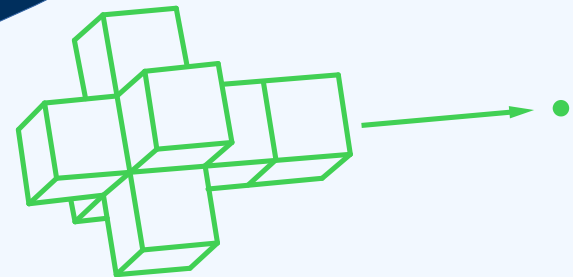


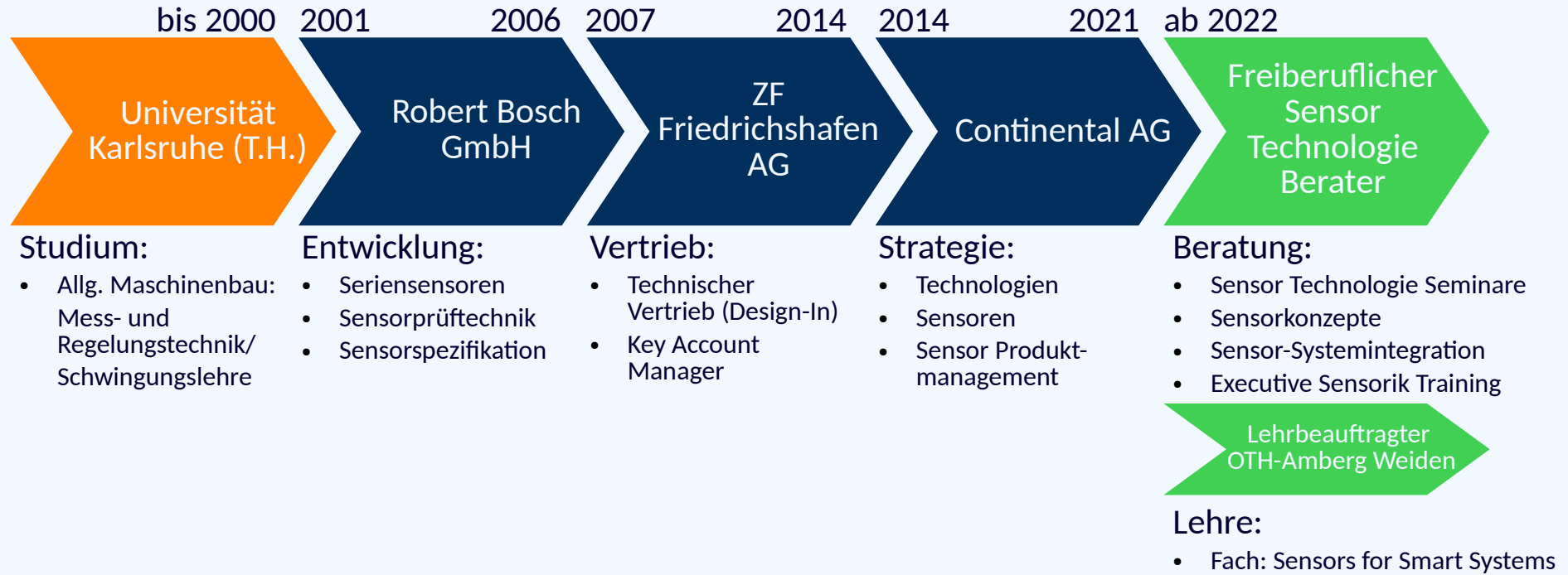
# ONRASens

Magnetische Drehzahlsensoren -  
Wahre Echtzeitfähigkeit und Systemmehrwert  
im Gleichgewicht von Analog- und  
Digitaltechnik

4. Technologietag Angewandte Sensorik  
ISAT – Hochschule Coburg  
25.02.2025



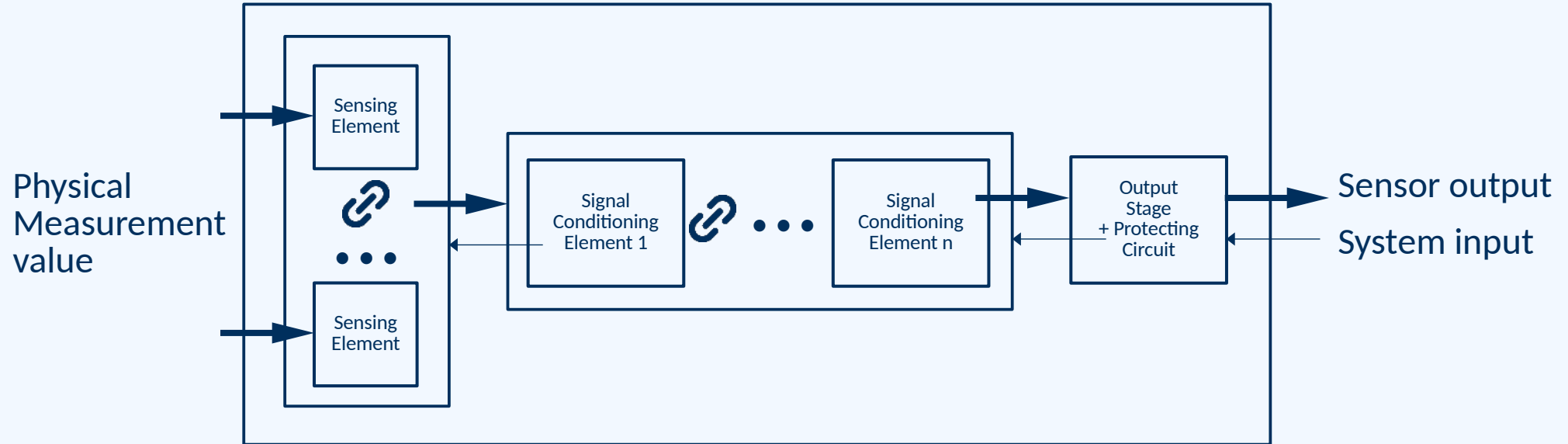
# Vorstellung Arno Erzberger



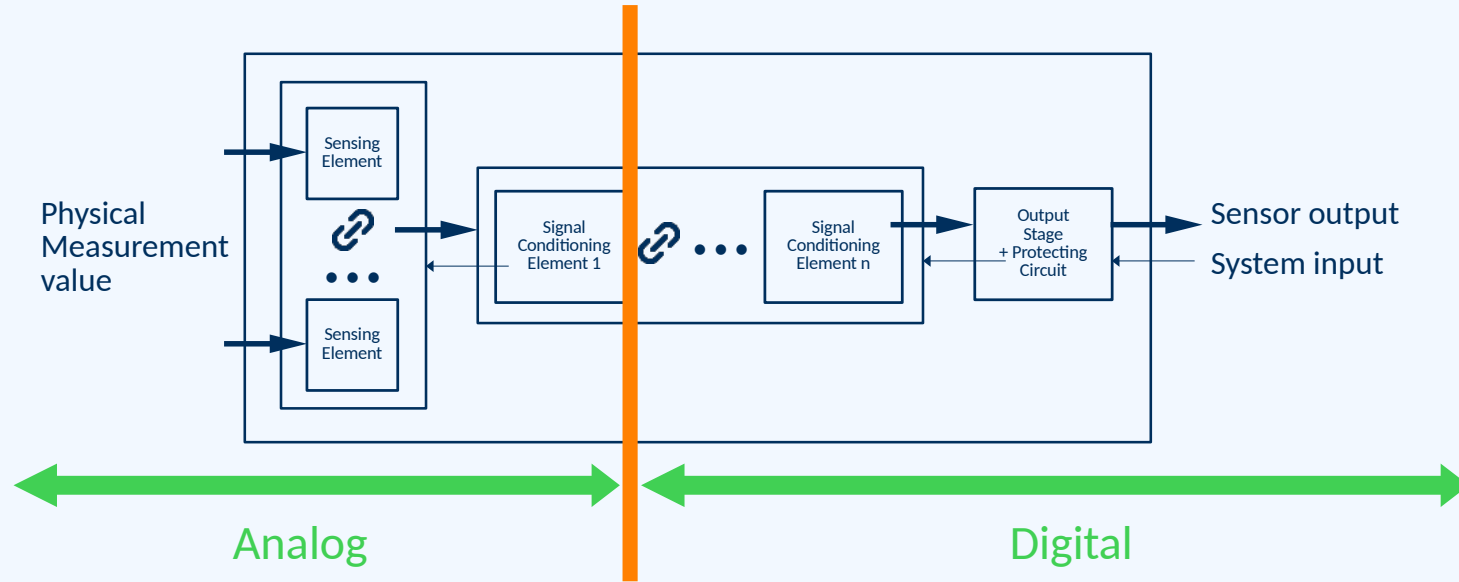
# Einführung

- Allgemeiner Aufbau von Sensoren
- Laufzeitkette von Analog zu Digital
- Sensorsystem magnetische Halldrehzahlsensoren
- Auslegung und Optimierung von Halldrehzahlsensoren
- Optimale Genauigkeit und Systemmehrwert
- Winkelmessung mit Drehzahlsensoren
- Drehmomentmessung mit Drehzahlsensoren
- Fazit

# Allgemeiner Aufbau von Sensoren



# Laufzeitkette von Analog zu Digital



Laufzeitkette

Messelement

Analoge  
Kopplung

Filter, Verstärker  
und weiteres

Digitalisierung,  
Kompensationen  
und weiteres

Ausgangsprotokoll

Protokollübertragung  
und Auslesen

# Laufzeitkette von Analog zu Digital

- Trägheit Messelement → meist gegeben
- Laufzeit Kopplung (z.B. Differenzbildung) → meist vernachlässigbar
- Analoge Stufen (z.B. Filter, Verstärker uä) → **wählbar**
- Digitale Stufen (z.B. Digitalisierung, Berechnungen, Kompensationen uä) → **wählbar**
- Digitale Ausgangsstufe (z.B. Ausgangsstufe SENT-Protokoll uä) → **wählbar**
- Digitale Signalentstehung, Übertragung, Auslesen → abhängig von der Ausgangsstufe

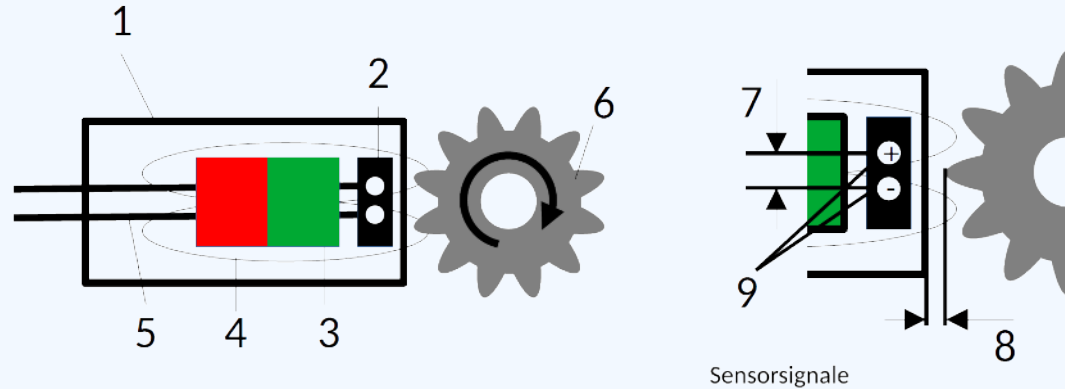
## Haupteinflüsse auf die Signallaufzeit:

- Analoge Stufen → wenige einsetzen
- Digitale Stufen und Berechnungen → schnell digitalisieren und wenig berechnen
- Ausgangsschnittstelle → kurzes und schnelles Ausgangsprotokoll wählen

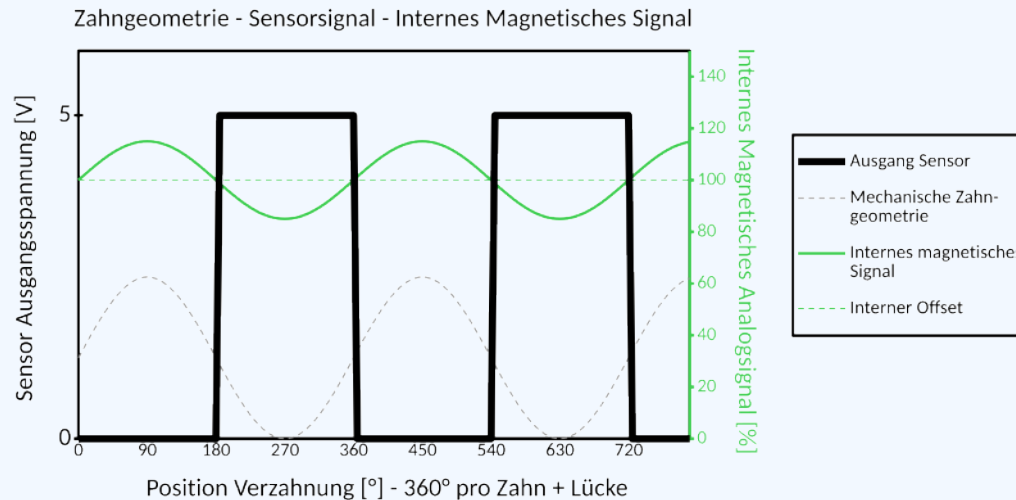
# Regeln für minimale Laufzeit

- Schnelles Messelement, großer Signalhub, wenig Offset
  - Einfache Differenzbildung oder Brückenschaltung (optional)
  - Wenig analoge Zusatzbeschaltung
  - Frühe Digitalisierung
  - Wenige Berechnungen und Kompensationen
  - Einfache, kurze und schnelle Schnittstelle
- 
- Aufgabe → Aufsummierung der einzelnen Laufzeitblöcke → alle Laufzeitblöcke müssen minimiert werden.

# Sensorsystem magnetische Halldrehzahlsensoren

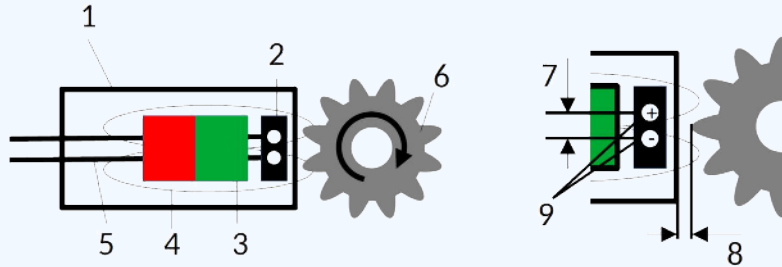


- 1: Gehäuse
- 2: Hallchip
- 3: Magnet
- 4: Magnetfeld
- 5: Anschluss
- 6: Geberrad
- 7: Hallelementabstand
- 8: Luftspalt
- 9: Differenzhallelemente

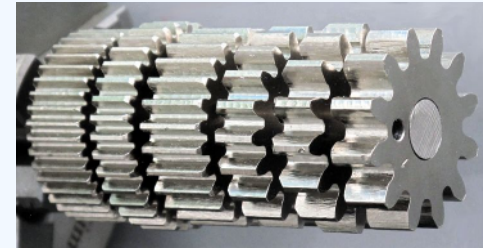




# Auslegung und Optimierung von Hallsensoren

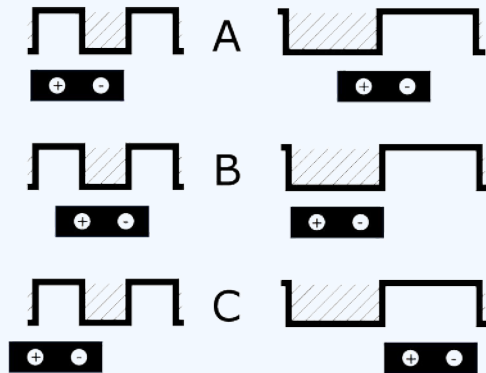


Hall-Drehzahlsensorsystem

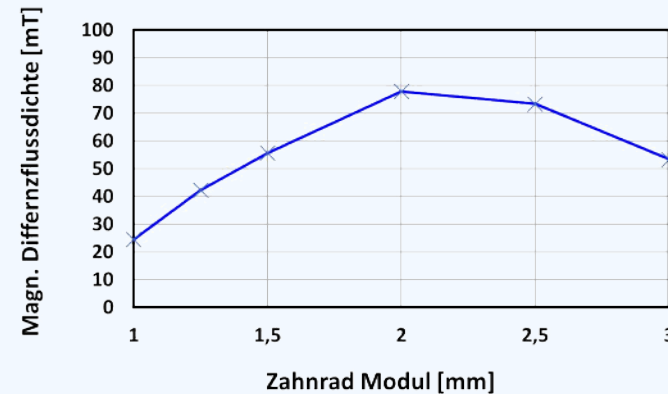


Geberräder Moduln 1 - 3

Magnetische Differenzflussdichte



Zahnform und Ortsauflösung



Signalstärke und Ortsauflösung

# Optimale Genauigkeit

## Optimierte Eigenschaften von Hallsensoren

- Maximierung des Luftspaltbereichs
- Minimierung des Signaljitters und Signaloffsets
- Differenzbildung verwendet
- Ortsauflösung optimiert
- Wenig Analogtechnik
- Frühe Digitalisierung
- Wenig Signalprocessing
- Einfaches, kurzes, schnelles Ausgangsprotokoll → TTL optional mit PWM  
→ **robust, genau, echtzeitfähig**

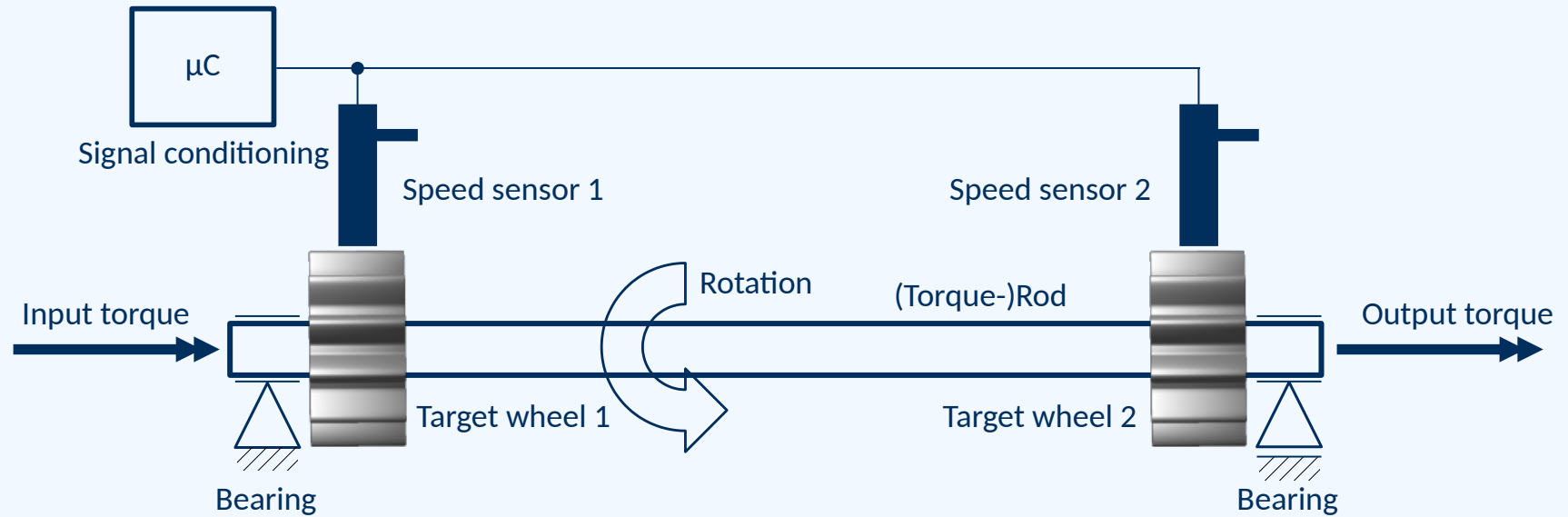
# Systemmehrwert

- Genauigkeit des Drehzahlsignals optimiert
- Signalprozessing minimal
- Kurze Signallaufzeit → Echtzeitfähigkeit
- Zusatzinformationen durch PWM übertragbar
- Diagnose durch 2-Draht-Stromschnittstelle zusätzlich möglich

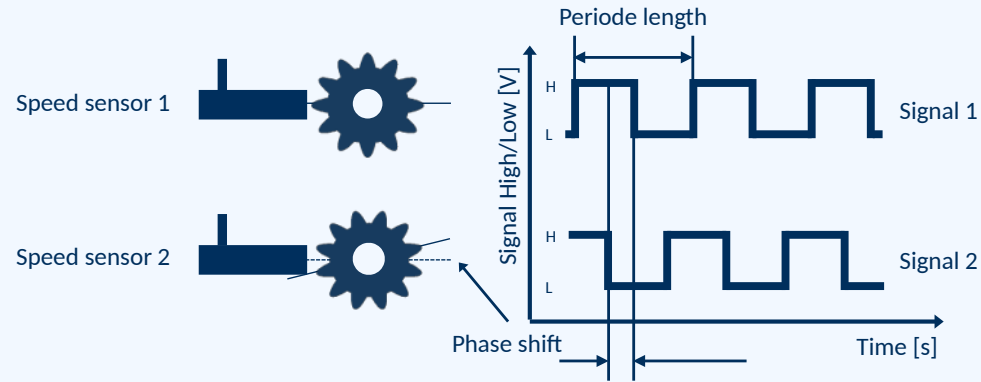
## Zusätzlicher Systemmehrwert

- Winkelmessung mit Referenzmarken möglich
- Drehmomentmessung durch Phasenversatzmessung möglich

# Drehmomentmessung mit Drehzahlsensoren

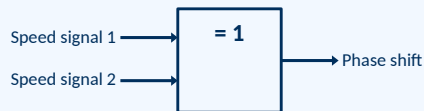


# Drehmomentmessung mit Drehzahlsensoren

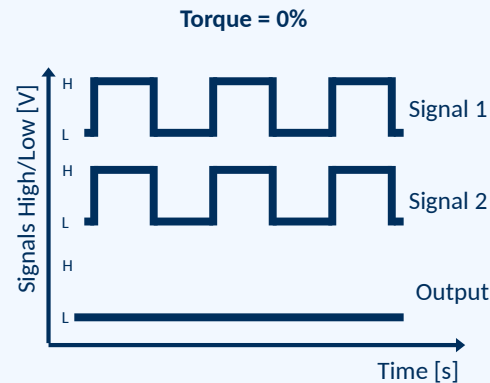


Simple torque evaluation:

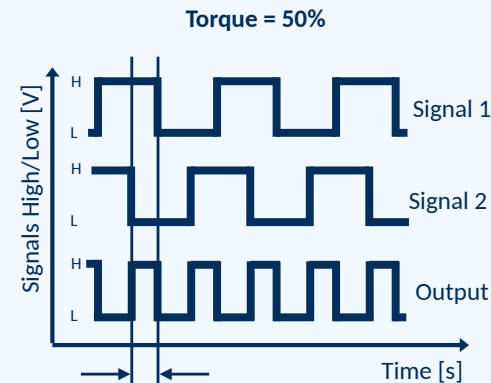
With XOR logic and torque characteristic of rod (only for information this evaluation is not relevant for examination)



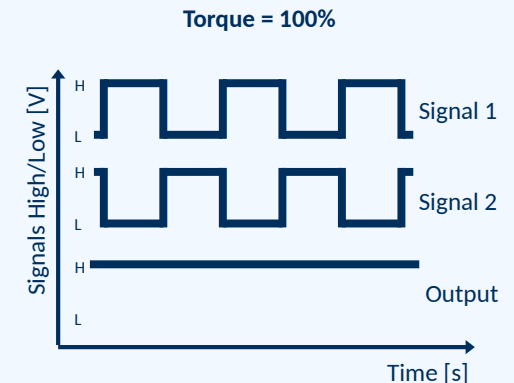
Speed signal 1	Speed signal 2	XOR Output
0 V	0 V	0 V
0 V	5 V	5 V
5 V	0 V	5 V
5 V	5 V	0 V



Duty cycle output = 0%



Duty cycle output = 50%



Duty cycle output = 100%

# Fazit

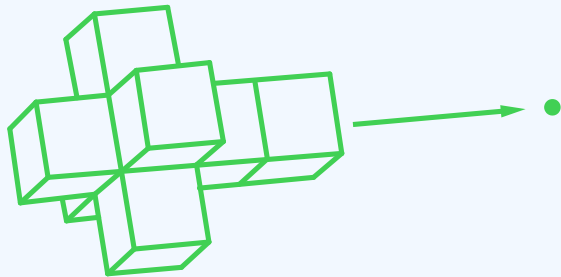
- Analogteil optimieren
- Rasch digitalisieren und wenig kompensieren/rechnen
- Sensor und System an Front- und Back-End aufeinander abstimmen
- Für Echtzeitanwendungen „real“ schnelle Schnittstellen verwenden
- Schnelle Signalauswertung im System ermöglichen
- Mehrwert durch Sensorfusion ausnutzen

**Nutzen: höhere Systemfunktionen abgedeckt und erhebliche Kosteneinsparungen**

# ONRASens

## Sensor Technologie Beratung Erzberger

Sensorschulungen, Sensorkonzepte, Sensor-System-Integration, Technologiestrategie



Arno Erzberger

<https://ONRASens.com>

D-92224 Amberg

[Erzberger@ONRASens.com](mailto:Erzberger@ONRASens.com)

+49 9621 69344 99

+49 162 7201325