



## Digitale Systeme/ Automaten

### Digitale Schaltungstechnik Elektronik

**Prof.Dr.-Ing.habil. Holger Pfahlbusch**

**Walter-Bruch-Bau 106**

**Tel: 1280**

**URL:** <http://www.htwm.de/~pfahlb>



**Dr.-Ing. Jörg Krupke**

**Walter-Bruch-Bau 105/6**

**Tel: 1286**

**Praktikum**

**Digitale Systeme**





**1966- Handwerksmeister**

**1966-1969**

**Studium an der Ingenieurschule Mittweida**

**Ingenieurarbeit: "Aufbau und Erprobung eines drahtlosen Mikrophons"**

**1.3.1969 Aufnahme der Tätigkeit an der Ingenieurschule Mittweida**

**1969-1971**

**Fernstudium: Hochschulingenieur**

**Abschlußarbeit: "Rechnergestütztes Kürzungsverfahren für Schaltfunktionen auf dem Kleinrechner D4a (C8205)"**

**1969-1973**

**Forschungsaufgabe "Organisation universeller Assoziativspeicher"**

**1972 Diplomarbeit: "Indikationsauflösung in Assoziativspeichern"**

**1974- Promotion A zum Doktoringenieur: Assoziativspeichergesteuerte Vermittlungszentrale für digitale Datenteilnehmer 200 Bit/s**

**1975-1979**

**Teilthemenleitung der Forschungsgruppe Nebenstellenvermittlungstechnik, Teilgebiet Steuerungen**

**1979-1985**

**Leitung der Forschungsgruppe Nebenstellenvermittlungstechnik**

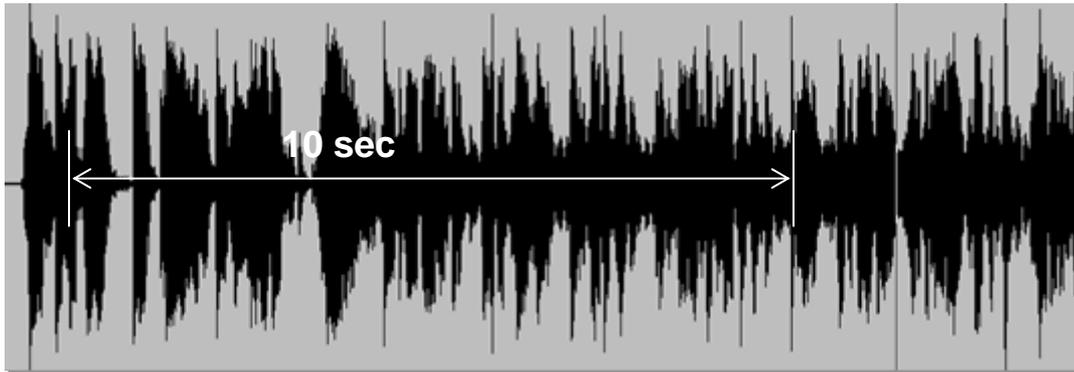
**1985-1987**

**Industrietätigkeit im VEB Stern-Radio Rochlitz**

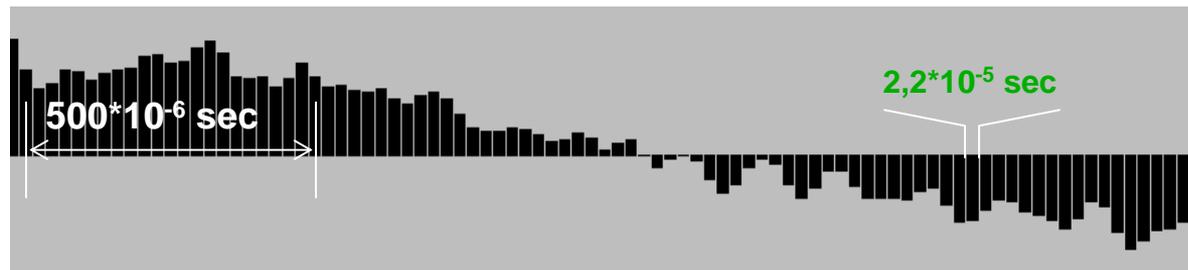
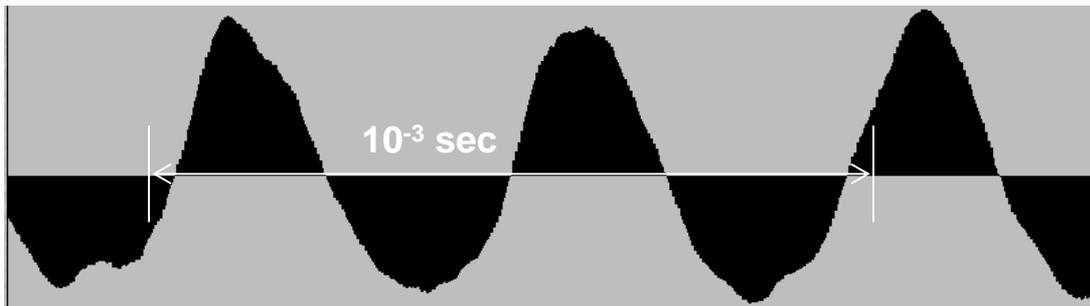
**Erarbeiten der Dissertation zur Promotion B "Ein Beitrag zur Synthese digitaler Automaten auf der Basis von Kleincomputern"**

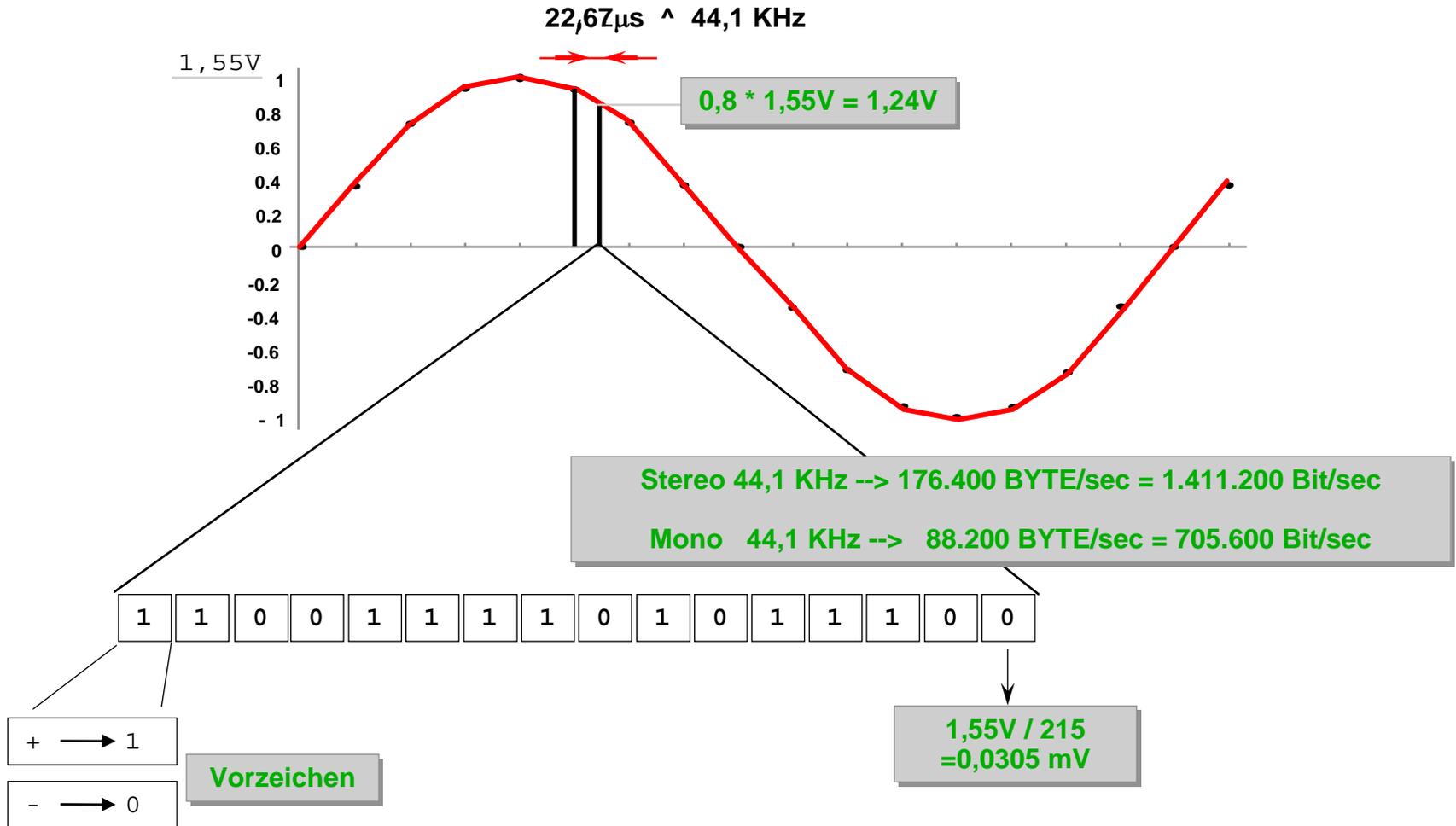


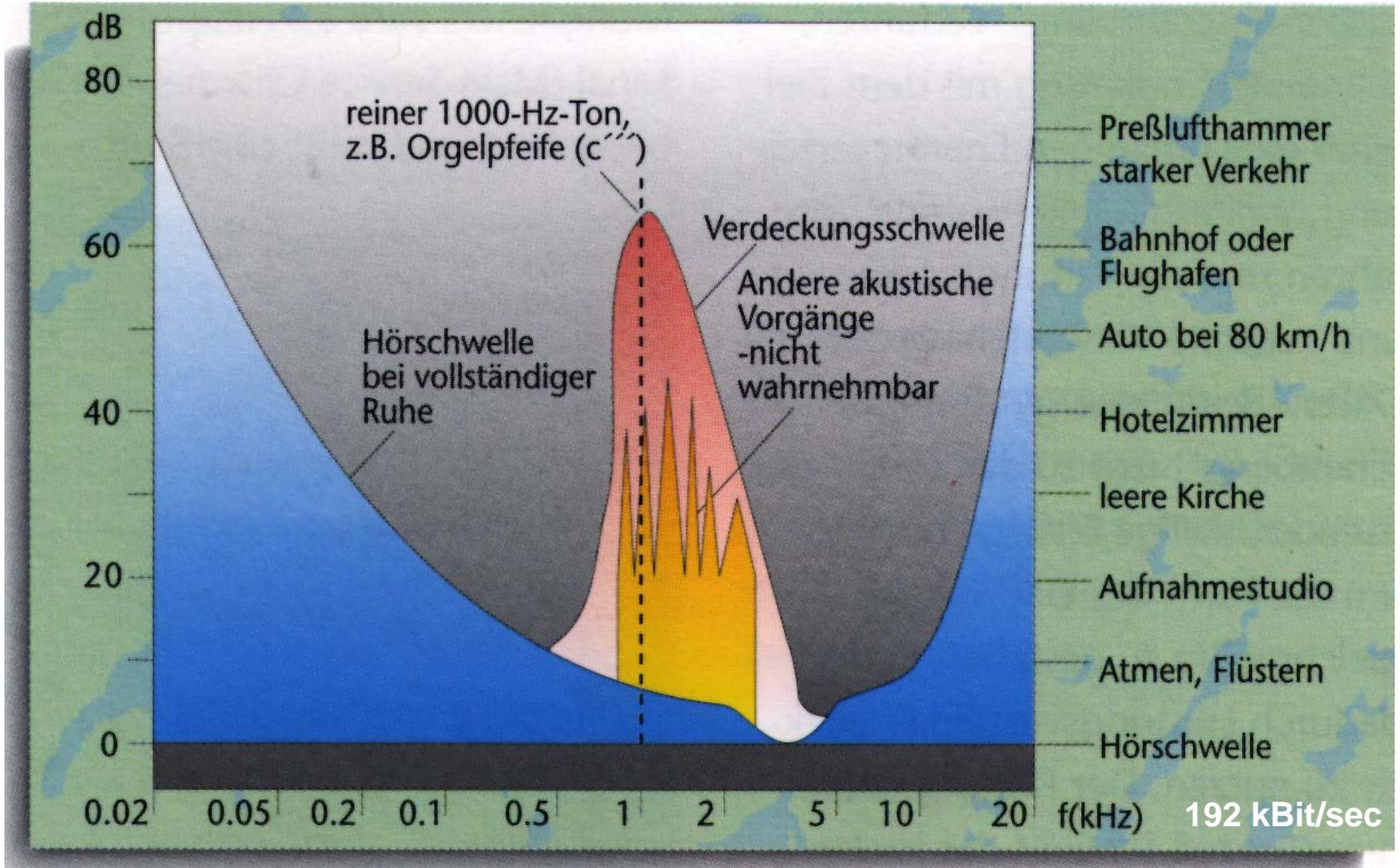
- 1988-** Verteidigung der Dissertation zum Dr.sc.techn. an der Technischen Universität Karl-Marx-Stadt (Chemnitz)
- 1987-1989**  
Lehr- und Forschungstätigkeit im Range eines Oberassistenten an der Ingenieurhochschule Mittweida, Sektion Informationselektronik, Lehrstuhl Digitale Systeme/Automaten  
Lehre: Vorlesungen, Seminare und Praktika im Fach "Digitale Systeme"  
Forschung: Mitarbeit in der Forschungsgruppe Telekommunikation  
Spezialaufgabe: Spezifikation anwenderprogrammierbarer Schaltkreise
- 1991-** Sprecher der Gründungskommission des FB Elektrotechnik  
Verleihung des Titels Dr.-Ing.habil. durch die Technische Universität Chemnitz
- 1992-** Berufung in die Gründungskommission der HTW Mittweida  
Ernennung zum Gründungsdekan des FB Elektrotechnik/Elektronik  
Berufung zum Professor für Elektrotechnik/Digitaltechnik  
Landessprecher Sachsens des Fachbereichstages Elektrotechnik
- 1993-** Neufassung der Studienordnungen Elektrotechnik
- 1994-** Erarbeitung der Studienordnung des Studienganges Medientechnik  
- Immatrikulation der ersten 46 Studenten des Studienganges Medientechnik
- 1995-** Wahl zum Dekan des Fachbereiches Elektrotechnik der HTW Mittweida  
Gründung der Laboratorien des Hörfunk-, Fernseh- und Multimediabereiches
- 2000-** Mitglied der Fachkommission Elektrotechnik / Informationstechnik des ASII

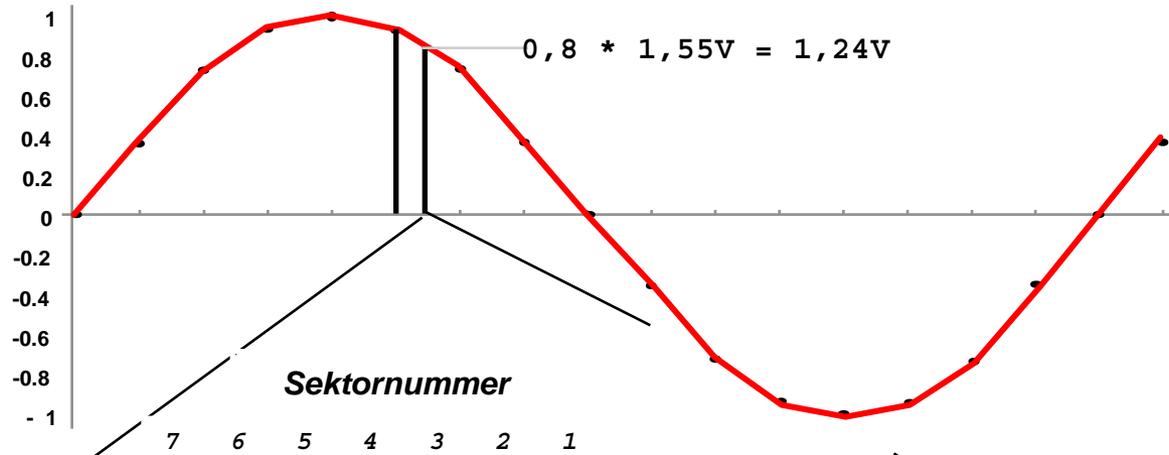


**Werbepot für  
den Studiengang  
Medientechnik  
Februar 1994**





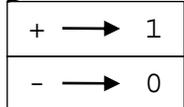




Sektornummer

7 6 5 4 3 2 1

1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---



1	1	1	1	0	0	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---

**Mono 8 KHz --> 64.000Bit/sec  
= 480.000 BYTE / min**

**Sektor**

**Segment**

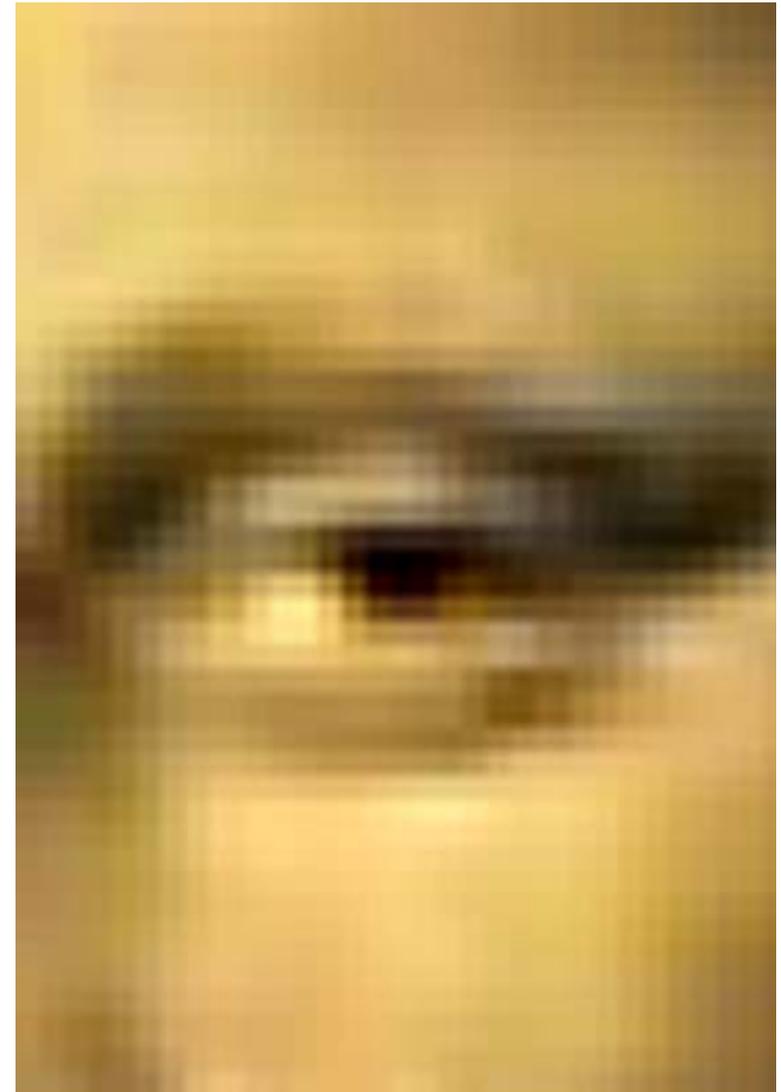
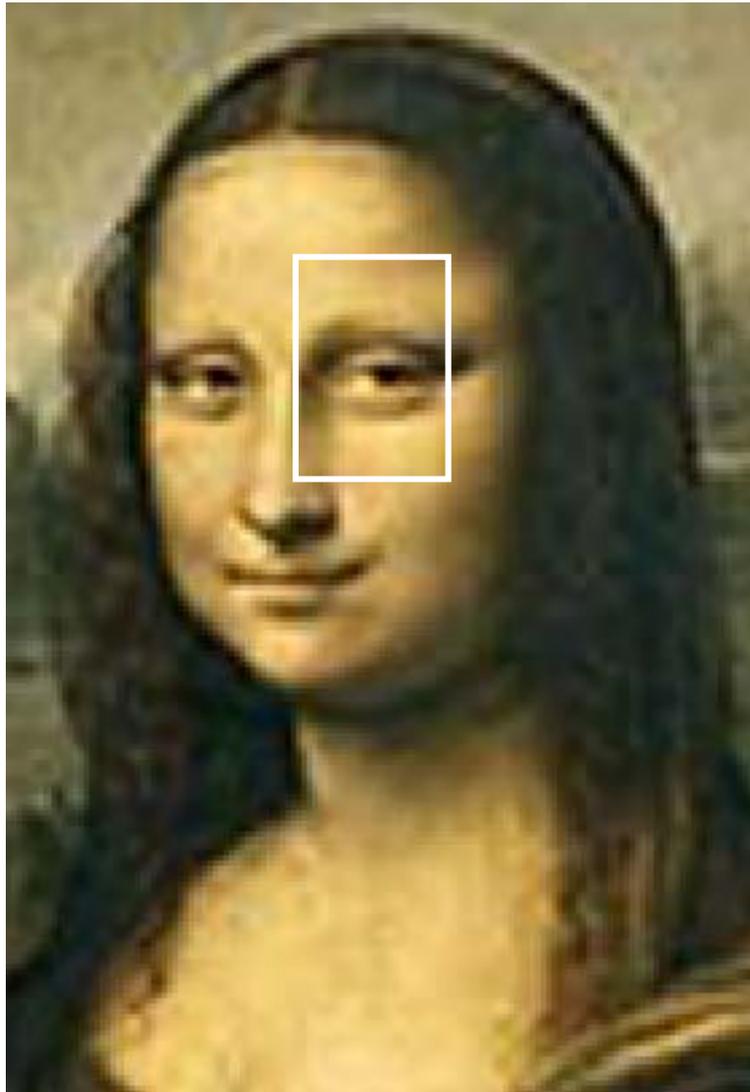
0	1	0	1	0	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---

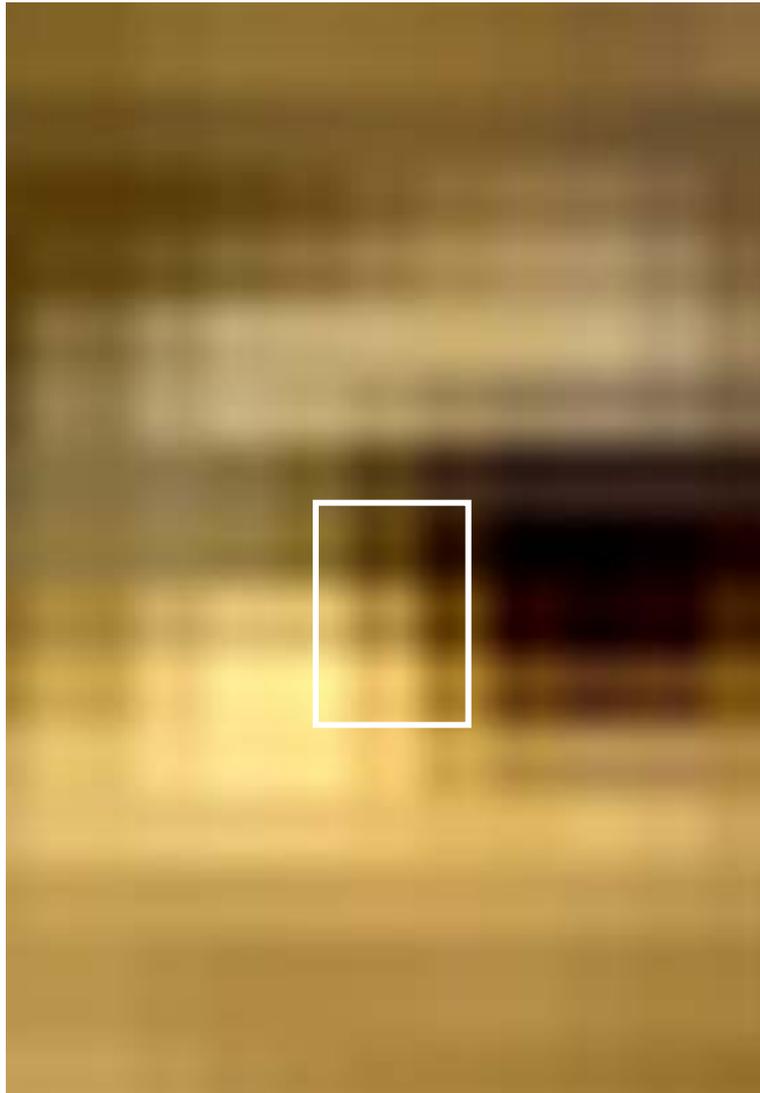
**Maske**

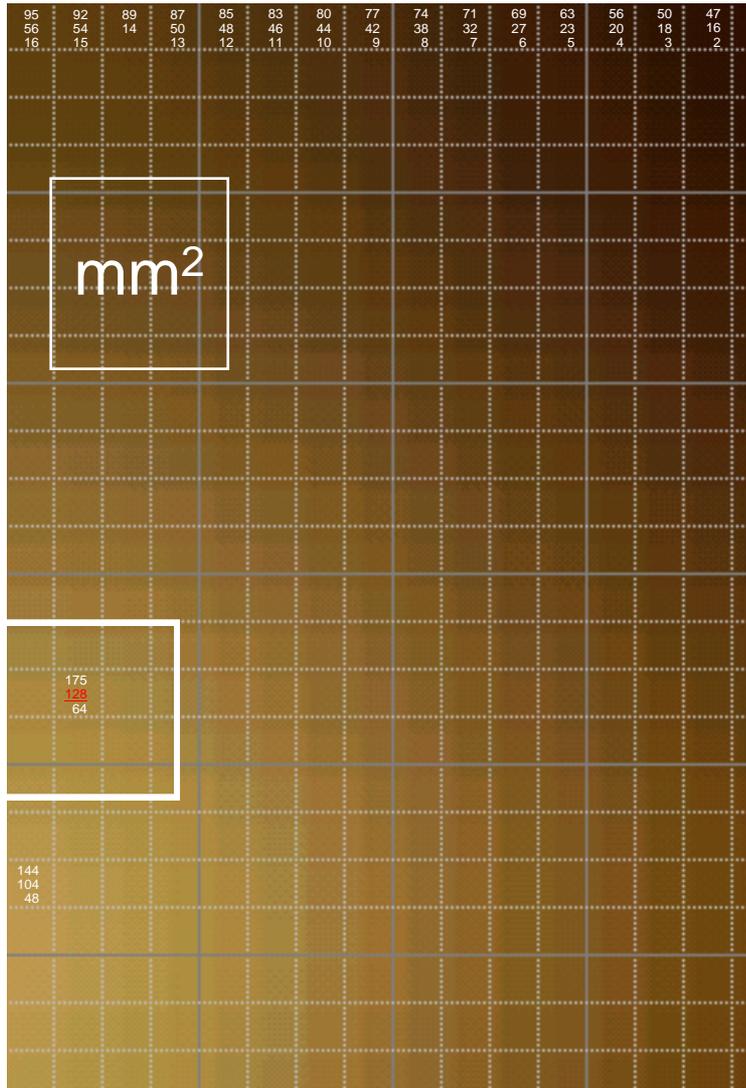
1	0	1	0	0	1	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

**PCM- Wort**



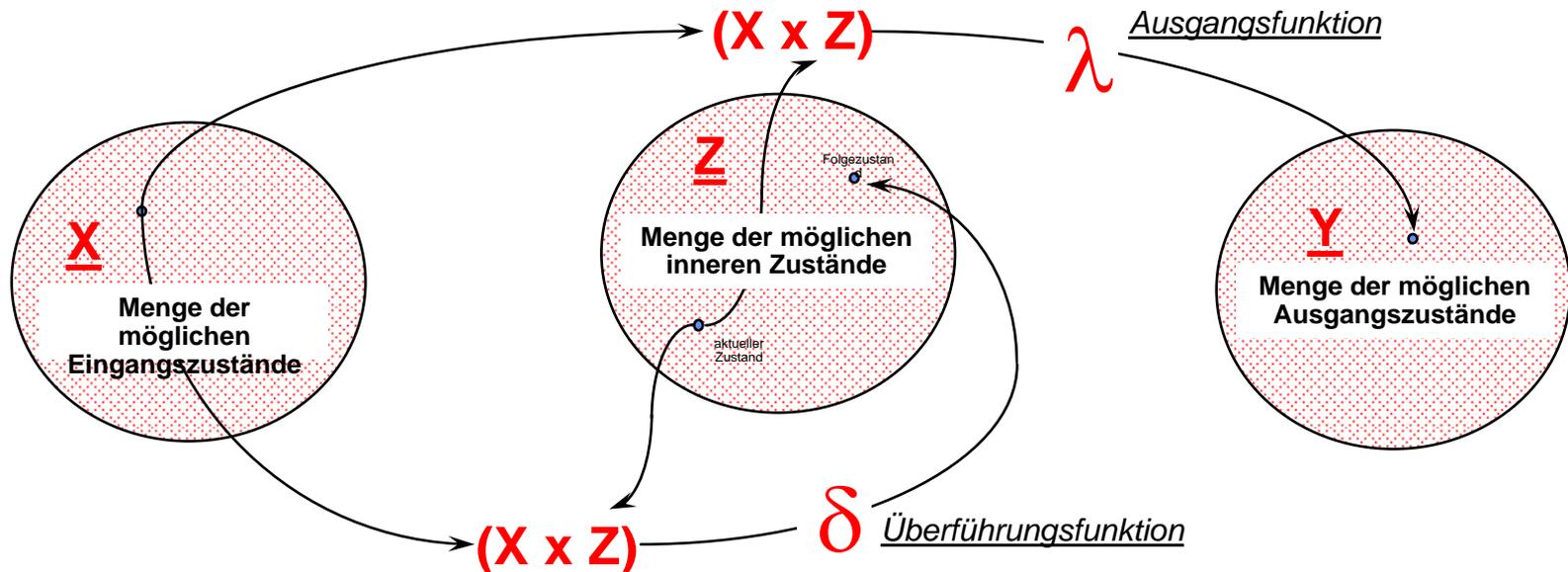
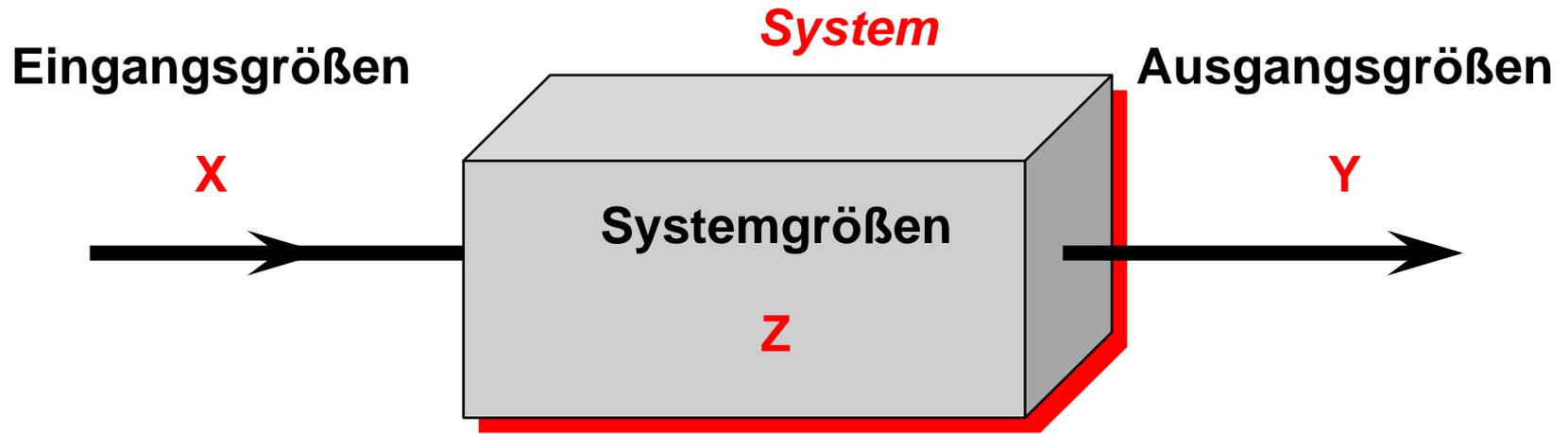


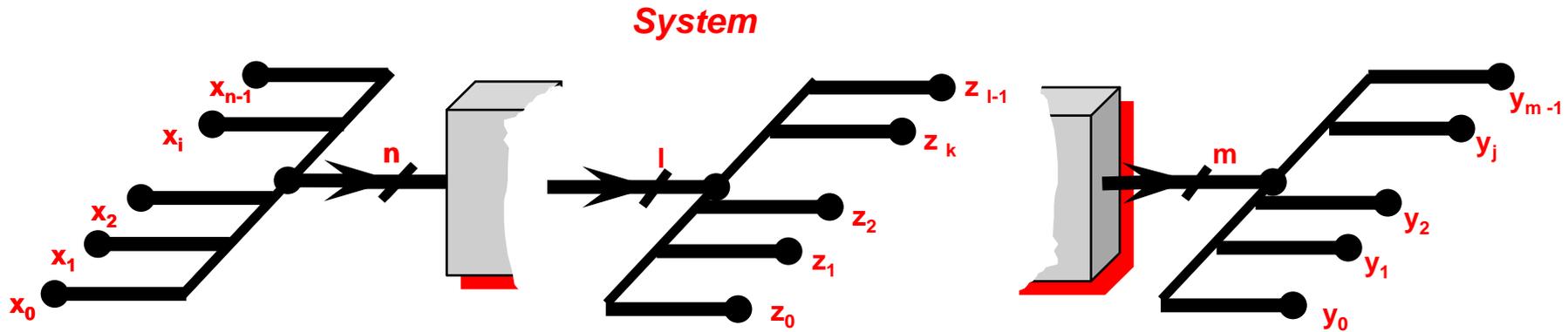




R = 175  
G = 128  
B = 64

**Jedes Pixel wird durch  
3 Farbwerte und die  
Position beschrieben.**

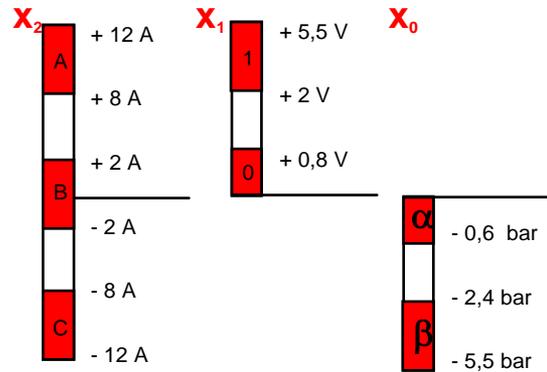
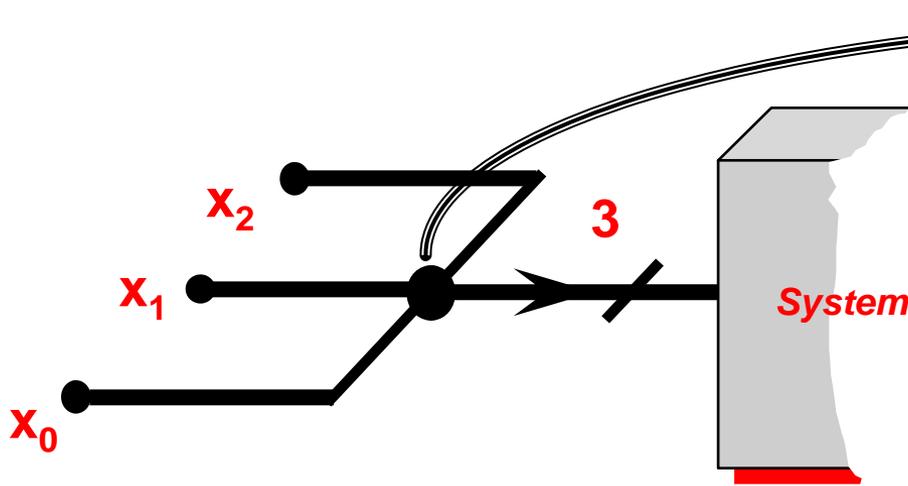




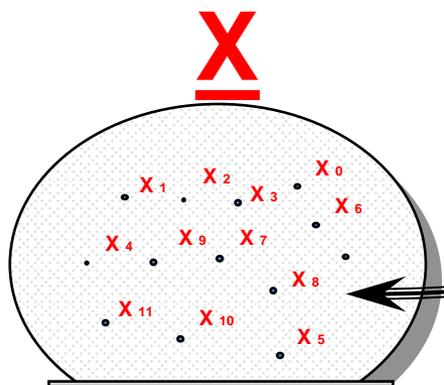
- $x_i$  Eingangsvariable
- $z_k$  Zustandsvariable
- $y_j$  Ausgangsvariable

Index  $i$      $n$  Stück  
Index  $k$      $l$  Stück  
Index  $j$      $m$  Stück

**Variablen kann man sich als Leitungen oder Kanäle im physikalischen Sinn vorstellen**



Toleranzschwellen der (Eingangs)Signale auf den Variablen



Menge der möglichen Eingangszustände

Variablen		Buchstaben	
X <sub>2</sub>	X <sub>1</sub>	X <sub>0</sub>	
A	0	α	X <sub>0</sub>
A	0	β	X <sub>1</sub>
A	1	α	X <sub>2</sub>
A	1	β	X <sub>3</sub>
B	0	α	X <sub>4</sub>
B	0	β	X <sub>5</sub>
B	1	α	X <sub>6</sub>
B	1	β	X <sub>7</sub>
C	0	α	X <sub>8</sub>
C	0	β	X <sub>9</sub>
C	1	α	X <sub>10</sub>
C	1	β	X <sub>11</sub>

Anzahl der möglichen Buchstaben

$$Az(X) = \prod_{i=0}^{n-1} K_i$$

K<sub>i</sub> = Wertigkeit der Variablen X<sub>i</sub>

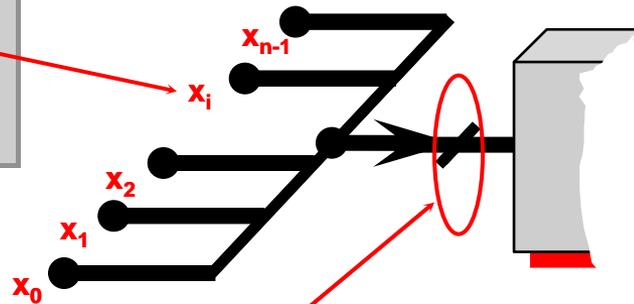
$$\text{card}(\underline{X}) = 3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$$



### Komponenten; Variablen

Werden mit kleinen Bezeichnern gekennzeichnet

$x_i$



### Zustände Buchstaben

Werden mit großen Bezeichnern gekennzeichnet.  
Es sind mögliche Kombinationen der Zustände der Variablen.

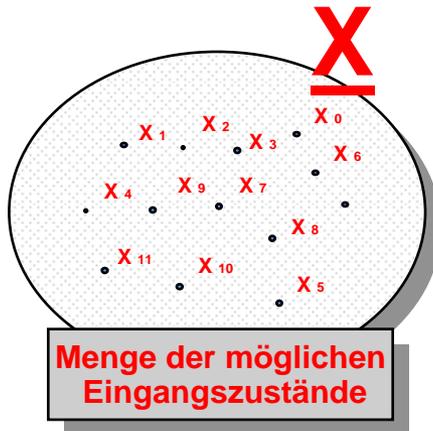
$X_i$

$$\tilde{W}_{12} = X_1 X_1 X_0 X_0$$

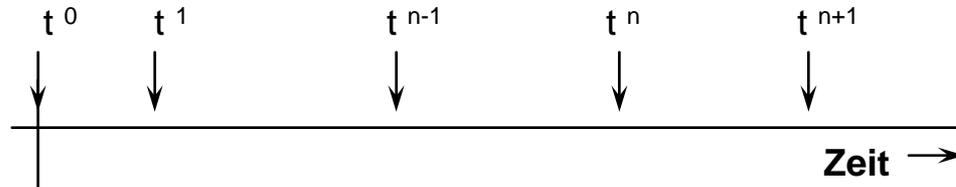
### Worte

Werden mit großen Bezeichnern und überstrichener Schlangenlinie gekennzeichnet.  
Es sind mögliche zeitliche Folgen der Buchstaben.

$\tilde{W}_i$



Festlegung ::= man akzeptiert nur diskrete Zeitpunkte



Eine Folge von erlaubten, im Zeitraster notierten Buchstaben, ist ein Wort .

$$\tilde{X}_a = X_0 X_1 X_4 X_2 X_9 X_1 X_5 X_3 X_0$$

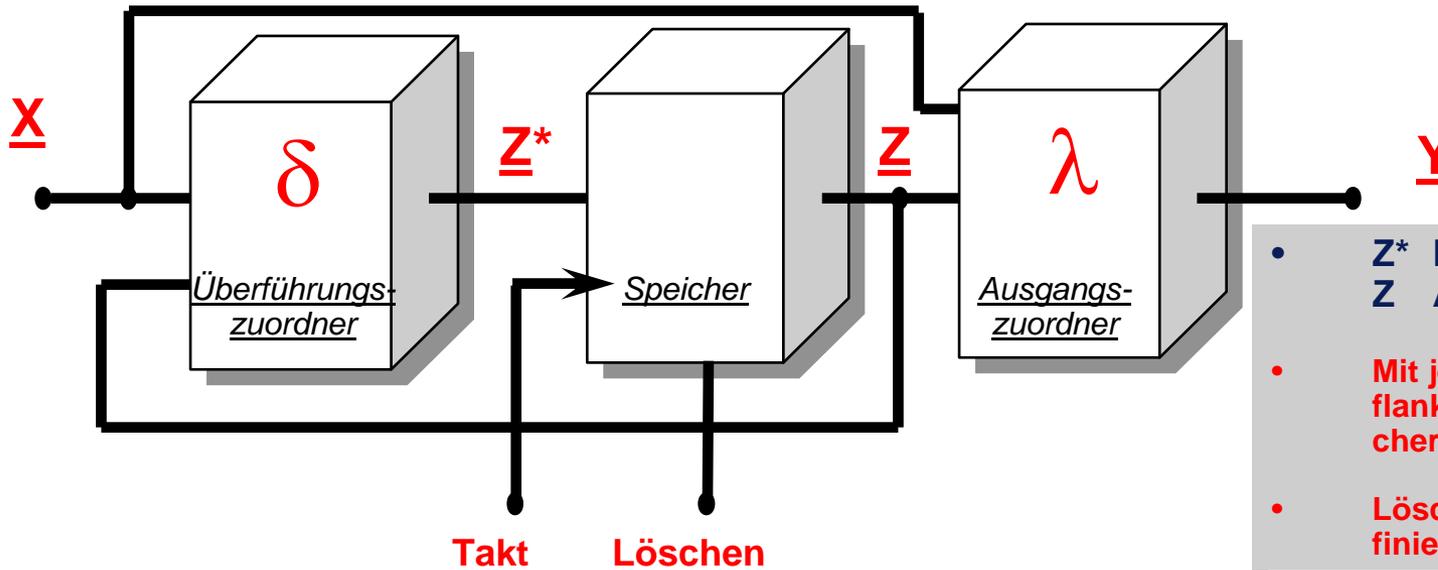
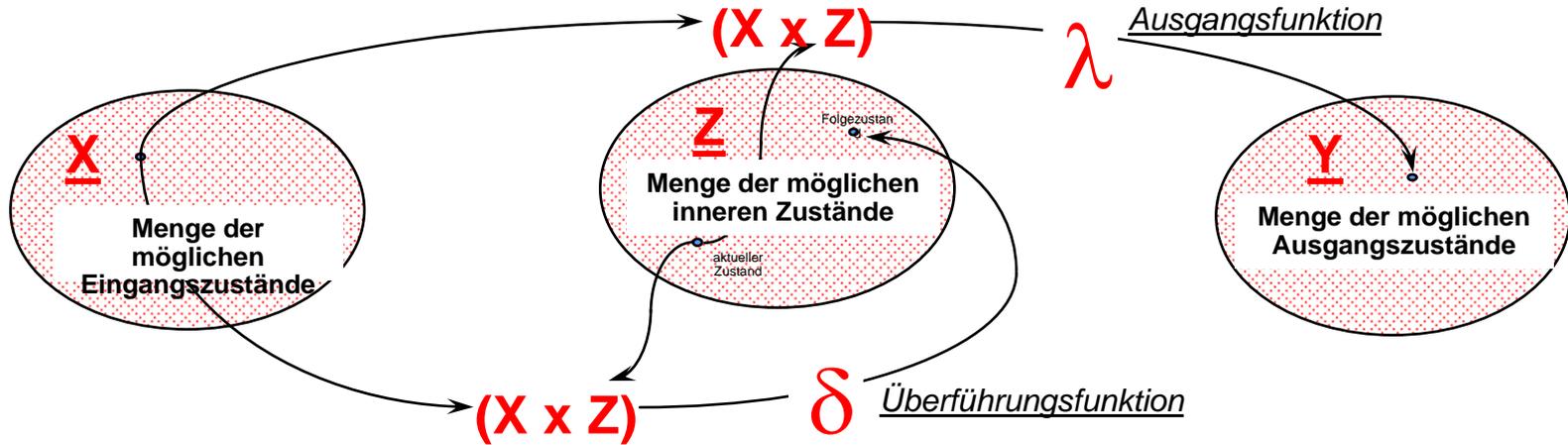
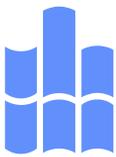
Eingangswort

$$\tilde{Z}_b = Z_0 Z_1 Z_5 Z_2 Z_2 Z_1 Z_0 Z_3 Z_0$$

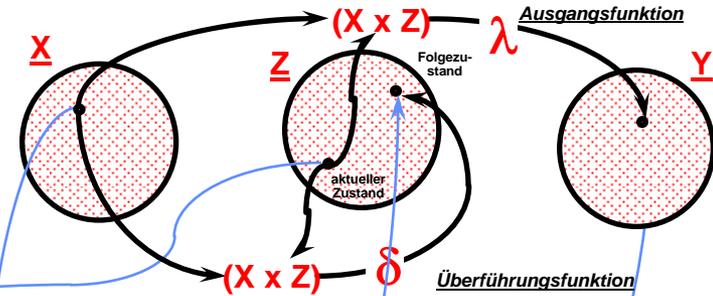
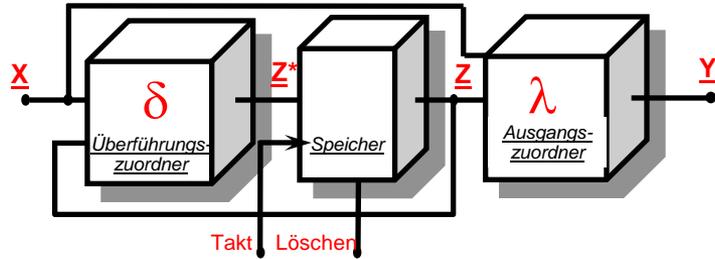
Zustandswort

$$\tilde{Y}_c = Y_0 Y_1 Y_4 Y_7 Y_8 Y_1 Y_5 Y_3 Y_0$$

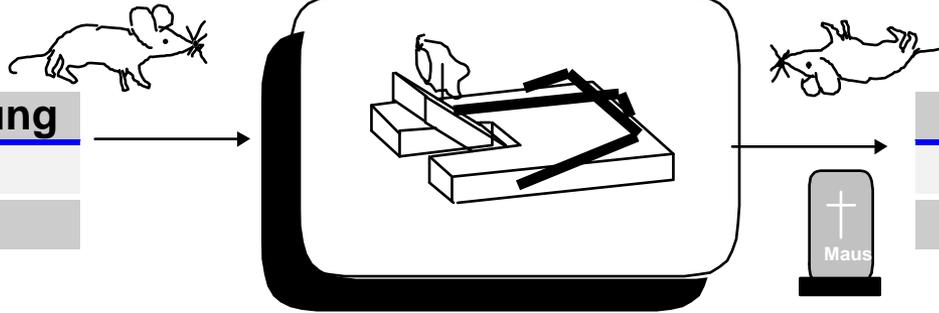
Ausgangswort



- $Z^*$  Folgezustand  
 $Z$  Aktueller Zustand
- Mit jeder aktiven Taktschaltflanke übernimmt der Speicher den Zustand an  $Z^*$ .
- Löschen erzeugt einen definierten Anfangszustand.



$\delta / \lambda$	$X_0$	$X_1$	...	$X_i$	...	$X_{n-1}$
$Z_0$	.	.	.	.	.	.
$Z_1$	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
$Z_j$	.	.	.	$\delta(X_i, Z_j) / \lambda(X_i, Z_j)$	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
$Z_{m-1}$	.	.	.	.	.	.



Eingangskodierung

$X_0$

$X_1$

Ausgangskodierung

$Y_0$

$Y_1$

Kodierung der inneren Zustände

Feder

Speck

$Z_0$

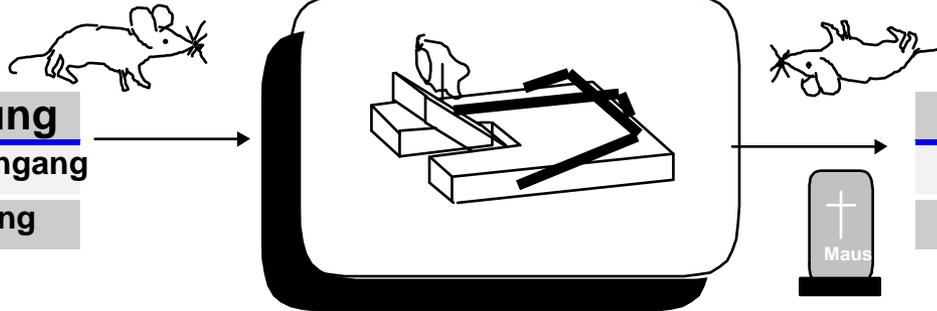
$Z_1$

$Z_2$

$Z_3$

$\delta$	$X_0$	$X_1$
$Z_0$		
$Z_1$		
$Z_2$		
$Z_3$		

$\lambda$	$X_0$	$X_1$
$Z_0$		
$Z_1$		
$Z_2$		
$Z_3$		



**Eingangskodierung**

$X_0$	Keine Maus am Eingang
$X_1$	Maus am Eingang

**Ausgangskodierung**

$Y_0$	keine Maus gefangen
$Y_1$	Maus gefangen

**Kodierung der inneren Zustände**

	Feder	Speck
$Z_0$	entspannt	fehlt
$Z_1$	entspannt	vorhanden
$Z_2$	gespannt	fehlt
$Z_3$	gespannt	vorhanden

$\delta$	$X_0$	$X_1$
$Z_0$	$Z_0$	$Z_0$
$Z_1$	$Z_1$	$Z_0$
$Z_2$	$Z_2$	$Z_2 \leftrightarrow Z_0$
$Z_3$	$Z_3$	$Z_0 \leftrightarrow Z_1$

$\lambda$	$X_0$	$X_1$
$Z_0$	$Y_0$	$Y_0$
$Z_1$	$Y_0$	$Y_0$
$Z_2$	$Y_0$	$Y_0 \leftrightarrow Y_1$
$Z_3$	$Y_0$	$Y_1$



$\delta / \lambda$	$X_0$	$X_1$	...	$X_i$	...	$X_{n-1}$
$Z_0$	.	.	.	.	.	.
$Z_1$	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
$Z_j$	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.
$Z_{m-1}$	.	.	.	.	.	.

$\delta (X_i, Z_j) / \lambda (X_i, Z_j)$

$X_d^n / Y_d^n$

$Z_a^n$

**Kante**

$X_a^n / Y_a^n$

$X_b^n / Y_b^n$

$X_c^n / Y_c^n$

$Z_b^{n+1}$

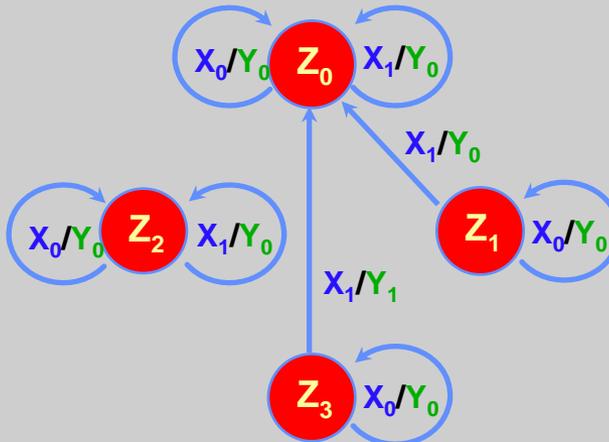
$Z_c^{n+1}$

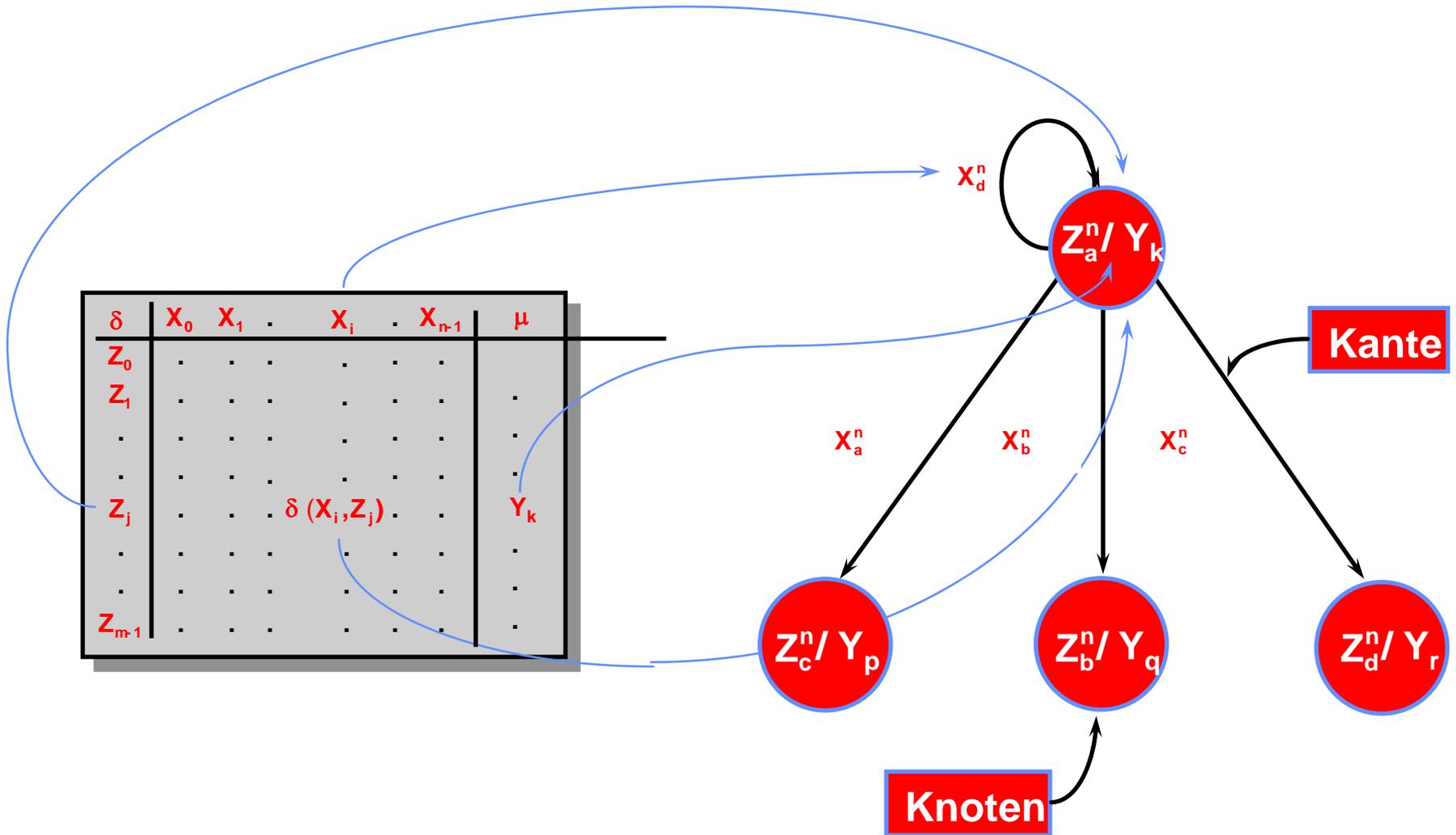
$Z_d^{n+1}$

**Knoten**

### Mausefalle

$\delta/\lambda$	$X_0$	$X_1$
$Z_0$	$Z_0/Y_0$	$Z_0/Y_0$
$Z_1$	$Z_1/Y_0$	$Z_0/Y_0$
$Z_2$	$Z_2/Y_0$	$Z_2/Y_0$
$Z_3$	$Z_3/Y_0$	$Z_0/Y_1$





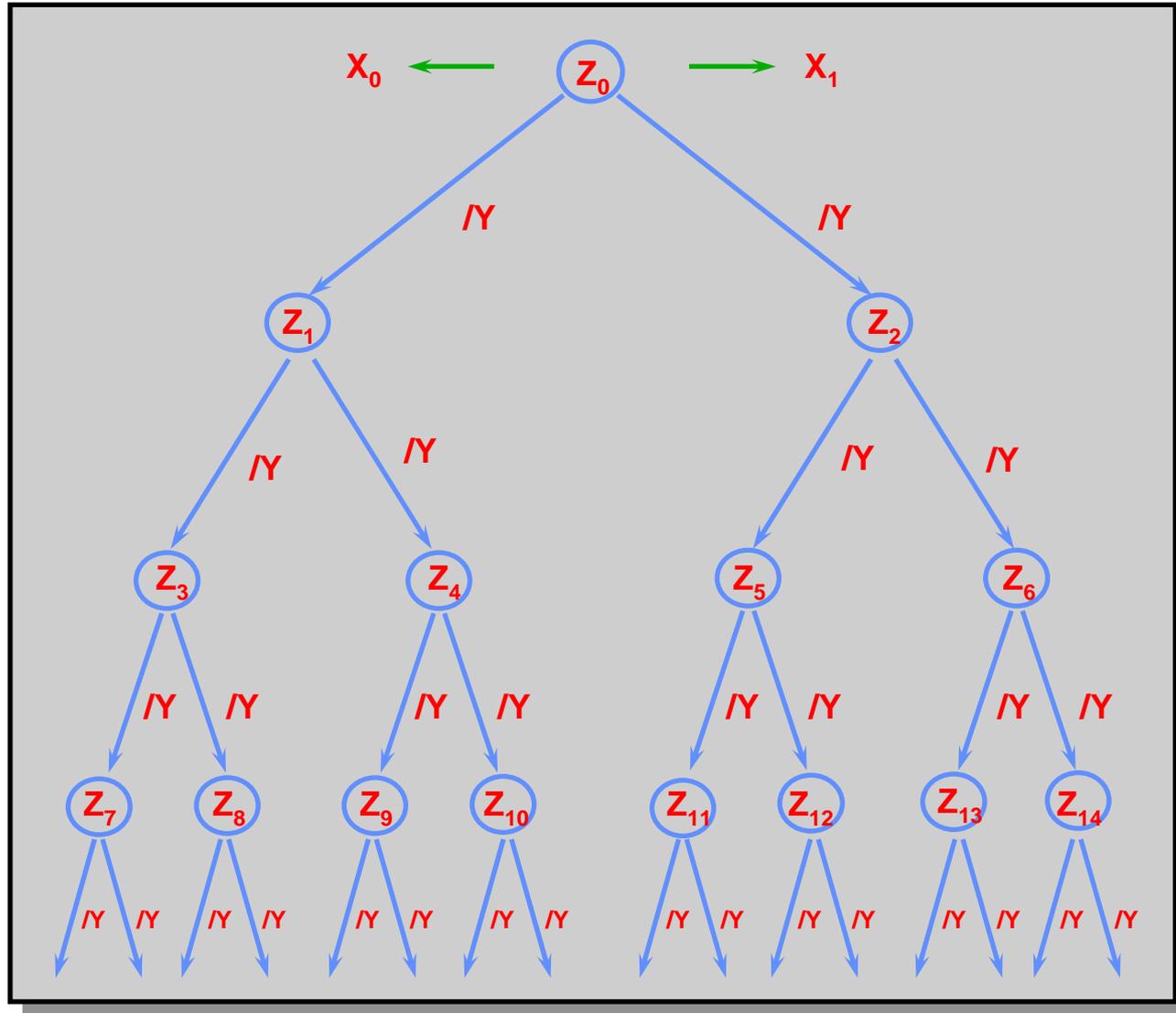


Takt 0

Takt 1

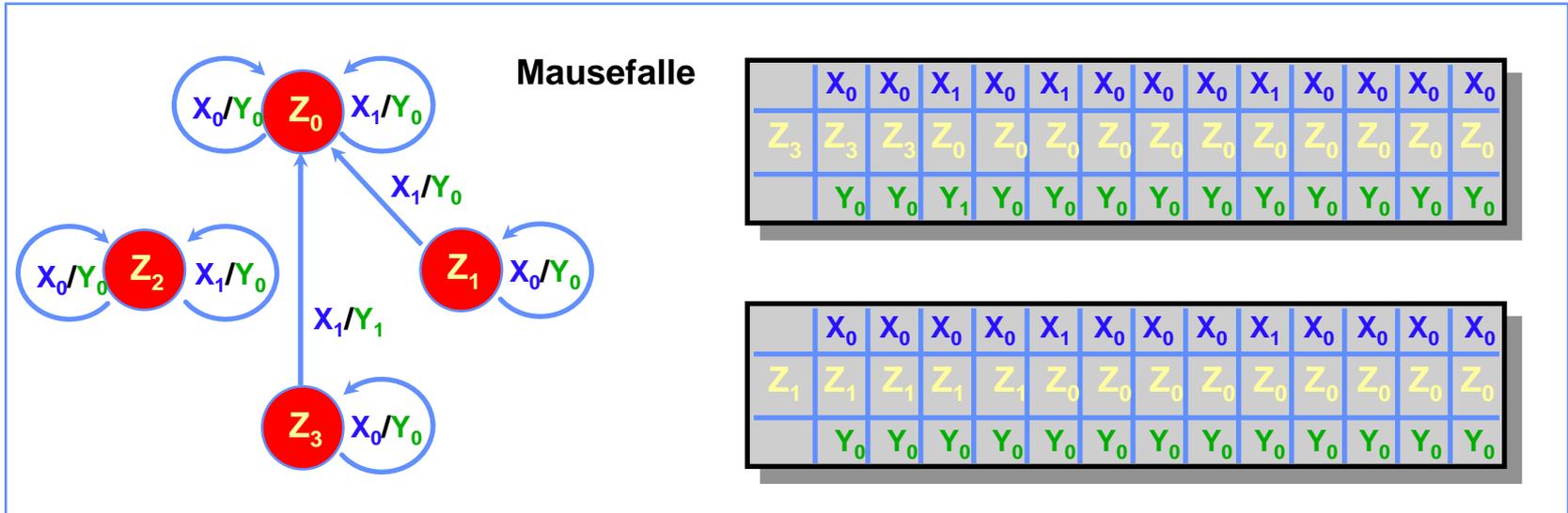
Takt 2

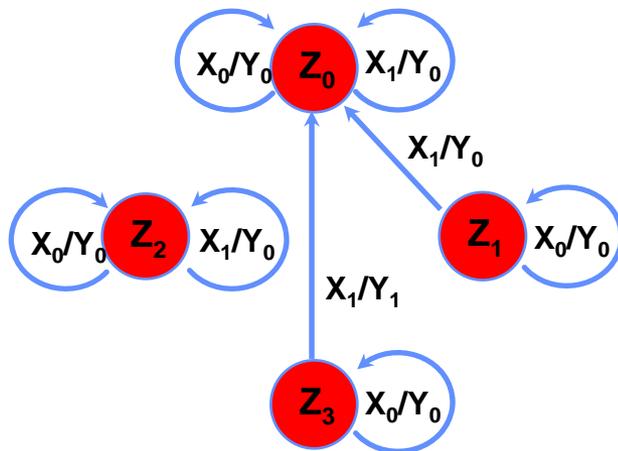
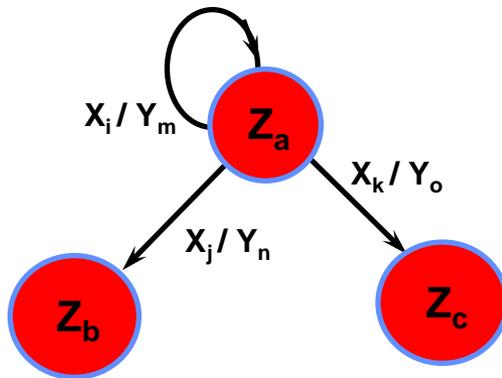
Takt 3





	$X^n$												
$Z^n$	$Z^{n+1}$												
	$Y^n$												





**STATE\_DIAGRAM** [ ];

```
STATE [ Z ]:  IF (x==X0) THEN [ Z'' ] WITH [ Y ] ;  
              IF (x==X1) THEN [ Z' ] WITH [ Y ] ;  
              ELSE [ ];
```

**STATE\_DIAGRAM** z

**STATE** Z0: y=Y0; IF (x==XG) THEN Z0;

**STATE** Z1: y=Y0; IF (x==X0) THEN Z1;  
 IF (x==X1) THEN Z0;

**STATE** Z2: y=Y0; IF (x==XG) THEN Z2;

**STATE** Z3: IF (x==X0) THEN Z3 WITH y=Y0;  
 IF (x==X1) THEN Z0 WITH y=Y1;



```
MODULE Mausetot
TITLE ' Mausefalle '

DECLARATIONS
Initfeder, Initspeck      Pin;
Maus, Takt                PIN;
Halali      PIN ISTYPE 'com';
Feder,Speck  NODE ISTYPE 'reg';

x      = [Maus];
X0     = [0];
X1     = [1];
XG     = [.X.];

Z      = [Feder,Speck];
Z0     = [0,0];
Z1     = [0,1];
Z2     = [1,0];
Z3     = [1,1];
```

```
y      = [Halali];
Y0     = [0];
Y1     = [1];
```

#### EQUATIONS

```
Speck.clk = Takt;
Feder.clk  = Takt;
Speck.aset = Initspeck;
Feder.aset = Initfeder;
```

#### STATE\_DIAGRAM Z

```
STATE Z0: y=Y0; IF (x==XG) THEN Z0;
STATE Z1: y=Y0; IF (x==X0) THEN Z1;
           IF (x==X1) THEN Z0;
STATE Z2: y=Y0; IF (x==XG) THEN Z2;
STATE Z3: IF (x==X0) THEN Z3 WITH y=Y0;
           IF (x==X1) THEN Z0 WITH y=Y1;
```

```
END
```



```
" XPLAOPT Version 3.30
" Created on Wed Mar 08 07:41:40 2000
" 3 Mcells, 0 PLApts, 3 PALpts, 1 Levels
" XPLAOPT -run s -i mausetot.phd -it phd -o mausetot.pla -ot tt2 -dev
" pz3032-8a44 -log mausetot.dox -reg -fi 36 -th 21 -effort f -net -rsp xplaopt.rsp
```

**MODULE** Mausetot

**TITLE** 'Mausefalle aus Einführungsvorlesung'

Halali pin ; " 1 pt.

Initfeder pin ;

Initspeck pin ;

Maus pin ;

Takt pin ;

Feder node ; " 1 pt.

Speck node ; " 1 pt.

**EQUATIONS**

Feder.AP = Initfeder;

Feder.CLK = Takt;

Feder.T = Speck.Q & Feder.Q & Maus;

Halali = Speck.Q & Feder.Q & Maus;

Speck.AP = Initspeck;

Speck.CLK = Takt;

Speck.D = Speck.Q & !Maus;

**END**



```

* E:\XPLA-Work\VO_XPLA_1\maus.scl
* Wed Mar 08 08:19:33 2000
* XPLA-Sim (2.1d)
* These Are The Bus Definitions
DEFBUS ZUSTAND (FEDER, SPECK)
* These Signals Will Be Viewable After Running The Simulator
P INITFEDER, INITSPECK, TAKT, MAUS, ZUSTAND, HALALI
* These Are The Initializations.
IT 01 (GND, VCC)
* These Are The Signal Transitions For The Simulation
S 0 ( 500, 1000, ETC) TAKT
S 0 (1318 ,1421 ) INITFEDER
S 0 (2058 ,2164 ) INITSPECK
S 0 (3794 ,5706 ) MAUS
SU TIME = *+20000
* SU TIME = 20000
F

```

XPLASim - E:\XPLA-Work\VO\_XPLA\_1\Jens\maus.scl

File Edit View Options Set Marker ICC Help

File Signals Events Create Change View Simulate Until

Save Run OK + - + - Bus Clk Bus Value Full Screen 10000 nsec

