MODUL 14
Automatisierung

Referent: Kai Wagner

08.02.2022

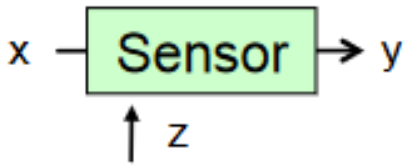
ROADMAP

- Sensoren
  (Allgemeines, Messfehler, Messtrecken, Kalibrieren, Sensoren in der Aquakultur)
- Signalverarbeitung
  (Was ist ein Signal, Signalumwandlung, Signaltransport)
- Aktoren
  (Allgemein, vom Strom zum Nutzen, Arbeitspunkte, Motorsteuerung, Aktoren in der Aquakultur)
- SPS
  (Allgemein, Steuern und Regeln, Aufbau)

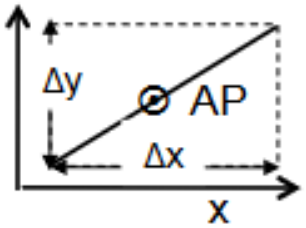
SENSOREN
Allgemeines

- Automatisierungssysteme können nur elektrische Signale lesen
- **Sensor:** Messgrößenaufnehmer zur Umwandlung einer Messgröße X in ein elektrisches Signal Y
- Einflussgrößen Z können, soweit bekannt, später wieder herausgerechnet werden

Sensor-Kennlinie: graphische Darstellung des Zusammenhangs von Messgröße x und Sensor-Ausgangssignal y im stationären Zustand.



Funktionsgleichungen:
Ausgangssignal $y = \varepsilon \cdot x$
Messgröße $x = c \cdot y$



Empfindlichkeit $\varepsilon = \Delta y/\Delta x$
Koeffizient $c = \Delta x/\Delta y$
bezogen auf einen Arbeitspunkt AP

SENSOREN
Messfehler | Wer misst, misst Mist!

Systematische Fehler

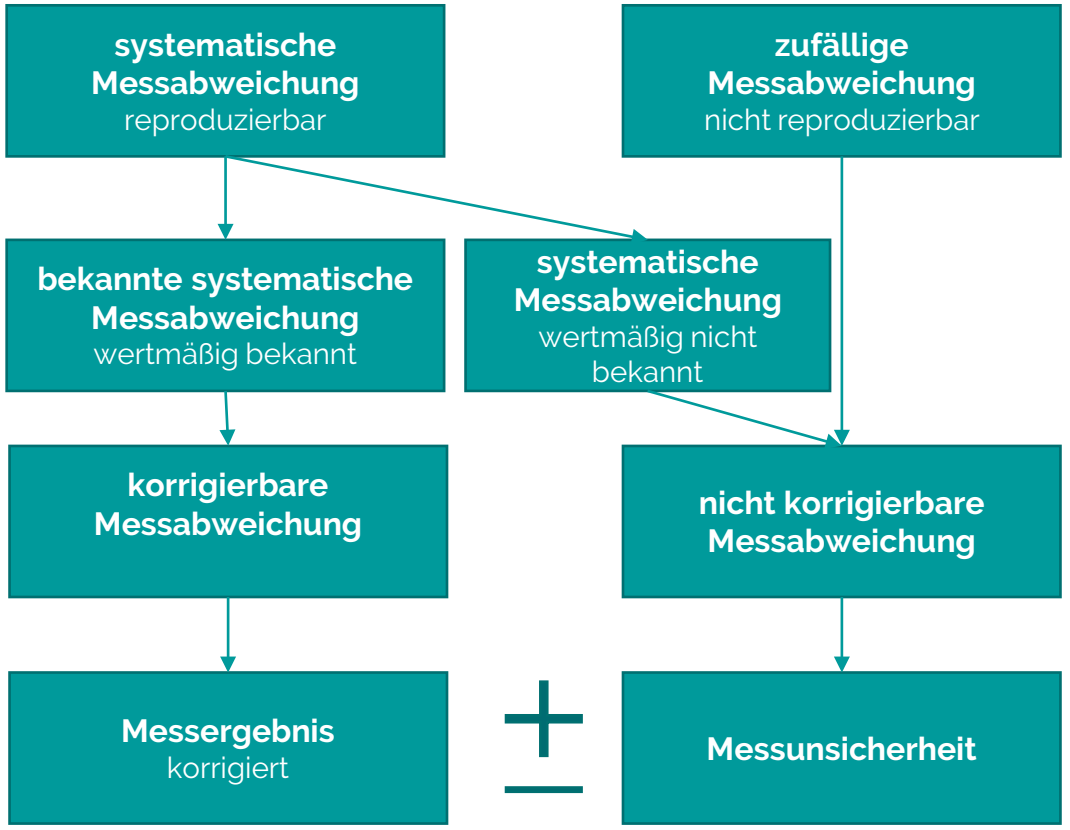
→ **Kalibrieren**

- Abweichungen von der Näherungsgeraden
- Verschiebung der Kennlinie
  → Nullpunktabweichung
- Steigungsabweichung

Statistische Fehler

→ **Glätten**

- Rauschen



SENSOREN
Messtrecken (1|2)

- zeitlicher Zusammenhang zwischen Aktion und Messergebnis
- bestehend aus Systemträgheit, Trägheit des Sensors und räumlicher Entfernung

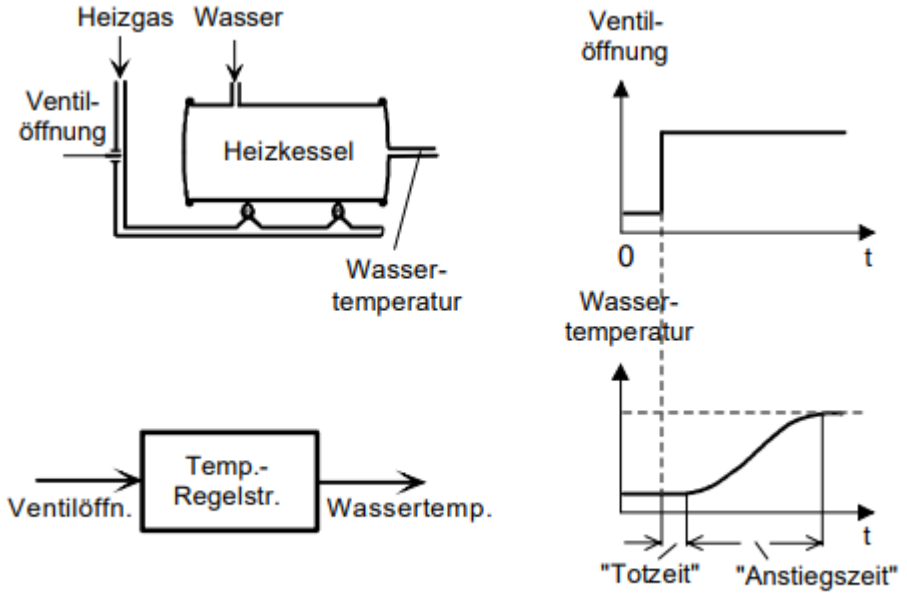
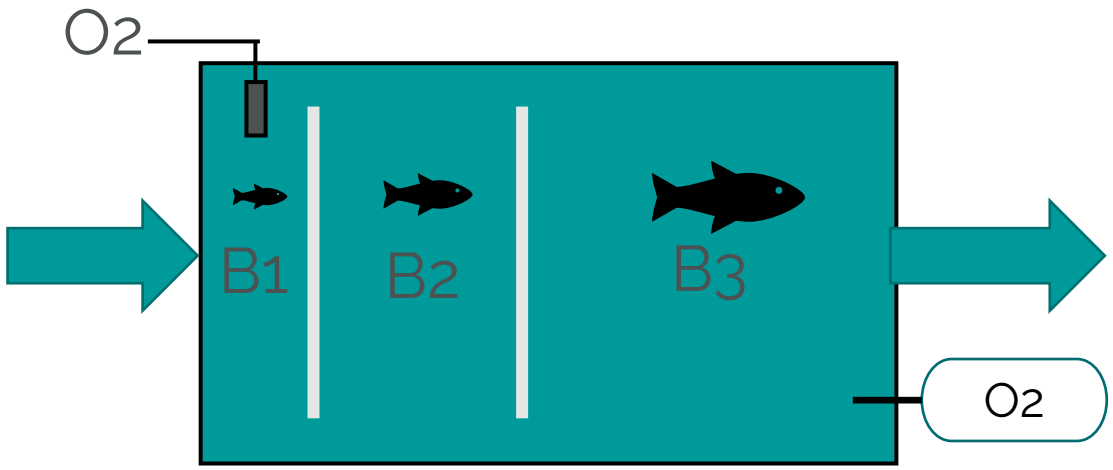


Bild 1.1.6 Dynamisches Verhalten einer Wirkungsanordnung zur Wassererhitzung

hohe Totzeit



SENSOREN
Messtrecken (2|2)

- zeitlicher Zusammenhang zwischen Aktion und Messergebnis.
- bestehend aus Systemträgheit, Trägheit des Sensors und Räumlicher Entfernung.

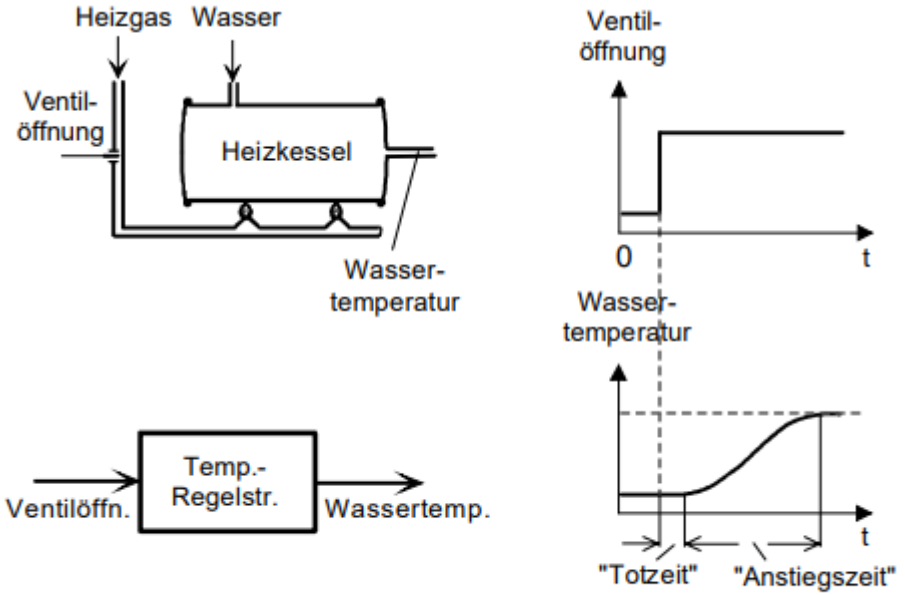
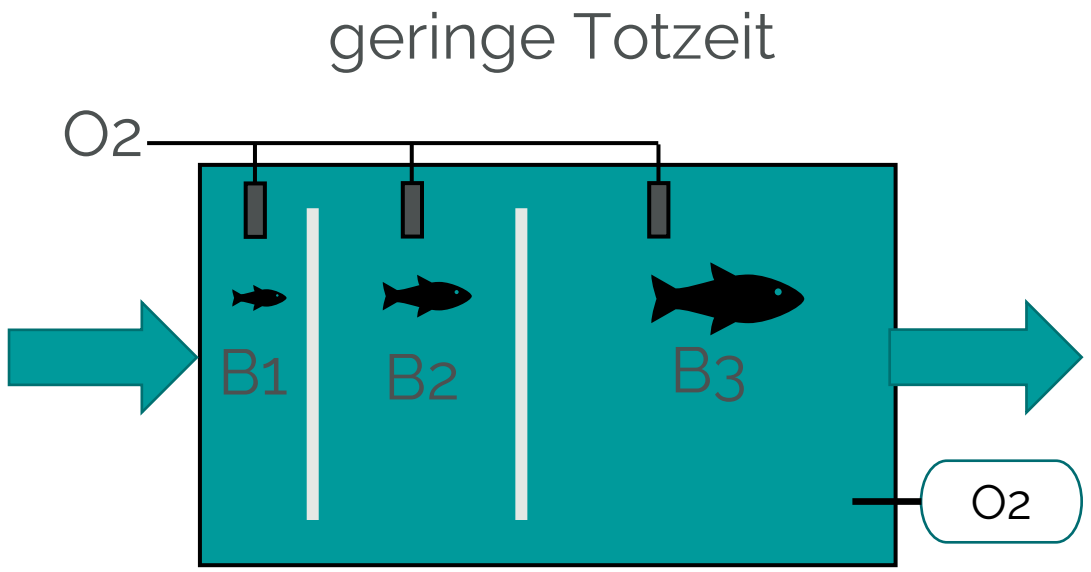


Bild 1.1.6 Dynamisches Verhalten einer Wirkungsanordnung zur Wassererhitzung



SENSOREN
Kalibrieren

Kalibrieren: Feststellen des Zusammenhangs zwischen Ein- und Ausgangsgröße des Messystems mittels Vergleichsgerät oder definierten Bedingungen.

Justieren: Einstellen des Messystems, um Abweichungen auszugleichen.

Eichen: Nach gesetzlich Vorschriften vorgenommene Prüfung mit Bestätigung.

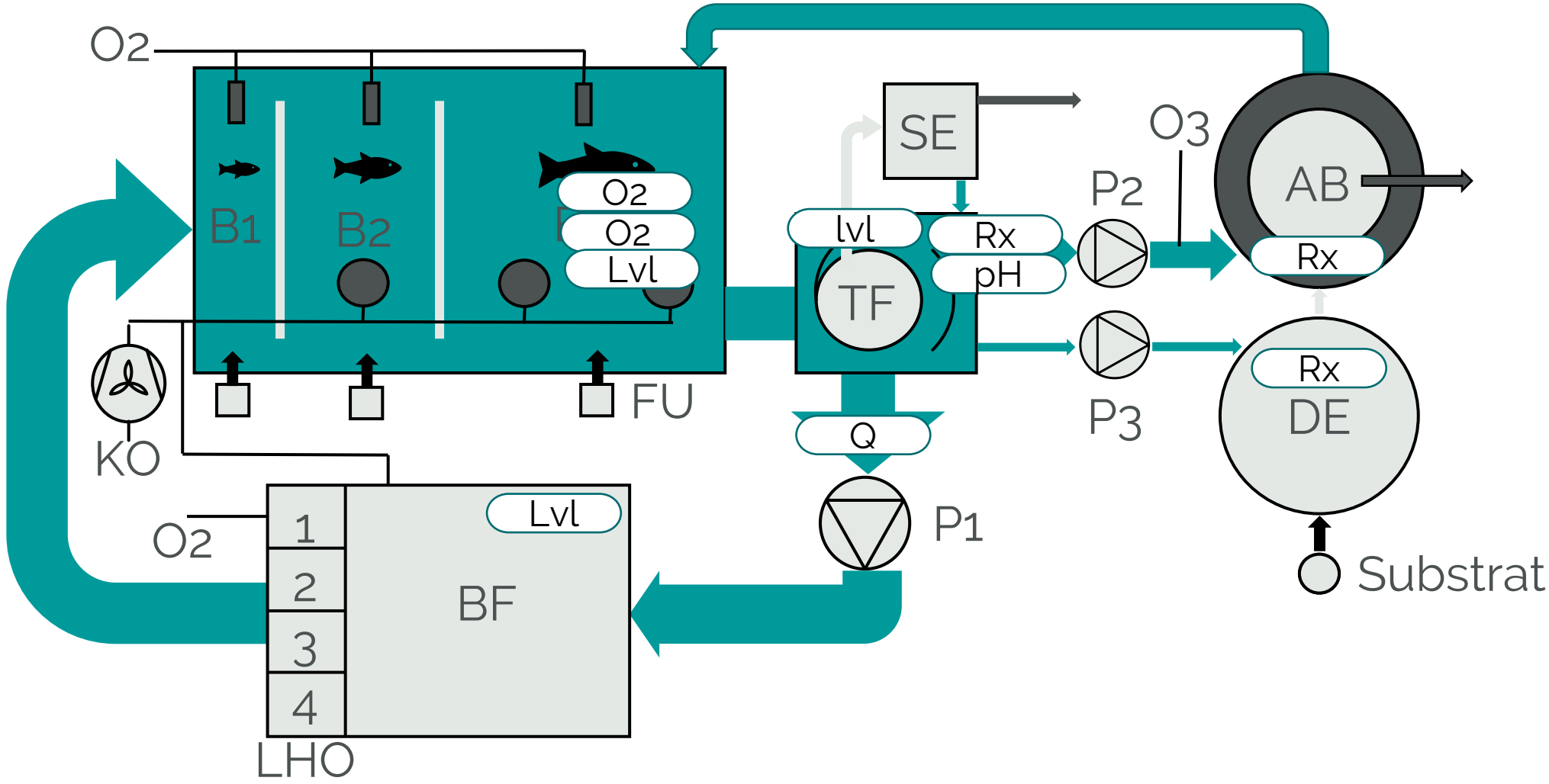
SENSOREN

Sensoren in der Aquakultur (1|2)

Sauerstoff:	fotoaktive Membran, wechselbare Membran
Salzgehalt:	Leitfähigkeitsmessung induktiv, kapazitiv, verschleißfrei
Redoxpotenzial:	elektrochemischer Sensor, Verschleißteil
pH:	elektrochemischer Sensor, Verschleißteil
Temperatur:	Wiederstandmessung oder Thermoelement, verschleißfrei
Füllstand:	Drucksensor, Schalter, induktiv, kapazitiv, verschleißfrei
Durchfluss:	Flügelrad, kalorimetrisch, Ultraschall, Vortex, Differenzdruck, verschleißfrei
CO2:	fotoaktive Membran, wechselbare Membran

SENSOREN

Sensoren in der Aquakultur (2|2)



TAKE AWAYS

Regelmäßige Kalibrierung und Reinigung der Sensoren nötig.

Redundanz in Sensorik erhöht Sicherheit.

Einige Sensoren sind Verschleißteile und müssen regelmäßig ausgetauscht werden.

SIGNALVERARBEITUNG

Was ist ein Signal

- Bei einem elektrischen Signal handelt sich um Größen wie Stromstärke oder Spannung, wenn diese variabel sind und somit Informationen aufnehmen und transportieren können.

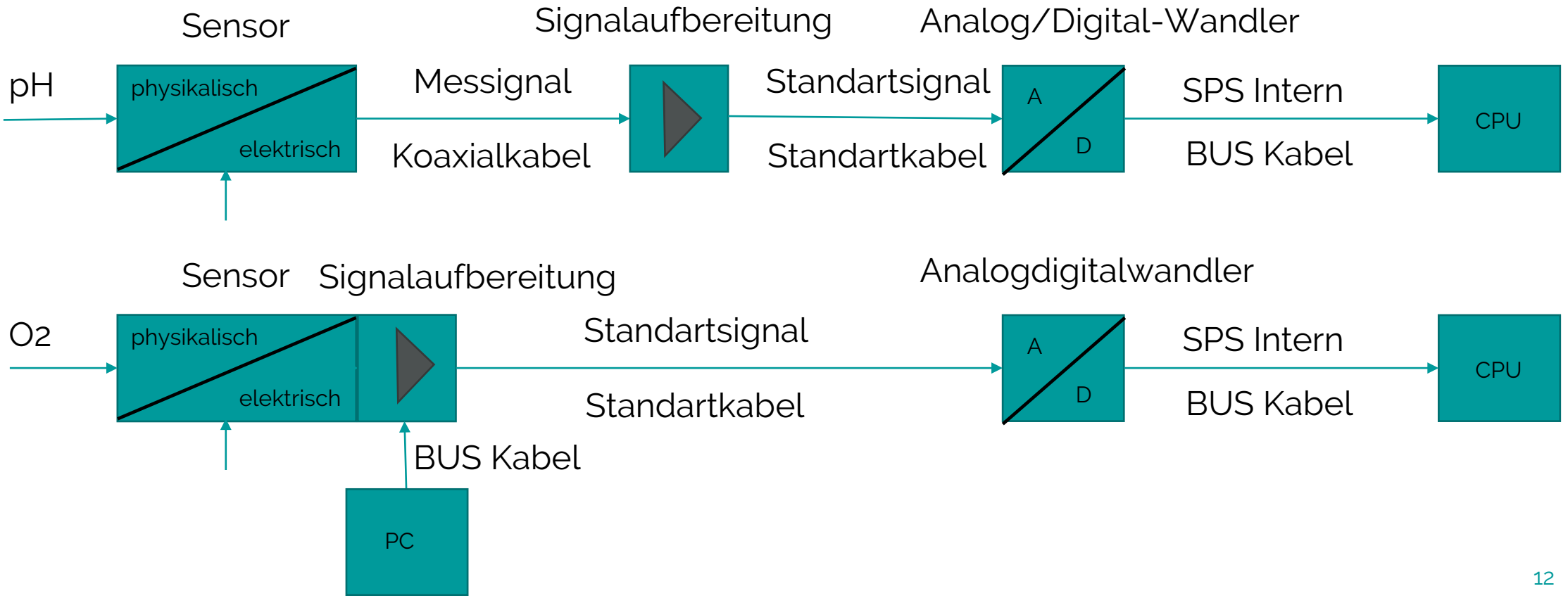
- Im ersten Schritt geben Sensoren immer analoge Signale aus.

- Sensorsignale müssen zur Übertragung an SPS umgewandelt werden.

- Analoge Signale müssen digitalisiert werden, um von einer SPS verarbeitet zu werden.

SIGNALVERARBEITUNG
Signaltransport

- digitale Messdaten mussten zur Erhebung eine gesamte Messkette zurücklegen.



SIGNALVERARBEITUNG
Signalumwandlung

- Analoge Signale können nicht von Computern verarbeitet werden.
- Zur Rauschunterdrückung werden mehrere Abtastpunkte gemittelt
- In einer SPS stehen 27648 Punkte zur Quantifizierung zur Verfügung

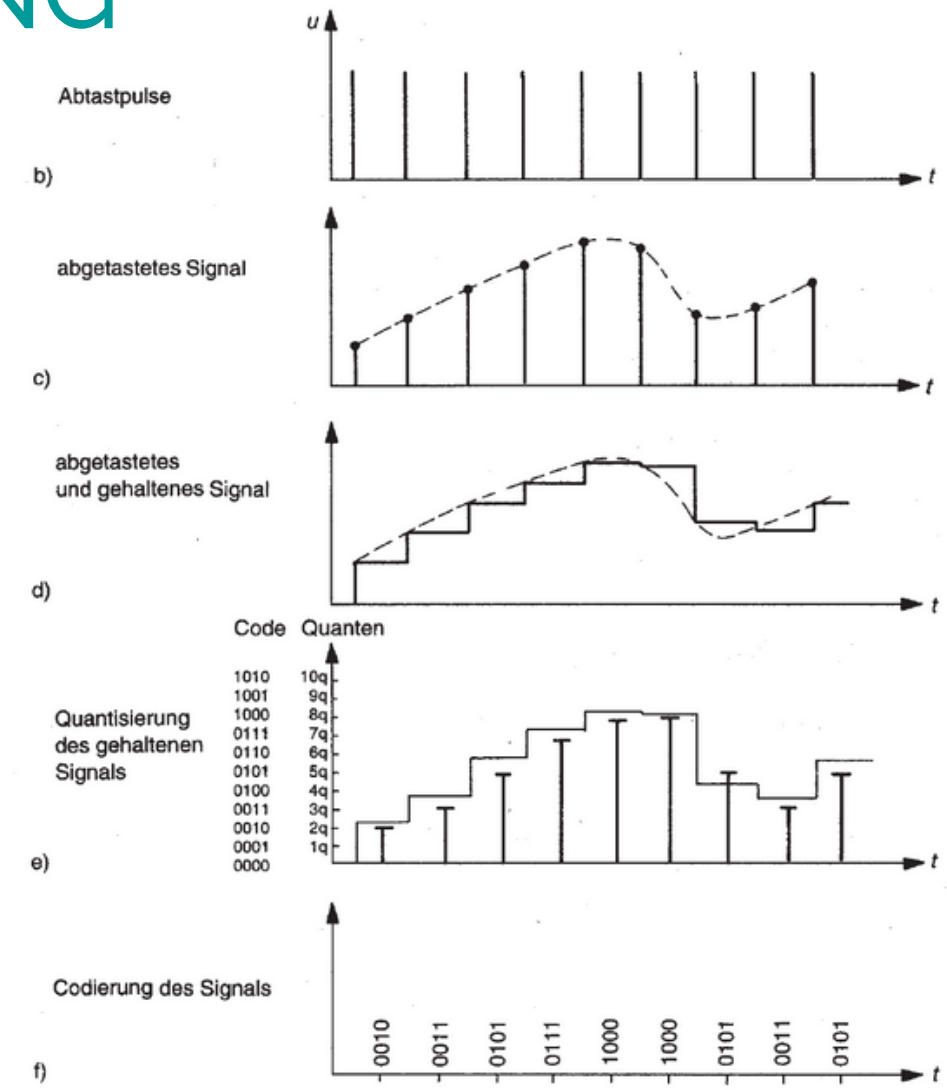


Abbildung 4.1: Abtastung, Quantisierung und Codierung eines analogen Signals.

TAKE AWAYS

Messignale liegen als undefinierte Kleinstsignale vor und müssen umgewandelt werden.

Messignale sind störanfällig und können nur über kurze Strecken mit Spezialkabeln übertragen werden.

Die Signalaufbereitung dient zusätzlich zur Kalibrierung.

Der Analog/Digital-Wandler ist Teil der SPS Eingangskarten.

AKTOREN
Allgemeines

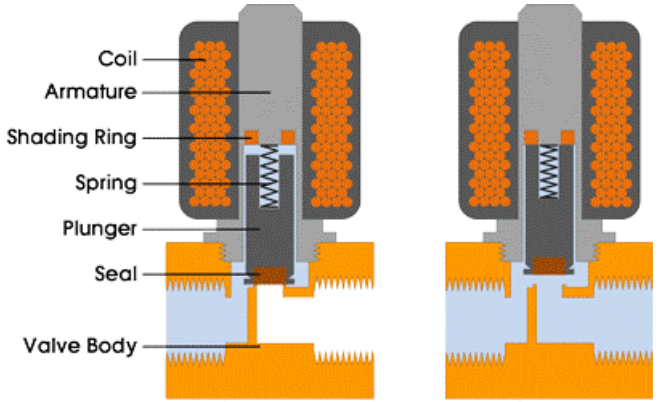
- Aktor: Bauelement, das elektrische Signale in mechanische Bewegung oder in andere physikalische Größen umsetzt.

- Temperatur: Tauchsieder
- Kraft: Motoren → Pumpen, Gebläse, Kompressoren
  Magnetventile

- Licht: Beleuchtung, UV
- Entladungen: Ozonerzeugung

AKTOREN
Ventile

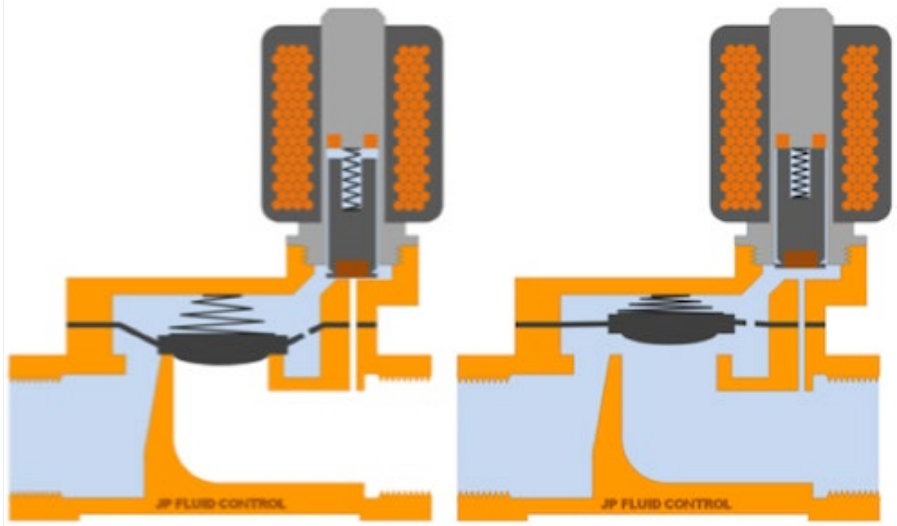
- NC normaly closed (stromlos geschlossen)
- für Anwendungen mit geringen Öffnungszeiten
- Feder drückt Plunger in den Sitz & schließt somit Ventil
- Aktivierte Spule zieht den Plunger nach oben in die Armatur



- NO normaly open (stromlos geöffnet)
- Für Anwendungen mit hohen Öffnungszeiten
- Für Notfall-Anwendungen (Notbelüftung)
- Feder zieht den Plunger nach oben in die Armatur
- Aktivierte Spule drückt den Plunger in den Sitz

AKTOREN
Ventile Wasser (1|2)

- Druckbehaftete Ventile mit großem Durchgang für Wasser-anwendungen mit moderaten Drücken und großen Durchflüssen

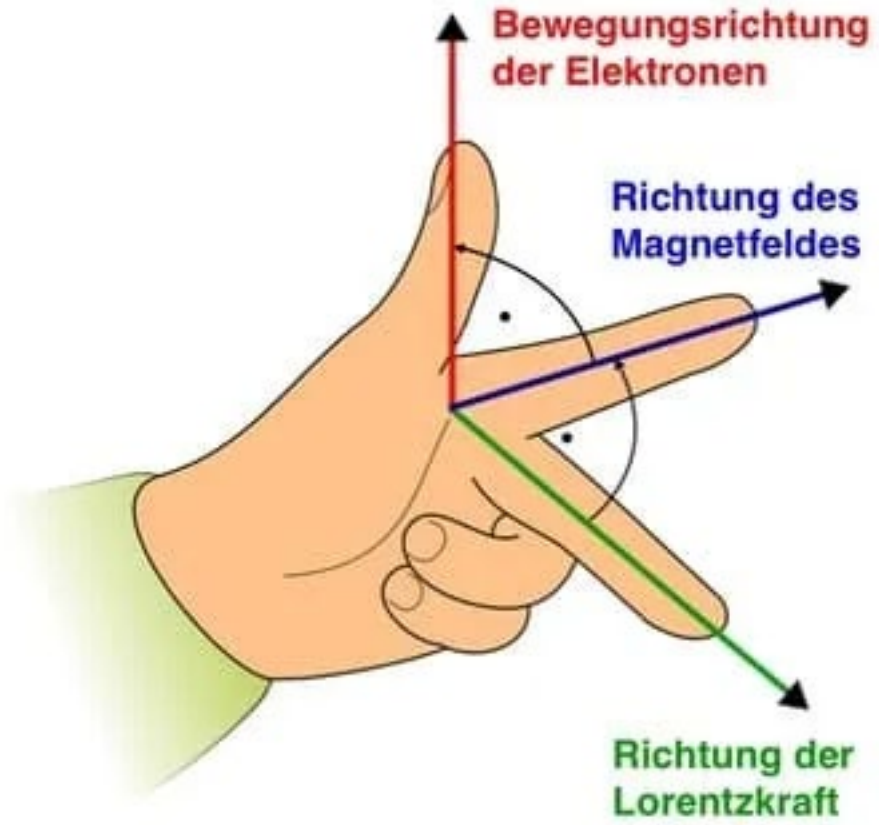


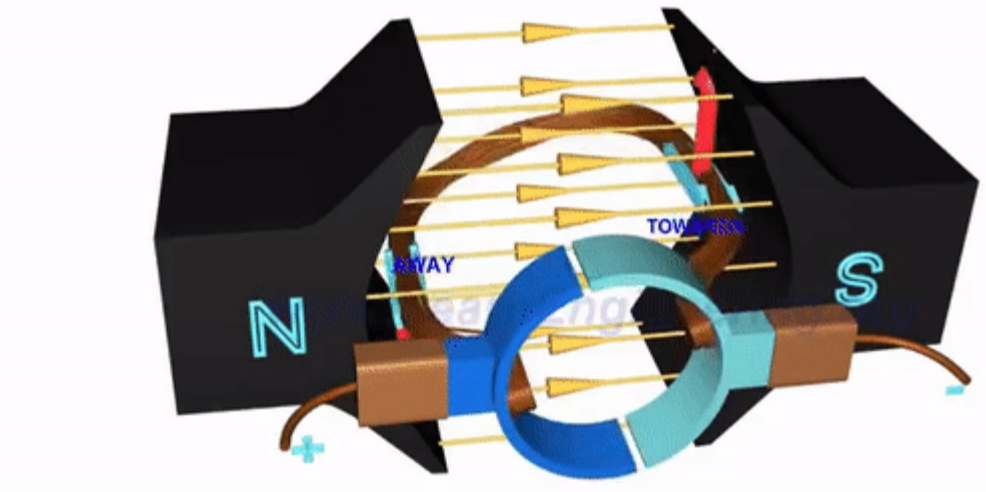
AKTOREN
Ventile Wasser (2|2)

- Druckfreie Ventile mit großem Durchgang für Wasseranwendungen mit niedrigen Drücken und sehr großen Durchflüssen

- Je nach Ausführung auch als Drossel nutzbar (Teilschließungen)

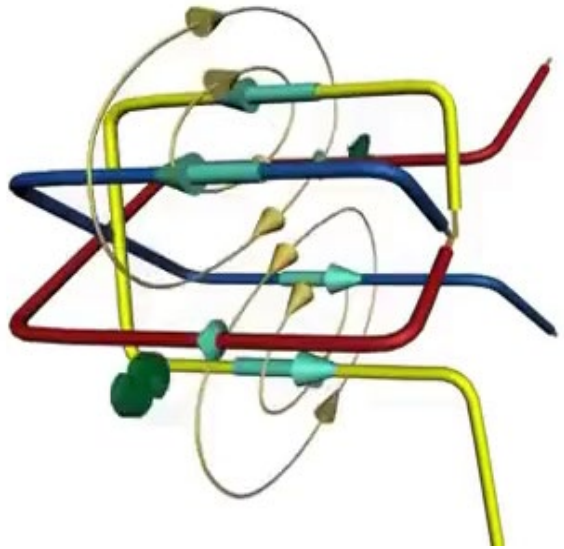
AKTOREN
Von Strom zum Nutzen (1|3)





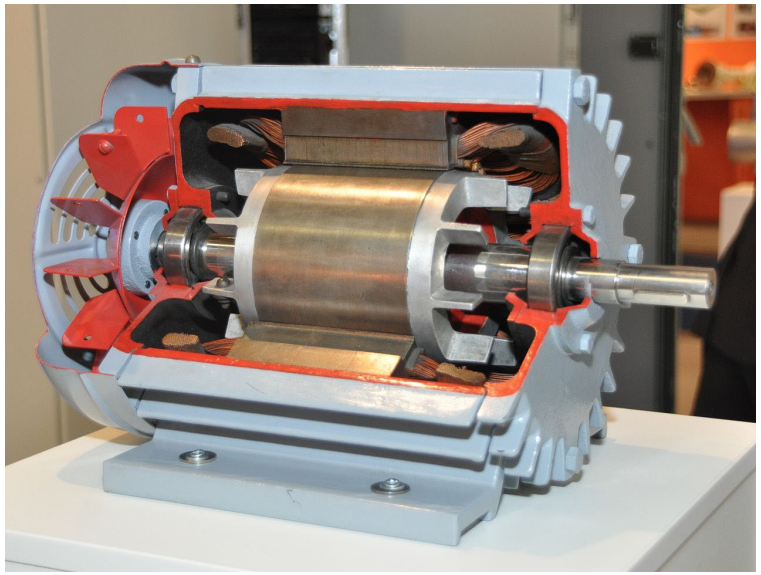
AKTOREN
Von Strom zum Nutzen (2|3)

- Drehstrommaschinen Folgen einem Drehfeld
- Winkelgeschwindigkeit des Drehfeldes ist abhängig von der Frequenz
- Daher 50 hz * 60 Sekunden = 3000 U/min



AKTOREN
Von Strom zum Nutzen (3|3)

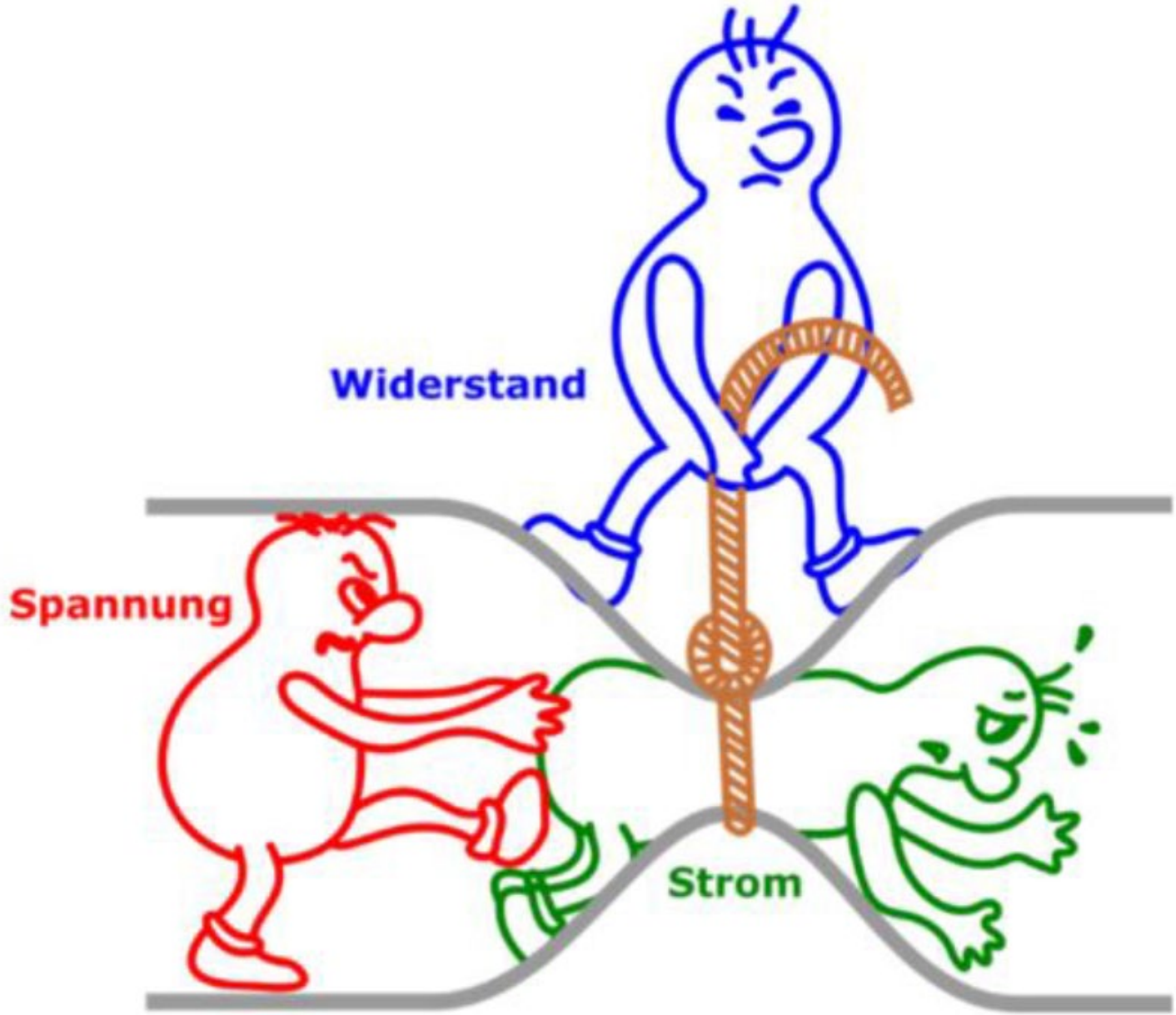
- Typischer Drehstrommotor zum Betrieb von Pumpen und Gebläsen
- Kühlung an Drehzahl gekoppelt.
- Als Drehstrom- und Wechselstrom varianten verfügbar.
- Agiert als Generator beim Rückwärtslauf
- Als Drehstromversion Frequenzsteuerbar



AKTOREN
Motorsteuerung

- **Frequenzumrichter:** Intelligente Systeme mit Schutzeinrichtungen für Drehstrommaschinen

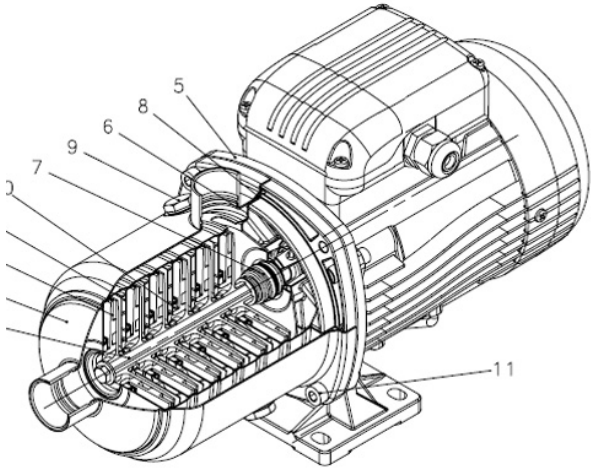
- Günstige Motoren, Steuerungen für kleine Wechsel- und Gleichstrommaschinen.

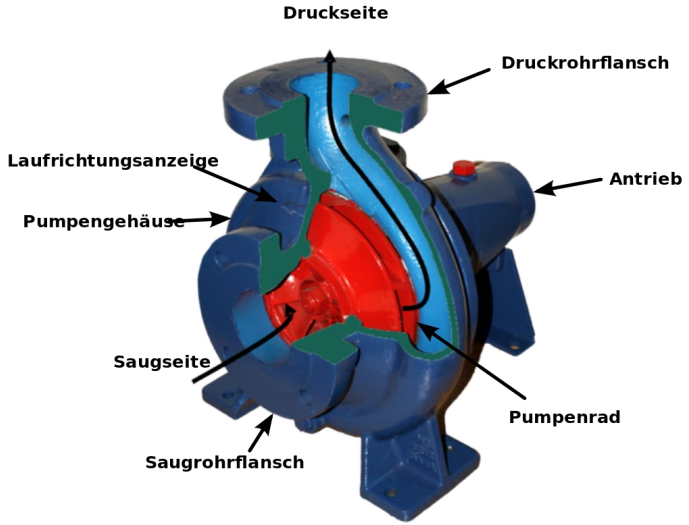

Widerstand
Spannung
Strom

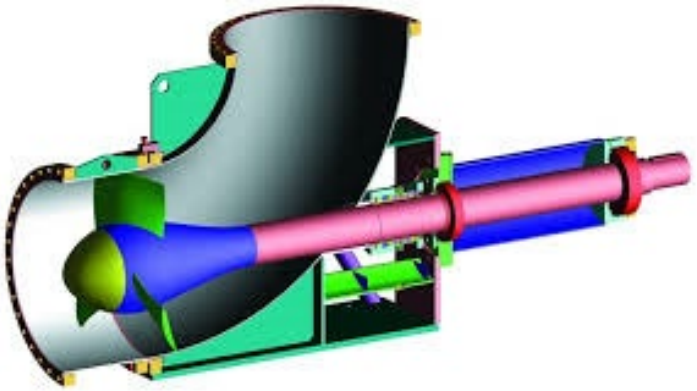
AKTOREN
Aktoren in der Aquakultur (1|2)

Druck

Durchfluss







Spülung

Mischen

Durchfluss

AKTOREN
Aktoren in der Aquakultur (1|2)

Druck

Durchfluss

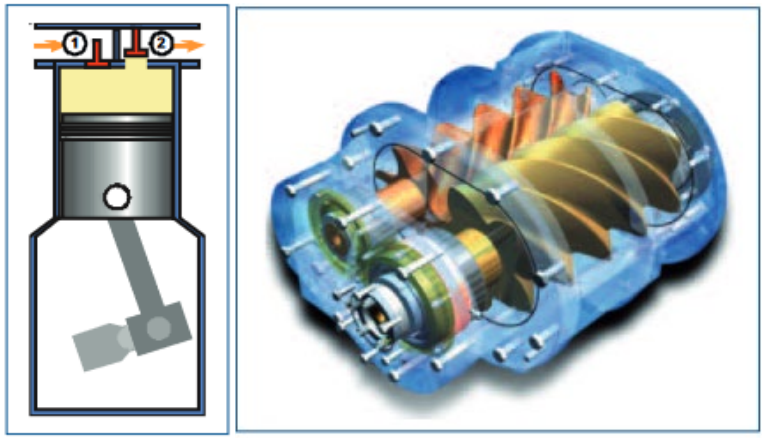
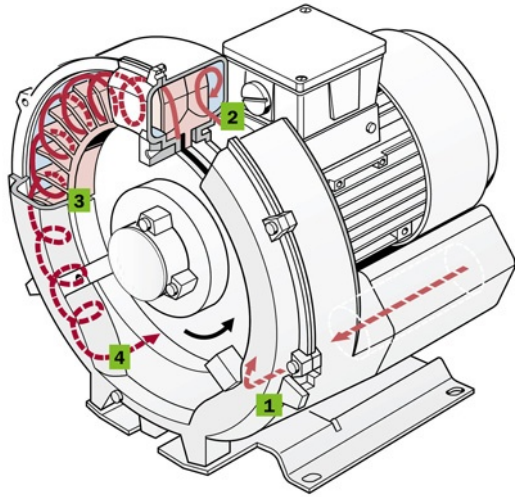


Abbildung 1.1d: Aufbau eines Schraubenkompressors

Sauerstofferzeugung



Mischen

Belüften

AKTOREN
Arbeitspunkte (1|3)

- Aktoren und Prozesse treffen sich immer am Arbeitspunkt.
- Der Arbeitspunkt kann von Prozess- oder Aktorseite beeinflusst werden.
- Die Beeinflussung von Prozessseite geschieht durch Druckerhöhung. → **energieintensiv**

- Die Beeinflussung durch den Aktor geschieht durch Drehzahlsteuerung → **Investitionskosten**

- Bei Dauerläufern sind erhöhte Investitionskosten schnell amortisiert

AKTOREN
Arbeitspunkte (2|3)

- Arbeitspunkteinstellung von Prozessseite
- Pumpenkennlinie beschreibt das Verhältnis von Volumenstrom und Gegendruck bei gegebener Drehzahl
- Erhöhter Energieaufwand.

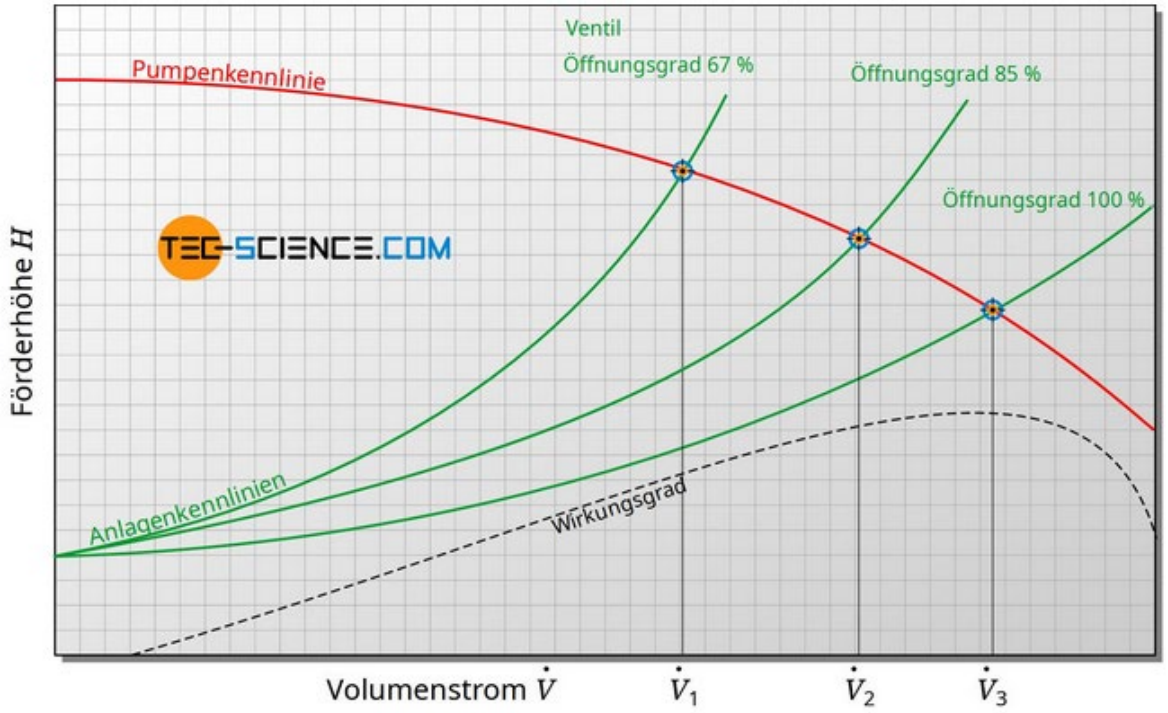


Abbildung: Verschiebung der Betriebspunkte bei Veränderung des Öffnungsgrads eines Drosselventils

AKTOREN
Arbeitspunkte (3|3)

- Arbeitspunkteinstellung von Aktorseite
- Anlagenkennlinie
  Beschreibt den Gegendruck bei gegebenem Durchfluss
- Schnittstelle zwischen Anlagen- und Pumpenkennlinie ist der Arbeitspunkt.

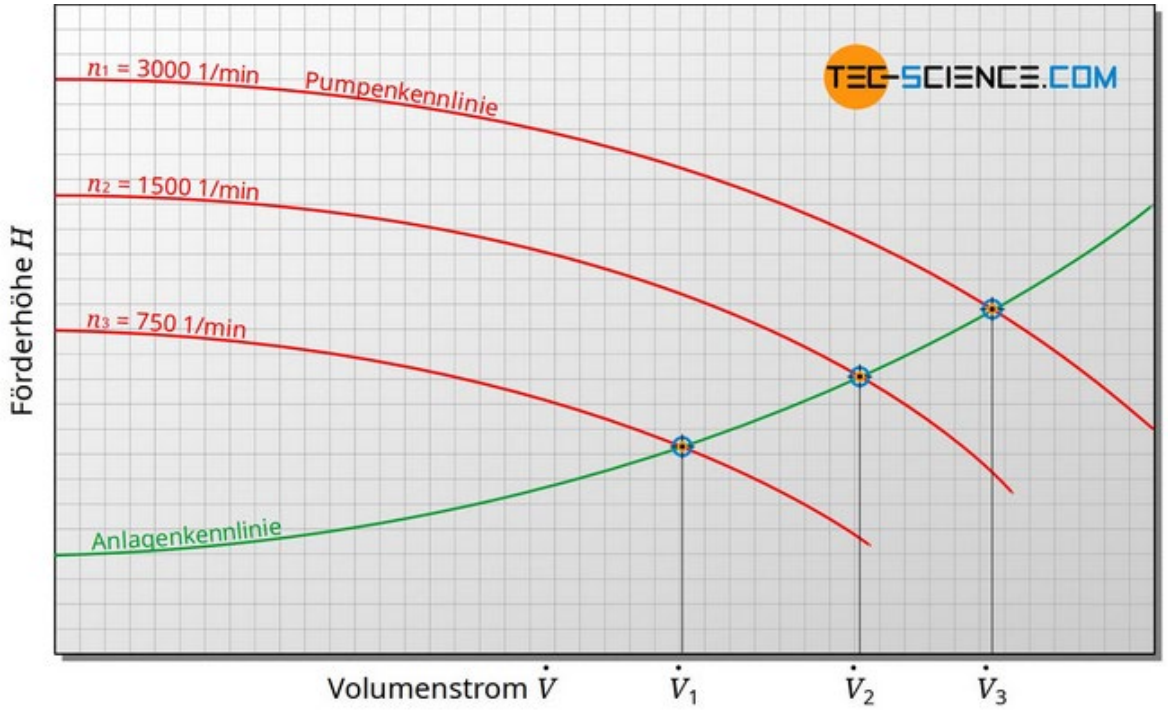
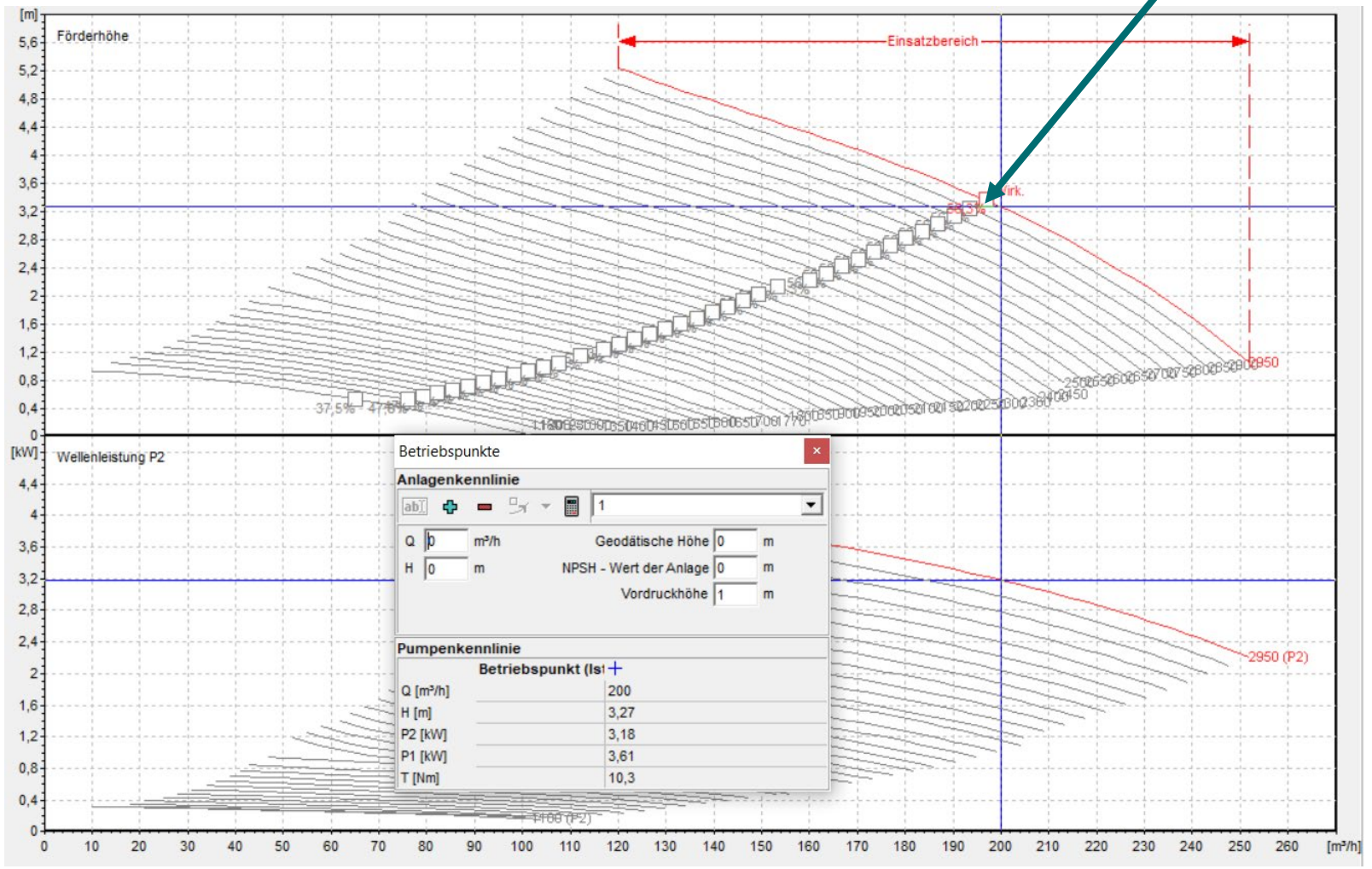


Abbildung: Verschiebung der Betriebspunkte bei Veränderung der Drehzahl der Pumpe

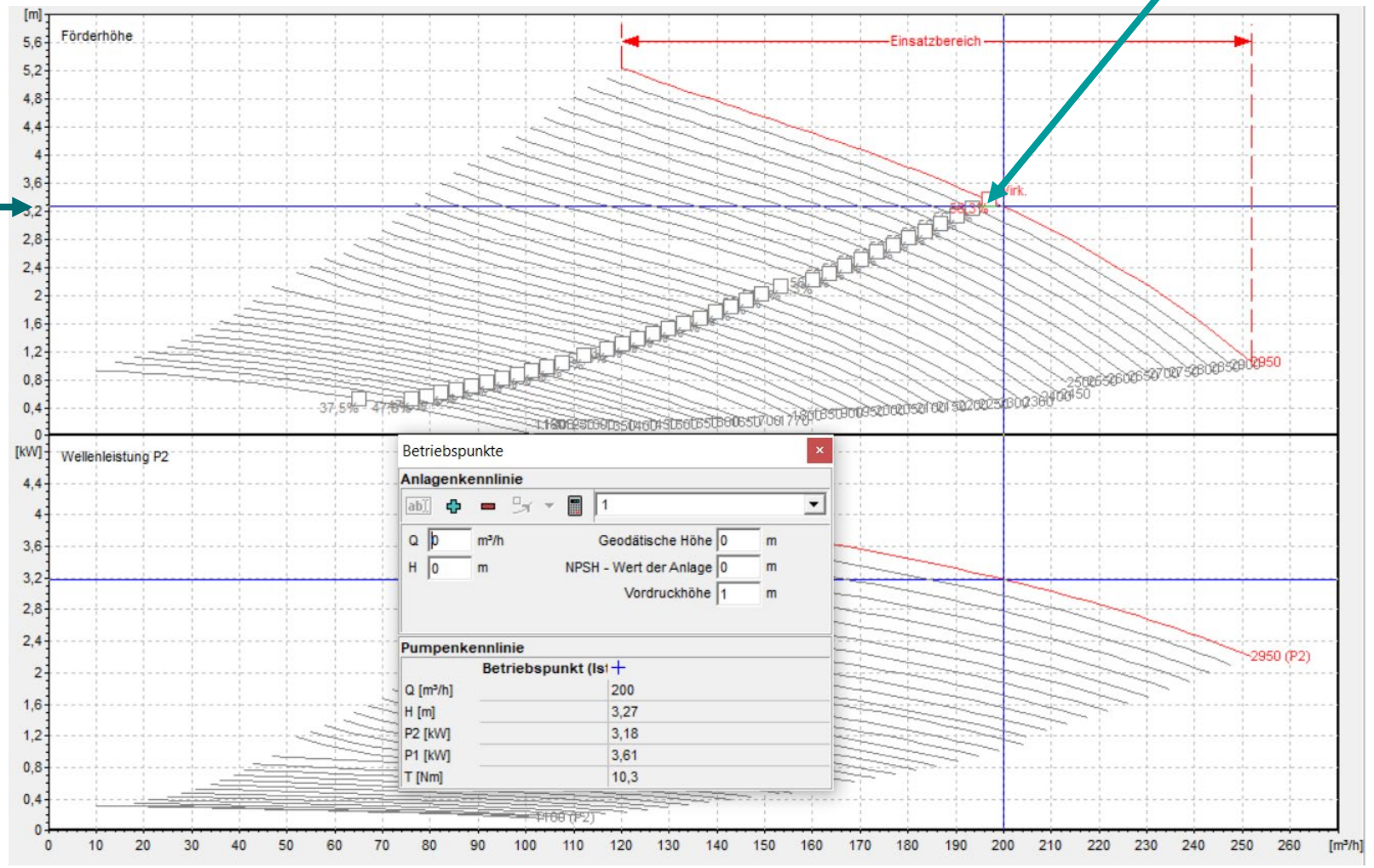
AKTOREN
Arbeitspunkte – Gedrosselt (1|5)



AKTOREN
Arbeitspunkte – Gedrosselt (2|5)

Arbeitspunkt

Gegendruck

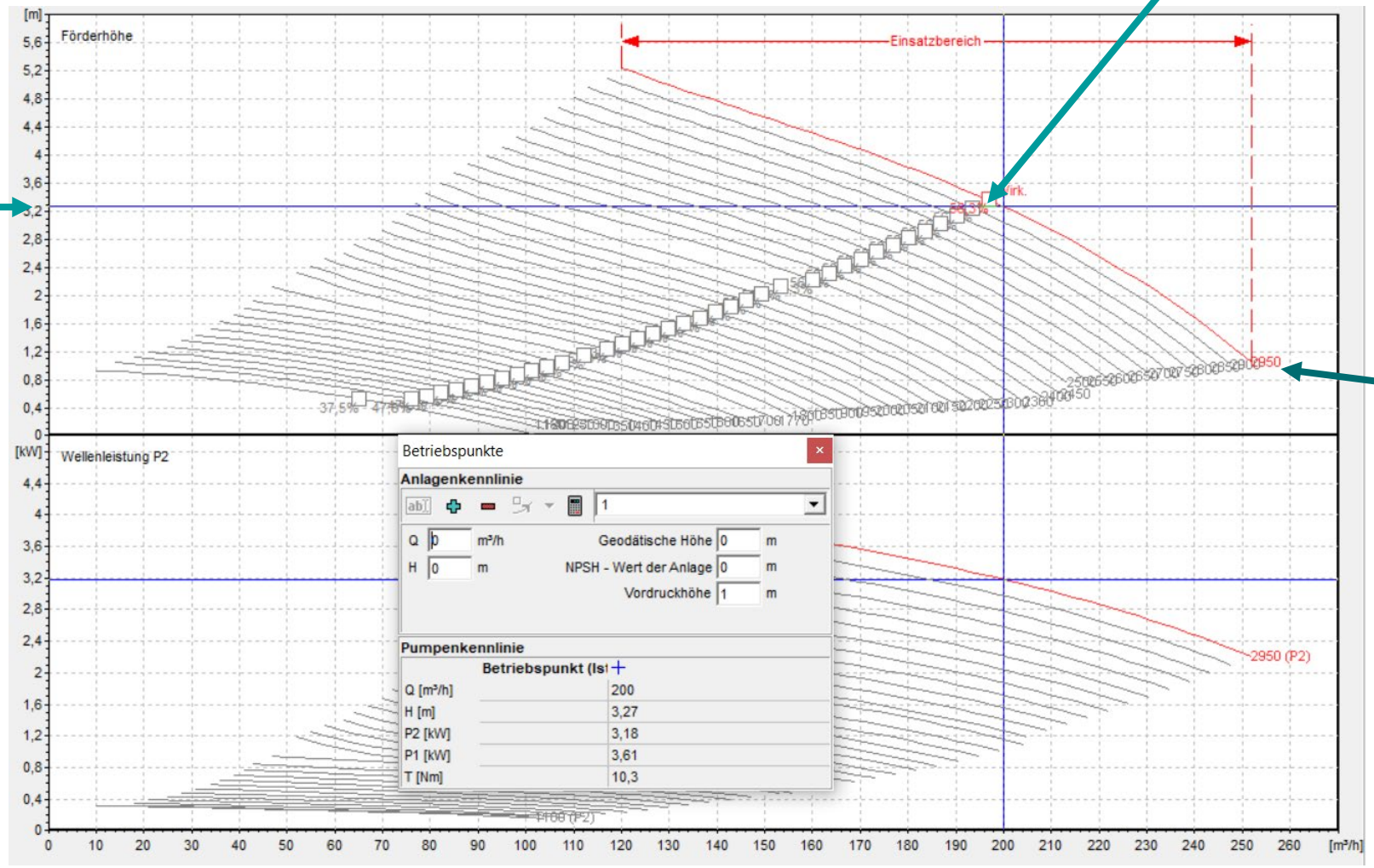


AKTOREN

Arbeitspunkte – Gedrosselt (3|5)

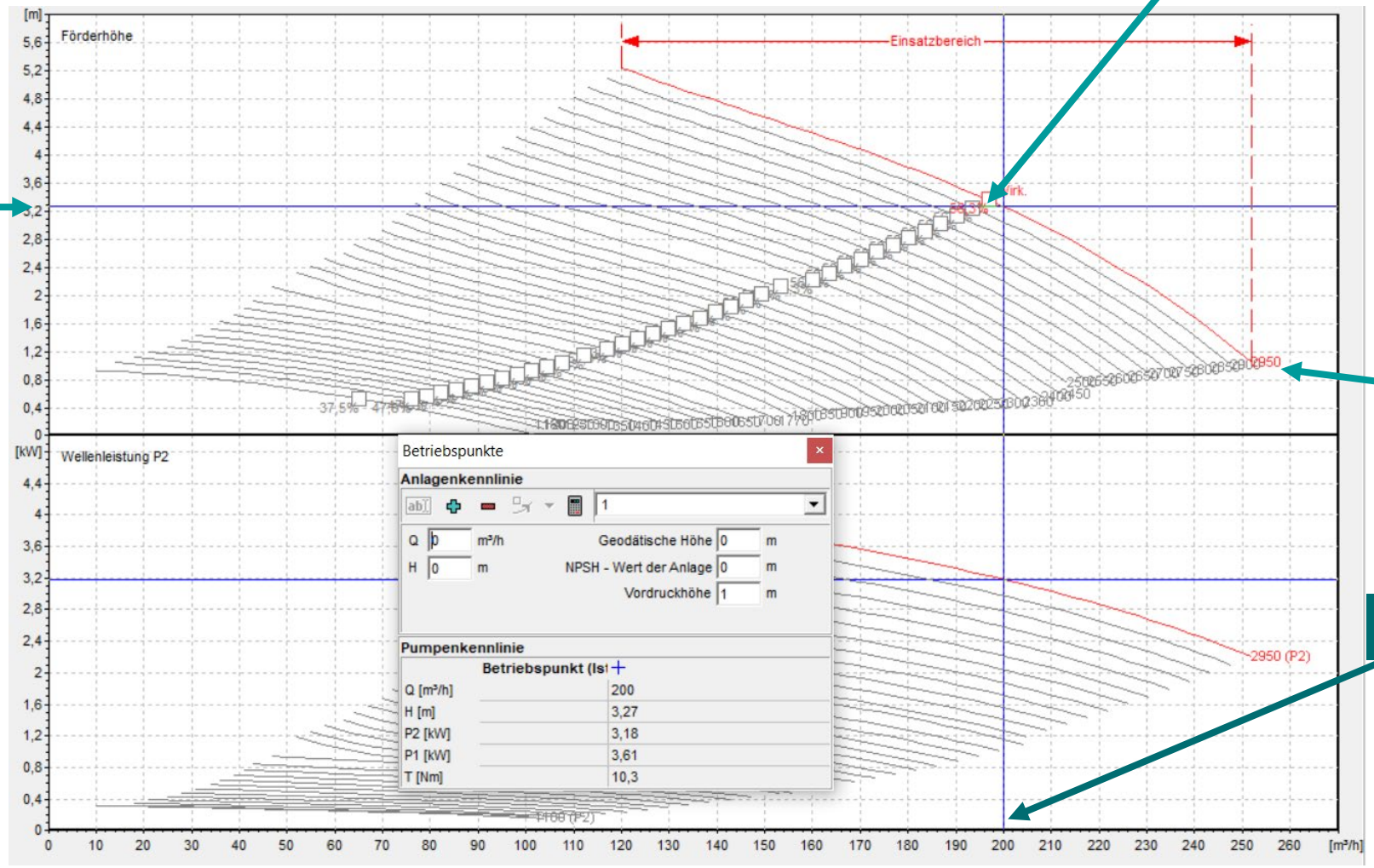
Arbeitspunkt

Gegendruck

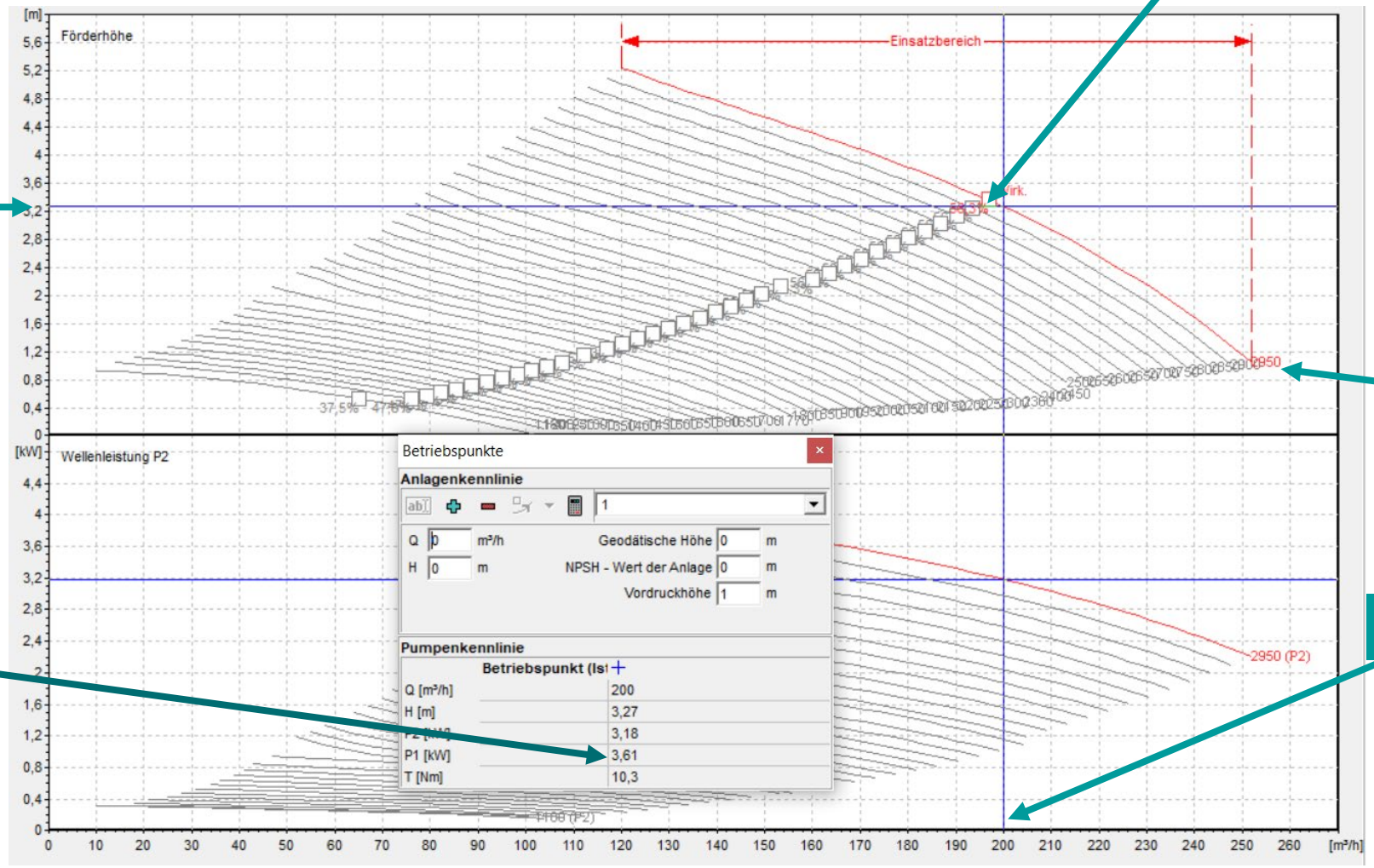


Drehzahl

AKTOREN
Arbeitspunkte – Gedrosselt (4|5)

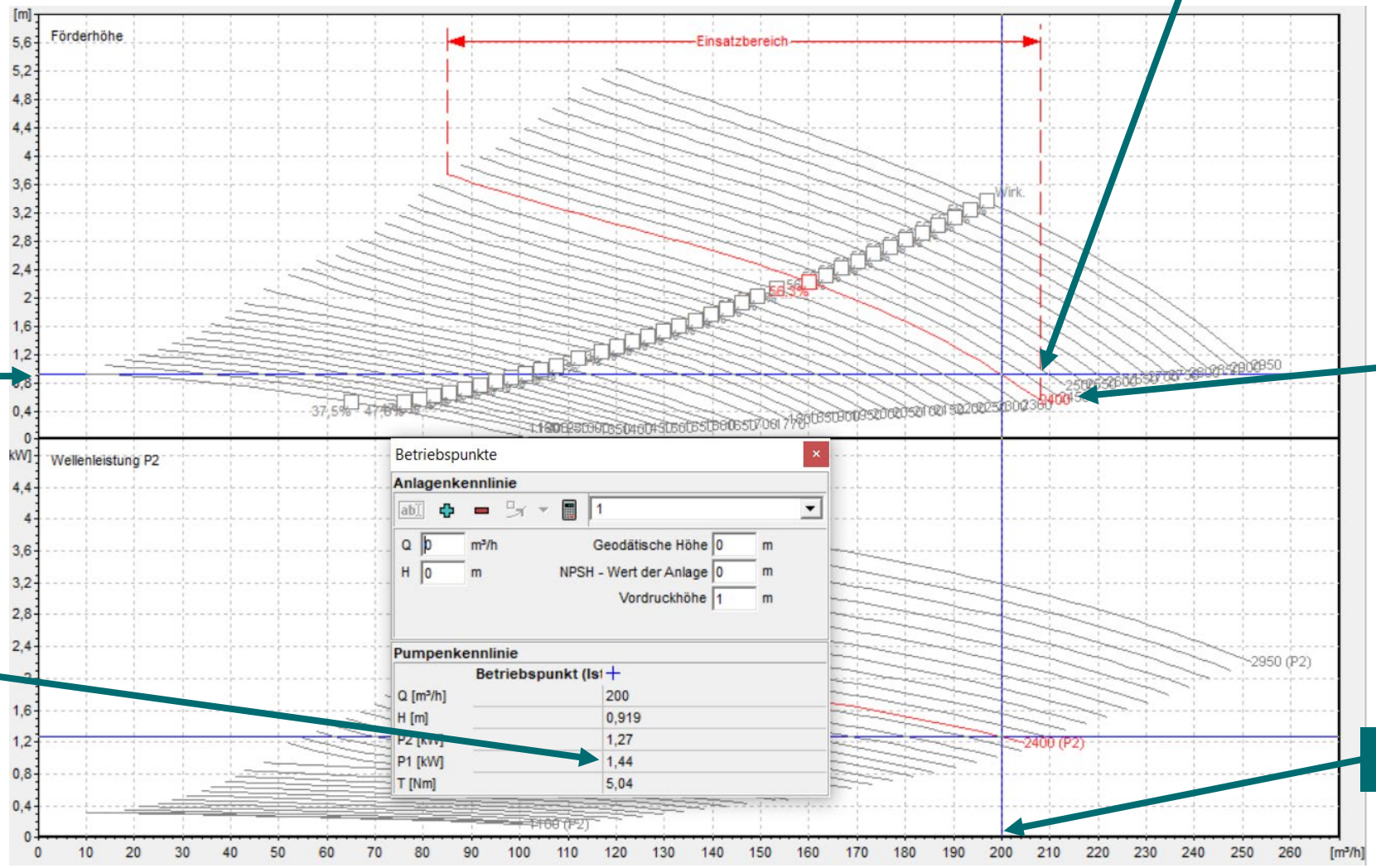


AKTOREN
Arbeitspunkte – Gedrosselt (5|5)



AKTOREN

Arbeitspunkte - Frequenzgesteuert



AKTOREN
Arbeitspunkte

- Durch Frequenzumrichter können energetisch optimierte Arbeitspunkte erreicht werden
- Durch Frequenzumrichter können automatisiert mehrere Arbeitspunkte angefahren werden
- Der beste Arbeitspunkt ist einer, der nicht eingestellt werden muss.

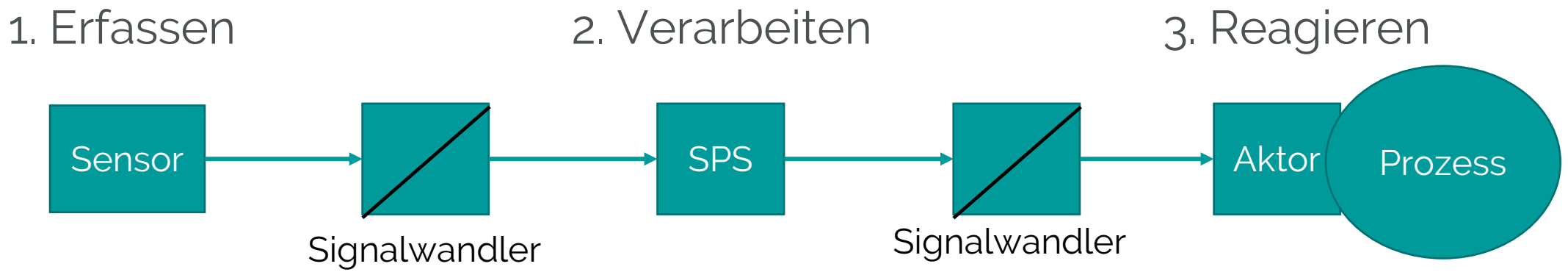
TAKE AWAYS

Der beste Arbeitspunkt ist einer, der nicht eingestellt werden muss.

Frequenzumrichter sind eine gute Möglichkeit,
Drehstrommaschinen zu steuern.

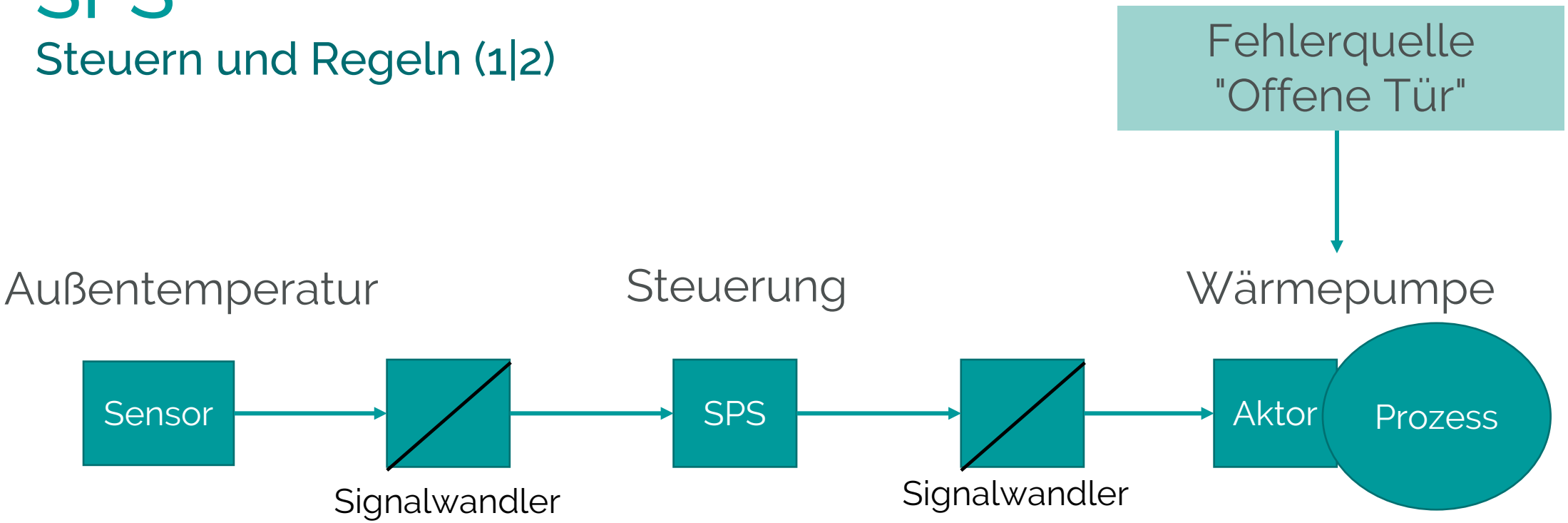
Stromlos geöffnete Ventile als Absicherung gegen Stromausfall.

SPS
Allgemein



SPS

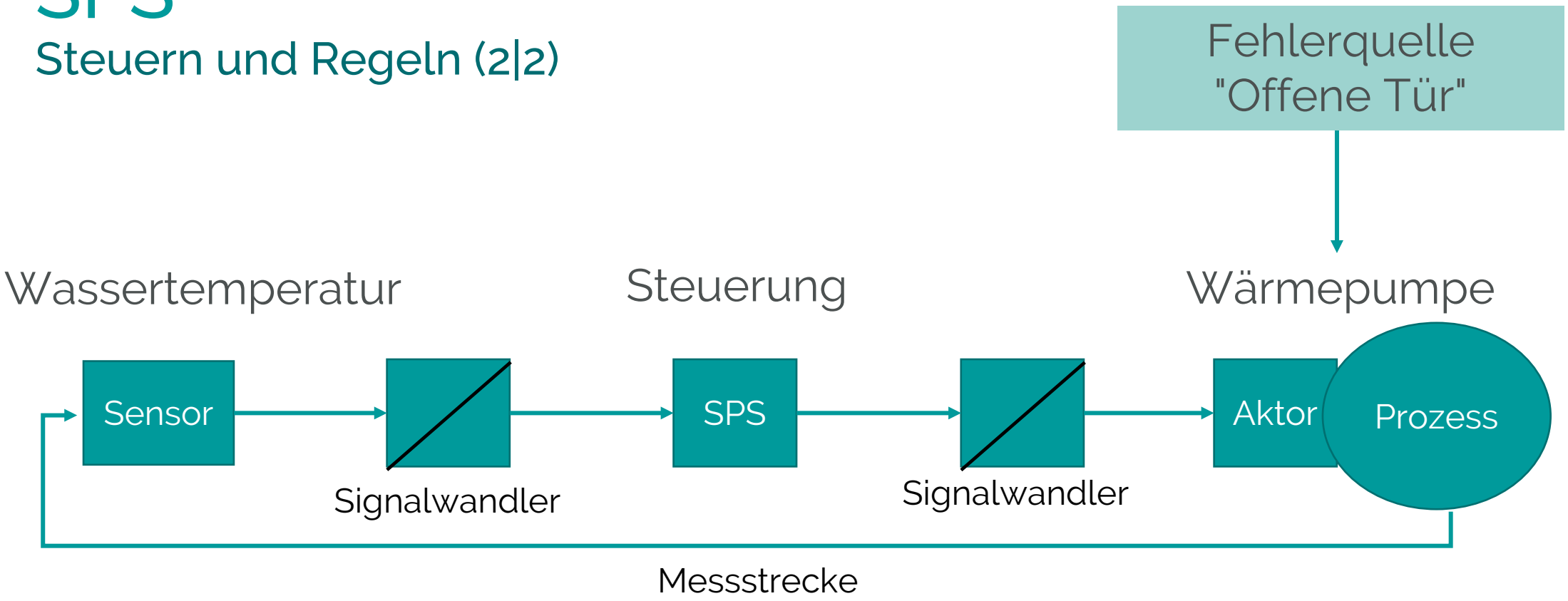
Steuern und Regeln (1|2)



- SPS verknüpft nach vorgefertigten Algorithmen die Außentemperatur mit einer Leistungseinstellung der Wärmepumpe
- Prozessbedingte Fehlerquellen werden nicht beachtet

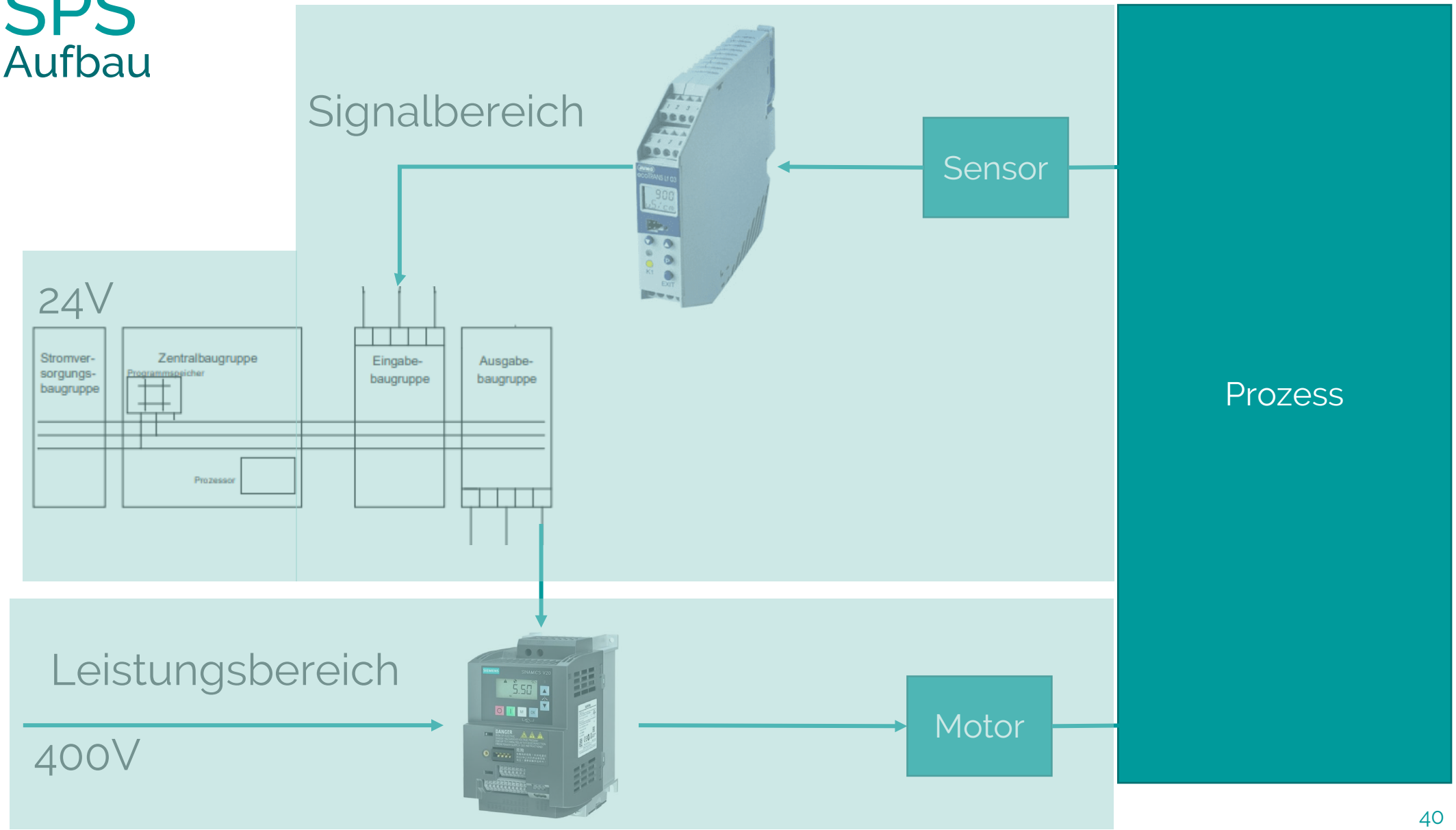
SPS

Steuern und Regeln (2|2)



- SPS regiert nach Regelalgorithmen auf aktuelle Messwerte und verknüpft Temperatur + Leistungseinstellung nicht starr miteinander
- Der geschlossene Wirkungsablauf einer Regelung bezieht Störungen mit ein und kann diese somit ausregeln.

SPS
Aufbau


Signalbereich
Sensor
Prozess
24V
Stromver-
sorgungs-
baugruppe
Zentralbaugruppe
Programmspeicher
Prozessor
Eingabe-
baugruppe
Ausgabe-
baugruppe
Leistungsbereich
400V
Motor

TAKE AWAYS

Regelungen beziehen im Gegenteil zu Steuerungen Fehlerquellen mit ein.

Im Signalbereich bestehen nur ungefährliche Kleinspannungen

SPS ist das Kernstück der Automatisierung.

Die SPS Setzt Eingangs- und Ausgangssignale in einen logischen Zusammenhang.

Vielen Dank für Eure Aufmerksamkeit!