



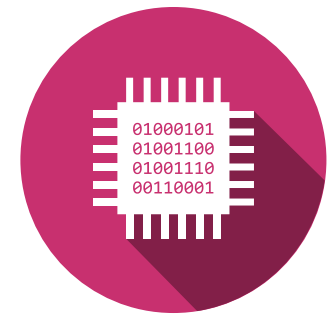
# Digitales Design (DiD)

## Logische Zustände

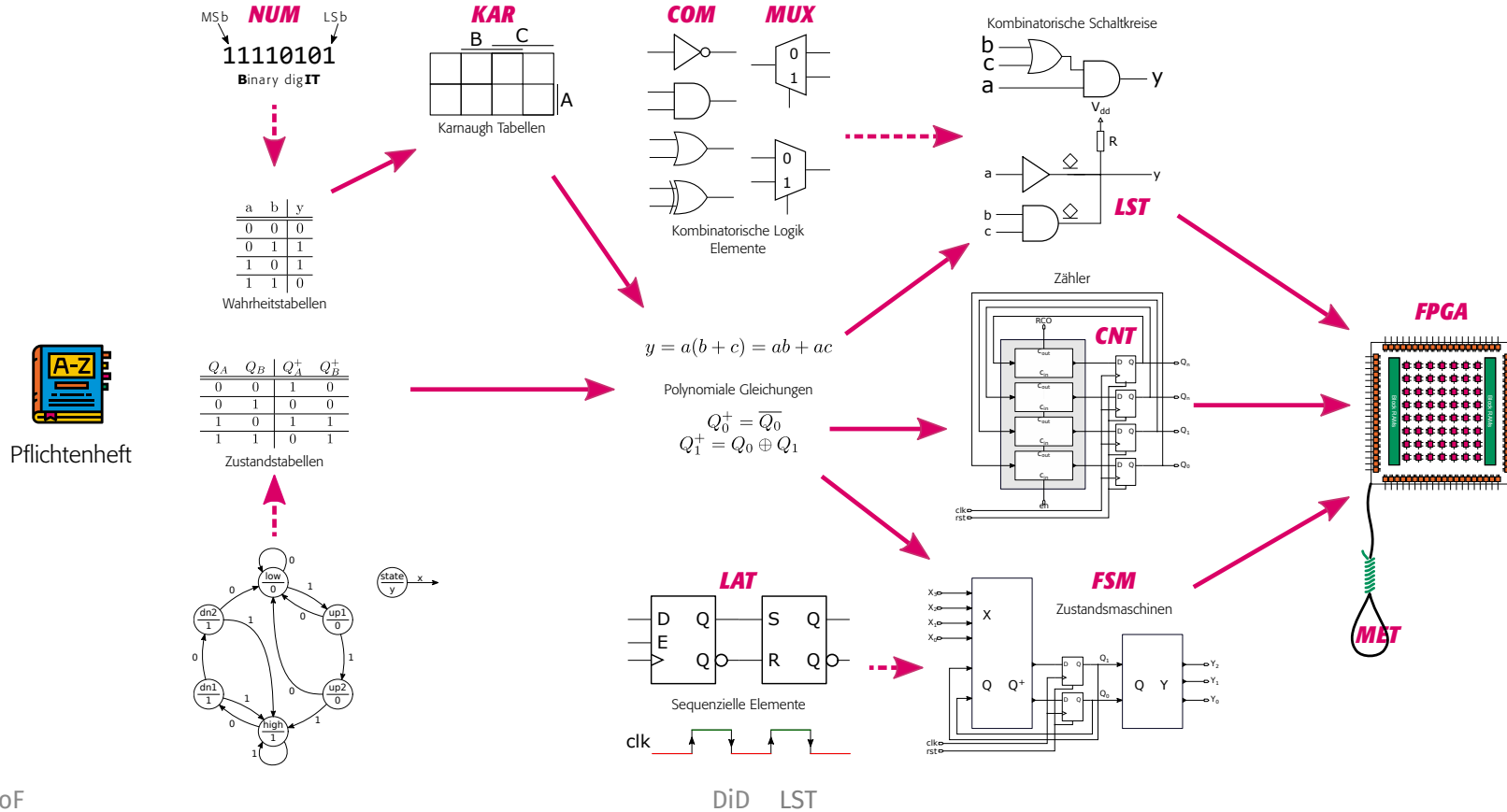
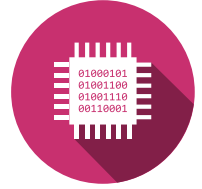
### LST

Studiengang Systemtechnik  
Studiengang Energie und Umwelttechnik  
Studiengang Informatik und Kommunikationssysteme

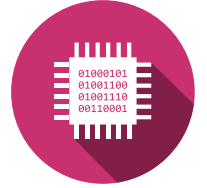
Silvan Zahno [silvan.zahno@hevs.ch](mailto:silvan.zahno@hevs.ch)  
Christophe Bianchi [christophe.bianchi@hevs.ch](mailto:christophe.bianchi@hevs.ch)  
François Corthay [francois.corthay@hevs.ch](mailto:francois.corthay@hevs.ch)



# Aktueller Inhalt des Themas im Kurs



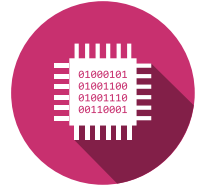
# Inhalt



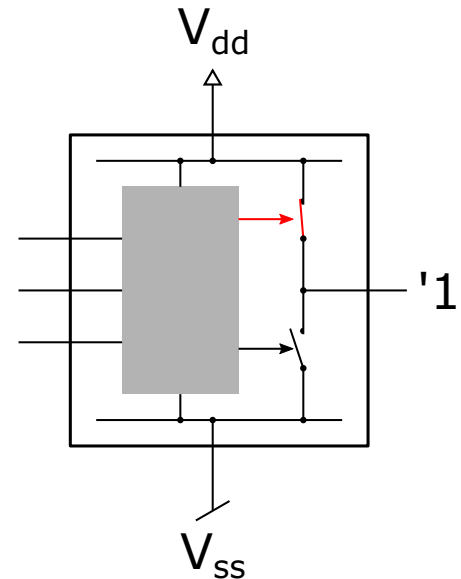
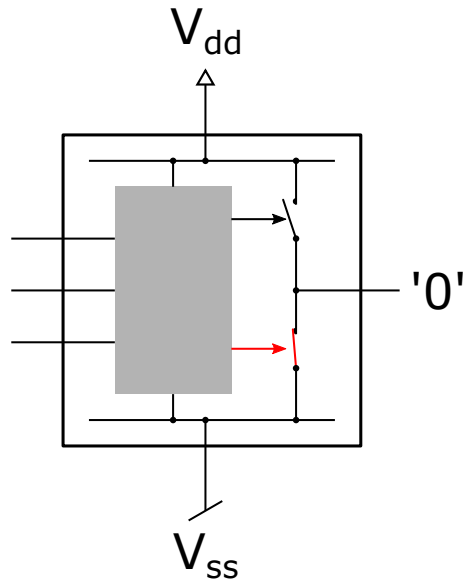
- **Logische Basiszustände**
  - Logischer Zustand '0'
  - Logischer Zustand '1'
- Logikgatter, die nur einen Zustand hervorbringen
- Logikgatter mit hochohmigem Ausgang
- Logische Zustände vom Simulator und Synthesizer aus gesehen

# Logische Basiszustände

## 0 und 1



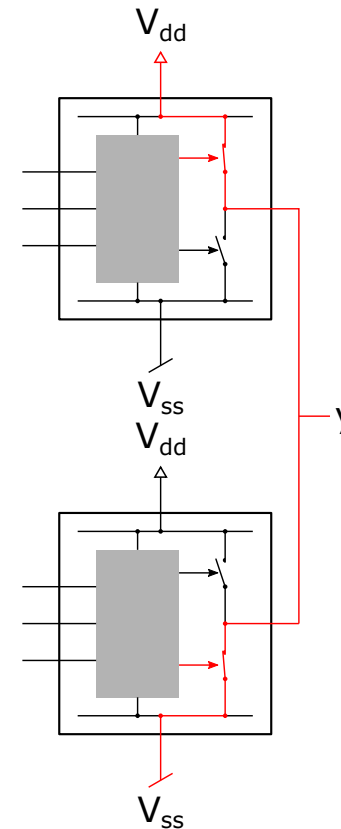
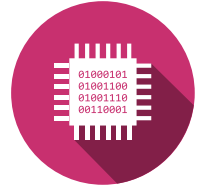
- Zustand 0 : niedriges Potential der Spannungsversorgung ( $V_{ss}$  - Masse - gnd)
- Zustand 1: hohes Potential der Spannungsversorgung ( $V_{dd}$  -  $V_{cc}$ )
- Über die Schalter des Transistors



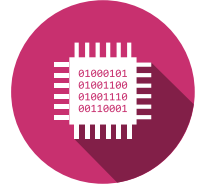
# Logische Basiszustände

## 0 und 1

- Verbindung der Ausgänge
- **Vorsicht vor dem Kurzschluss!**



# Inhalt

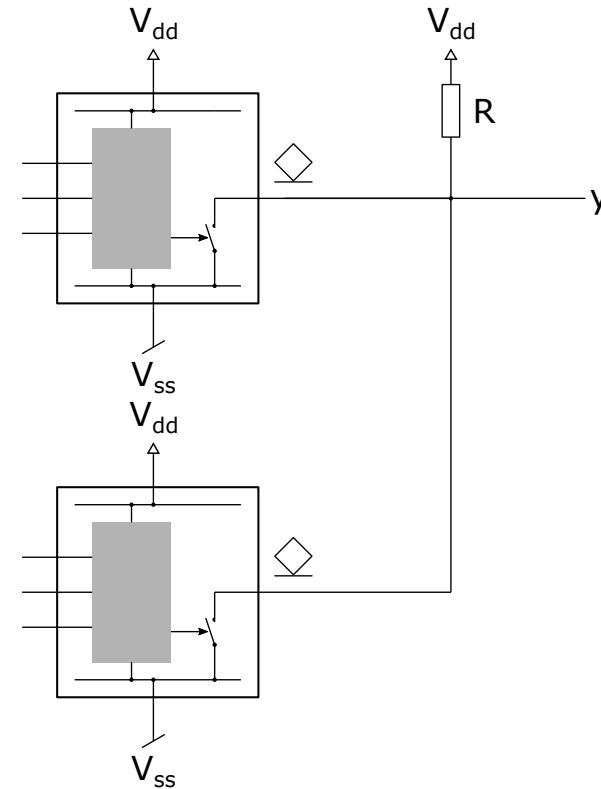


- Logische Basiszustände
- **Logikgatter, die nur einen Zustand hervorbringen**
  - Open-Drain Gatter
  - Open-Source Gatter
- Logikgatter mit hochohmigem Ausgang
- Logische Zustände vom Simulator und Synthesizer aus gesehen

# Logische Zustände

## Open-Drain Gatter

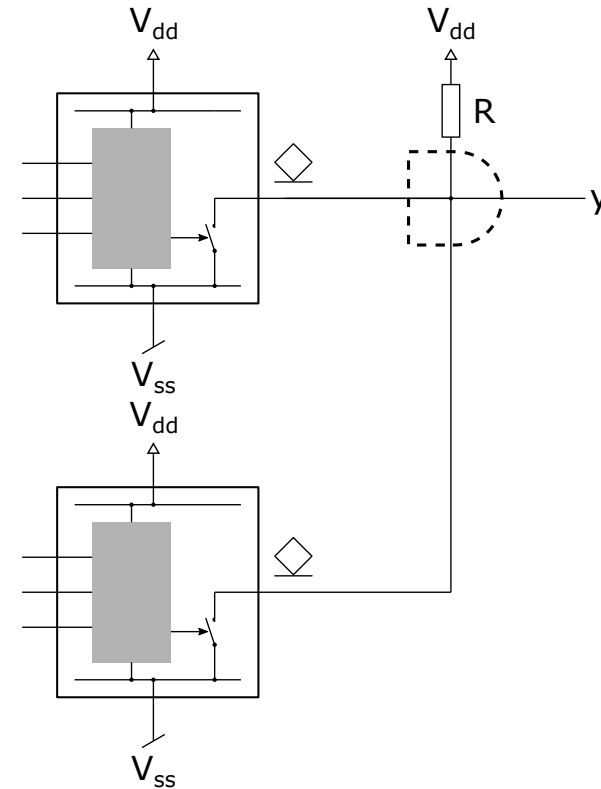
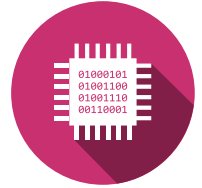
- Open-Drain:
  - Kurzschluss ausgeschlossen falls man die Ausgänge verbindet



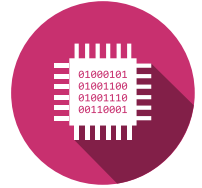
# Logische Zustände

## Open-Drain Gatter

- Open-Drain:
  - Kurzschluss ausgeschlossen falls man die Ausgänge verbindet
- **Implizite Funktion: Verkabeltes Und (Cabled-AND)**





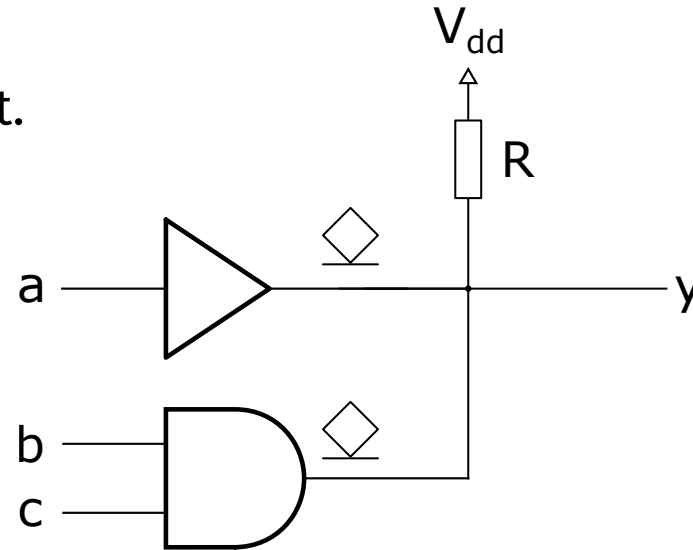


# Logische Zustände

## Open-Drain Gatter

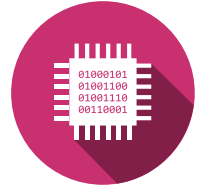
- Beispiel für eine Schaltung:
- Beide Gatter können nur eine '0' erzeugen.
- Der Widerstand zieht nur dann auf '1', wenn keiner der Schaltkreise auf '0' zieht.

a	b	c	y	driver
0	0	0	0	Buf, AND
0	0	1	0	Buf, AND
0	1	0	0	Buf, AND
0	1	1	0	Buf
1	0	0	0	AND
1	0	1	0	AND
1	1	0	0	AND
1	1	1	1	R

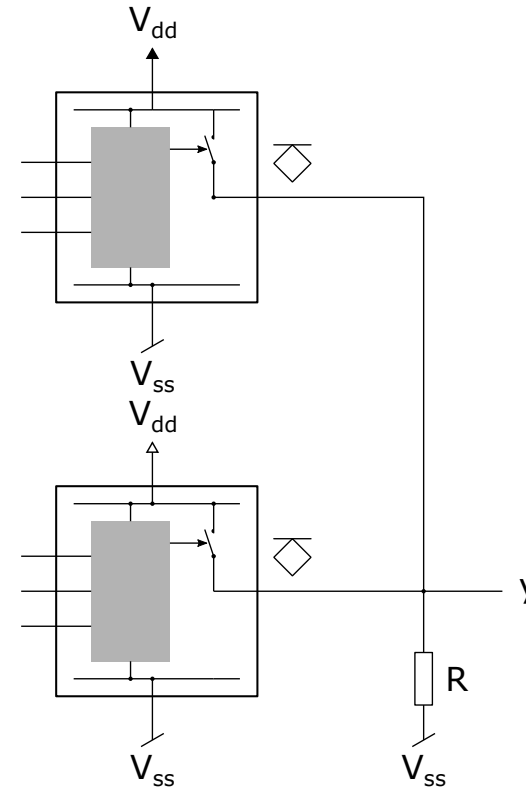


# Logische Zustände

## Open-Source Gatter

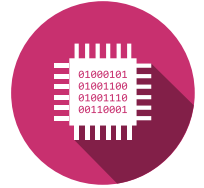


- Open-Source:
  - Symmetrisch zu Open-Drain
  - Kurzschluss ausgeschlossen falls man die Ausgänge verbindet

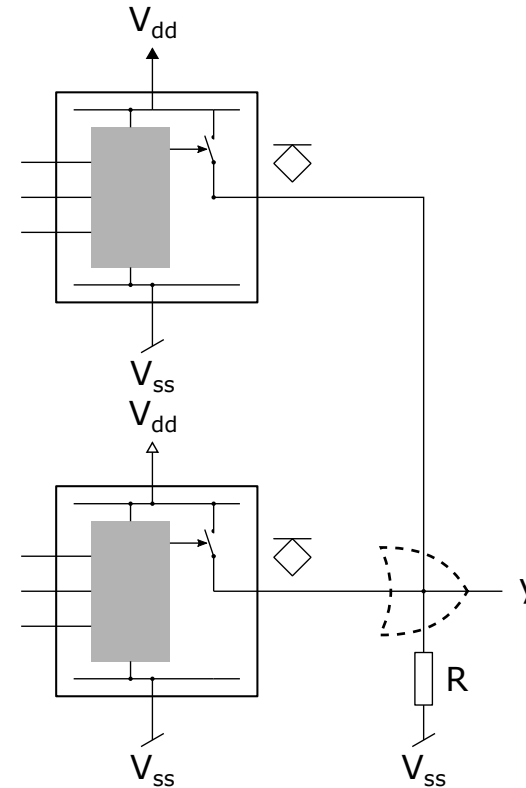


# Logische Zustände

## Open-Source Gatter

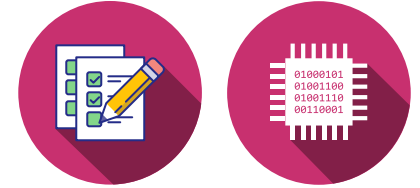


- Open-Source:
  - Symmetrisch zu Open-Drain
  - Kurzschluss ausgeschlossen falls man die Ausgänge verbindet
- **Implizite Funktion:  
Verkabeltes Oder (Cabled-OR)**



## Aufgabe 3.2

### Alarmschaltung



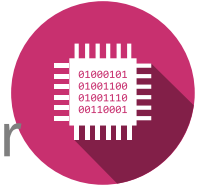
Schlagen Sie das Schema einer Brand-Alarmschaltung in einem Gebäude vor.

Das Gebäude enthält 16 Rauchsensoren, welche in verschiedenen Räumen gestellt sind. Diese werden durch einen 3-Draht-Kabel zusammengeknüpft: 2 für die Speisung und 1 für die Informationsübermittlung. Die Aktivierung eines einzelnen Sensors soll eine Sirene heulen lassen.

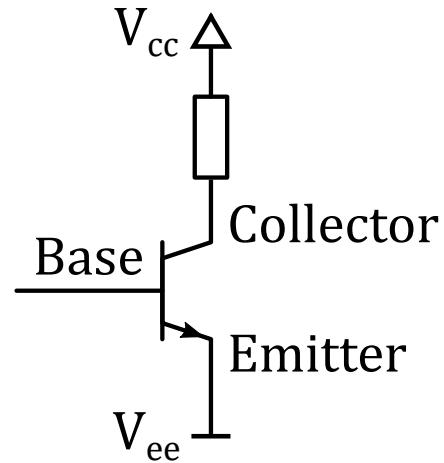
Ein Sensor liefert eine '1' bei Rauchaufspürung. Die Sirene heult, sobald ihr Steuersignal auf '1' schaltet.

# Logische Zustände

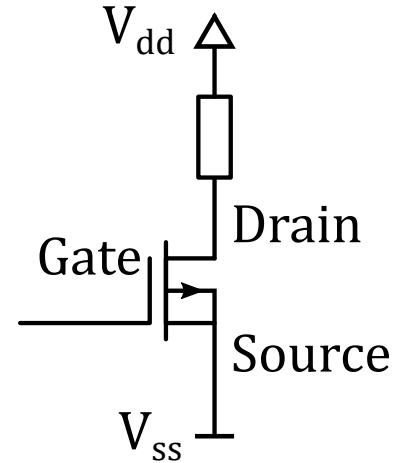
## Open-Source & Open-Drain vs. Open-Collector & Open-Emitter



Bipolar BJT

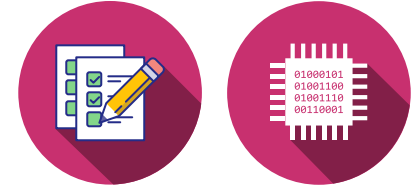


MOSFET



## Aufgabe 3.3

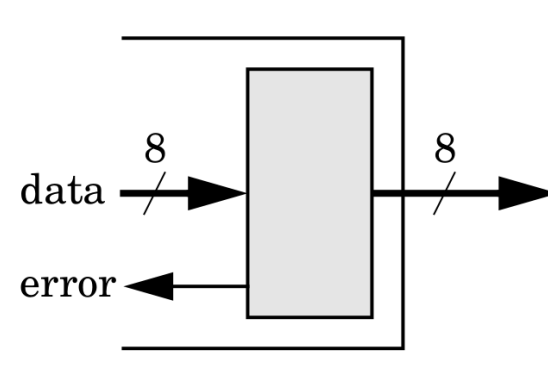
### Zusammenstossaufspürung



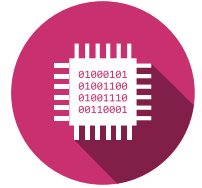
Zeichnen Sie das Schema eines Bus-Interfaces, wo mehrere Bausteine fähig sind, auf einem gemeinsamen Bus einen 8-Bit Wert zu schreiben und dessen Wert kontrollieren zu können.

Ist der Wert auf der Linie verschieden als den vorgesehenen, so liefert das Bus-Interface dem Baustein ein Irrtumsanzeigesignal, um ihm ein Übertragungsproblem zu signalisieren.

Schlagen Sie eine Methode vor, um den Daten auf dem Bus eine Priorität geben zu können.



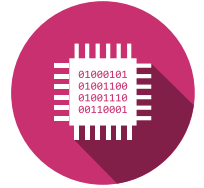
# Inhalt



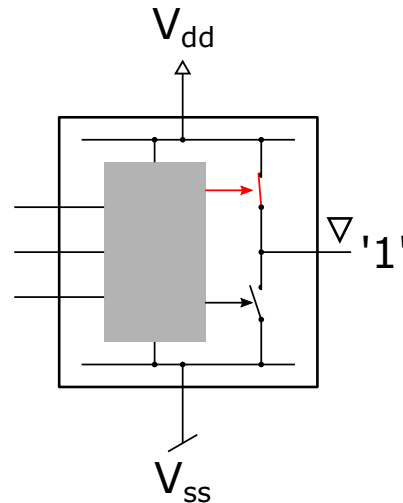
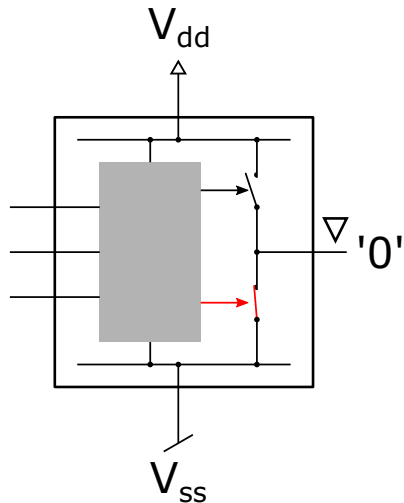
- Logische Basiszustände
- Logikgatter, die nur einen Zustand hervorbringen
- **Logikgatter mit hochohmigem Ausgang**
  - Gatter mit hochohmigem Ausgang
  - Tri-State-Puffer
- Logische Zustände vom Simulator und Synthesizer aus gesehen

# Logische Zustände

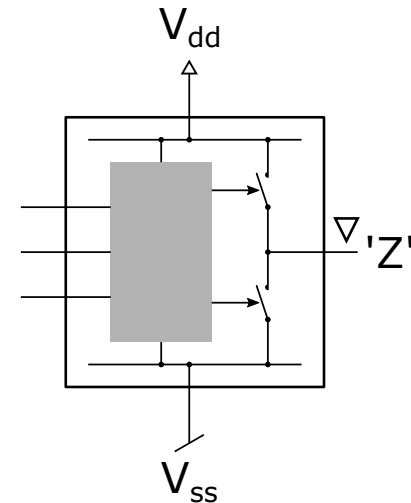
## Gatter mit hochohmigem Ausgang (Tri-State)



- Hochohmiger Ausgang (Tri-state):
- Im Zustand hoher Impedanz 'Z', das Logikgatter erzeugt weder eine '0' noch '1'
- Dies wird auch als «schwebend» bezeichnet (floating)



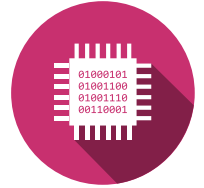
DiD LST



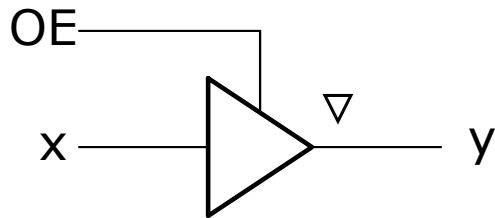


# Logische Zustände

## Buffer Tri-State (3 Zustände)



- Ein Puffer Tri-State kann 3 Zustände erzeugen

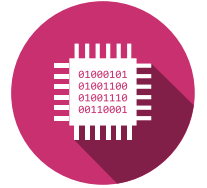


OE	x	y
0	0	Z
0	1	Z
1	0	0
1	1	1

- Ein OE-Eingang (Output Enable) wird verwendet, um den Status des Ausgangs (aktiv 0/1 oder 'Z') zu steuern.
- Ein Master steuert die OE-Signale von mehreren Puffern auf derselben Leitung, so dass zu einem bestimmten Zeitpunkt nur ein Puffer aktiv ist.

# Logische Zustände

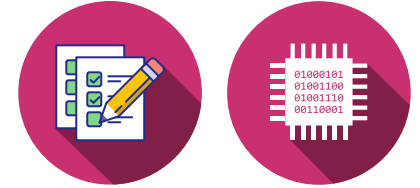
## Hochohmiger Ausgang (Tri-State)



- Schaltungen mit hoher Impedanz:
  - Wir brauchen einen Master, der alle OE steuert
  - Er darf immer noch einen einzigen OE auf '1' gelegt werden.
  - Hochohmige Schaltungen verbrauchen weniger Strom als offene Drain/Source-Schaltungen.

# Aufgabe 4.1

## Datenbus

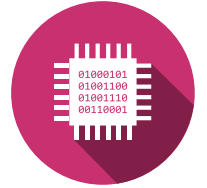


Schlagen Sie ein Schema zur Verknüpfung von Bausteinen zu einem gemeinsamen Datenbus vor.

Das System enthält 3 Komponente, welche je einen 8-Bit Wert liefern. Um einen davon zu wählen erstellt die Systemsteuerung eine auf 2 Bit codierte Adresse. Die Funktionsweise ist die folgende:

- ist die Adresse gleich 0, so übermittelt kein Baustein einen Wert,
- ist die Adresse gleich 1, so übermittelt der Baustein 1 seinen Wert,
- ist die Adresse gleich 2, so übermittelt der Baustein 2 seinen Wert,
- ist die Adresse gleich 3, so übermittelt der Baustein 3 seinen Wert

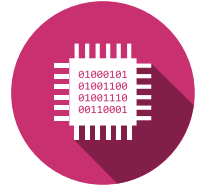
# Inhalt



- Logische Basiszustände
- Logikgatter, die nur einen Zustand hervorbringen
- Logikgatter mit hochohmigem Ausgang
- **Logische Zustände vom Simulator und Synthesizer aus gesehen**
  - Unbekannter Zustand
  - Nichtinitialisierter Zustand
  - Nichtspezifizierter Zustand
  - VHDL Typen

# Logische Zustände

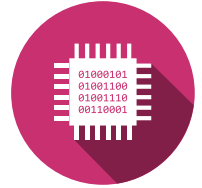
## Unbekannter Zustand



- Zustand 'X':
  - Der Simulator weiß nicht immer, wie der Ausgang eines Logikgatters mit einem nicht verbundenen Eingang bestimmt werden kann.
  - Und so legt er diesen Ausgang auf 'X'...
- Auch Kurzschlüsse erzeugen ein 'X'!
- Ein 'X' in der Simulation deutet oft auf einen Konstruktionsfehler hin!

# Logische Zustände

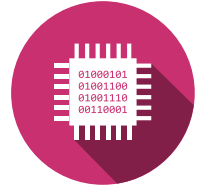
## Nichtinitialisierter Zustand



- Zustand 'U' (uninitialized):
  - Im Simulator beginnen alle Signale beim Zustand 'U'.
  - Der Zustand 'U' verschwindet bei der ersten Zuweisung des Signals.
  - Logische Gatter mit Verzögerungen beginnen daher auch im Zustand 'U'.
  - Gates mit Speicher (Speicherelemente und Flip-Flops) bleiben bis zum ersten Schreiben (oder bis zum Reset) auf 'U'.

# Logische Zustände

## Nichtspezifizierter Zustand

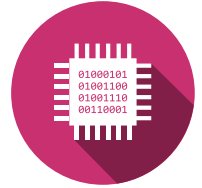


- Zustand '-' (don't care):
  - Der Simulator behandelt es wie ein "X" oder ein "U".
  - Aber das Synthesewerkzeug kann sich dies zunutze machen, um die Schaltung zu vereinfachen
  - Verwenden Sie den '-' Status so oft wie möglich.
  - Auf diese Weise lässt sich auch überprüfen, ob die betreffende Bedingung wirklich unwichtig ist.

# Logische Zustände

## VHDL - Simulator

### Zustand von std\_logic und std\_ulogic



- '1' Logic 1
- '0' Logic 0
- 'Z' High impedance
- 'W' Weak signal, can't tell if 0 or 1
- 'L' Weak 0, pulldown
- 'H' Weak 1, pullup
- '-' Don't care
- 'U' Uninitialized
- 'X' Unknown, multiple drivers



# Logische Zustände

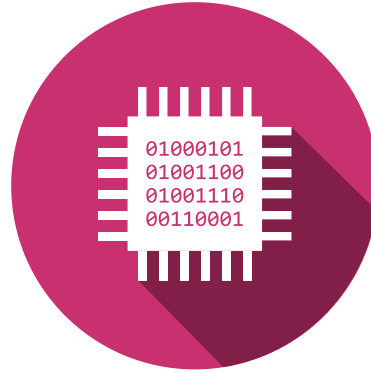
## VHDL



- `std_ulogic` – The unresolved type
  - Für die Simulation
  - Kreiert Metawert Warnungen im Simulator
  - Kreiert Errors in der Kompilation

- `std_logic` – The resolved type
  - Näher an der Hardware
  - Für Tri-State

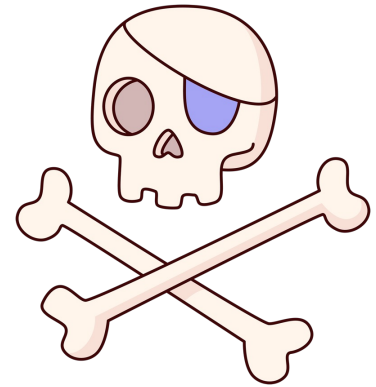
	U	X	0	1	Z	W	L	H	-
U	U	U	U	U	U	U	U	U	U
X	U	X	X	X	X	X	X	X	X
0	U	X	0	X	0	0	0	0	X
1	U	X	X	1	1	1	1	1	X
Z	U	X	0	1	Z	W	W	W	X
W	U	X	0	1	W	W	W	W	X
L	U	X	0	1	L	W	L	W	X
H	U	X	0	1	H	W	W	H	X
-	U	X	X	X	X	X	X	X	X



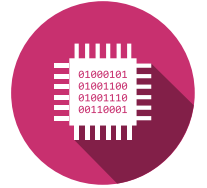
Und wir kennen zwei lebensbedrohliche Gefahren:

Nicht angeschlossene Eingänge!

Kurzgeschlossene Ausgänge!



# Referenzen



- [Toc92] (Französisch) + Differenzen TTL / CMOS
- [Gin87a] (Französisch) + Elektronische Charakteristiken
- [Ber90] (Französisch) Open-Collector & Tri-State
- [Com90] (Englisch) Open-Collector & Tri-State, Werte für R

WHY ARE THERE MIRRORS ABOVE BEDS

WHY DO I SAY UH

WHY IS SEA SALT BETTER

WHY ARE THERE TREES IN THE MIDDLE OF FIELDS

WHY IS THERE NOT A POKEMON MMO

WHY IS THERE LAUGHING IN TV SHOWS

WHY ARE THERE DOORS ON THE FREEWAY

WHY ARE THERE SO MANY SUCHOST-EXE RUNNING

WHY AREN'T ANY COUNTRIES IN ANTARCTICA

WHY ARE THERE SCARY SOUNDS IN MINECRAFT

WHY IS THERE KICKING IN MY STOMACH

WHY ARE THERE TWO SLASHES AFTER HTTP

WHY ARE THERE CELEBRITIES

WHY DO SNAKES EXIST

WHY DO OYSTERS HAVE PEARLS

WHY ARE DUCKS CALLED DUCKS

WHY DO THEY CALL IT THE CLAP

WHY ARE KYLE AND CARTMAN FRIENDS

WHY IS THERE AN ARROW ON AANG'S HEAD

WHY ARE TEXT MESSAGES BLUE

WHY ARE THERE MUSTACHES ON CLOTHES

WHY WUBA LUBBA DUB DUB MEANING

WHY IS THERE A WHALE AND A POT FALLING

WHY ARE THERE SO MANY BIRDS IN SWISS

WHY IS THERE SO LITTLE RAIN IN WALLIS

WHY IS WALLIS WEATHER FORECAST ALWAYS WRONG

WHY ARE THERE MALE AND FEMALE BIKES

WHY ARE THERE BRIDESMAIDS

WHY DO DYING PEOPLE REACH UP

HOW FAST IS LIGHTSPEED

WHY ARE OLD KLINGONS DIFFERENT

WHY ARE THERE TINY SPIDERS IN MY HOUSE

WHY DO SPIDERS COME INSIDE

WHY ARE THERE HUGE SPIDERS IN MY HOUSE

WHY ARE THERE LOTS OF SPIDERS IN MY HOUSE

WHY ARE THERE SPIDERS IN MY ROOM

WHY ARE THERE SO MANY SPIDERS IN MY ROOM

WHY DO SPYDER BITES ITCH

WHY IS DYING SO SCARY

WHY IS THERE NO GPS IN LAPTOPS

WHY DO KNEES CLICK

WHY ARE THERE GHOSTS

WHY ARE THERE DOGS AFRAID OF FIRE

WHY IS THERE CAFFEINE IN MY SHAMPOO

WHY HAVE DINOSAURS NO FUR

WHY DO IGUANAS DIE

WHY AREN'T ECONOMISTS RICH

WHY DO AMERICANS CALL IT SOCCER

WHY ARE MY EARS RINGING

WHY IS 42 THE ANSWER TO EVERYTHING

WHY CAN'T NOBODY ELSE LIFT THORS HAMMER

WHY IS MARVIN ALWAYS SO SAD

WHY ARE THERE ANTS IN MY LAPTOP

WHY IS EARTH TILTED

WHY IS SPACE BLACK

WHY IS OUTER SPACE SO COLD

WHY ARE THERE PYRAMIDS ON THE MOON

WHY IS NASA SHUTTING DOWN

WHY ARE THERE GHOSTS

WHY IS THERE AN OWL IN MY BACKYARD

WHY IS THERE AN OWL OUTSIDE MY WINDOW

WHY IS THERE AN OWL ON THE DOLLAR BILL

WHY DO OWLS ATTACK PEOPLE

WHY ARE FPGA's EVERYWHERE

WHY ARE THERE HELICOPTERS CIRCLING MY HOUSE

WHY ARE THERE GODS

WHY ARE THERE TWO SPOCKS

WHY ARE MY BOOBS ITCHY

WHY ARE CIGARETTES LEGAL

WHY ARE THERE DUCKS IN MY POOL

WHY IS JESUS WHITE

WHY IS THERE LIQUID IN MY EAR

WHY DO Q TIPS FEEL GOOD

WHY DO PEOPLE DIE

WHY AREN'T THERE GUNS IN

WHY ARE THERE ZIPPER

WHY ARE THERE WEEKS

WHY DO I FEEL DIZZY

WHY ARE THERE MIRRORS ABOVE BEDS

WHY DO I SAY UH

WHY IS SEA SALT BETTER

WHY ARE THERE TREES IN THE MIDDLE OF FIELDS

WHY IS THERE NOT A POKEMON MMO

WHY IS THERE LAUGHING IN TV SHOWS

WHY ARE THERE DOORS ON THE FREEWAY

WHY ARE THERE SO MANY SUCHOST-EXE RUNNING

WHY AREN'T ANY COUNTRIES IN ANTARCTICA

WHY ARE THERE SCARY SOUNDS IN MINECRAFT

# QUESTIONS

CAN BE ASKED BY ANYONE ANYTIME

WHY ARE THERE GHOSTS



WHAT IS <https://xkcd.com/1256/>

WHY DO THEY SAY T-MINUS

WHY ARE THERE OBELISKS

WHY ARE WRESTLERS ALWAYS WET

WHY AREN'T MY ARMS GROWING



WHY ARE MY BOOBS ITCHY  
WHY ARE CIGARETTES LEGAL  
WHY ARE THERE DUCKS IN MY POOL  
WHY IS JESUS WHITE  
WHY IS THERE LIQUID IN MY EAR  
WHY DO Q TIPS FEEL GOOD  
WHY DO PEOPLE DIE

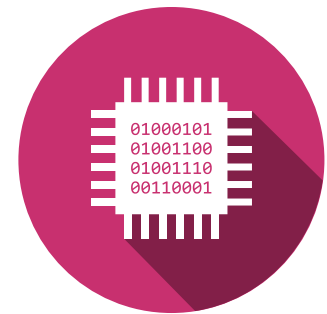
WHY AREN'T THERE GUNS IN



**Hes·so**  **VALAIS  
WALLIS**



**Haute Ecole d'Ingénierie**  
**Hochschule für Ingenieurwissenschaften**



Silvan Zahno [silvan.zahno@hevs.ch](mailto:silvan.zahno@hevs.ch)  
Christophe Bianchi [christophe.bianchi@hevs.ch](mailto:christophe.bianchi@hevs.ch)  
François Corthay [francois.corthay@hevs.ch](mailto:francois.corthay@hevs.ch)