

**Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. J. Becker**

**becker@kit.edu**

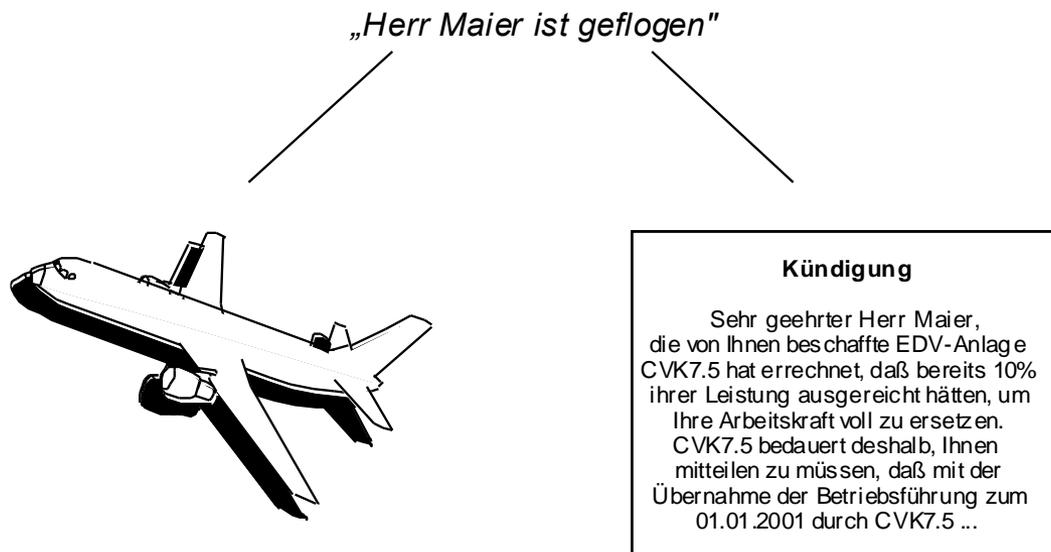
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Institut für Technik der Informationsverarbeitung (ITIV)

# Digitaltechnik

# Nachricht und Signal

- **Information** ist ungeachtet seines häufigen Gebrauchs nicht formal definiert, jedoch der Gemeinsprache als Kenntnis über **reale** oder **gedankliche Sachverhalte** und **Vorgänge** bekannt



- **Beispiel:** unterschiedliche **Interpretation** derselben Information  
**wichtig:** **Kontext** der Information

## Definitionen: Nachricht und Daten

- **Nachricht (DIN 44300 Teil 2):** Gebilde aus Zeichen oder kontinuierlichen Funktionen, die aufgrund bekannter und unterstellter Abmachungen Information darstellen und die vorrangig zum Zweck der Weitergabe als zusammengehörig angesehen und deshalb als Einheit betrachtet werden.

**Sonderfall** (Unterscheidung durch Zweckbestimmung):

- **Daten:** Gebilde aus Zeichen oder kontinuierlichen Funktionen, die aufgrund bekannter oder unterstellter Abmachungen Information darstellen, vorrangig zum Zweck der Verarbeitung oder als deren Ergebnis
  - **Nachricht:** Weitergabe von **Daten**
  - **zentral:** **digitale Datenverarbeitung**

## Definitionen

- **Zeichen:** ein Element aus einer endlichen Menge von Objekten
  - **Zeichenvorrat**
  - zur Darstellung von Information vereinbart

-	<b>Morsezeichen</b>	"-"	{ -, · , }
-	<b>Morsealphabet</b>	"-..."	{ .-, -...., -.-., ...., --... }
-	<b>Buchstaben</b>	"G"	{ A, B, C, ... , Z }
-	<b>Ziffern</b>	"4"	{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 }
-	<b>Beliebiger Zeichensatz</b>	"☞"	{ ✖, ☞, ☾, ⌚, ✖ }
-	<b>Verkehrszeichen ...</b>		

→ vielfältige weitere Beispiele für **“Zeichen“** und **“Alphabete“**

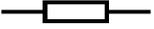
## Definitionen

- **Symbol:** ein **Zeichen** (oder eine Zeichenfolge) wird als **Symbol** bezeichnet, wenn ihm in der gegebenen Situation eine **bestimmte Bedeutung** zugeordnet ist

- mathematische Symbole:      + , - , · , / , =

- Kühlschrankschalter:      \* , \*\* , \*\*\*

- Spielkarten:         

- Schalt-„Zeichen“:       ,  ,  , 

- Elektroherd:          

→ Beispiele für **Symbole** und Ihre **Zuordnung** in jeweiliger **Situation**

## Technische Darstellung von Information / Nachrichten / Daten

- Notwendigkeit eines **Trägers**, meist physikalischer Natur
- Aufprägen einer Nachricht: **Veränderungen** charakteristische **Parameter**
- Parameter + Änderungen: **zeitlicher** Verlauf + **räumliche** Abhängigkeit

Physikalische Größe	Veränderbarer Parameter
Spannung, Strom	Amplitude, Kurvenform, Frequenz, Phasenlage
Widerstand	Widerstandswert
Feldstärke	Betrag , Richtung
Reflexionsfähigkeit	Reflexionsfaktor
Durchlässigkeit	Transmissionsfaktor

- Die Verwendung physikalischer Größen in diesem Zusammenhang führt nach DIN 44300 auf einen neuen Begriff:

## Definition

- **Signal:** Die **Darstellung** von **Nachrichten** oder **Daten** mit **physikalischen** Mitteln
  - **Systematische Veränderungen** von **Parametern** einer physikalischen Größe in **Zeit** und **Raum** nach vereinbarten Regeln
- **Wichtig:** **Wertemenge** der kennzeichnenden **Parameter**
  - **Kontinuierliche** Wertemenge
  - Wertebereiche / Werteintervalle (→ Messtechnik!)
    - diskrete Signale

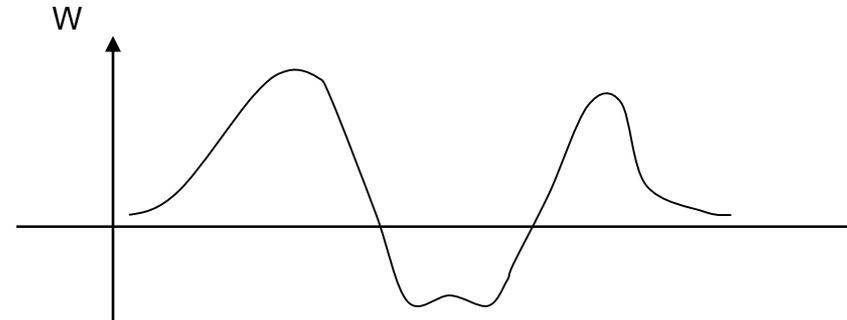
## Typen von Signalen

### Theoretisch:

**kontinuierliches** Signal

→ physikalisch +  
meßtechnisch

**nicht** realisierbar



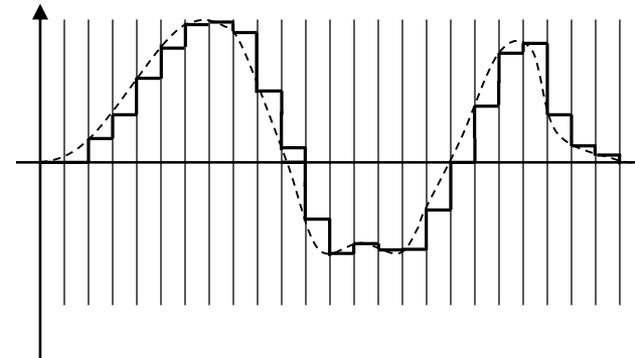
**zeitdiskretes,  
wertkontinuierliches**

Signal

→ **diskrete**

Abtastzeitpunkte

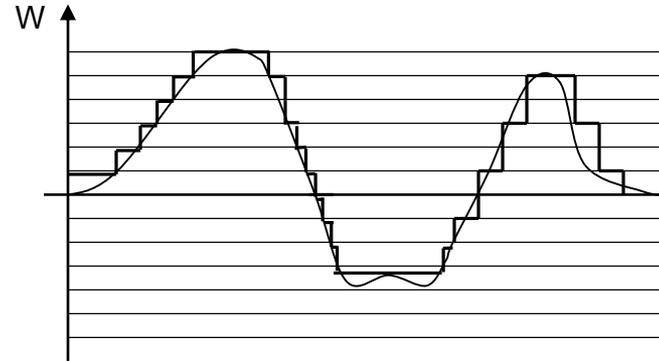
W



## Typen von Signalen

**zeitkontinuierliches ,  
wertdiskretes** Signal

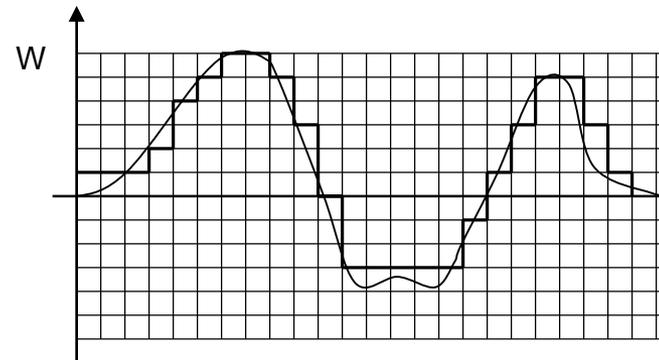
→ Bsp.: Quanteneffekte



**zeitdiskretes,  
wertdiskretes** Signal:

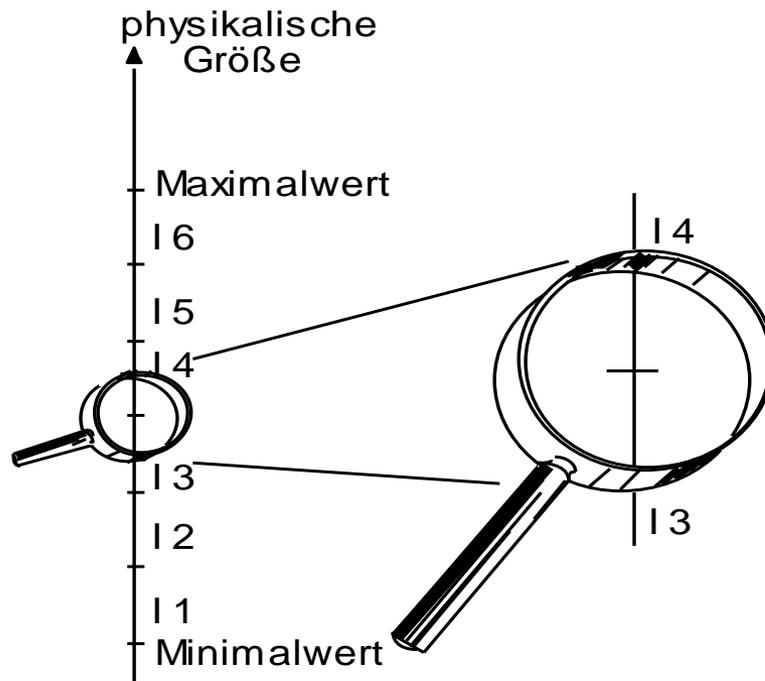
**digitales Signal**

→ **Digitaltechnik:**  
Einschränkung der Zahl  
möglicher Werte (**Intervalle**)



# Signale mit begrenzter Zahl von Werten

- In der **Digitaltechnik**: Einschränkung der **Anzahl der Werte** für **Signale**
- Auf diese Weise wird eine **preiswerte** und **zuverlässige technische Lösung** erreicht
- Ein **Digitalwert** repräsentiert dann ein Intervall an Werten

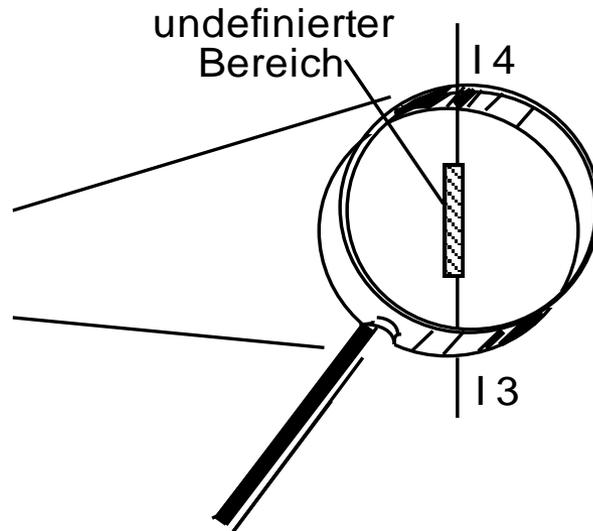


## Problem:

**exakte ("harte")  
Diskrimination an  
Intervallgrenzen**

# Signale mit begrenzter Zahl von Werten

- **Problem:** **Intervallübergänge**  
→ **Trick:** jeweils zwischen zwei Intervallen  
**undefinierte Bereiche** einfügen
- **Zuordnungsproblem** mit technisch **einfachen Mitteln** lösbar
- **Undefinierte Bereiche** -> Digitalwertzuordnung "willkürlich"



**Besser:**  
**“weiche“**  
**Diskrimination**

# Binärsignale

- Von Bedeutung ist die **Signaldarstellung** mit der **geringsten Digitalwertzahl** -> nämlich **zwei**
- Die Realisierung zugehöriger **technischer Lösungen** ist besonders **einfach** und damit **kostengünstig**
- Die **beiden Intervalle** werden üblicherweise mit **H** bzw. **L** benannt

physikalische Größe	Technische Lösung	L-Bereich	H-Bereich
Maximalwert			
High-Intervall, H	TTL-Technik	0 ... 0,8 V	2,0 ... 5 V
Undefinierter Bereich	V.24-Schnittstelle	-12 .. -3 V	3 ... 12 V
Low-Intervall, L	Schalter	niederohmig	hochohmig
Minimalwert	Transmissionsfaktor	0 .. 40 %	70 ... 100%

- Signaldarstellung: **Auswahl** aus **zwei Werten**  
→ elementarste Entscheidungsmöglichkeit
- Ein **Binärsignal** enthält eine Information von **1 Bit** (bit: binary digit)
- **Abstraktion** von technischer Darstellung:  
→ Alternativen häufig mit “0” bzw. “1” bezeichnet
- Ein **Binärsignal** zur Informationsdarstellung nicht ausreichend  
→ Zusammengesetzte **Repräsentationen** aus **mehreren Binärsignalen** werden verwendet  
→ weitergehende **kombinatorische** Möglichkeiten
- **Binärsignal**:  $x \in \{L, H\}$ : **Binärvektoren**  $X = (x_n, \dots, x_1)$

# Binärsignale

Zahl der Binärsignale

1	2	3	4	...	n
L	LL	LLL	LLLL		LL...LLLL
H	LH	LLH	LLLH		LL...LLLH
	HL	LHL	LLHL		LL...LLHL
	HH	LHH	LLHH		LL...LLHH
		HLL	LHLL		LL...LHLL
		HLH	LHLH		LL...LHLH
		HHL	LHHL		LL...LHHL
		HHH	LHHH		LL...LHHH
			HLLL		LL...HLLL
			HLLH		LL...HLLH
			HLHL		LL...HLHL
			HLHH		LL...HLHH
			HHLL		LL...HHLL
			HHLH		LL...HHLH
			HHHL		LL...HHHL
			HHHH		LL...HHHH
					HH...HHHL
					HH...HHHH

Zahl der möglichen Wertekombinationen

$2$   
 $2 \cdot 2 = 4$   
 $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$   
 $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16$   
 $2 \cdot 2 \cdot \dots \cdot 2 = 2^n$

- Mit **n Binärstellen** lassen sich also  $2^n$  unterschiedliche **Kombinationen** bilden
- **Anzahl Binärsignale** zur Darstellung von **N Werten** (Zeichen)  
→ inverse Funktion:  $n = \log_2 N = \text{ld } N$
- **Weiterhin:** Berücksichtigung, dass nur **ganzzahlige Anzahl Bits** zur Darstellung von Binärsignalen möglich sind

Darstellung von **N Werten**  $n = \lceil \text{ld } N \rceil$  **Bits** werden benötigt