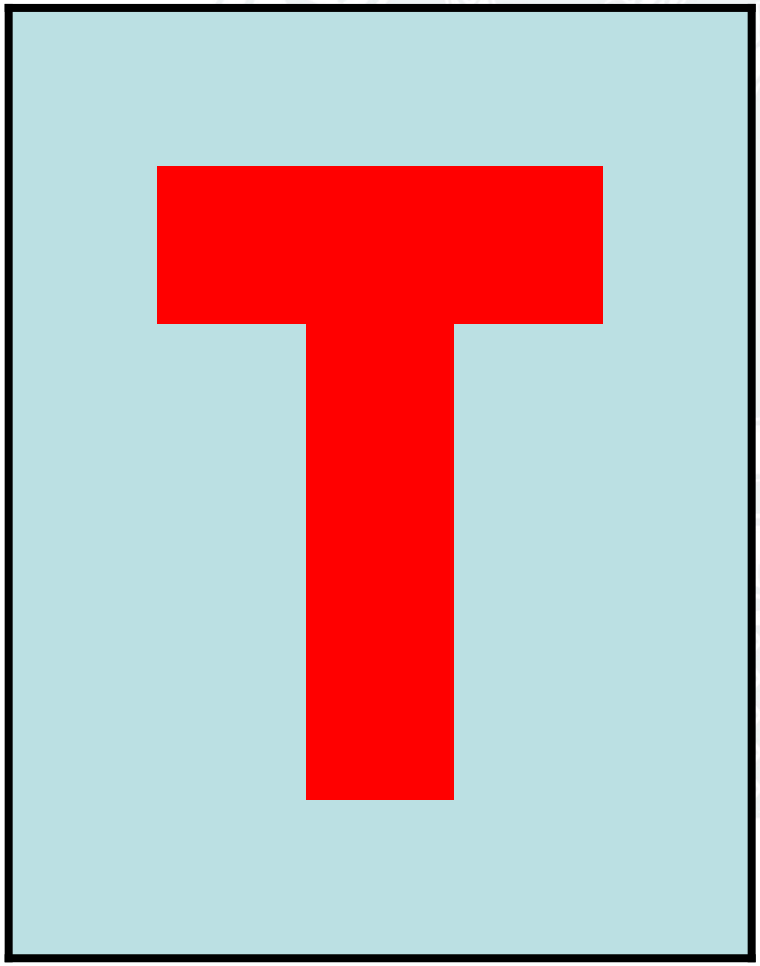
Datentyp „Historische Zeit“ II

I Zeit ist ein Vektor von Tagen seit einem willkürlichen Tag 0, wobei ein beliebiger Tag *i* als Offset **t** vom Ursprung definiert ist.



Datenstruktur aus dem Softwarengineering

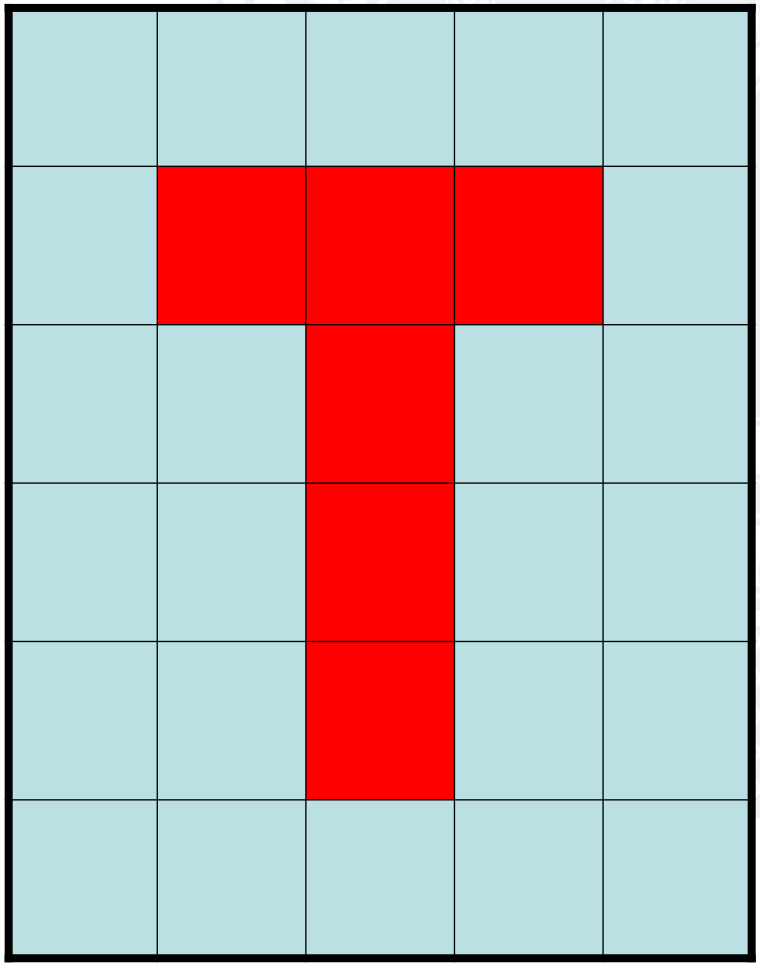
Ein Bild



Ein Bild

6 Zeilen

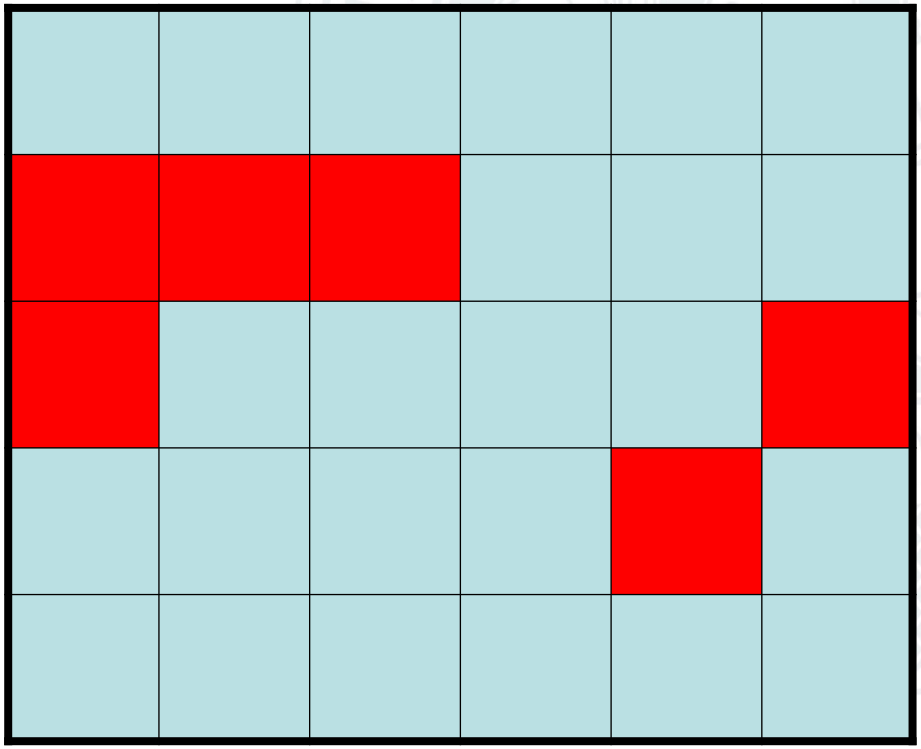
5 Spalten



Ein Bild

5 Zeilen

6 Spalten



Ein Bild

1 == grau

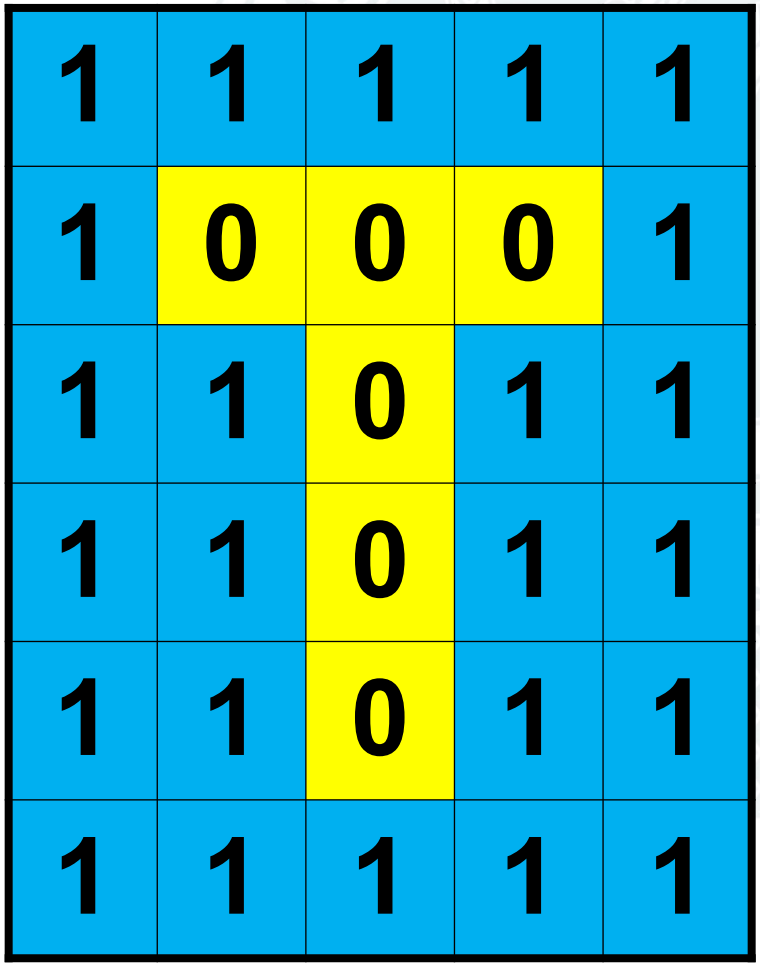
0 == rot

1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Ein Bild

1 == blau

0 == gelb

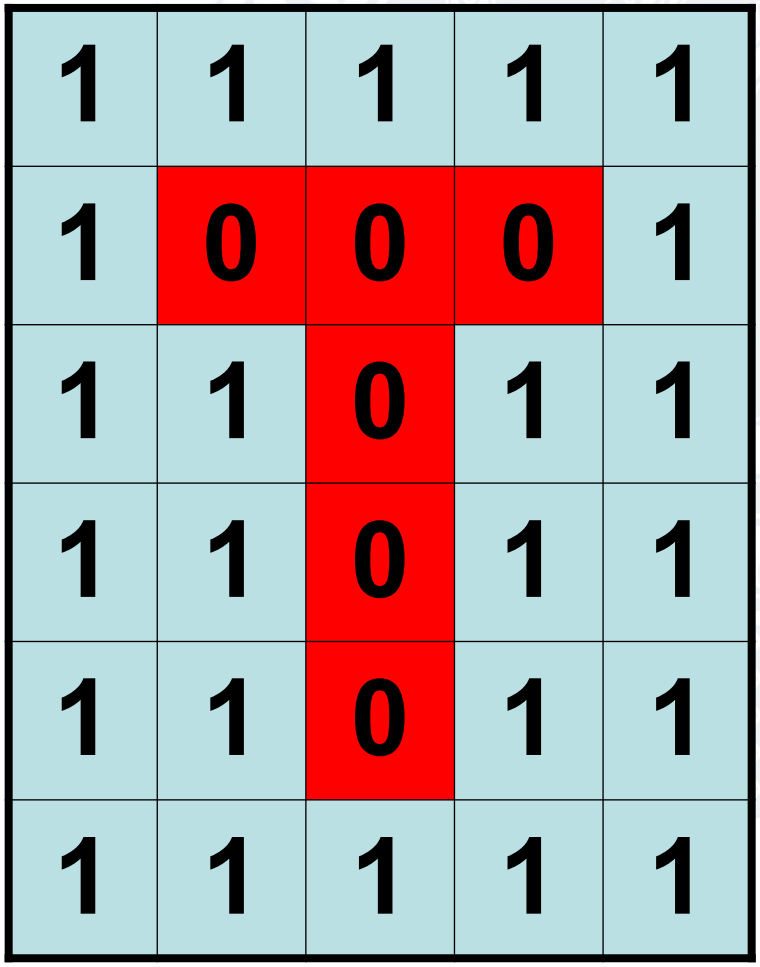


Ein Bild

Speicherung:

1,1,1,1,1,1,0,0,
0,1,1,1,0,1,1,1,
1,0,1,1,1,1,0,1,
1,1,1,1,1,1

Unkomprimiert



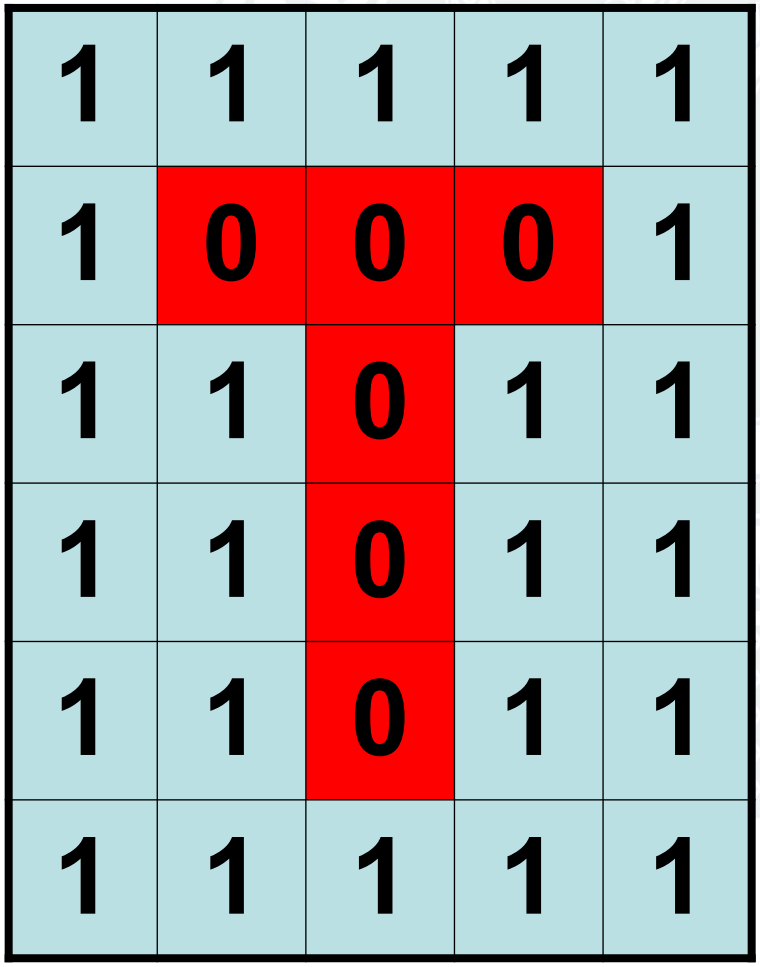
Ein Bild

Store:

6,1,3,0,3,1,1,0,
4,1,1,0,4,1,1,0,
7,1

(Compressed)

Run Length Encoded



Ein Bild

Speicherung:

SetSize: 5 by 6

SetBackgroundColor: Gray

SetForegroundColor: Red

SetLetterHeight: 4

MoveTo: 3,5

DrawLetter: T

Vector Format

1,1	2,1	3,1	4,1	5,1
1,2	2,2	3,2	4,2	5,2
1,3	2,3	3,3	4,3	5,3
1,4	2,4	3,4	4,4	5,4
1,5	2,5	3,5	4,5	5,5
1,6	2,6	3,6	4,6	5,6

Ein Bild

6 Zeilen

5 Spalten

1 == grau

0 == rot

Unkomprimiert

1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Ein Bild

Dimensionen

1 == gray
0 == red

Unkomprimiert

1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Ein Bild

Dimensionen

Photogrammetrische Interpretation

Unkomprimiert

1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Ein Bild

Dimensionen

Photogrammetrische Interpretation

Kompressionstechnik

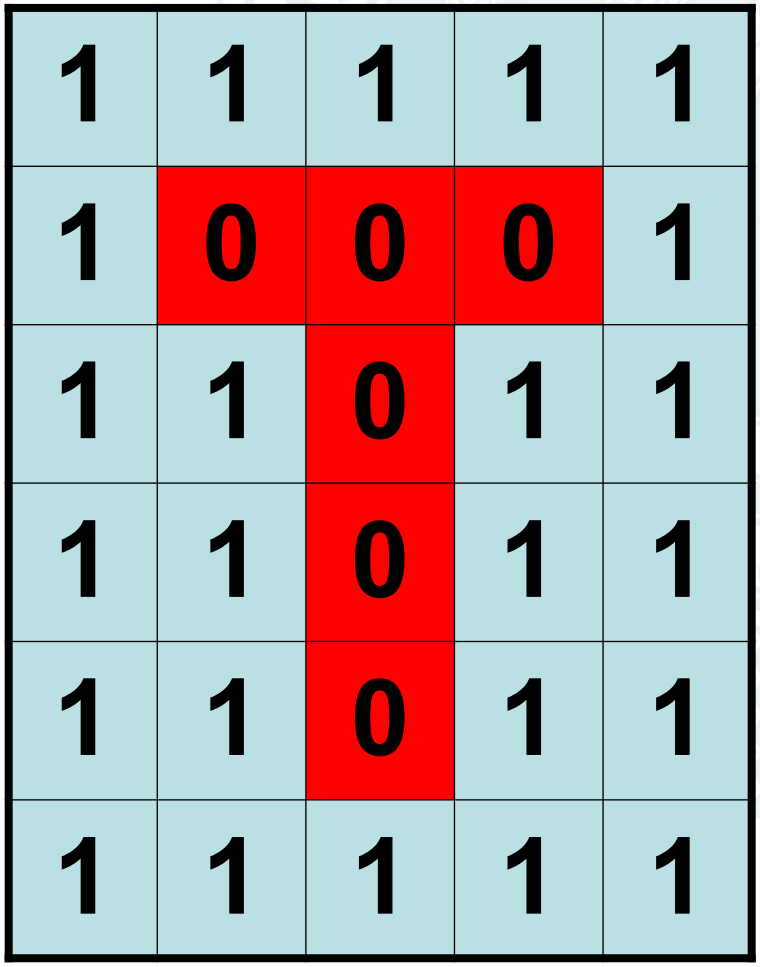
1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Ein Bild

<basic information>

<rendering information>

<storage information>



Ein Bild

<basic information>

(implizit / explizit)

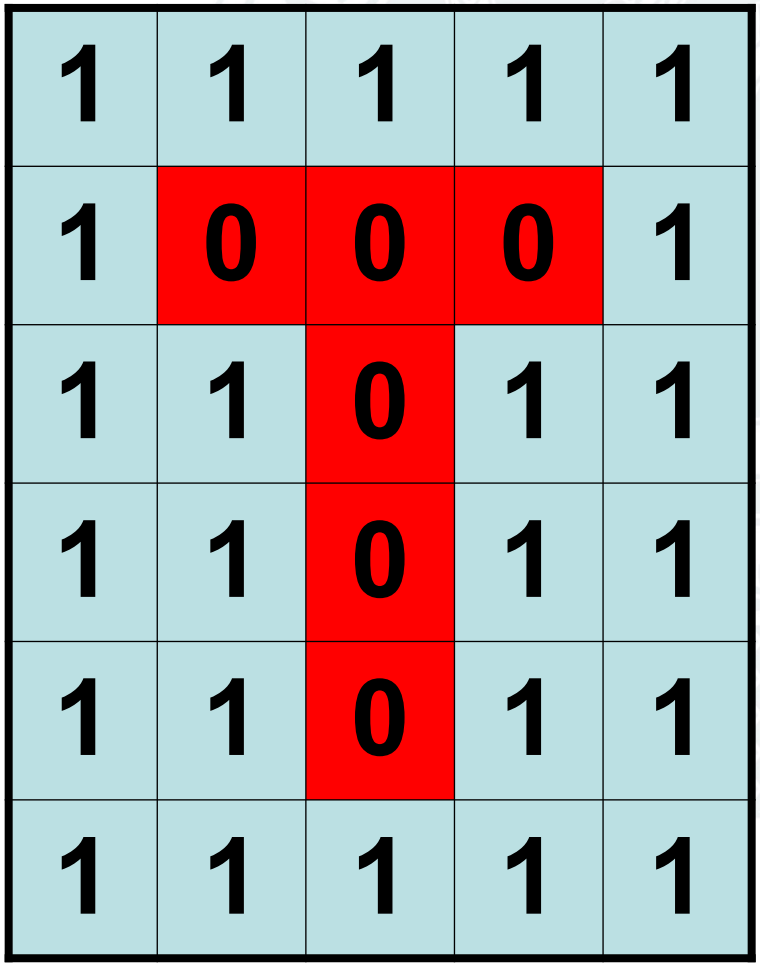
<rendering information>

(implicit / explicit)

<storage information>

(implicit / explicit)

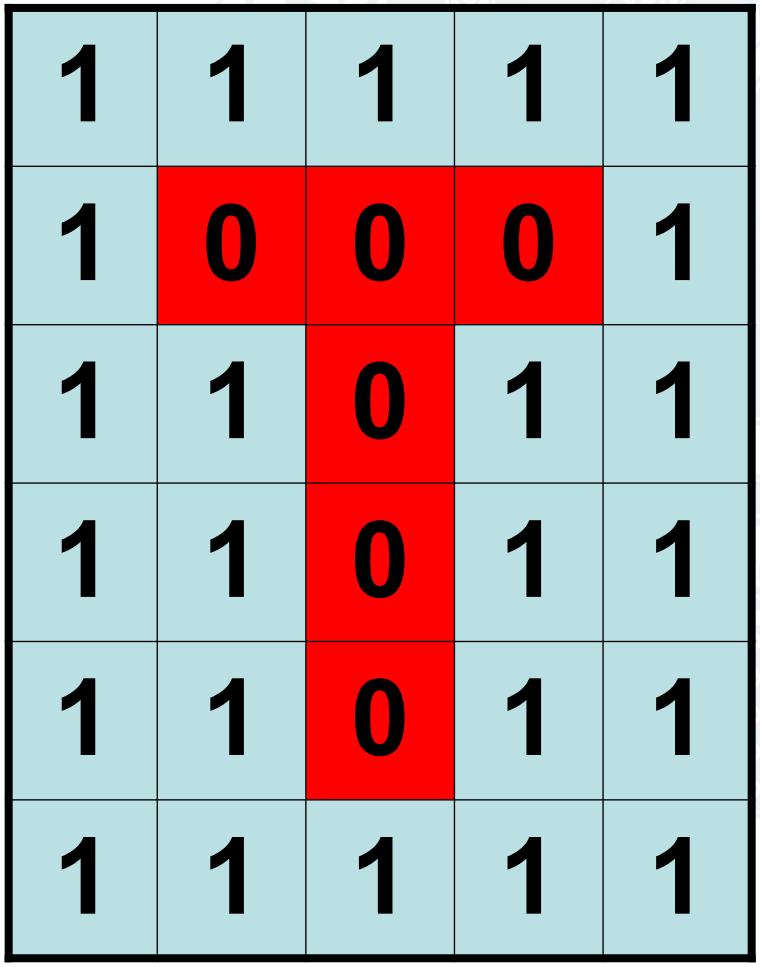
… und die Daten?



Ein Bild

Daten als Datenstrom

1,1,1,1,1,1,
0,0,0,1,1,1,
0,1,1,1,1,0,
1,1,1,1,0,1,
1,1,1,1,1,1,1



Ein Bild

Daten entweder als
Datenstrom
oder als
Verarbeitungsanweisungen

SetSize: 5 by 6
SetBackgroundColor: Ochre
SetForegroundColor: Red
SetLetterHeight: 4
MoveTo: 3,5
DrawLetter: T

1	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Algorithmen

Warum automatisieren?

1 Million Objekte: eine Sekunde pro Stück.

== 16666.7 Minuten == 277.8 Stunden

== 11.57 Arbeitstage eines Computers

== 34.7 8-Stunden Tage eines Menschen

== 7 Arbeitswochen

Warum automatisieren?

1 Million Objekte: fünf Minuten pro Stück.

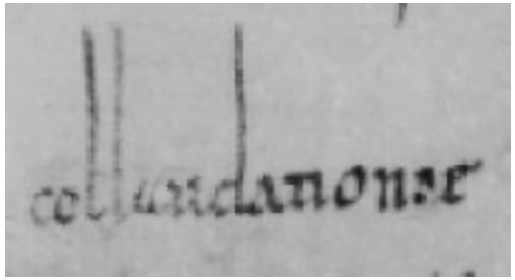
== 416 666.7 Stunden

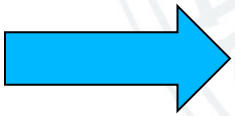
== 52 803.4 8-Stunden-Tage für einen Menschen

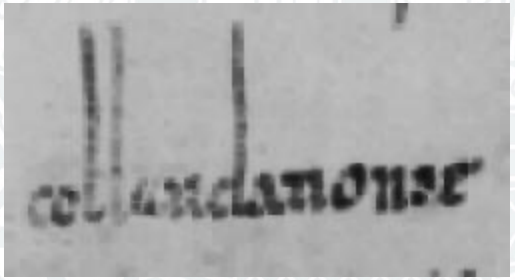
== Völlig lächerlich, dass das klappt

Einleitendes Beispiel (Selbstabbildende Information)

Minimal neighbour







Original

Ergebnis

Minimal neighbour

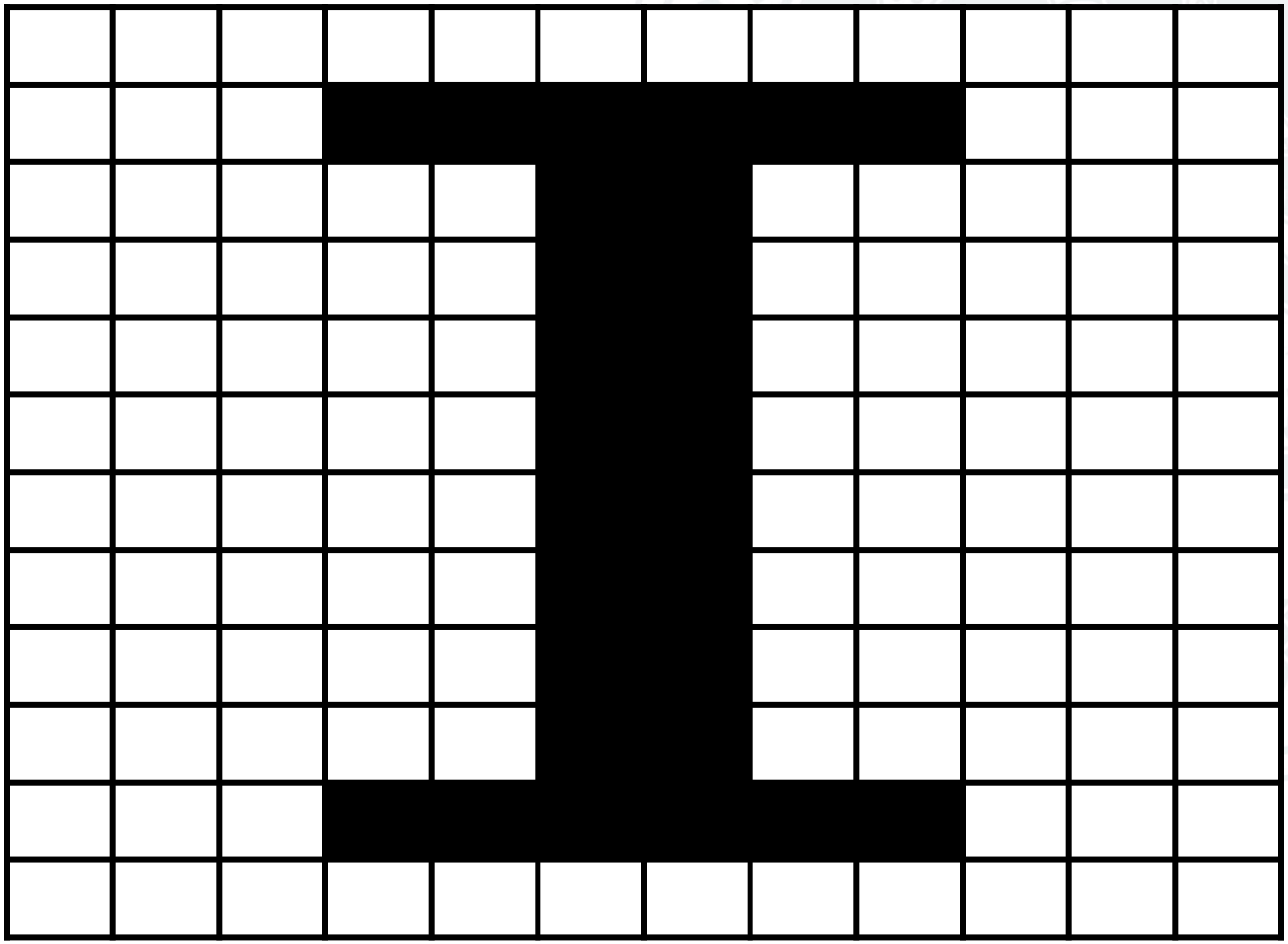
Ersetze in jeder Zeile

jedes Pixel

durch den niedrigsten Pixelwert der dieses

Pixels umschreibenden 3 x 3 Matrix.

Minimal neighbour



Minimal neighbour

250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
250	250	250	50	50	50	50	50	50	250	250	250
250	250	250	250	250	50	50	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	50	50	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	50	50	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	50	50	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	50	50	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	50	50	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	50	50	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	50	50	250	250	250	250	250
250	250	250	50	50	50	50	50	50	250	250	250
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Minimal neighbour

250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Minimal neighbour

250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Minimal neighbour

250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Minimal neighbour

250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Minimal neighbour

250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
250	250	50	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Minimal neighbour

250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Minimal neighbour

250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
250	250	250	50	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	250	250	**50**	**50**	250	250	250	250	250
250	250	250	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	250	250	250
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250

Minimal neighbour

250	250	***50***	***50***	***50***	***50***	***50***	***50***	***50***	***50***	250	250
250	250	***50***	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	***50***	250	250
250	250	***50***	***50***	***50***	**50**	**50**	***50***	***50***	***50***	250	250
250	250	250	250	***50***	**50**	**50**	***50***	250	250	250	250
250	250	250	250	***50***	**50**	**50**	***50***	250	250	250	250
250	250	250	250	***50***	**50**	**50**	***50***	250	250	250	250
250	250	250	250	***50***	**50**	**50**	***50***	250	250	250	250
250	250	250	250	***50***	**50**	**50**	***50***	250	250	250	250
250	250	250	250	***50***	**50**	**50**	***50***	250	250	250	250
250	250	***50***	***50***	***50***	**50**	**50**	***50***	***50***	***50***	250	250
250	250	***50***	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	**50**	***50***	250	250
250	250	***50***	***50***	***50***	***50***	***50***	***50***	***50***	***50***	250	250

Minimal neighbour