

# Das Real-World Interface

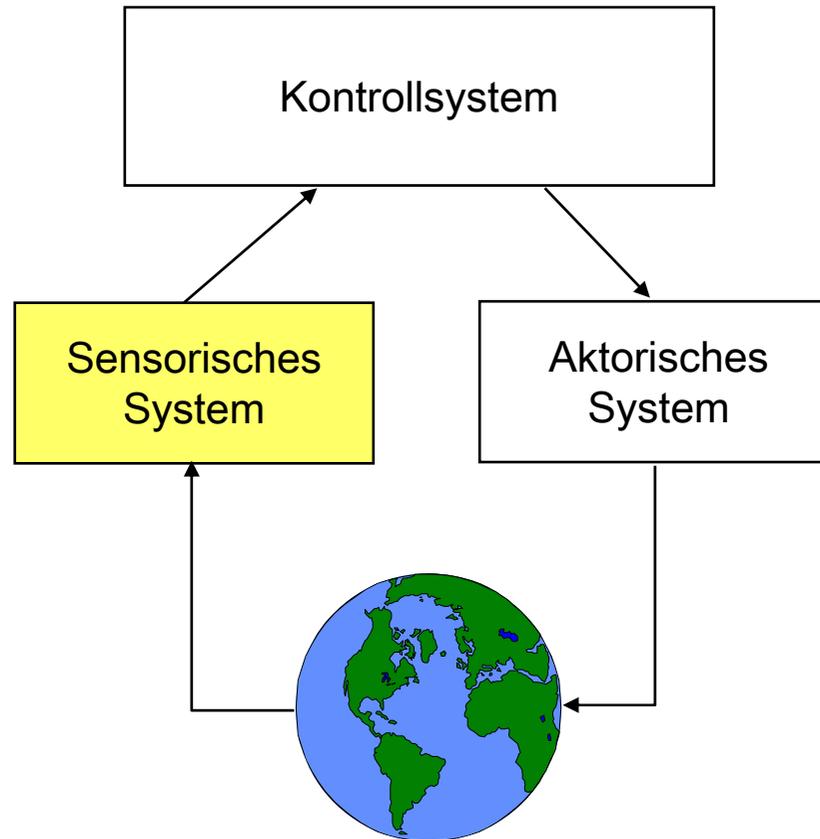
---

## Sensoren und Aktoren



# Die sensorischen Komponenten

---



# Die sechs Sinne: Biosensorik

---

Sensorleistung: tasten, schmecken, riechen, hören, sehen, orientieren

Die Sensoren: mechanisch, chemisch, akustisch, optisch

Elektromagn.  
Strahlung: Licht (Sehsinn)  
Wärme( Wärme- und Kälterezeptoren in der Haut)

Schall: Hörsinn

Mechanisch: Kinästhetisch (propriozeptiv)  
Position der Körperteile: Streckrezeptoren in den Muskeln und Gelenken  
Haptisch (exterozeptiv) (mit dem Tastsinn)

Chemisch: olfaktorisch (mit dem Geruchssinn)  
gustatorisch (mit dem Geschmackssinn)

Beschleunigung: vestibulär (mit dem Gleichgewichtssinn)



# Technische Sensoren

---

Auslösung:

taktil, chemisch, optisch, elektromagnetisch, akustisch, ferromagnetisch

Primäre Physische Größen:

Bewegung: Position, Weg, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Abstand, Drehung,  
Druck, Temperatur, chem. Konzentration, .....

Mechanisch: Fliehkraftsensor, Beschleunigungsschalter(kupplungen)

Optisch: Codierscheiben, Inkrementalgeber (Lochmasken)

Elektrisch:

Widerstand: Beisp.: Schalter, Magnetfeld, Temperatur, Licht, Druck, Position

Kapazität: Druck, Füllstand, Position,

Induktion: Bewegung, Position,

Hall-Effekt

Fotoelektrische Effekte

Piezo-, Peltier-, ..

Elektrolytisch (elektrochemisch)

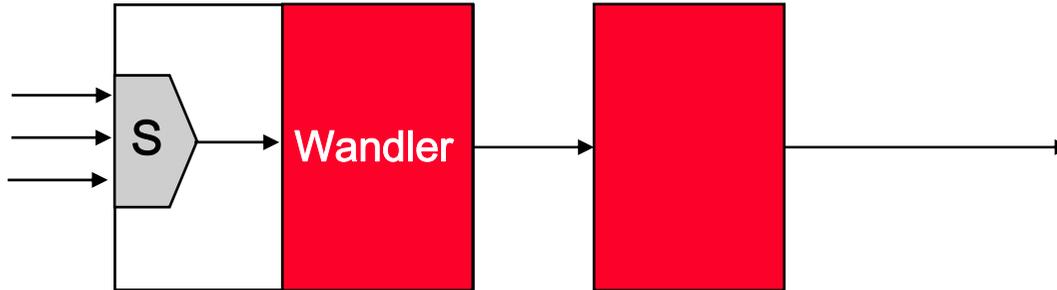
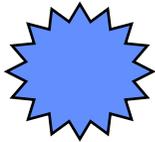
Chemisch:

Gasdetektoren, pH-Detektoren, ...



# Sensoren

Prozeß  
Energie



Signalaufbereitung:  
Verstärker,  
Impulsformer,  
VCO

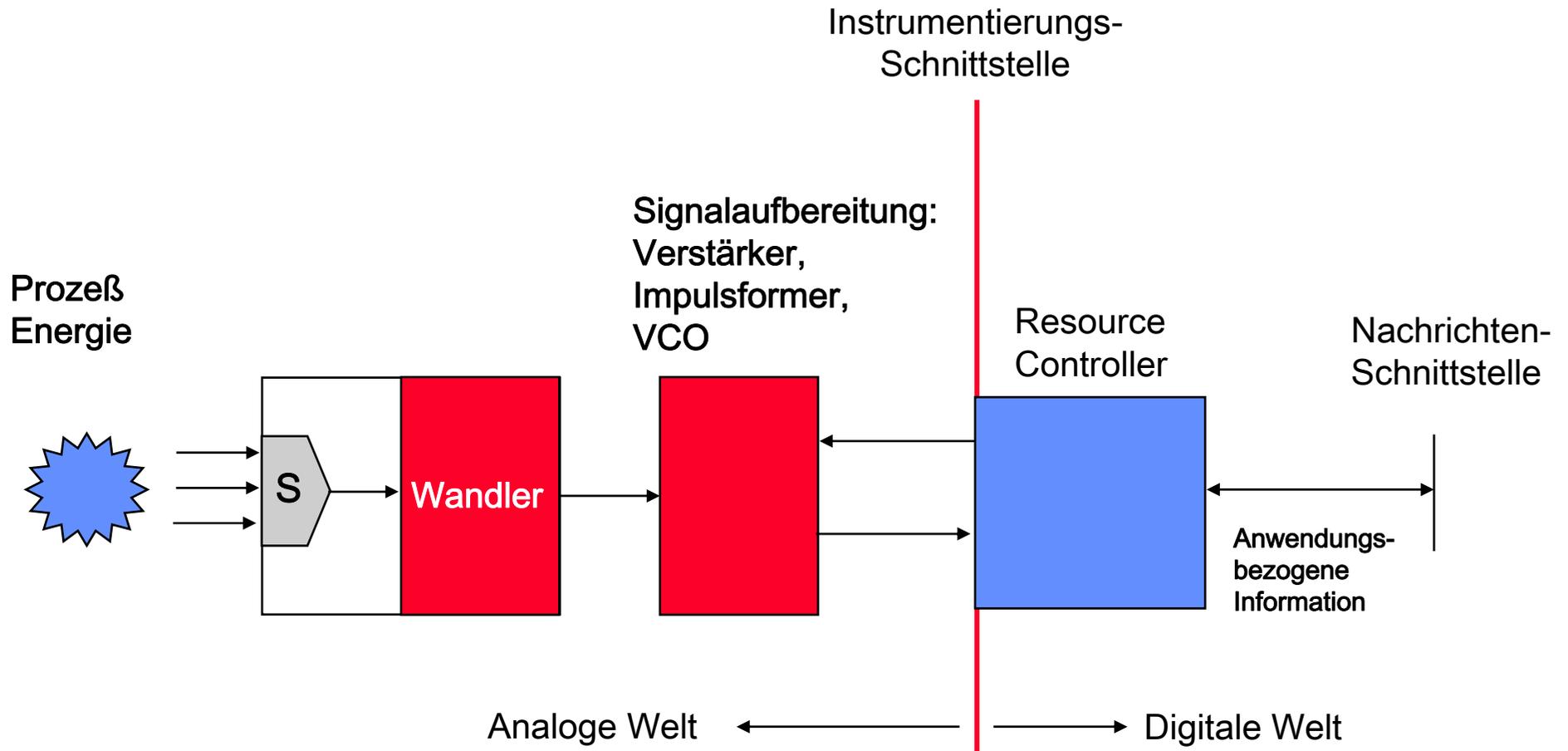
Rohe Meßgröße:

Spannung  
Widerstand  
Frequenz  
Phasenlage  
Taktverhältnis  
Code (Zustand)

Licht	CCD, C-MOS-Array, Photowiderstand, Photodiode, Phototransistor
Druck	Dehnungsmeßstreifen, Mikroschalter, Piezoelement
Temperatur	Heißleiter, Kaltleiter, Halbleiter, Lithium-Tantal(Wärme-)-Sensor
(Ultra)Schall	Wandler, Mikrophon
Chem. Sensoren	CO <sub>2</sub> , CO, Gas, pH-Wert
Lage	Neigungsschalter (Quecksilberschalter), Kreisel, Beschleunigungssensor
Position	Codierscheibe, Potentiometer
Gravitation	Beschleunigungsmesser
Magnetfeld	Magnetfeldsensoren



# "Intelligente" Sensoren



**Alireza Moin: "smart sensors are information sensors, not transducers and signal processing elements"**



# Unterscheidung von Sensoren

---

## Passive Sensoren:

Vorhandene Prozeßenergie wird in Information gewandelt

## Aktive Sensoren:

Prozeßenergie wird aktiv erzeugt und verarbeitet, d.h. im aktiven Sensor ist eine aktorische und eine sensorische Komponente.

Beispiel: Radar, Infrarot/Ultraschall Entfernungsmessung, Navigationssysteme (GPS), Laserscanner, mobiler Roboter (Mobot).

## Intelligente Sensoren:

Enthalten eine Prozessorkomponente zur Verarbeitung der sensorischen Rohdaten und liefern anwendungsbezogene Information, die auch z.B. direkt die Steuerung von Aktoren ermöglicht.

## Virtuelle Sensoren:

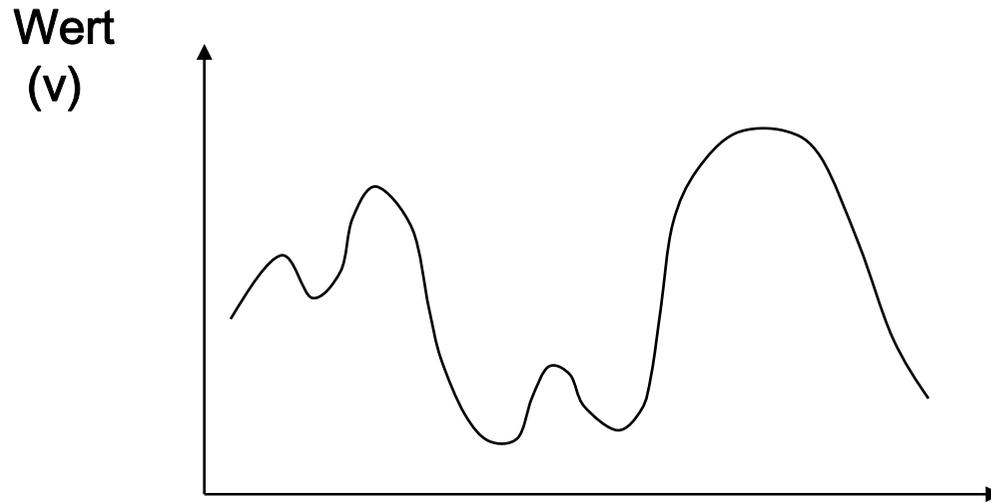
Eine physische Kenngröße wird nicht direkt gemessen, sondern durch eine andere, direkt gemessene Kenngröße approximiert.

## Kooperierende Sensoren:

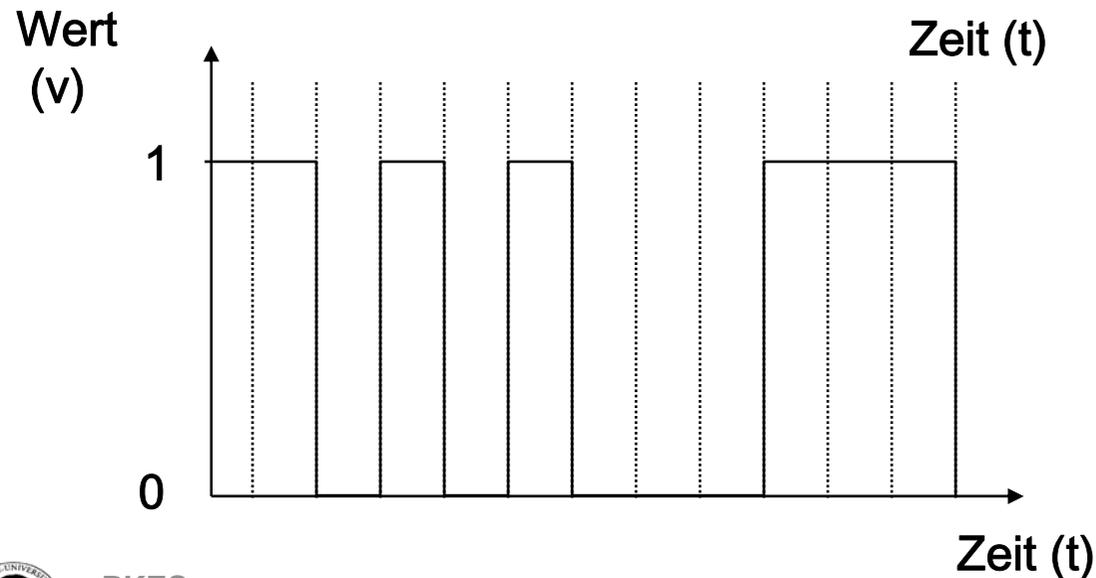
Mehrere möglicherweise unterschiedliche Sensoren arbeiten zusammen, um ein differenziertes Bild der Umwelt zu erhalten.



# Analoge und digitale Grössen



Ein analoges Signal ist kontinuierlich in der Zeit- und der Wertedomäne



Ein digitales Signal ist diskret in der Zeit- und der Wertedomäne



# Anforderungen an die Instrumentierungsschnittstelle:

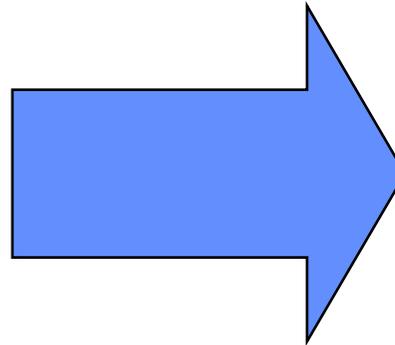
---

Wandlung analoger  
elektrischer Größen:

Spannung,  
Strom,  
Widerstand

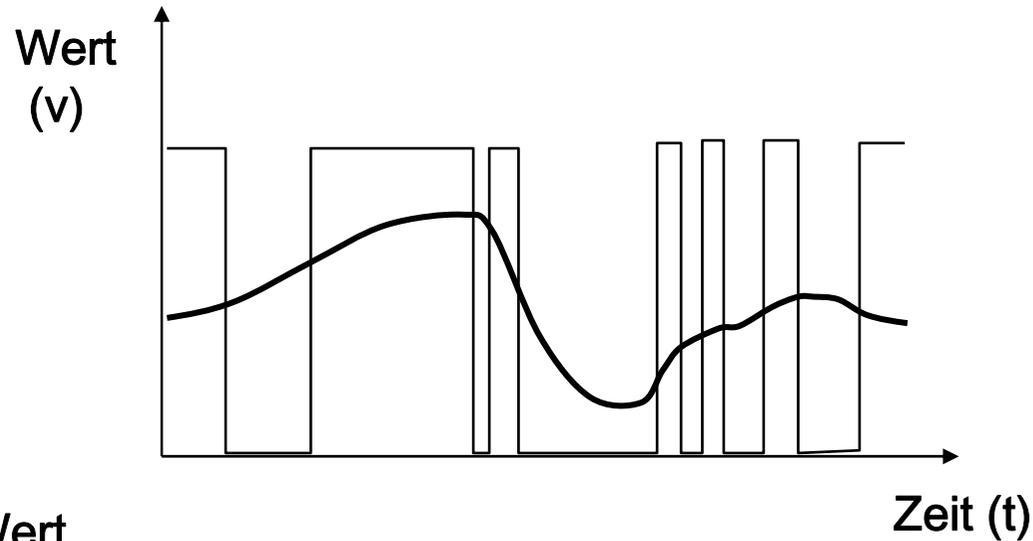
Wandlung kontinuierlicher  
zeitlicher Größen:

Zeitintervalle,  
Perioden,  
Frequenzen

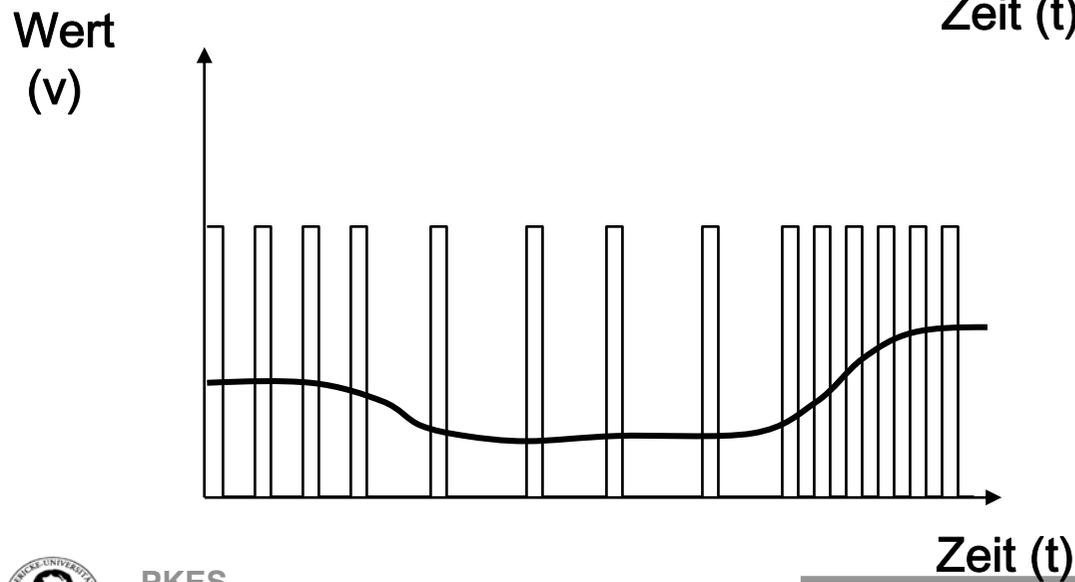


Repräsentation:  
- digital  
- binär

# Analoge Größen in einer kontinuierlichen Zeitdomäne



Pulsbreite  
Puls/Pausen (Takt)-Verhältnis

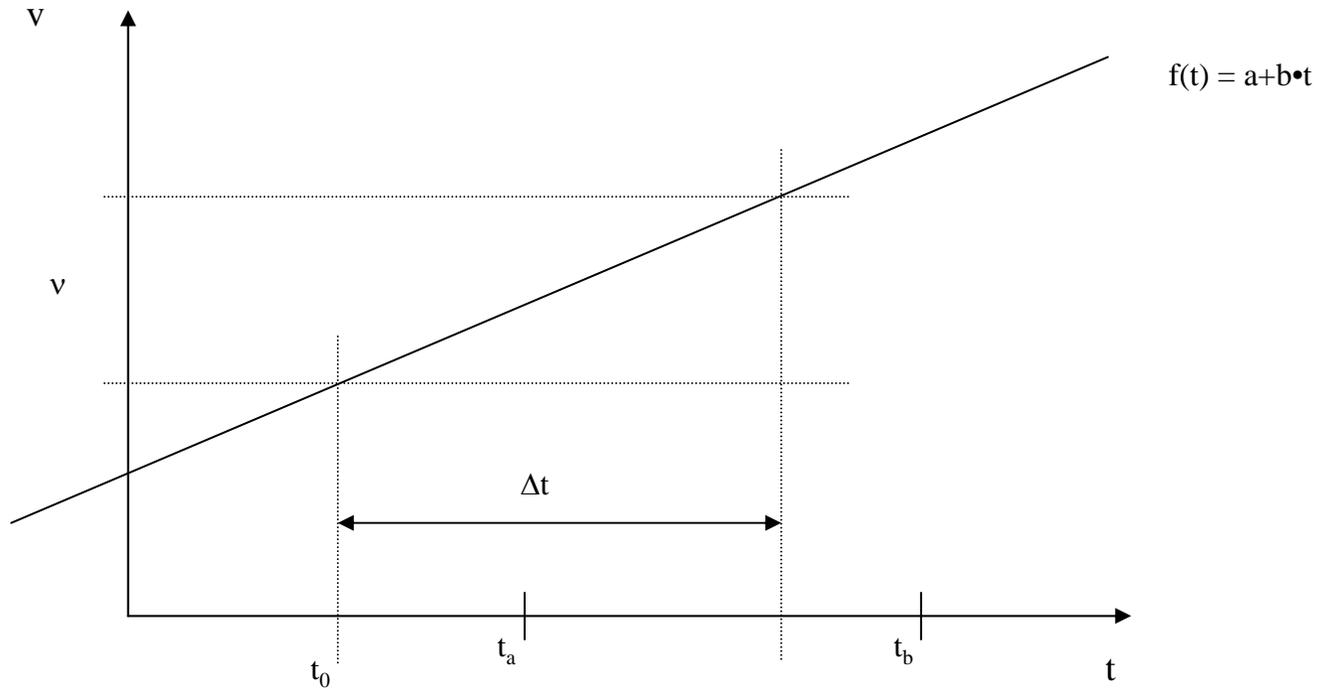


Frequenz



# Zeitliche Gültigkeit von Sensordaten

---



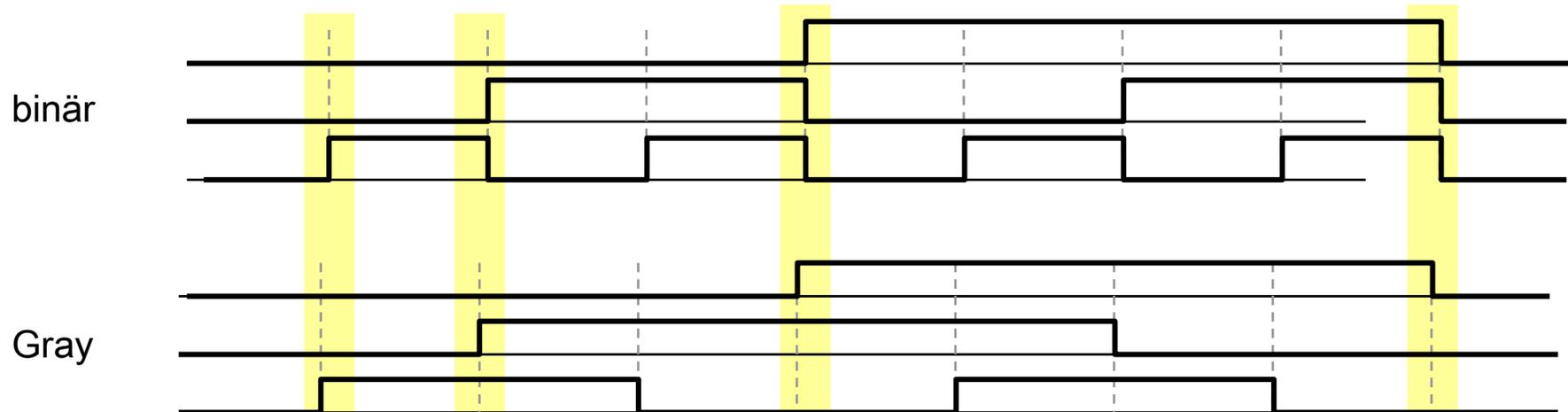
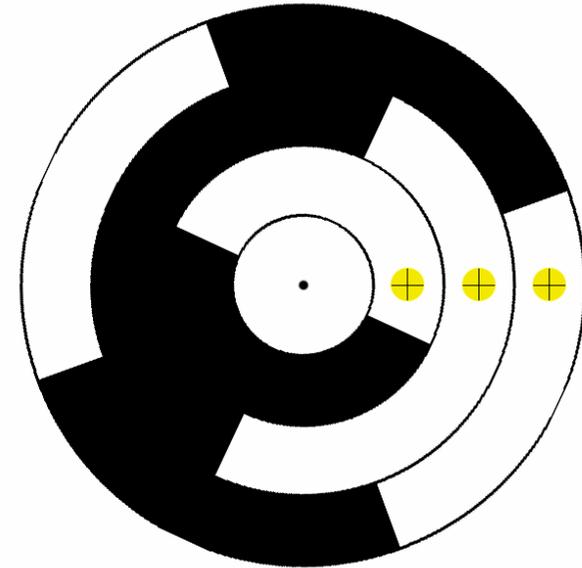
$t_0$  : point of observation  
 $\Delta t$ : temporal validity interval  
 $t_a$  : temporally consistent  
 $t_b$  : temporally not consistent



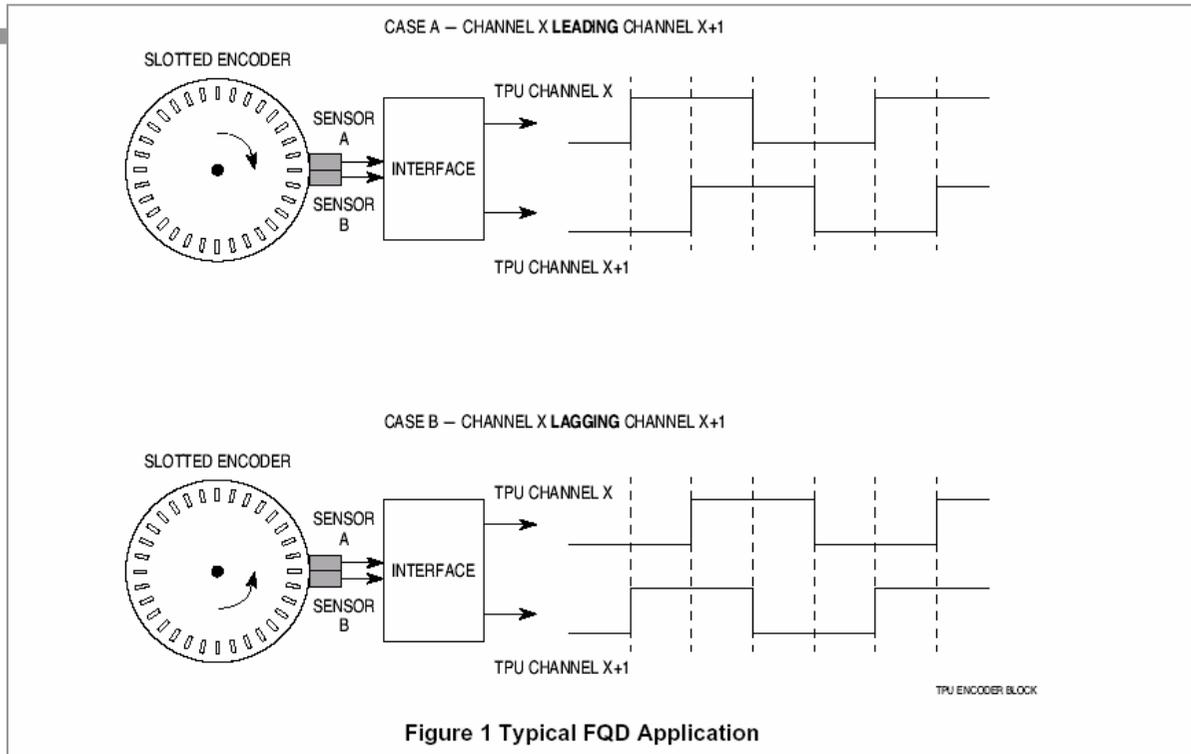
# Absoluter Positionssensor

Codierscheibe für Gray Code

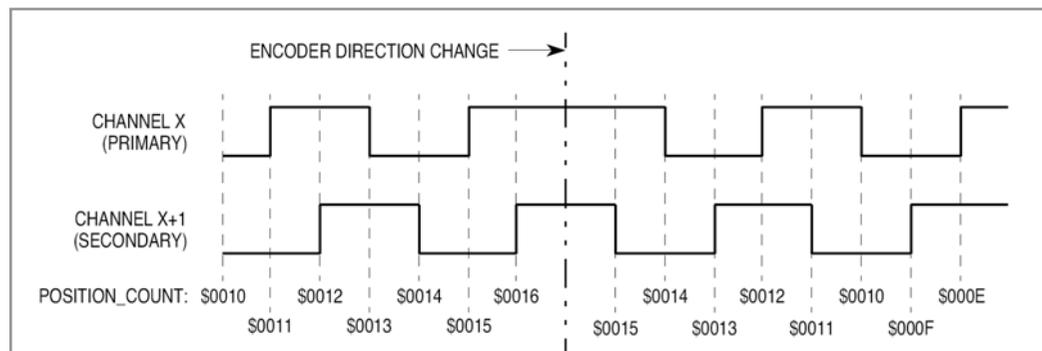
Dez. Code	Binär Code	Gray Code
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110
5	101	111
6	110	101
7	111	100



# Odometrie Sensor (relativer, inkrementeller Positionssensor)



FQD: Fast  
Quadrature  
Decoder

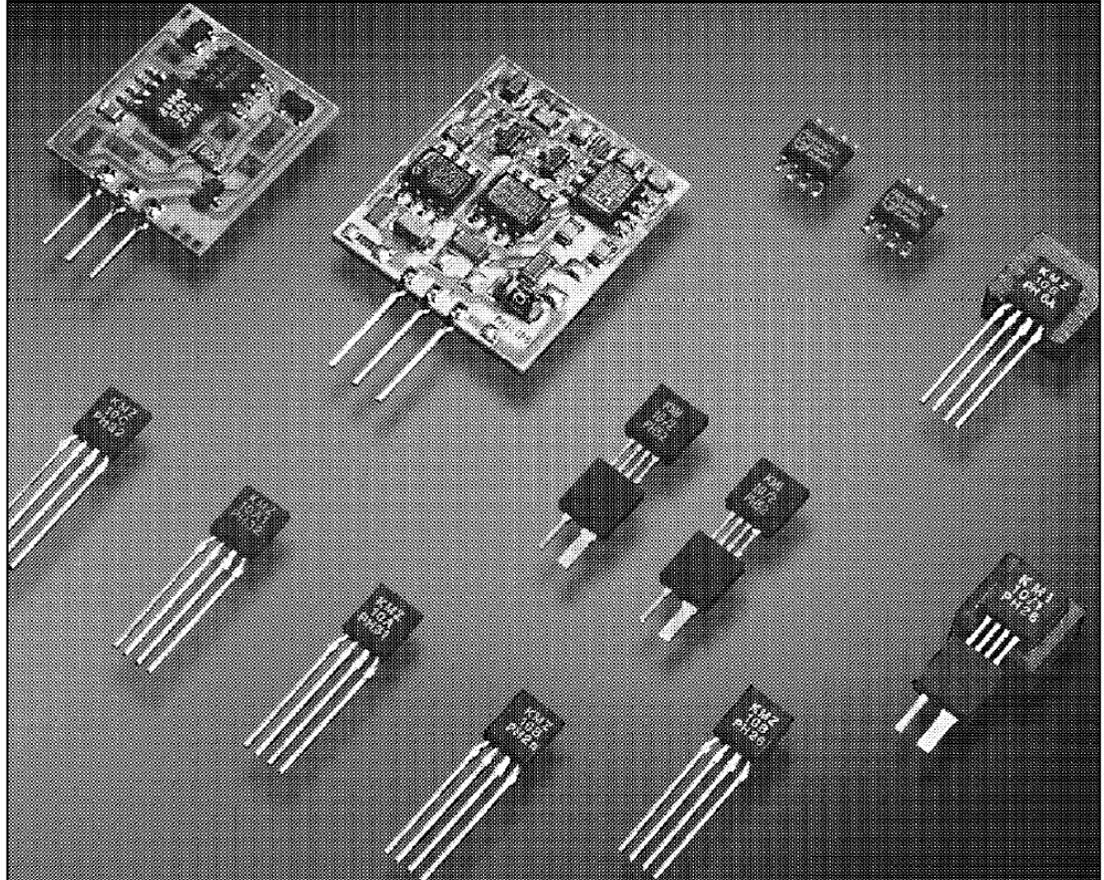


# Magnetfeldsensoren

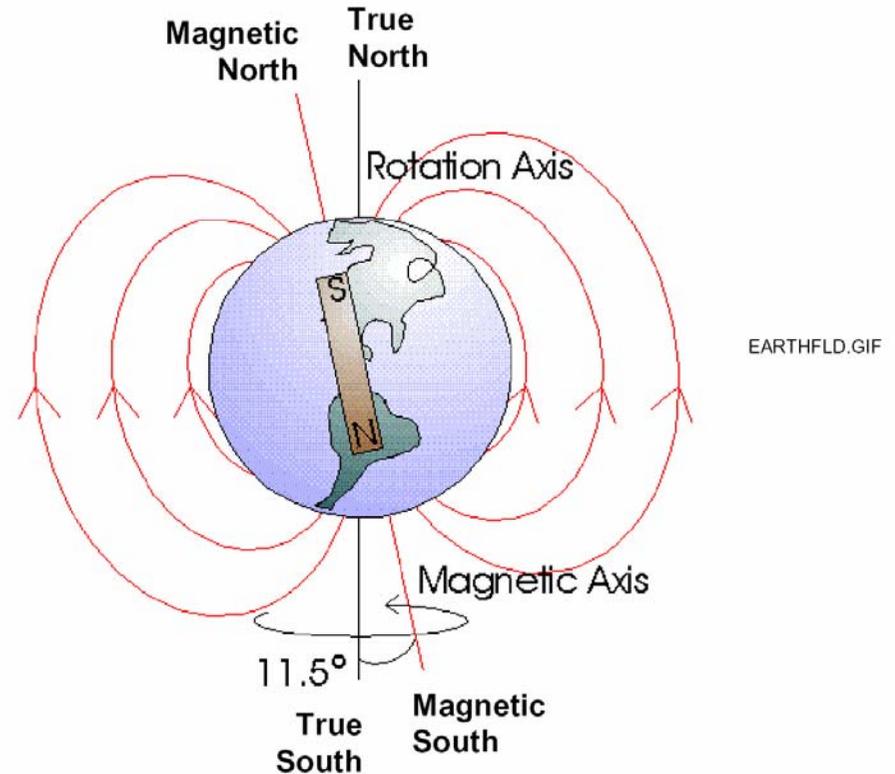
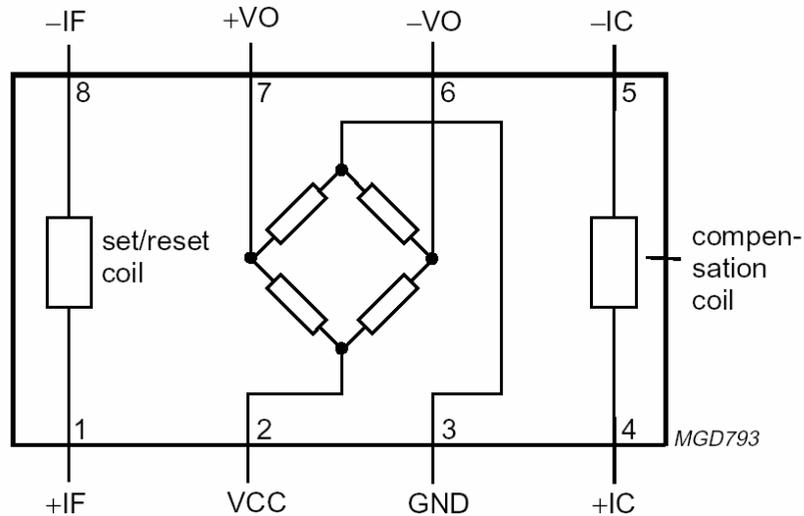
---

Electronic Compass Design  
using KMZ51 and KMZ52  
AN00022, Thomas Stork  
Philips Semiconductors  
Systems Laboratory Hamburg,  
Germany, 30.03.2000

Applications of Magnetoresistive Sensors in  
Navigation Systems, Michael J. Caruso  
Honeywell Inc.



# Magnetfeld Sensoren (KMZ 52, Philips)



Deklination: Richtung zum magnetischen Nordpol (missweisend Nord)

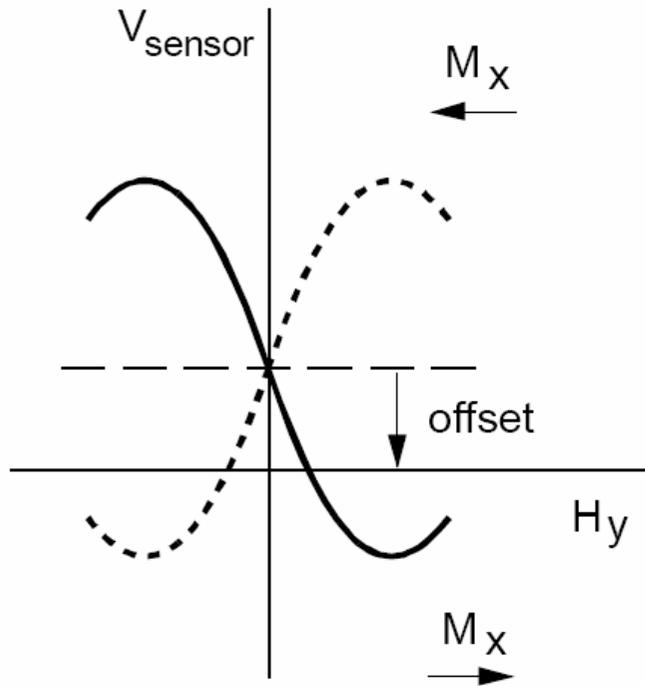
Deviation (Missweisung): Abweichung vom geographischen Nordpol. Abhängig von Pos. bis zu 25°

Inklination: Winkel der Magnetfeldlinien zur Erdoberfläche.

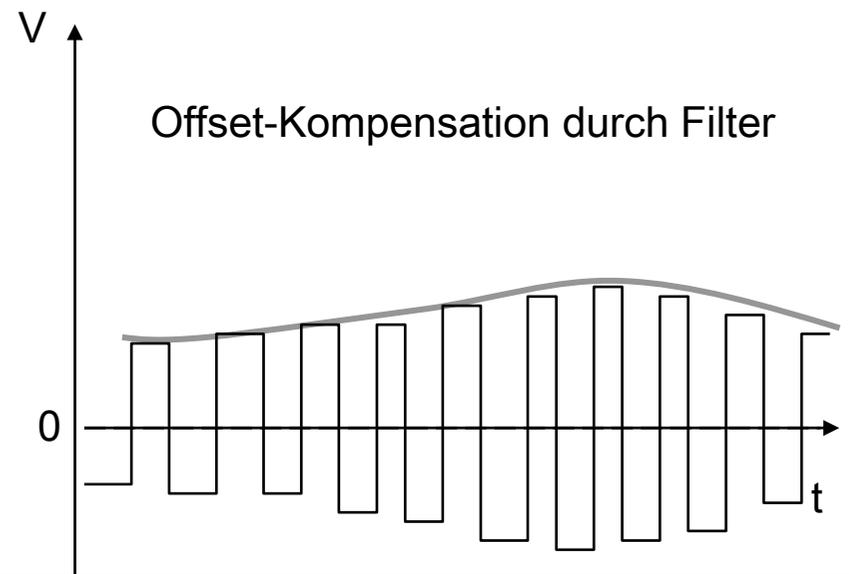
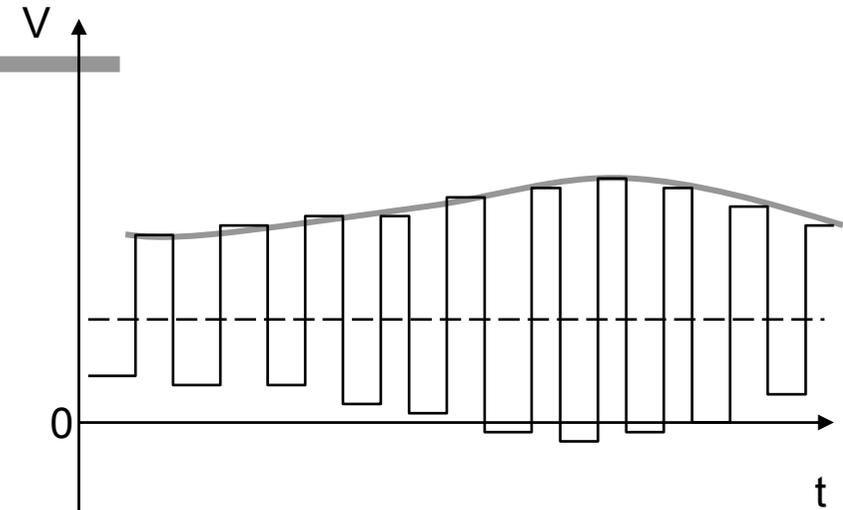
Abweichung: Störungen durch künstliche Magnetfelder.



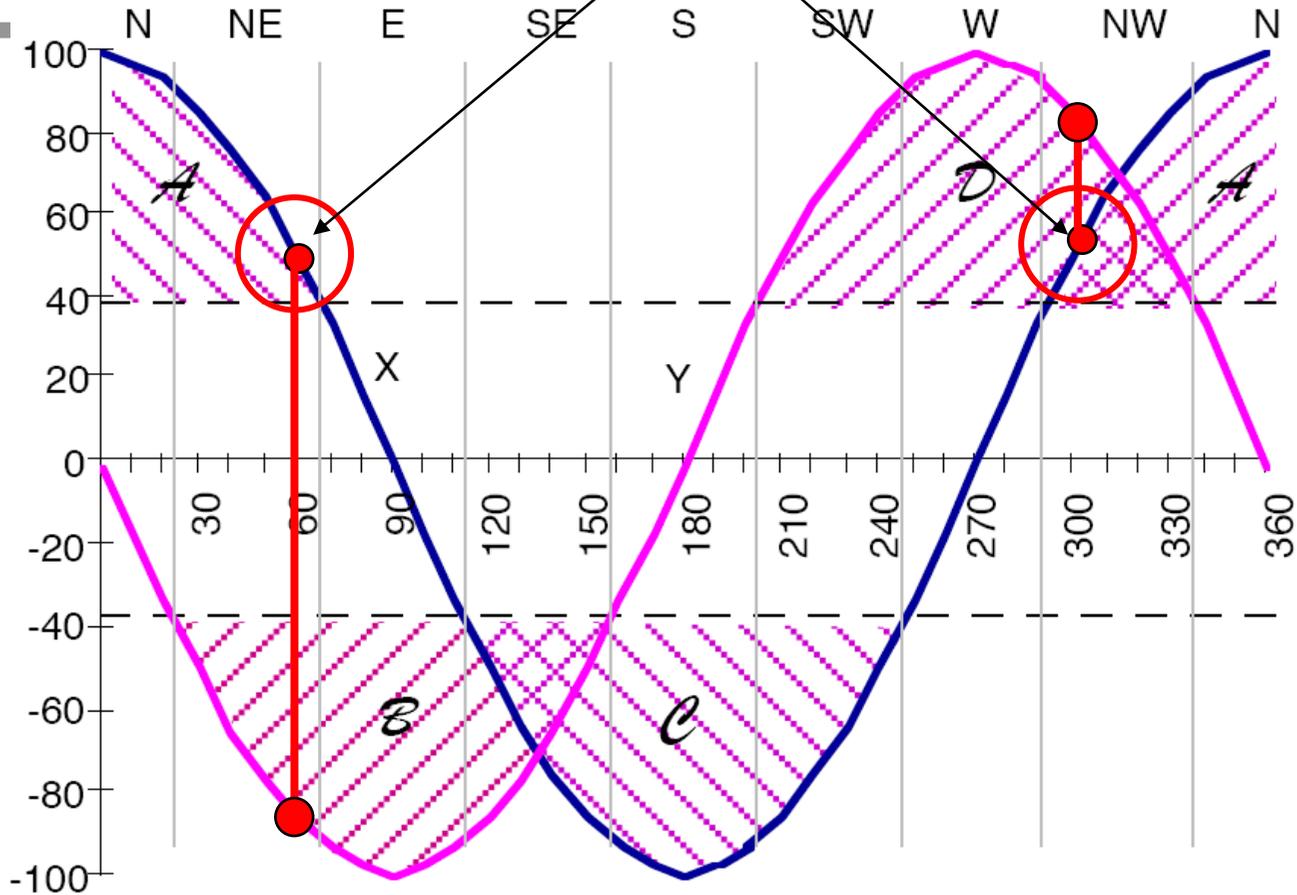
# Kompensation des Offsets



Offset ist temperaturabhängig !

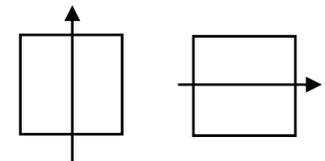


NE oder NW ?

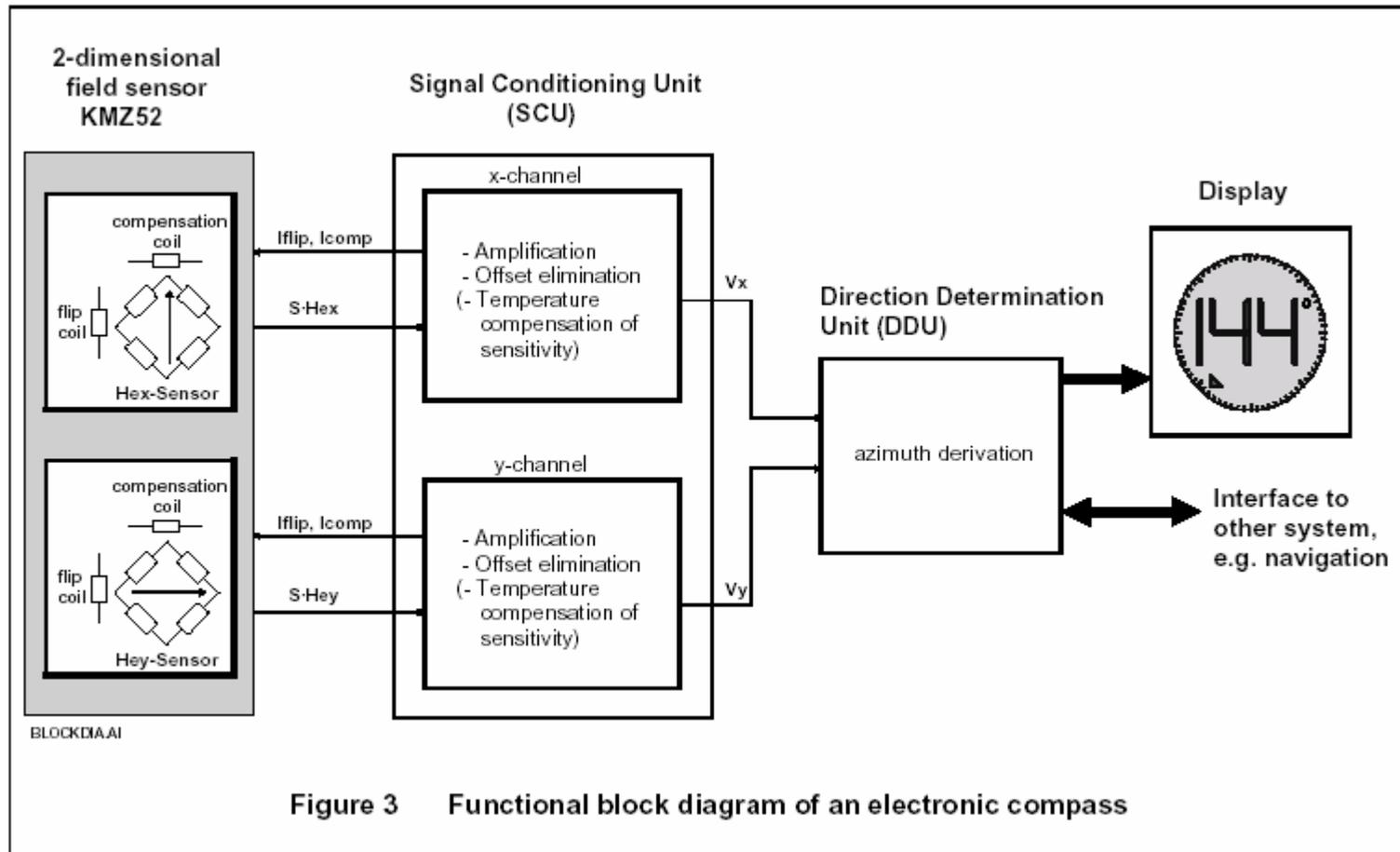


der orthogonale Sensor sorgt für Eindeutigkeit

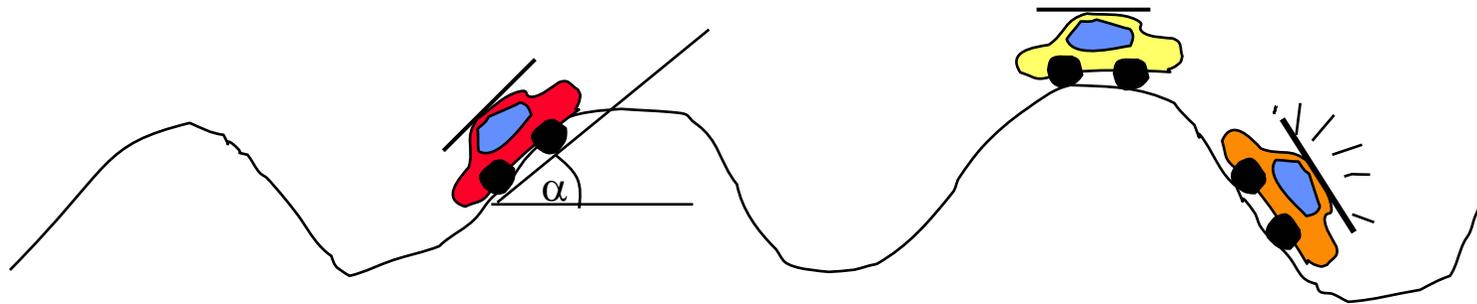
Bestimmung der Richtung durch 2 orthogonale Sensoren



# Magnetfeld Sensoren (KMZ 52, Philips)



# Empfindlichkeit gegenüber dem Winkel zwischen Erdoberfläche und Meßebene

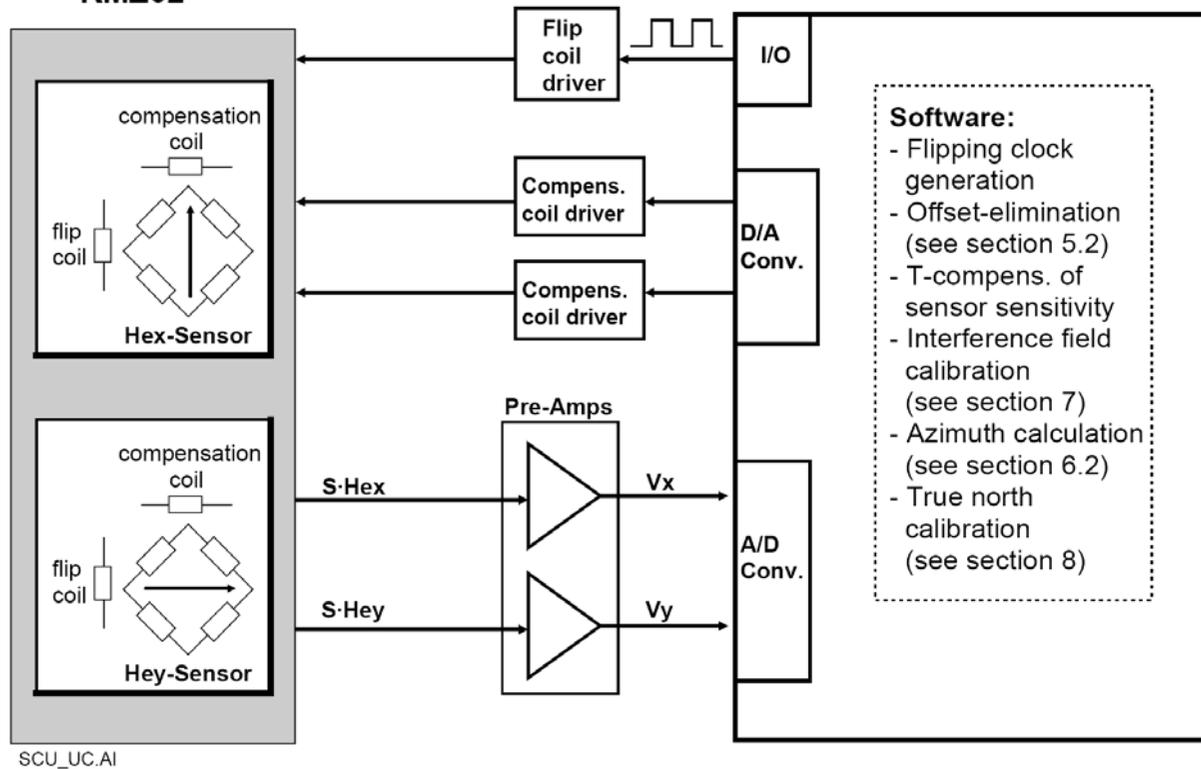


LOCATION	ANGLE $\alpha$		
	5°	10°	15°
Zürich	9.7°	18.8°	26.9°
Hamburg	12.5°	23.8°	33.3°
Anchorage	17°	31.2°	42.1°
Singapore	1.5°	2.9°	4.3°
Tokyo	5.7°	11.2°	16.5°

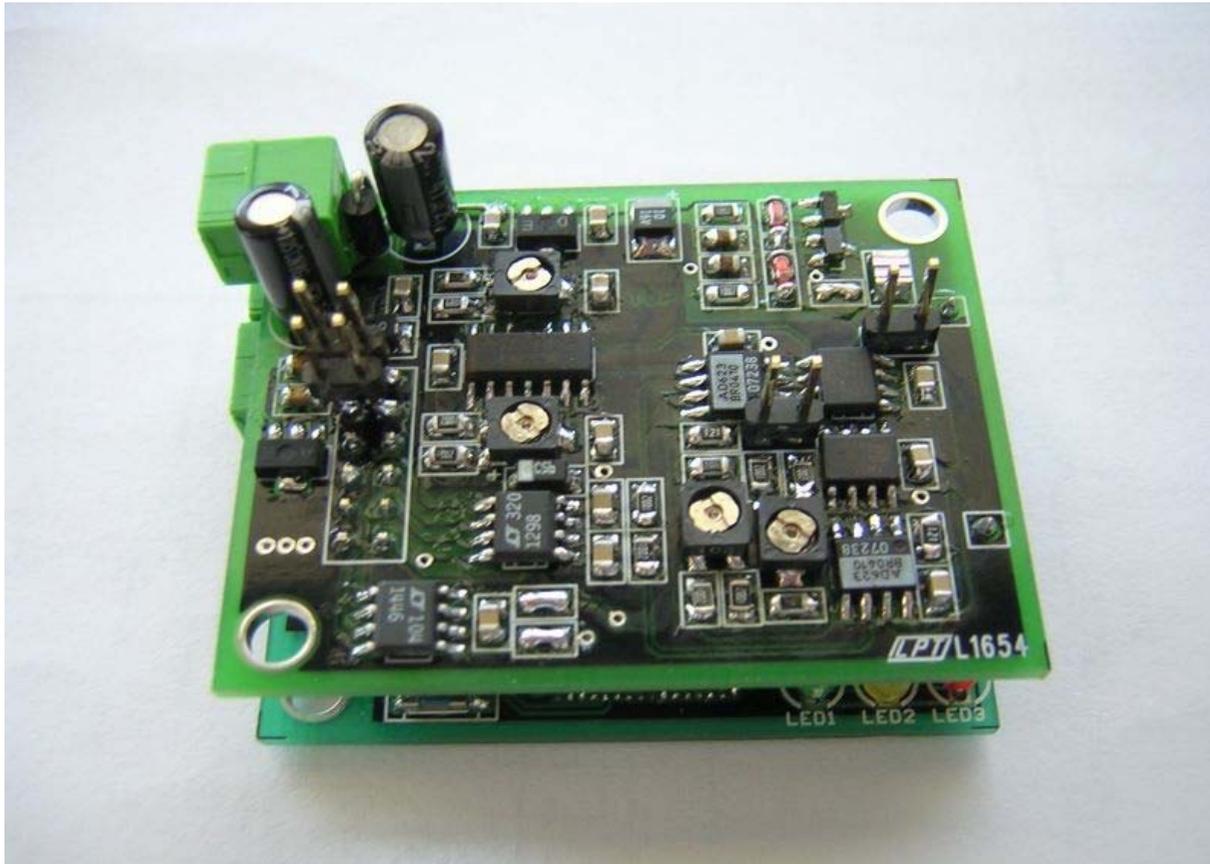
aus: Philips Semiconductors: Magnetic Field Sensors !998)

→ Tilt-Kompensation

**2-dimensional  
field sensor  
KMZ52**

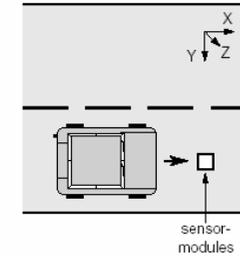
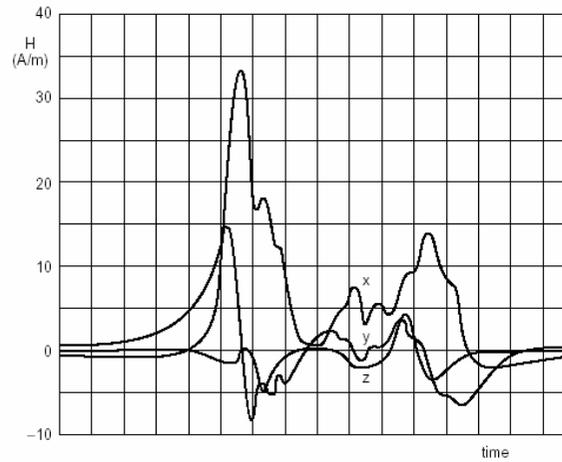


**High End Kompass System mit Micro-Controller**



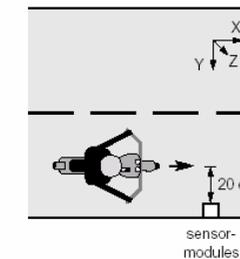
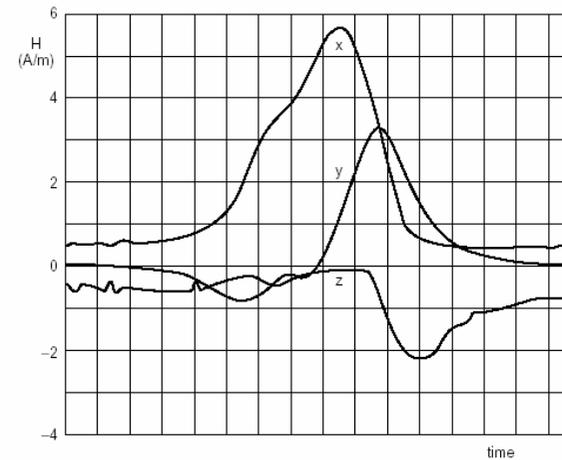
"intelligenter" Kompass für Steuerungsaufgaben mit CAN-Bus Schnittstelle

# Einsatz in der Verkehrsüberwachung



MBH631

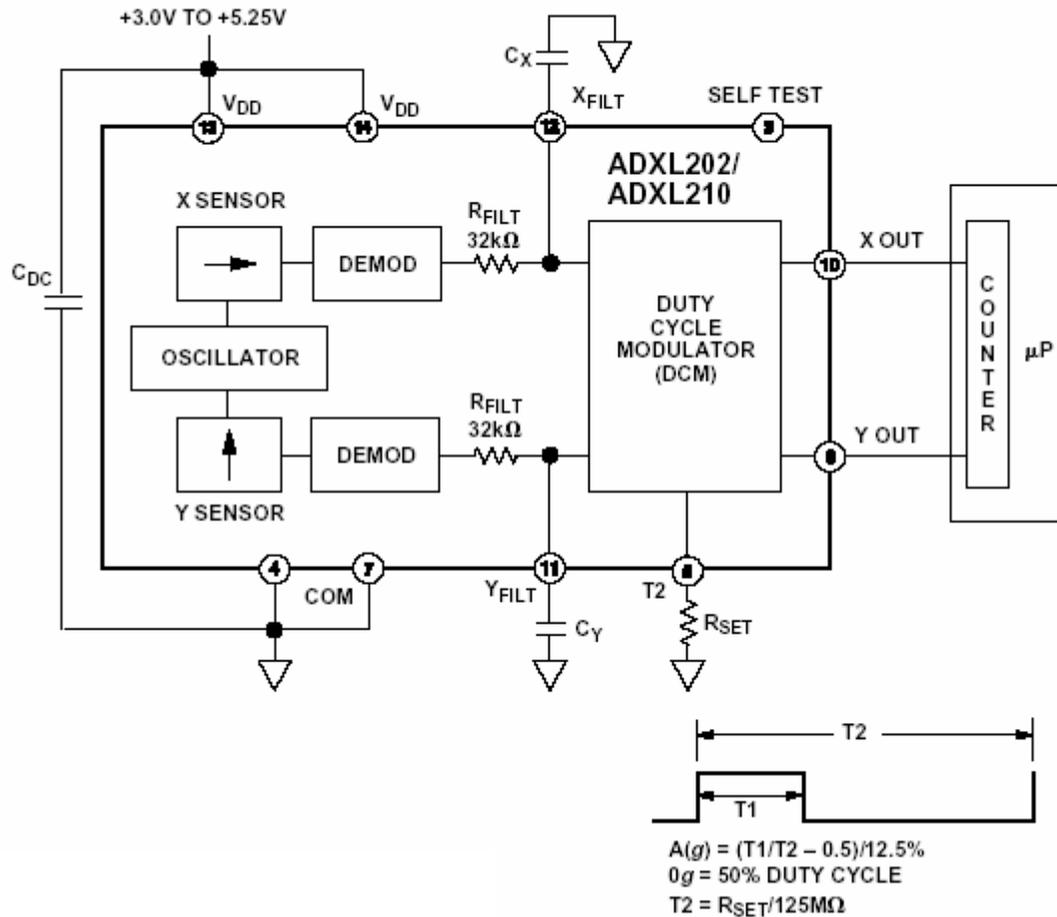
Fig.39 Spectra for an Opel Kadett from ground sensor.



MBH632

Fig.40 Spectra for a motorbike.

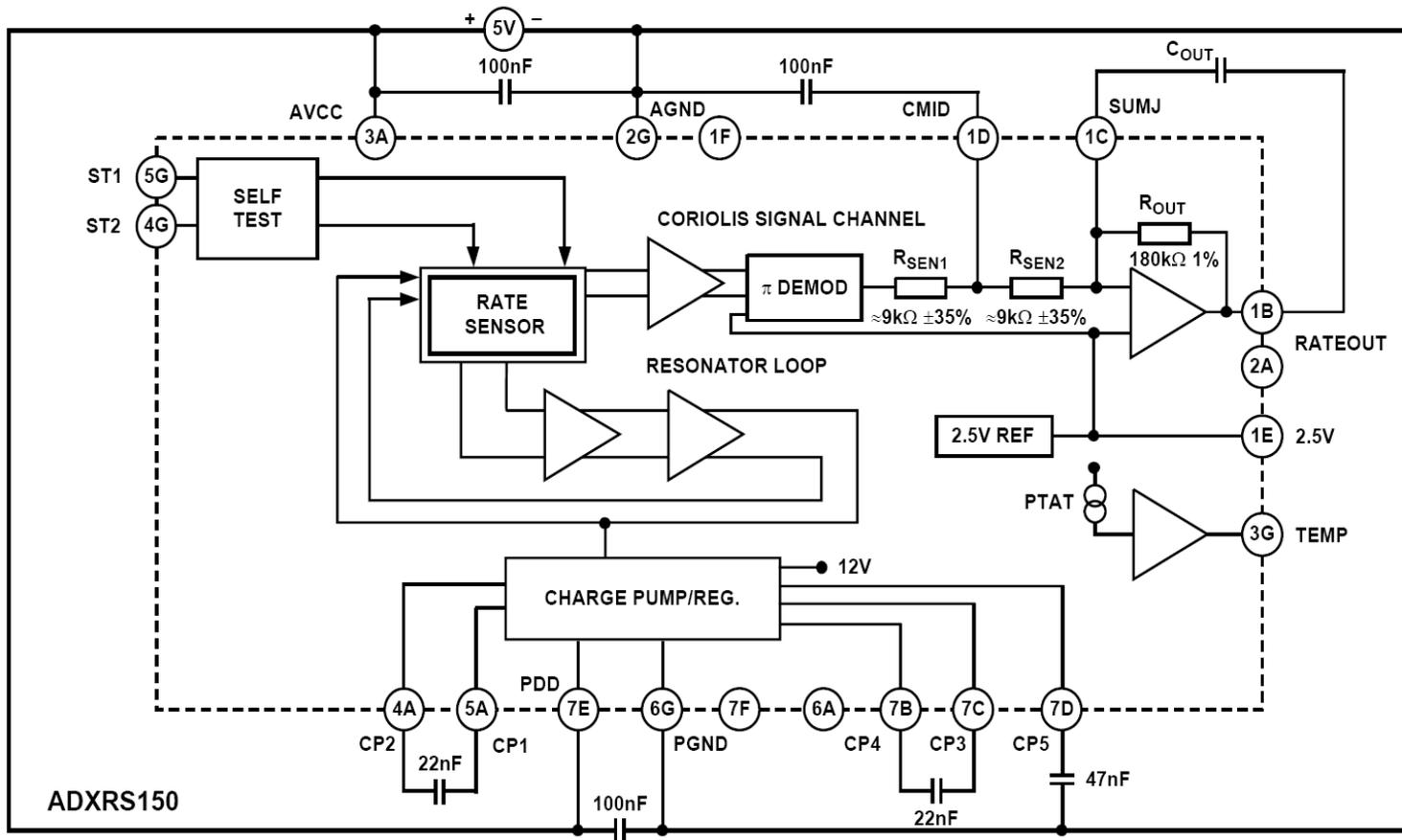
# Beschleunigungssensor ADXL 202 (Analog Devices)



# Gyro ADXRS150

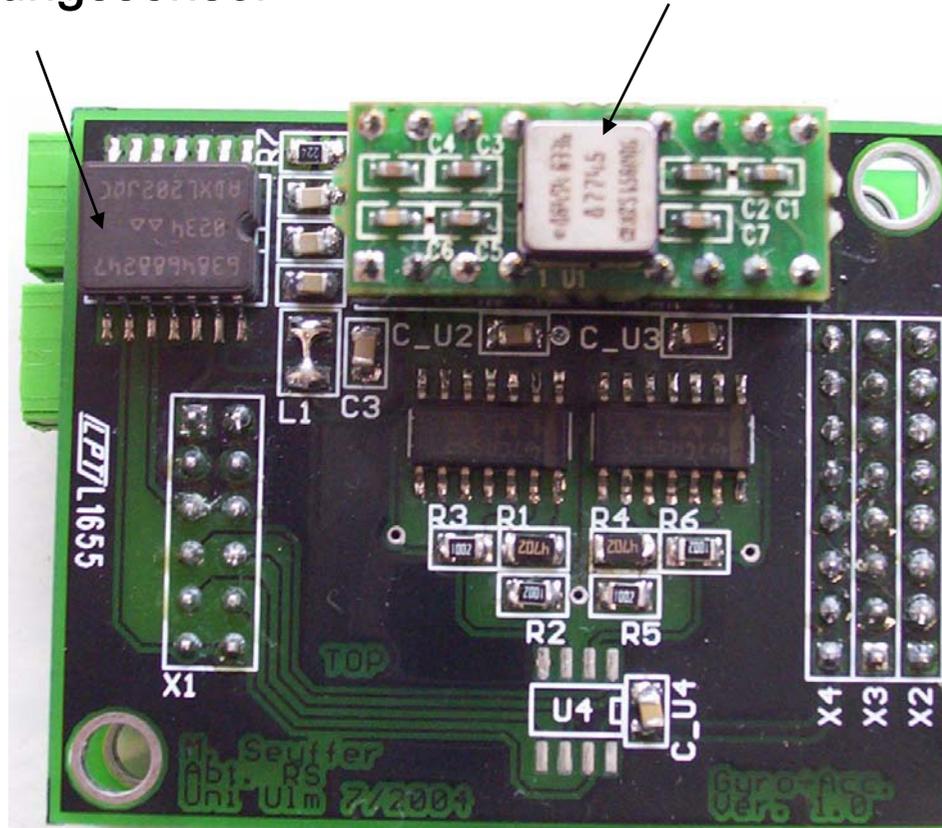
## FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

**$\pm 150^\circ/\text{s}$  Single Chip Yaw Rate Gyro  
with Signal Conditioning**



Beschleunigungssensor

Gyro



Beschleunigungssensor und Gyro als intelligente Sensoren mit CAN-Bus Schnittstelle



---

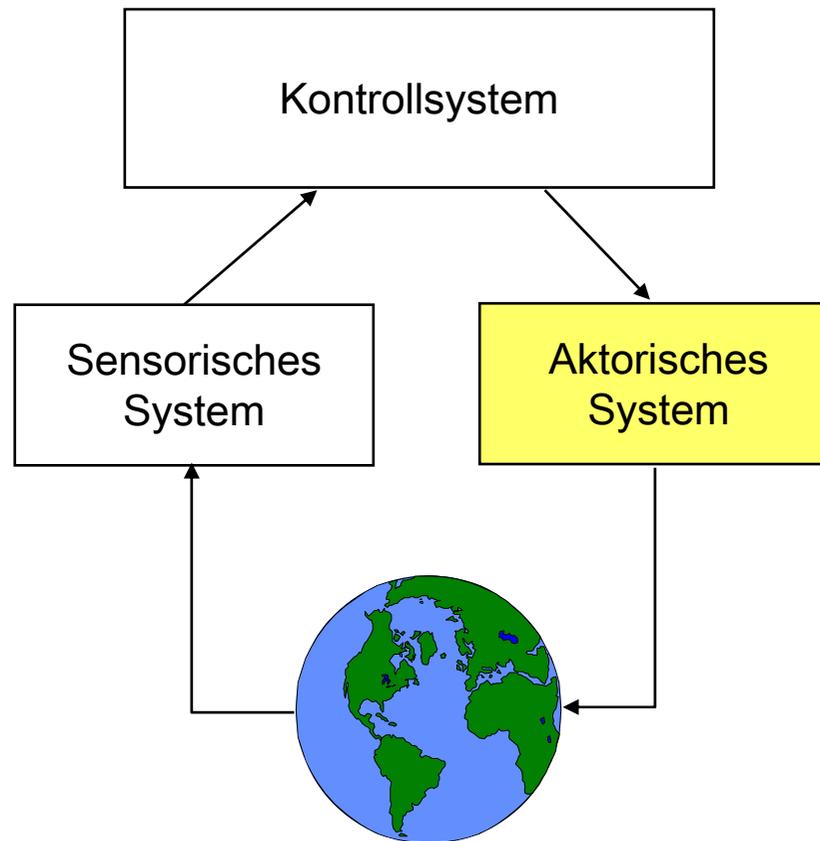
# Wichtige Frage:

**Welche Mechanismen stehen auf der Seite der  
Microcontroller zur Verfügung, um die sensorische  
Schnittstelle zur realisieren ?**



# Die aktorischen Komponenten

---



# Aktoren

---

Beispiele:

Motoren (Gleich/Wechsel/Drehstrom, Schrittmotoren)

Lampen

Heizelemente

Kühlelemente

Magneten

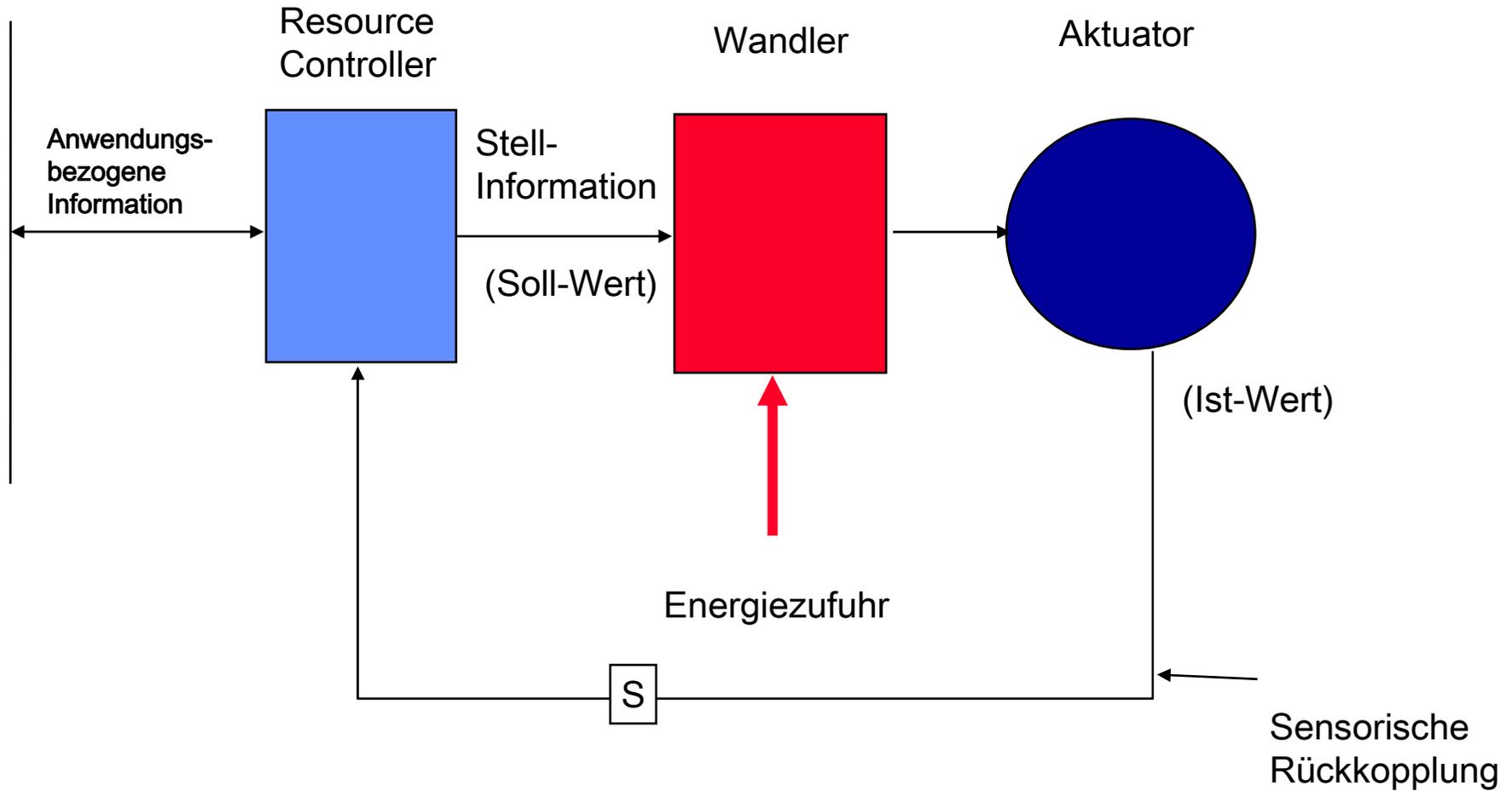
Bi-Metalle

“künstliche Muskeln”



# Intelligenter Aktuator

Nachrichten-  
Schnittstelle



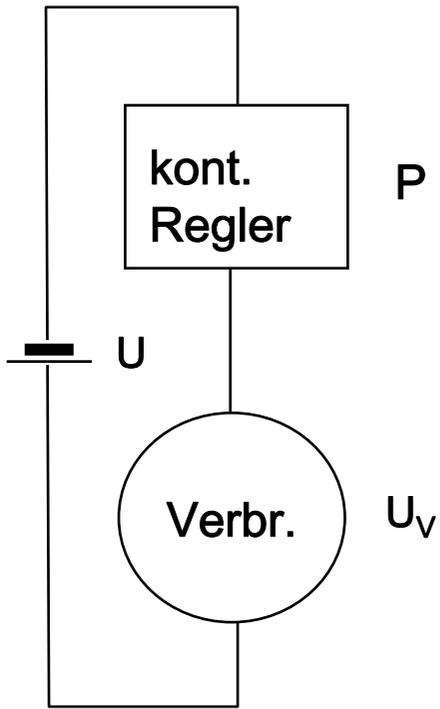
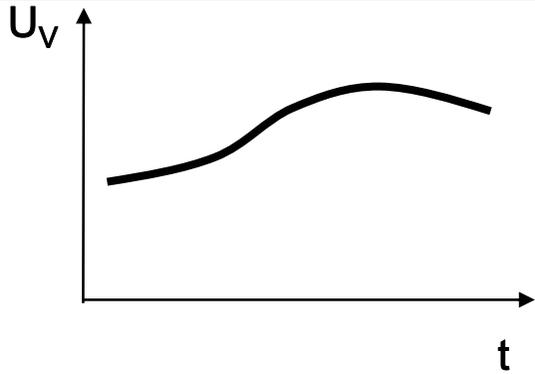
---

## Steuerung von Aktoren:

➔ Analoge Größen, kontinuierlich in Wert und Zeit

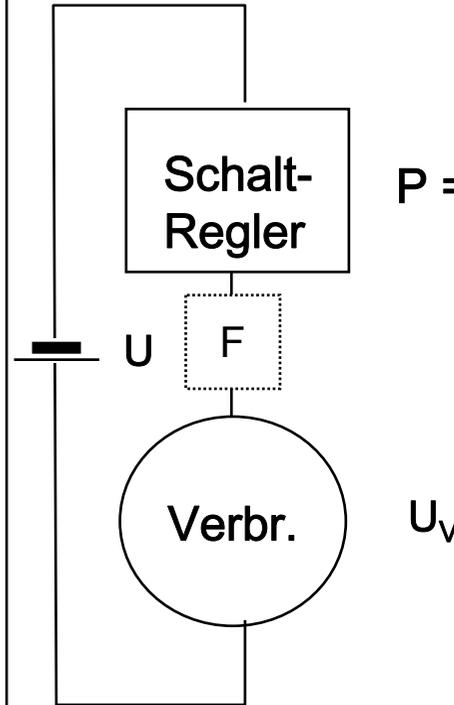
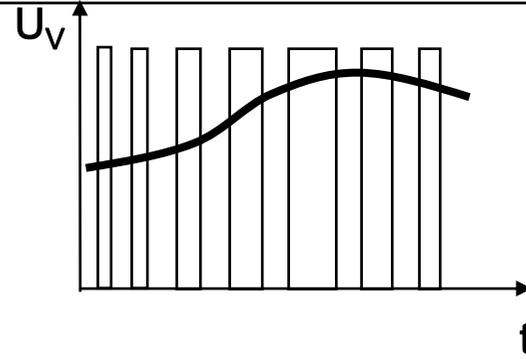
➔ Analoge Größen, fest im Wert, kontinuierlich in der Zeit





$$P = I * U_{diff}$$

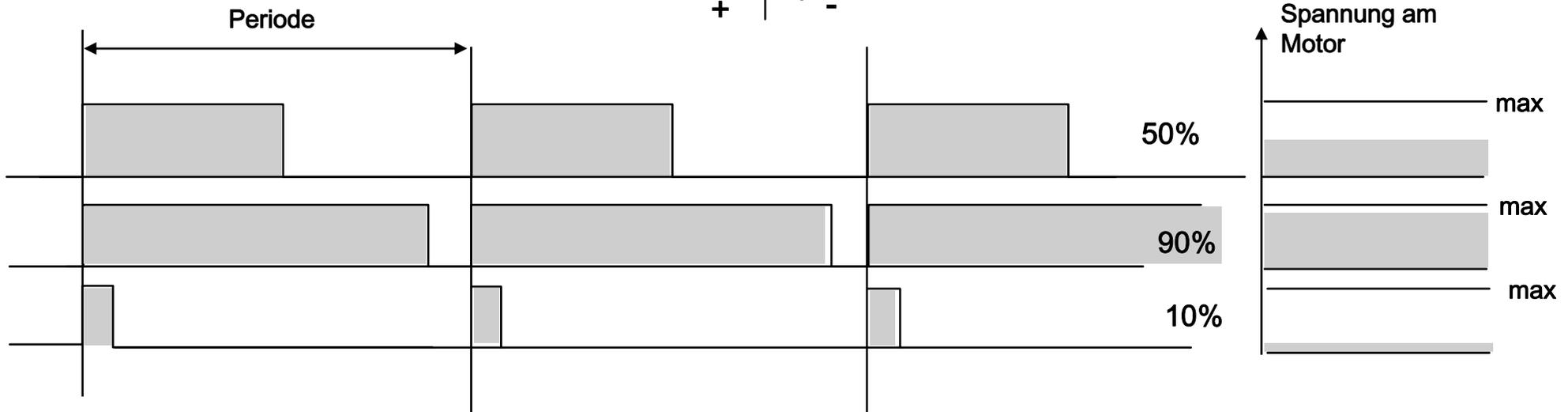
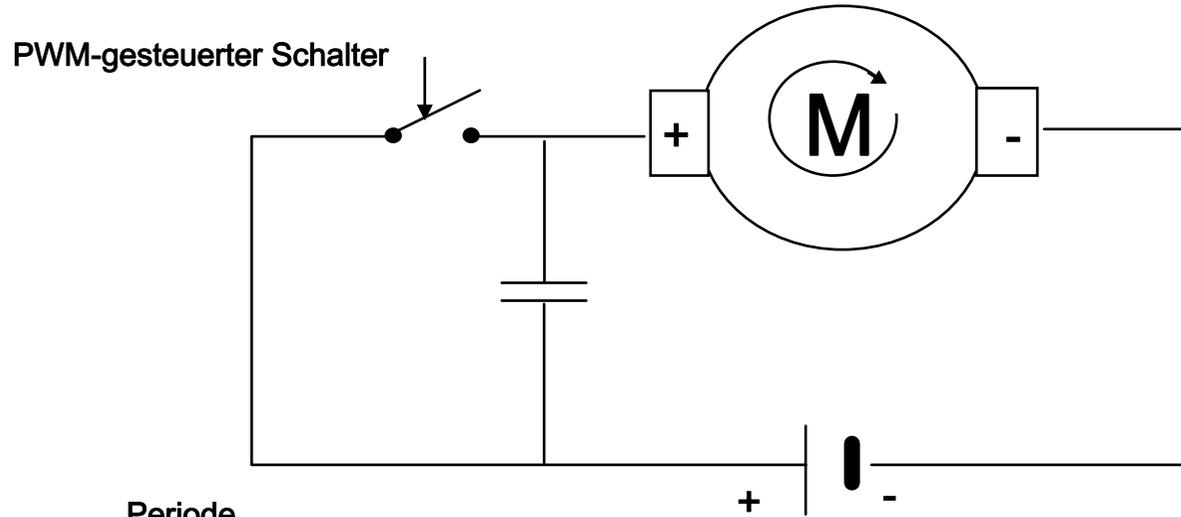
Bei  
 $I = 5 \text{ A}$   
 $U_{diff} = 10 \text{ V}$   
 $P = 50 \text{ W}$



$$P = I * U_{diff}$$

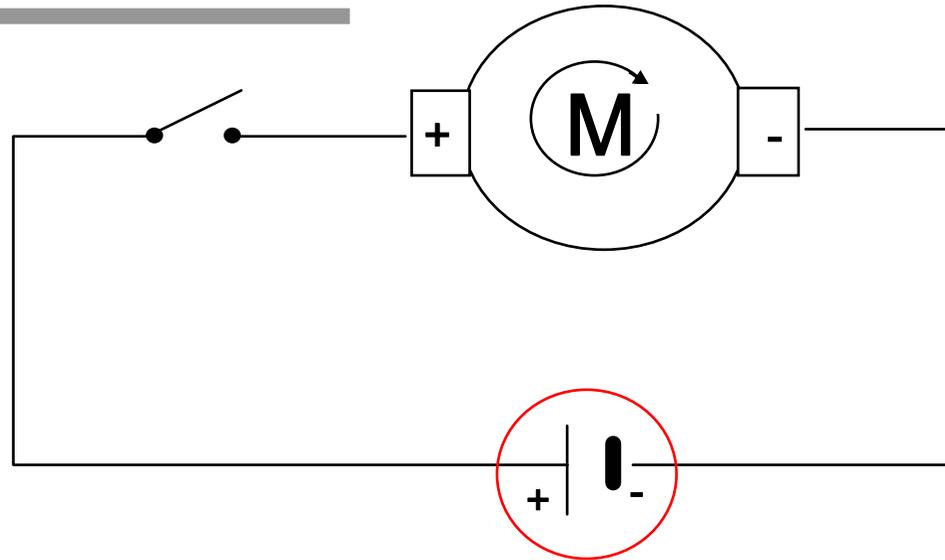
Bei  
 $I = 5 \text{ A}$   
 $U_{diff} = 0,7 \text{ V}_{offset}$   
 $P = 3,5 \text{ W}$

# Motorsteuerung mit PWM-Kanälen

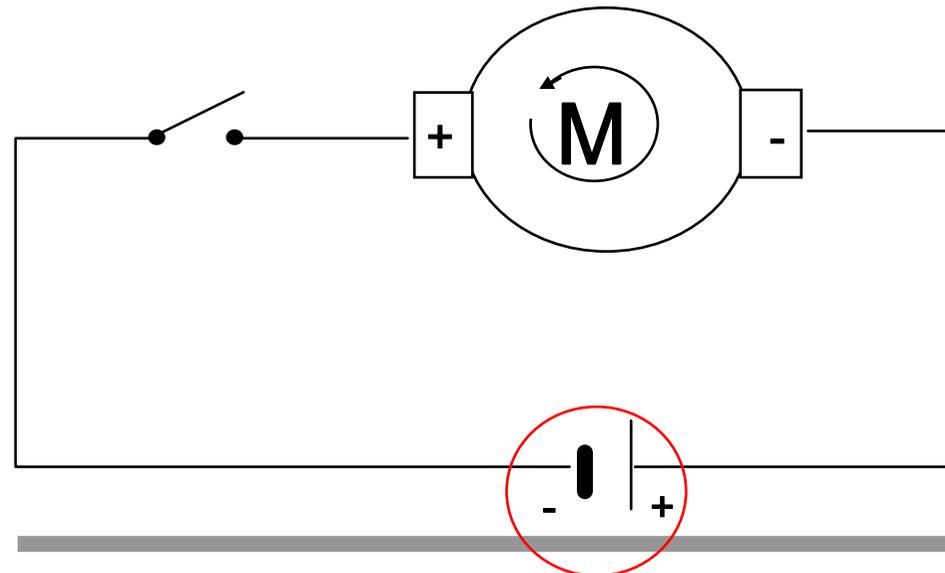


# Motorsteuerung mit PWM-Kanälen

---



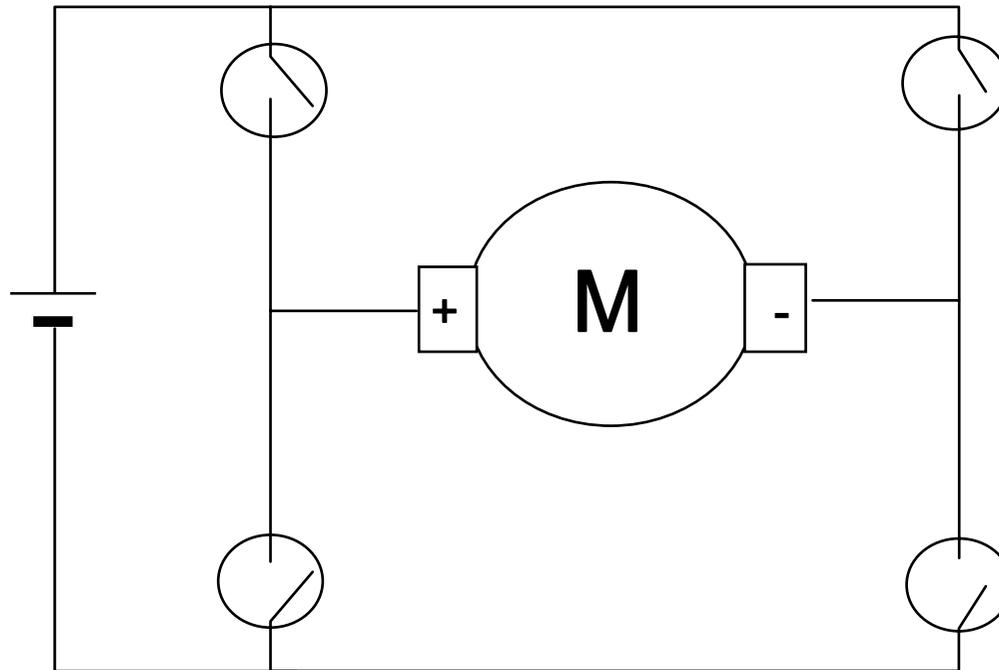
Änderung der Drehrichtung durch Umpolen des Gleichstrommotors



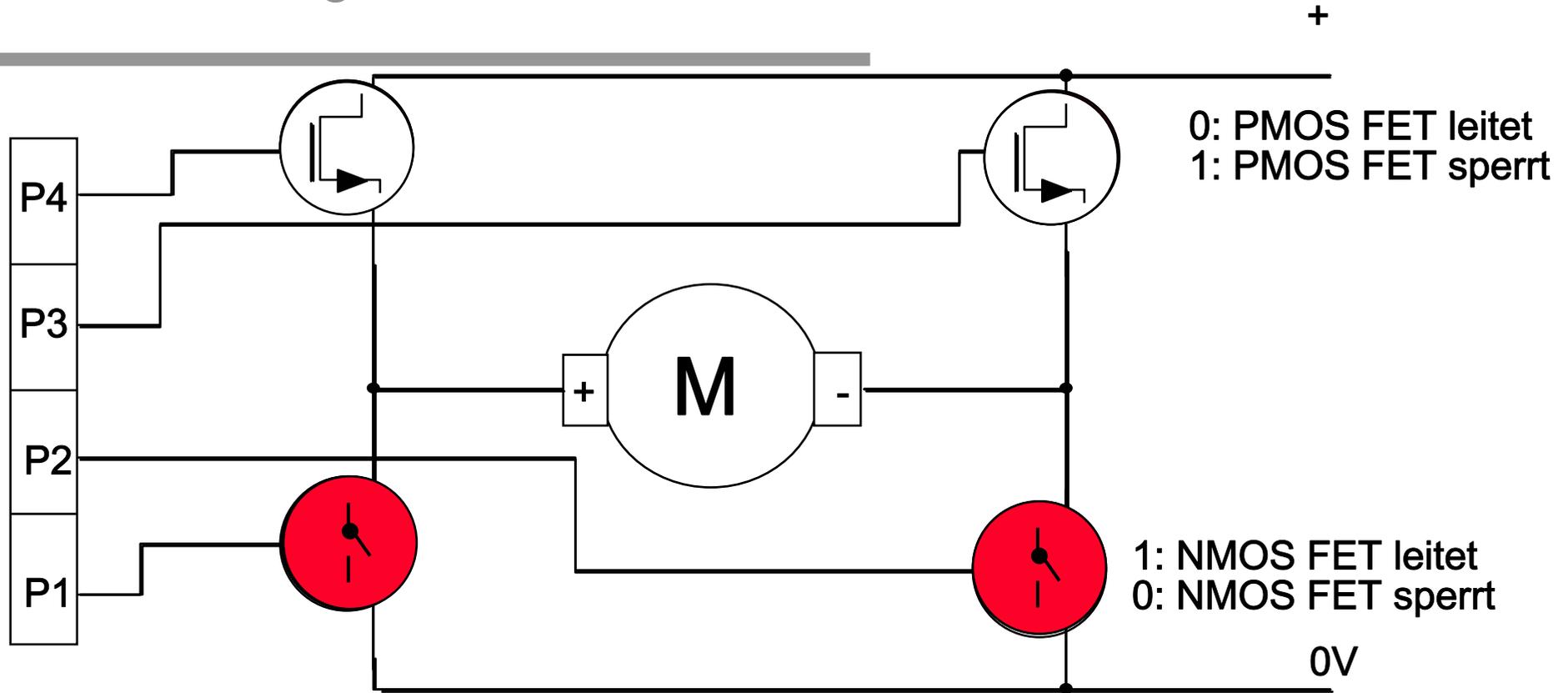
# Motorsteuerung mit PWM-Kanälen

---

## Die H-Brücke



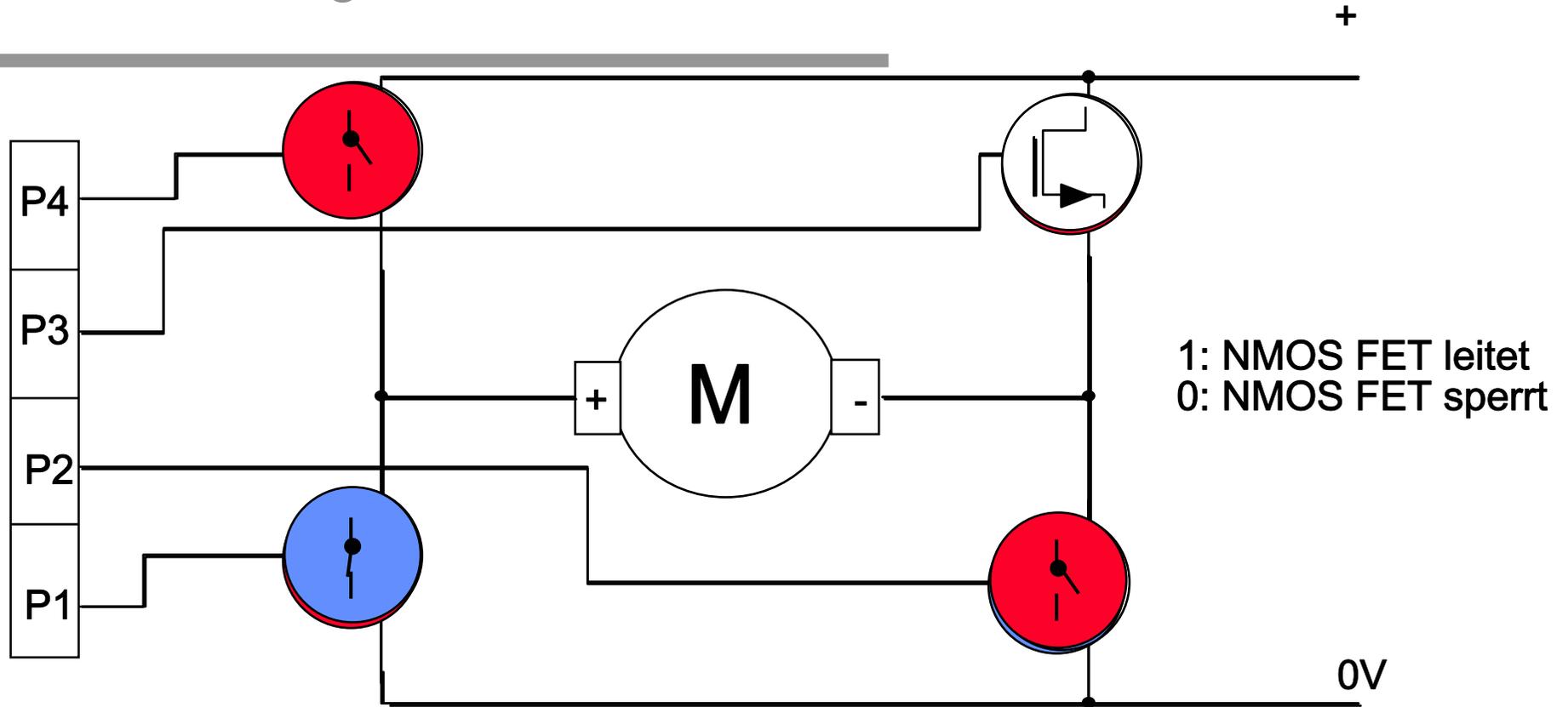
# Motorsteuerung mit PWM-Kanälen



Funktion	P1	P2	P3	P4
vorwärts	0	1	1	PWM
rückwärts	1	0	PWM	1
stop	0	0	dc	dc



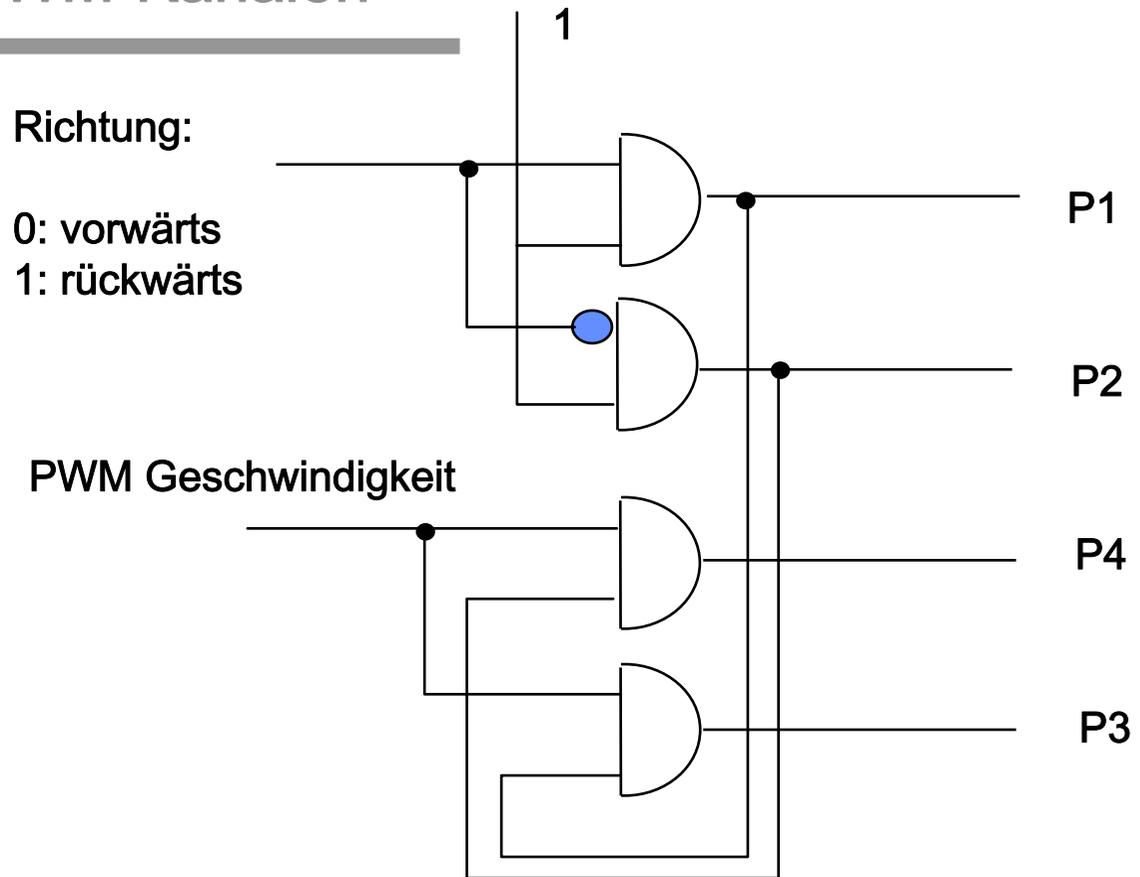
# Motorsteuerung mit PWM-Kanälen



Funktion	P1	P2	P3	P4
vorwärts	0	1	0	PWM
rückwärts	1	0	PWM	0
stop	0	0	dc	dc



# Motorsteuerung mit PWM-Kanälen

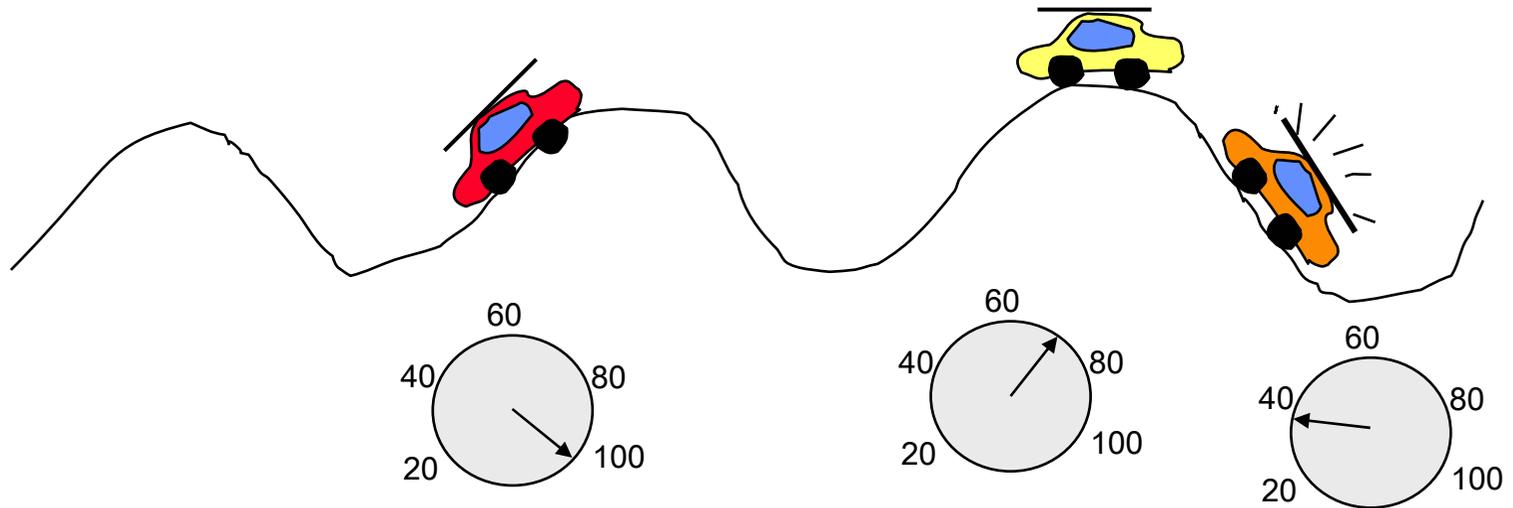


Funktion	P1	P2	P3	P4
vorwärts	0	1	0	PWM
rückwärts	1	0	PWM	0
stop	0	0	dc	dc



# Problem: Konstante Energiezufuhr resultiert in Geschwindigkeitsunterschieden

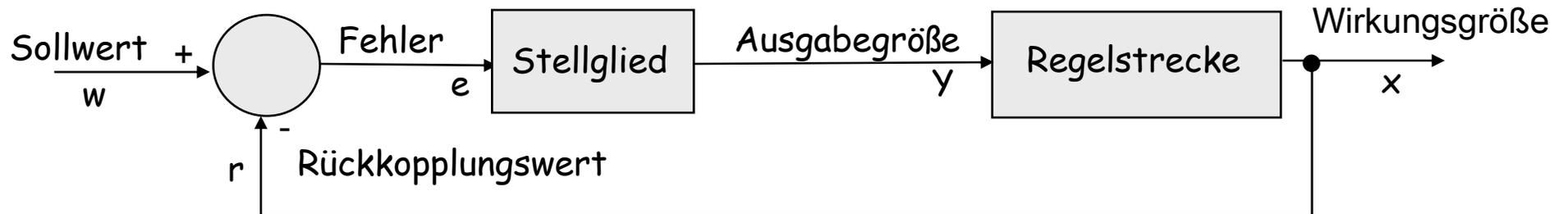
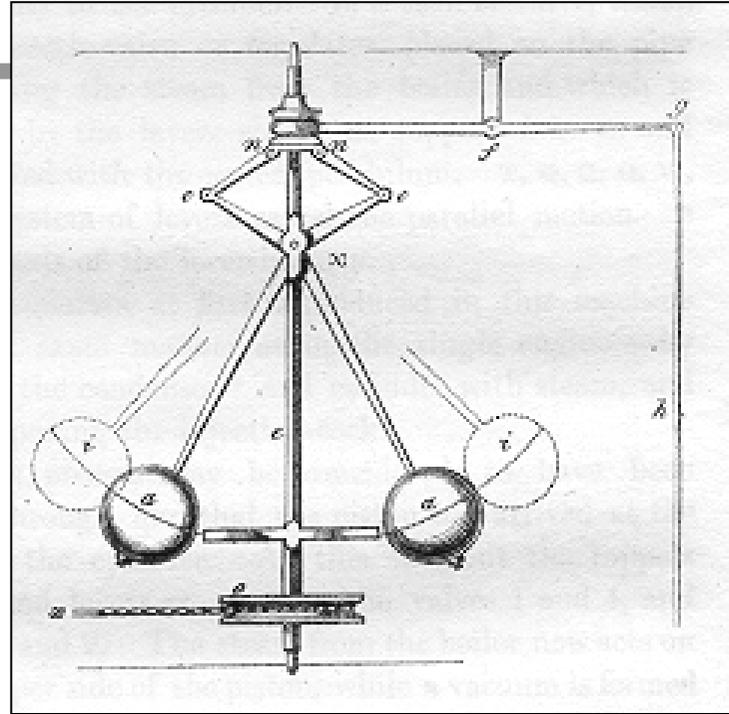
---



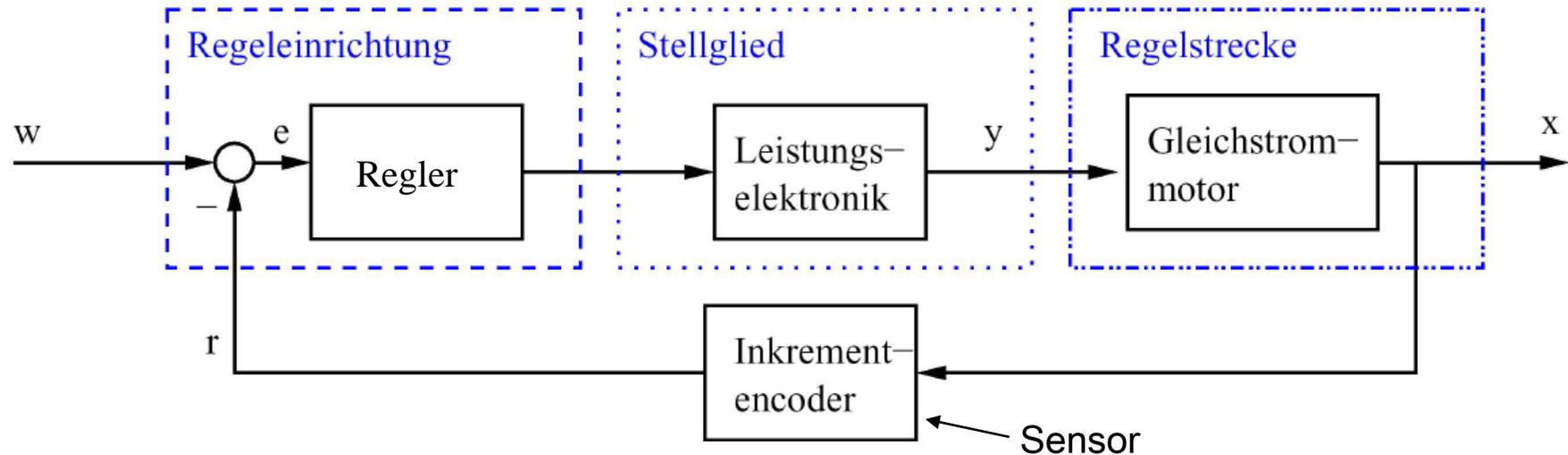
Konstante Geschwindigkeit erfordert zusätzlich: **Regelung**

# Regelung

## Mechanischer Fliehkraftregler für die Dampfmaschine



# Beispiel: Regelung eines Elektromotors



w: gewünschte Größe  
e: Fehler  
y: Ausgabegröße  
x: Wirkungsgröße  
r: Rückkopplungsgröße

Drehzahl (Ticks/Zeit)  
 $\Delta$  Drehzahl  
PWM Wert  
Drehzahl  
Drehzahl

# Regelcharakteristiken:

---

Fehler  $e$  := Abweichung des Istwerts vom Sollwert

1. Binärer Regler (Ein-Aus):  
Schwellwert-Regelung

2. Proportional-Regler:  
Änderung proportional zur Größe des Fehlers:  $y = K_1 e$

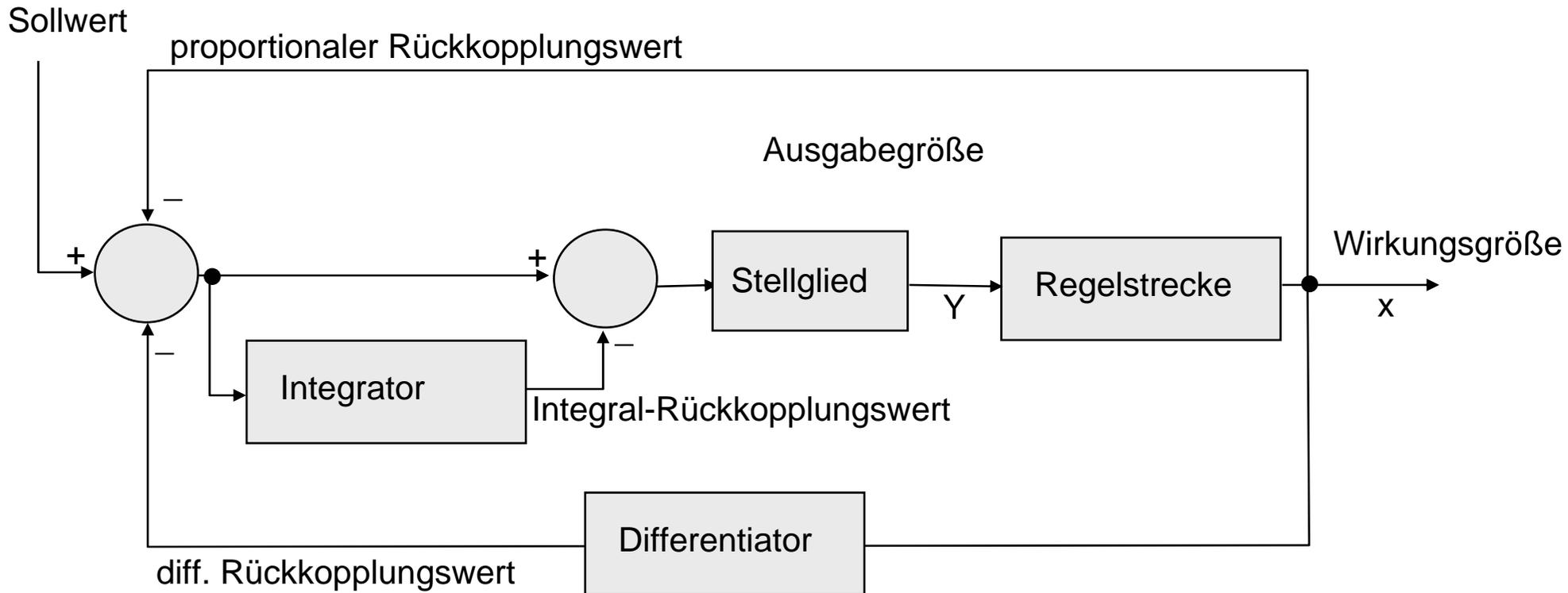
3. Proportional-Differential-Regler (PD):  
Änderung proportional zur Größe der Fehleränderung:  $y = K_1 e + K_2 de/dt$

4. Proportional-Integral-Regler (PI):  
Kleine Restfehler werden aufsummiert und ausgeregelt:  $y = K_1 e + K_2 \int e dt$

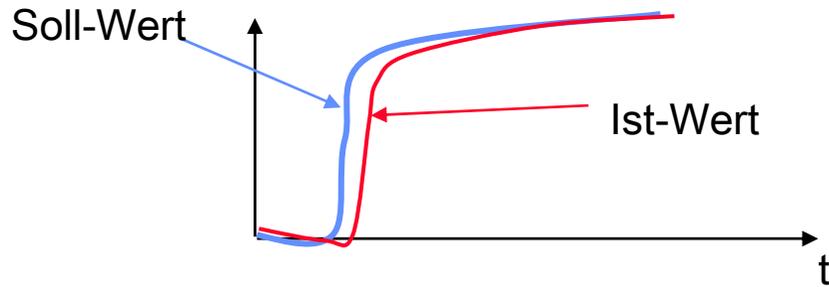
5. Proportional-Integral-Differential-Regler (PID):  
Reagiert auf schnelle Änderungen und Restfehler:  $y = K_1 e + K_2 de/dt + K_3 \int e dt$



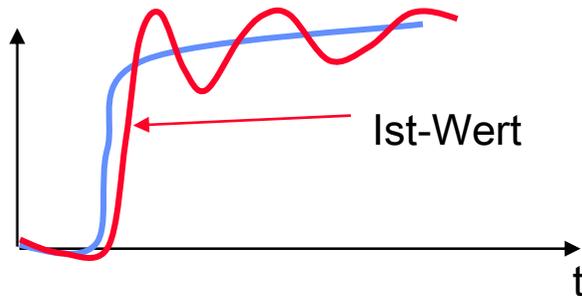
# PID-Regler



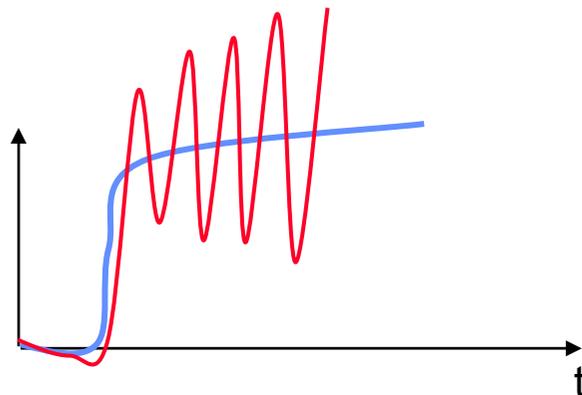
# Charakteristik von Regelungen:



(fast) optimales Regelverhalten



Leichtes Überschwingen aber konvergierende Regelkurve



Instabile Regelung (ungedämpfte Rückkopplung)



---

## Wichtige Frage:

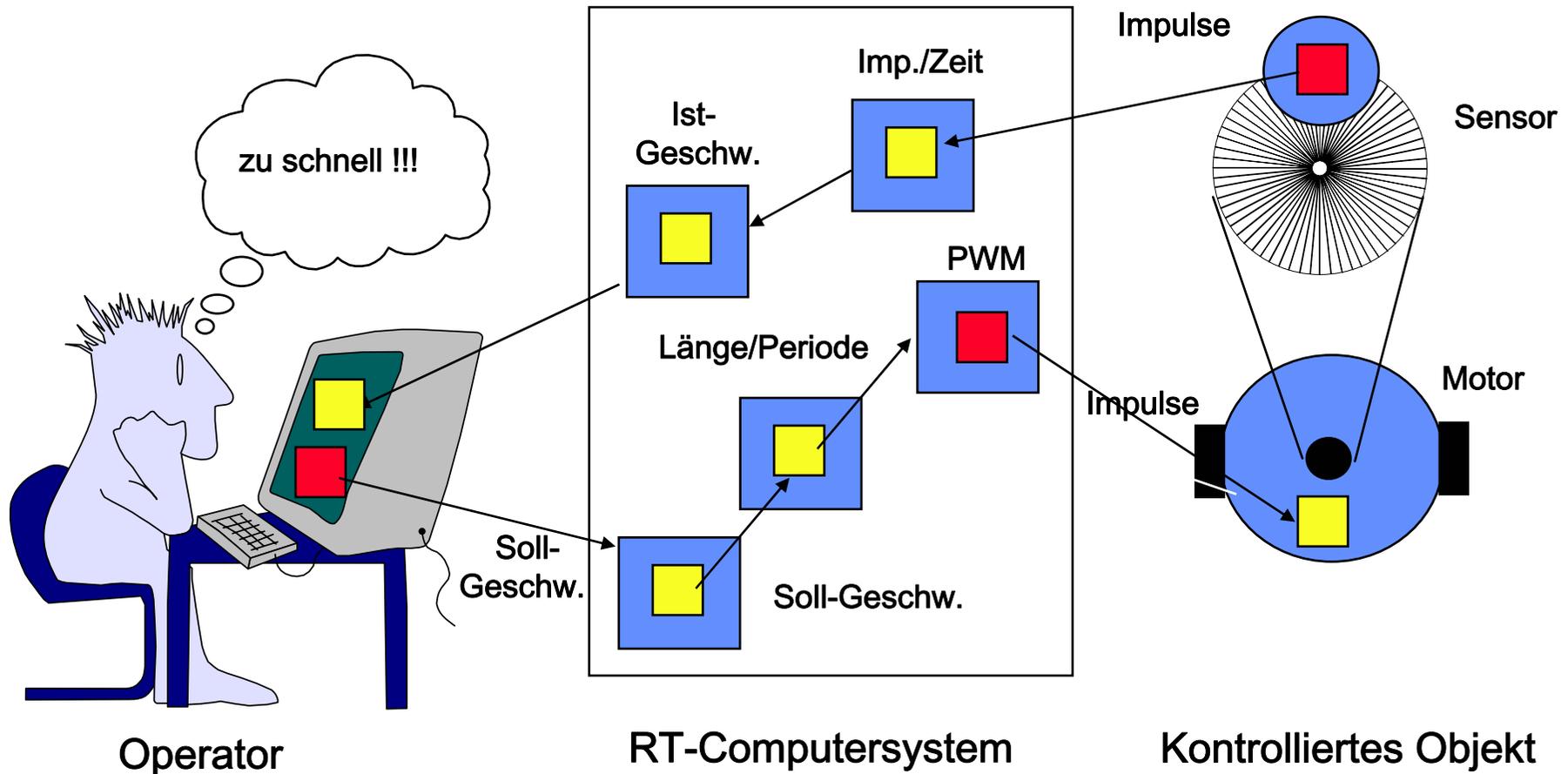
**Welche Mechanismen stehen auf der Seite der  
Microcontroller zur Verfügung, um die aktorische  
Schnittstelle zu realisieren ?**



# Physische Ereignisse und ihre Repräsentation

 RTE: Real Time Entity

 RTI: Real Time Image



# Instrumentierungsschnittstelle (RWI) und Nachrichtenschnittstelle (MI)

---

**RWI:** konkrete low-level Schnittstelle zu einer Komponente, die vom Umfeld festgelegt wird

**MI:** Interne abstrakte Nachrichtenschnittstelle. Hier wird von physischen Gegebenheiten abstrahiert.

Der Resource-Controller (RC) ist die Schnittstellenkomponente zwischen RWI und MI hat die Rolle eines Wandlers (Transducer\*, Transduktor) zwischen der spezifischen Informationsrepräsentation der “Welt” und dem vereinbarten (in Struktur und Semantik) Nachrichtenformat.

Der RC verbirgt die physische Schnittstelle der RW-Komponente von der standardisierten Repräsentation der Information im Rechner.

Der RC kann als eine allgemeine Form eines Gateways interpretiert werden.

\* Transducer (Webster): A device that receives energy from one system, and retransmits it, often in a different form, to another.



# Vergleich RWI und MI

---

Charakteristik	RWI	MI
Informationsdarstellung	speziell	standard
Kopplung	eng	lose(r)
Codierung	analog/digital	digital
Zeitbasis	kontinuierlich (dense)	diskret (sparse)
Responsivität	eng	lose(r)
(Netz-)Topologie	1-zu-1	Multicast (n-zu-n)
Entwurfsfreiheit	begrenzt	frei

## Beispiele für standardisierte MIs:

- **SAE J 1587**: Message Specification for heavy duty vehicle applications
- **MAP MMS**: Manufacturing Automation Protocol  
Manufacturing Message Specification
- **CanOpen**: Can Application Layer (low level)
- **IEEE 1451**: Smart Transducer Schnittstelle(n)



# IEEE 1451: Ein Standard für Intelligente Sensoren und Aktoren

---

## Standard für "SMART TRANSDUCERS" !! Warum "SMART"?

Smart Transducers (ST) stellen Funktionen zur Verfügung, die eine einfache und kostengünstige Erweiterung von Anwendungen ermöglichen. Plug and Play!

Elektronisches Datenblatt

Selbst-Identifikation

Intelligente (und autonome) Kalibrierung, Diagnose und Adaption

Digitale Schnittstelle

Kommunikation

Eigenschaften können "in situ" festgestellt und geändert werden:  
Kalibrierung, Korrekturfaktoren, Ort, Typ, Operationsschranken.

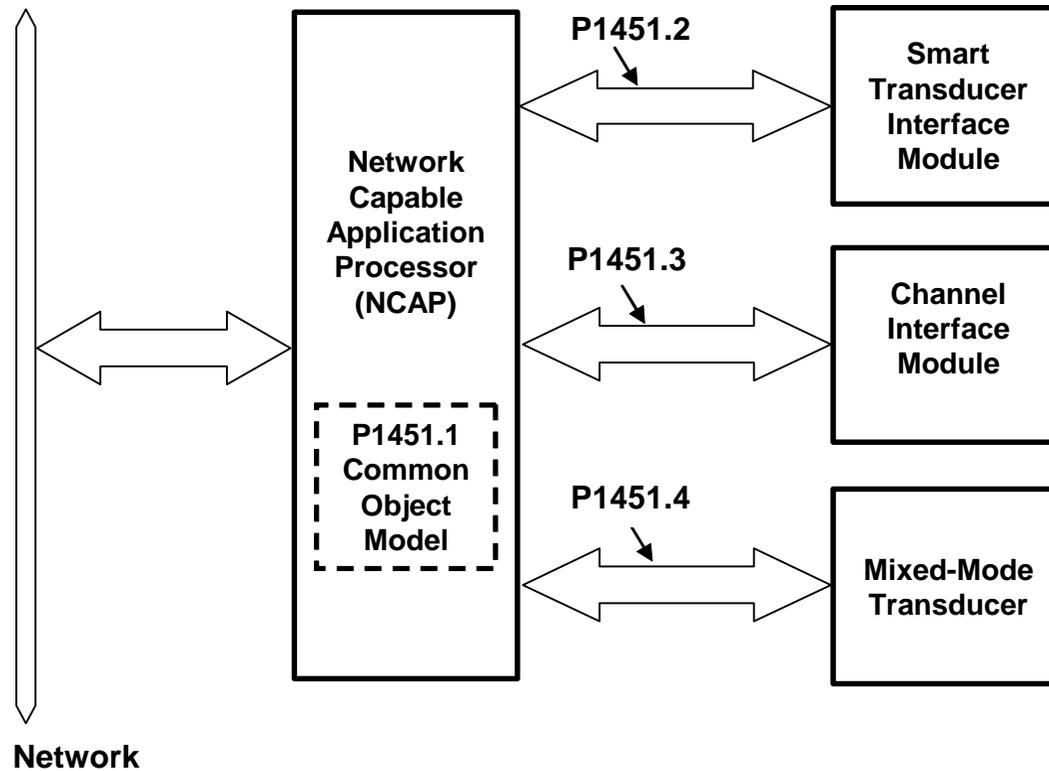
In einem dezentralisierten System sind Sensoren nutzlos, wenn:

- nicht ihre korrekte Funktion festgestellt werden kann,
- sie nach Typ und Ort identifiziert werden können und
- ihre Betriebsumstände verifiziert werden können, d.h. sie operieren unter den vom Hersteller angegebenen Bedingungen wie Signalbereich und Umgebungsbedingungen.

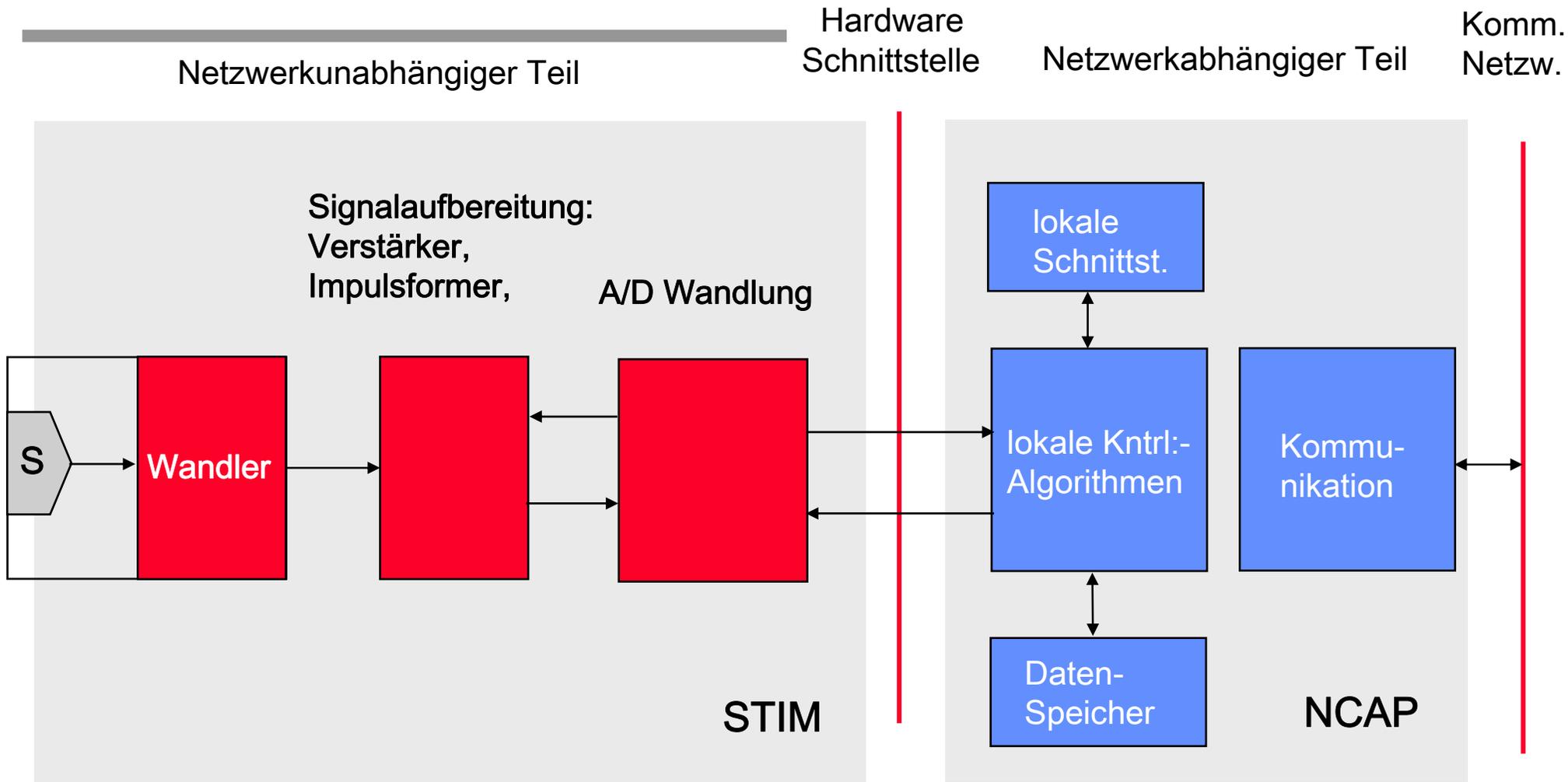


# Komponenten des IEEE 1451 Standards

---



# IEEE 1451 Smart Transducer Model

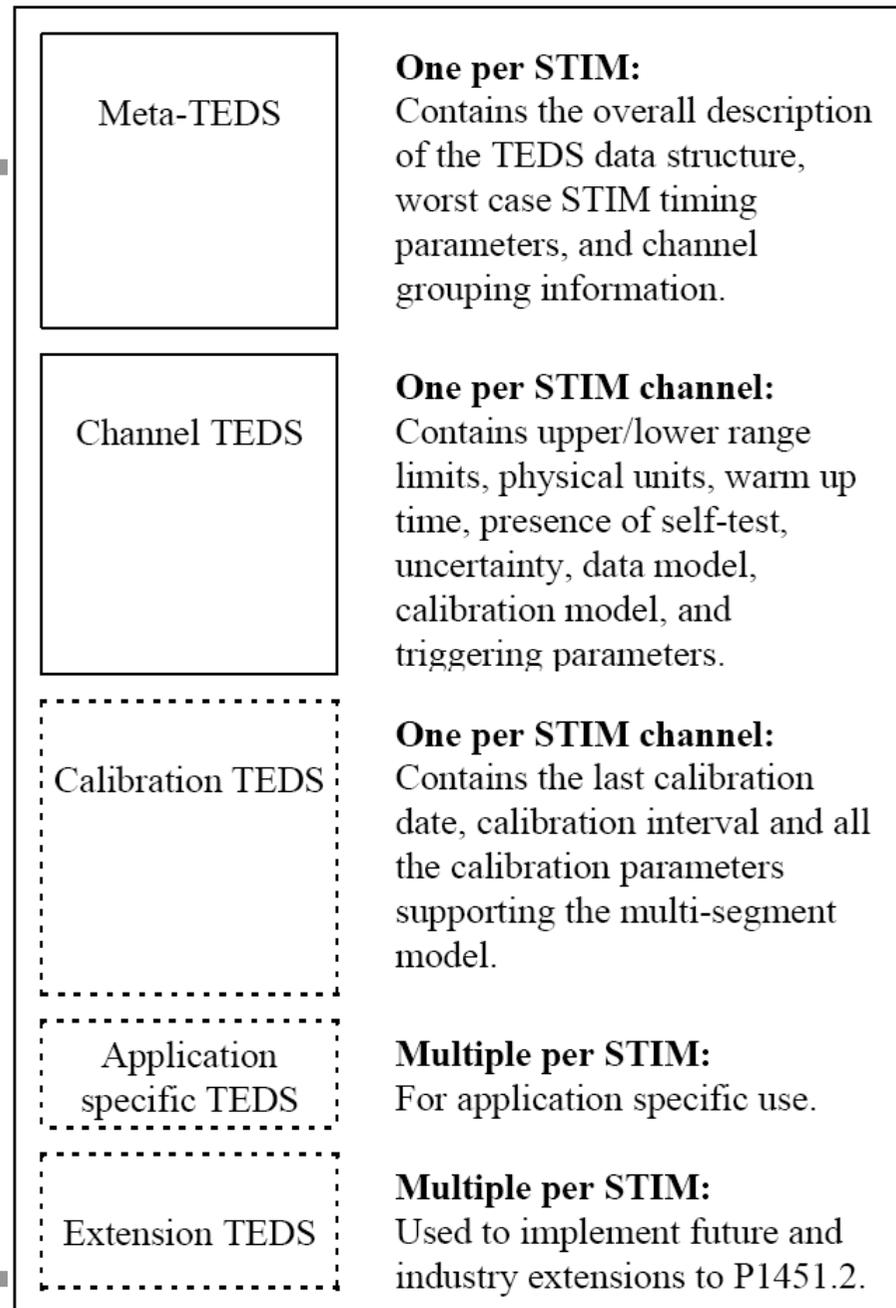


1451.2 Smart Transducer Interface Module (STIM)  
beschrieben durch: TEDS (Transducer Electronic Data Sheet)

NCAP (Network Capable Processor)



# Übersicht TEDS



Quantity	Unit	Symbol
Länge	meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunden	s
Elektr. Strom	Ampère	A
Thermodynamische Temperatur	Kelvin	K
chem. Masseinheit	Mol	mol
Lichtintensität	Candela	cd

ISO 31-0:1992(E), "General Introduction to ISO 31—General Principles Concerning Quantities, Units and Symbols," International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1974.



## Normierte Darstellung physikalischer Parameter in 1451.2

Field #	Description	# bytes
1	<p>ENUMERATION</p> <p>0: Unit is described by the product of SI base units raised to the powers recorded in fields 2 through 10.</p> <p>1: Unit is U/U, where U is described by the product SI base units raised to the powers recorded in fields 2 through 10.</p> <p>2: Unit is <math>\log_e(U)</math>, where U is described by the product of SI base units raised to the powers recorded in fields 2 through 10.</p> <p>3: Unit is <math>\log_e(U/U)</math>, where U is described by the product of SI base units raised to the powers recorded in fields 2 through 10.</p> <p>4: The associated quantity is digital data (e.g. a bit vector) and has no unit. Fields 2-10 shall be set to 128.</p> <p>5-255: Reserved</p>	1
2	$(2 * \langle \text{exponent of radians} \rangle) + 128$	1
3	$(2 * \langle \text{exponent of steradians} \rangle) + 128$	1
4	$(2 * \langle \text{exponent of meters} \rangle) + 128$	1
5	$(2 * \langle \text{exponent of kilograms} \rangle) + 128$	1
6	$(2 * \langle \text{exponent of seconds} \rangle) + 128$	1
7	$(2 * \langle \text{exponent of amperes} \rangle) + 128$	1
8	$(2 * \langle \text{exponent of kelvins} \rangle) + 128$	1
9	$(2 * \langle \text{exponent of moles} \rangle) + 128$	1
10	$(2 * \langle \text{exponent of candelas} \rangle) + 128$	1

SI: Le **S**ystème **I**nternational d'Unités.



# Beispiele:

## Länge in Metern

	Enum	rad	sr	m	kg	s	A	K	mol	cd
exponent	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
decimal		128	128	130	128	128	128	128	128	128

## Fläche in m<sup>2</sup>

	Enum	rad	sr	m	kg	s	A	K	mol	cd
exponent	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
decimal		128	128	132	128	128	128	128	128	128

Nur die Dimension, nicht der Wert wird codiert!

## Druck in pascal = m<sup>-1</sup> kg s<sup>-2</sup>

	Enum	rad	sr	m	kg	s	A	K	mol	cd
exponent	0	0	0	-1	1	-2	0	0	0	0
decimal		128	128	126	130	124	128	128	128	128

## Widerstand in $\Omega$ = m<sup>2</sup> kg s<sup>-3</sup> A<sup>-2</sup>

	Enum	rad	sr	m	kg	s	A	K	mol	cd
exponent	0	0	0	2	1	-3	-2	0	0	0
decimal		128	128	132	130	122	124	128	128	128

## Noise Spectral Density : volts per root Hertz (V/ $\sqrt{\text{hz}}$ = m<sup>2</sup> kg s<sup>-5/2</sup> A<sup>-1</sup>)

	Enum	rad	sr	m	kg	s	A	K	mol	cd
exponent	0	0	0	2	1	-5/2	-1	0	0	0
decimal		128	128	132	130	123	126	128	128	128

## Power Quantity - Bel (log<sub>10</sub> W/W) W = m<sup>2</sup> kg s<sup>-3</sup>

	Enum	rad	sr	m	kg	s	A	K	mol	cd
exponent	3	0	0	2	1	-3	0	0	0	0
decimal		128	128	132	130	122	128	128	128	128



# Beispiele:

---

## Switch Positions

	Enum	rad	sr	m	kg	s	A	K	mol	cd
exponent	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
decimal		128	128	128	128	128	128	128	128	128

Lee H. Eccles (Boeing Commercial Airplane Company): Physical Units Representation in IEEE 1451.2



## Beispiel: Beschreibung eines Drucksensors

Stan P. Woods, Janusz Bryzek,  
Steven Chen, Jeff Cranmer,  
Edwin Vivian El-Kareh, Mike Geipel,  
Fernando Gen-Kuong, John Houldsworth,  
Norm LeComte, Kang Lee,  
Michael F. Matte, David E. Rasmussen

IEEE-P1451.2 Smart Transducer  
Interface Module

Meta TEDS				
Field #	Description	Field Length (Bytes)	Field type	Field Contents
<b>Data structure related information</b>				
1	Meta-TEDS Length	4	U32	48
2	IEEE 1451 Standards Family Working Group Number	1	U8	2
3	TEDS Major Version Number	2	U16	2
4	Future Extensions Key	1	U8	0 (NONE)
5	CHANNEL_ZERO Industry Extensions Key	1	U8	0 (NONE)
6	End Users' Application Specific TEDS Key	1	U8	0
7	Number of Implemented Channels	1	U8	1
8	String Language Code	1	U8	0
9	Bytes per Character	1	U8	1
<b>Timing related information</b>				
10	Worst Case Channel Data Model Length	1	U8	2
11	Worst Case Channel Data Repetitions	2	U16	1
12	Worst Case Channel Update Time	4	F32	2.00E-05
13	Worst Case Channel Write Setup Time	4	F32	0
14	Worst Case Channel Read Setup Time	4	F32	8.00E-05
15	Input/Output Response Time	4	F32	5.00E-04
16	Calibration TEDS Write Time	4	F32	0
17	Worst Case Data Clock Frequency	4	U32	2.00E+05
18	Worst Case Channel Sampling Period	4	F32	2.00E-04
19	Worst Case Unit Warm Up Time	4	F32	1
<b>Channel grouping related information</b>				
20	Channel Groupings Data Sub-Block Length	2	U16	0
21	Number of Channel Groupings = G	0	U8	-
22	Group Name Length	0	U8	-
23	Group Name (<= 255)	0	STRING	-
24	Group Type	0	U8	-
25	Number of Group Members = N	0	U8	-
26	Member Channel Numbers List = M(N) (<= 255)	0	array of U8	-
<b>Data integrity information</b>				
27	Checksum for Meta-TEDS	2	U16	62856

U8, U16, U32 are unsigned integers of length 8, 16 and 32 bits respectively.

F32 is a single precision IEEE floating point number

STRING is an array of character bytes

UNITS is the SI representation



Beispiel:  
Beschreibung eines  
Drucksensors

<b>Data structure related information</b>				
28	Meta-Identification TEDS Length	4	U32	310
<b>Identification related information</b>				
29	Manufacturer's Identification Length	1	U8	55
30	Manufacturer's Identification (<= 255)	55	STRING	Texas Instruments Incorporated Control Product Division
31	Model Number Length	1	U8	9
32	Model Number (<= 255)	9	STRING	EX3514.XX
33	Revision Code Length	1	U8	2
34	Revision Code	2	STRING	01
35	Serial Number Length	1	U8	5
36	Serial Number (<= 255)	5	STRING	SN-01
37	Date Code Length	1	U8	25
38	Date Code (<= 255)	25	STRING	November 1, 1995, Shift 1
39	Product Description Length	2	U16	205
40	Product Description (<= 65535)	205	STRING	Description: Ratiometric Pressure Transducer Part Number: EX3514.XX Serial Number: SN-01 Pressure Range: 0 To 3000 PSIA Input Voltage: 5 Vdc Output Voltage: 0 To 5 Vdc Temperature Range: -40 To 85° C
<b>Data integrity information data sub-block</b>				
41	Checksum for Meta-Identification TEDS	2	U16	38702



Beispiel:  
Beschreibung eines  
Drucksensors

Channel TEDS				
Field #	Description	Field Length (Bytes)	Field type	Field Contents
<b>Data structure related information</b>				
42	Channel TEDS Length	4	U32	80
43	Calibration Key	1	U8	1 (FIXED)
44	Industry Extension Key	1	U8	0 (NONE)
<b>Transducer related information</b>				
45	Lower Range Limit	4	F32	0
46	Upper Range Limit	4	F32	20684190
47	Physical Units	10	UNITS	Pa (0,128,128,126,130,124,128,128,128,128)
48	Unit Type Key	1	U8	0 (SENSOR)
49	Unit Warm Up Time	4	F32	1
50	Self Test Key	1	U8	0 (NONE)
51	Uncertainty	4	F32	206842
<b>Data converter related information</b>				
52	Channel Data Model	1	U8	0 (N BYTE)
53	Channel Data Model Length	1	U8	2
54	Channel Model Significant Bits	2	U16	12
55	Channel Data Repetitions	2	U16	1
56	Series Increment	4	F32	0
57	Series Units	10	UNITS	0
58	Channel Update Time	4	F32	2.00E-05
59	Channel Write Setup Time	4	F32	0
60	Channel Read Setup Time	4	F32	8.00E-05
61	Data Clock Frequency	4	U32	2.00E+05
62	Channel Sampling Period	4	F32	2.00E-04
63	Timing Correction	4	F32	0
64	Trigger Accuracy	4	F32	5.00E-06
<b>Data integrity information</b>				
65	Checksum for Channel TEDS	2	U16	59968
<b>Data structure related information</b>				
66	Channel Identification TEDS Length	4	U32	8
<b>Identification related information</b>				
67	Manufacturer's Identification Length	1	U8	0
68	Manufacturer's Identification (<= 255)	0	STRING	-
69	Model Number Length	1	U8	0
70	Model Number (<= 255)	0	STRING	-
71	Revision Code Length	1	U8	0
72	Revision Code (<= 255)	0	STRING	-
73	Serial Number Length	1	U8	0
74	Serial Number (<= 255)	0	STRING	-
75	Channel Description Length	2	U16	0
76	Channel Description (<= 65535)	0	STRING	-
<b>Data Integrity information</b>				
77	Checksum for Channel Identification TEDS	2	U16	65527



## Calibration TEDS

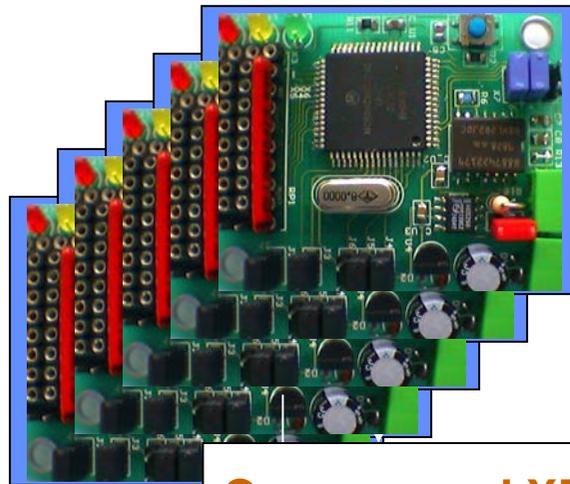
Field #	Description	Field Length (Bytes)	Field type	Field Contents
<b>Data structure related information</b>				
78	Calibration TEDS Length	4	U32	99
<b>Calibration related information</b>				
79	Last Calibration Date-Time	4	U32	0
80	Calibration Interval	4	U32	0
81	Number of Correction Input Channels = n	1	U8	1
82	Correction Input Channel List	1	U8	1
83	Correction Input Channel-Key List	1	U8	0
84	Channel Degree List = D(k)	1	U8	1
85	Number of Segments List = N <sub>k</sub>	1	U8	5
86	Segment Boundary Values Table (Pa)	24	F32	0
	(segment 1 high boundary)		F32	4136838
	(segment 2 high boundary)		F32	8273676
	(segment 3 high boundary)		F32	12410514
	(segment 4 high boundary)		F32	16547352
	(segment 5 high boundary)		F32	20684190
87	Segment Offset Values Table (Pa)	20		
	(segment 1 offset)		F32	5051
	(segment 2 offset)		F32	5051
	(segment 3 offset)		F32	5051
	(segment 4 offset)		F32	5051
	(segment 5 offset)		F32	5051
88	Multinomial Coefficients	40		
	A <sub>00</sub> (Pa)		F32	-126372
	A <sub>01</sub> (Pa/count)		F32	5244
	A <sub>10</sub>		F32	-44141
	A <sub>11</sub>		F32	5144
	A <sub>20</sub>		F32	111220
	A <sub>21</sub>		F32	5049
	A <sub>30</sub>		F32	331826
	A <sub>31</sub>		F32	4959
	A <sub>40</sub>		F32	610811
	A <sub>41</sub>		F32	4874
<b>Data integrity information</b>				
89	Checksum for Calibration TEDS	2	U16	57092

Beispiel:  
Beschreibung eines  
Drucksensors



# CODES

supporting dynamic interactions:  
self-description and discovery



**Compressed XML- EDS**  
**Electronic Data Sheet**



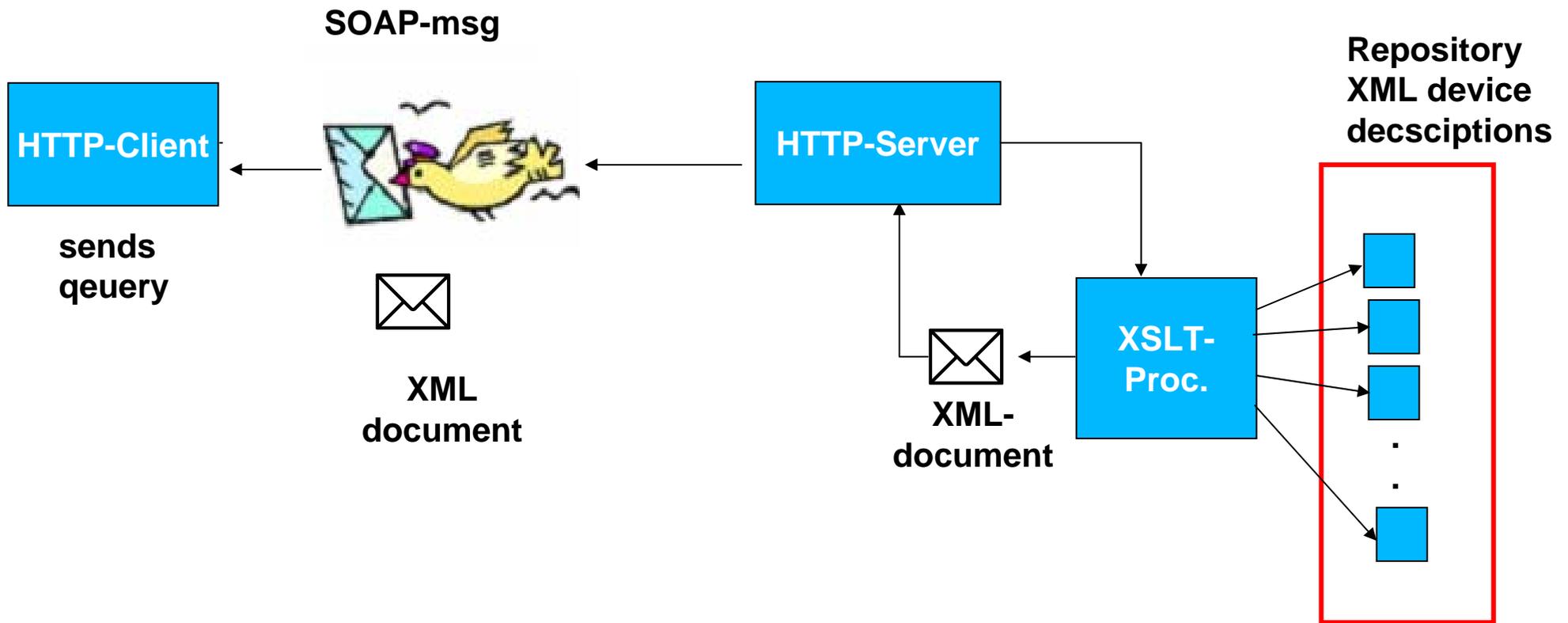
**discovery  
service**

**XML-Representation**

**conversion at  
configuration**



# Supporting dynamic interactions: Self-Description and Discovery



## Example:

### static device information

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
```

```
<DeviceInformation xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="sensor.xsd">
```

```
<static_device_info>
<DeviceName>Accerlation Sensor</DeviceName>
<DeviceType>TYNI_ADXL_UNIULM</DeviceType>
<ManufacturerName>University of Ulm</ManufacturerName>
<Processor>68HC908AZ60</Processor>
```

```
<operat_con>
<operational_connection>CAN 2.0b</operational_connection>
</operat_con>
<operat_con>
<operational_connection>Serial Line</operational_connection>
</operat_con>
```

```
<HardwareVersion>1.01</HardwareVersion>
<SystemSoftwareVersion>2.0</SystemSoftwareVersion>
```

```
<Description>Text. Great.</Description>
<NodeUID>0x1234567812345678LL</NodeUID>
```

```
<FullDataSheet>http://myDataSheet</FullDataSheet>
<FullConfigurationInfo>http://myConfigurationInfo</FullConfigurationInfo>
<DiagnosticInfo>http://myDiagnosticInfo</DiagnosticInfo>
```

```
<supported_channel_types>
<HRT>>false</HRT>
<SRT>>true</SRT>
<NRT>>false</NRT>
</supported_channel_types>
```

```
...
.....
```



```

<event>
  <EventName>Acceleration 2-axis</EventName>
  <Subject>acceleration</Subject>
  <SubjectUID>0x0000000000000000BLL</SubjectUID>
  <data_structure>
    <Name>acceleration x-axis</Name>
    <DataType>unsignedByte</DataType>
    <pe>
      <!--<Unit>G</Unit>-->
      <SIUnit>
        <Enumeration>128</Enumeration>
        <Radians>128</Radians>
        <Steradians>128</Steradians>
        <Meters>130</Meters>
        <Kilograms>128</Kilograms>
        <Seconds>124</Seconds>
        <Amperes>128</Amperes>
        <Kelvins>128</Kelvins>
        <Moles>128</Moles>
        <Candelas>128</Candelas>
      </SIUnit>
      <Value>0</Value>
    </pe>
  </data_structure>
</data_structure>
..
..
</data_structure>
..
..
</event>

```

## Example: event description



## Wesentliche Punkte:

---

**Sensoren und Aktoren sind äußerst diversitär was ihre spezifischen Eigenschaften, die Schnittstelle und die Art ihrer Informationsdarstellung betrifft.**

**Eine informationsverarbeitende Komponente ermöglicht eine anwendungsangepasste Aufbereitung, standardisierte (Netzwerk-) Schnittstelle und Informationsdarstellung.**

**Eine Beschreibung der Sensoren und Aktoren ermöglicht eine dynamische Konfiguration und Erweiterung eines Sensor/Aktor-Systems.**

