

Prüfungszusammenfassung PEMP

Dozent: Prof. Peter P. Pott

Energie:

Energieerhaltungssatz

Energieformen:

- Mechanische Energie: Kinetische und potentielle Energie
- Elektrische Energie
- Thermische Energie
- Chemische Energie

Information

Nachricht: Information im Zustand der Übertragung

Signal: Physikalische Realisierung einer Nachricht

In Blackbox: Verwendung von Information anstelle von Signal

Sensoren:

Setzen physikalische Informationen in elektrische Signale um.

Wertkontinuierlich		Wertdiskret
Zeitkontinuierlich	Analogsignal eines Mikrophons	Lagerbestände
Zeitdiskret	Abtastung eines EEG-Signals mit 100 Hz	Mikrophonsignal nach A/D-Wandler

Entwicklungsprozess

Die Einflussmöglichkeit auf ein Produkt ist zu Beginn des Projektes am größten und nimmt in Lauf der Zeit ab, da getroffene Entscheidungen das Produkt bis zur Fertigung beeinflussen. Eine Konzentration von Finanzen und Personal auf erfolgsversprechende Entwicklungen wird so ermöglicht.

Konzipieren

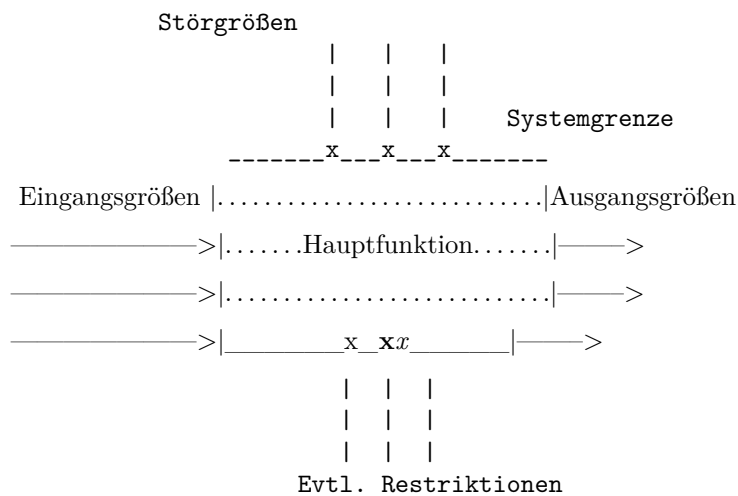
Festlegen der Teilfunktionen durch *Abstraktion*

- Blackbox aufstellen
- Minimalstruktur aufstellen und variieren
- Funktionsstruktur aufstellen und variieren
- Hauptfunktion: lösungsneutrale Beschreibung der Aufgabe

Vorgehen:

- Unwesentliche Forderungen und Wünsche weglassen
- Quantitative Aussagen die für die Hauptfunktion irrelevant sind in qualitativ umsetzen
- Hauptfunktion beschreiben

Blackbox



Darstellung der Ausgangsgrößen:

- Stoff(ST): ..* z.b. Flüssigkeiten, starre Körper
- Energie (E): ..* z.B. elektrisch, thermisch, mechanisch (translatorisch, rotatorisch, potentiell)
- Signal/Nachricht: ..* z.B. elektrisch, optisch, akkustisch

Die drei allgemeinen Größen können niemals direkt ineinander überwechseln, möglich ist allerdings, zwei Größen zu verknüpfen oder wieder aufzuspalten

	Speichern	Übertragen		Wandeln	Verknüpfen	
		Leiten	Umformen		Summativ	Distributiv
Stoff						
Energie						
Nachricht						

Figure 1: Roth Symbols

V-Modell:

Ursprünglich aus der Softwareentwicklung Übertragung auf mechatronische Systeme Unterteilung der Produktentstehungsphase in:

- Systementwurf
- Komponentenentwurf
- Systemintegration

Wasserfallmodell:

Lineares Entwicklungsmodell, Darstellung als Kaskade

- Klären der Aufgabenstellung
- Konzipieren
- Entwerfen und Gestalten
- Ausarbeiten
- Inbetriebnehmen

Klärung der Aufgabenstellung:

Ziel: Umfassende Dokumentation der Aufgabe, um:

- Die Aufgabenstellung strukturiert und präzise darzustellen
- Sämtliche Produkthanforderungen möglichst quantitativ zu fixieren
- Informationslücken zu erkennen
- Informationen durch Analyse der Konkurrenz und des Stands der Technik zu beschaffen
- Neue Mitarbeiter einfach einarbeiten zu können
- Abnahmebedingungen zwischen Entwicklern und Auftraggebern bzw. Lieferanten festzulegen

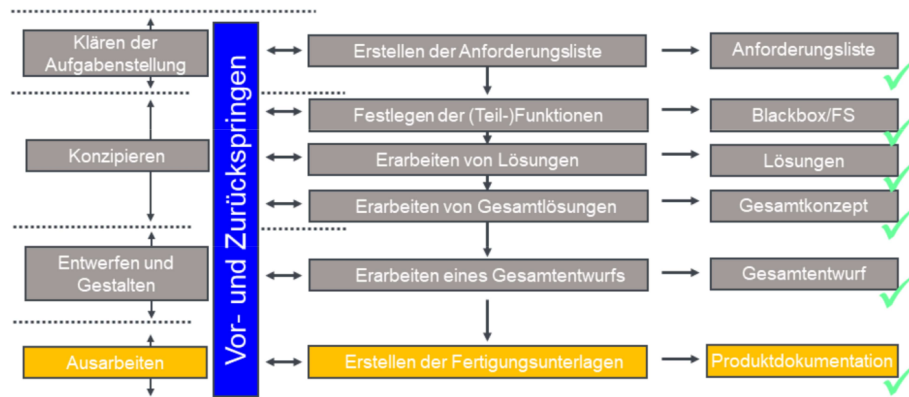


Figure 2: Wasserfallmodell

Lasten- und Pflichtenheft

- Lastenheft: vom Kunden erstellt
- Pflichtenheft: zwischen Auftragnehmer und Kunden vereinbart
- Anforderungsliste: umfassende und präzisiert Zusammenstellung aller Anforderungen und Bedingungen für die Produktentwicklung in formalisierter Form

Umformen und Wnadeln von Information:

Ein Messsystem konvertiert eine physikalische Größe in einen einfach zu interpretierenden quantitativen Wert

Am häufigsten: Physikalische Größe -> Elektrischer Widerstand -> Spannung

Bedienelemente:

Es gibt mechanische und virtuelle Bedienelemente. Virtuelle Bedienelemente sind nur bei Bedarf sichtbar und flexibler.

Mechanisch Elemente werden in Dreh und Geradewebewegungen unterteilt:

- Drücken: Drucktaste, Druckknopf (Monostabil, Bisatbil?)
- Ziehen: Zugknopf, Zugring, Zuggriff, Ballengriff
- Schieben: Schiebeknopf, Schiebegriff, Schiebewinkel
- Drehen: Drehknopf, Drehscheibe, Handrad, Knebel, Kurbel
- Schwenken: Hebeltaste, Schwenkhebel, Wippe, Pedal, Joystick

Sensoren:

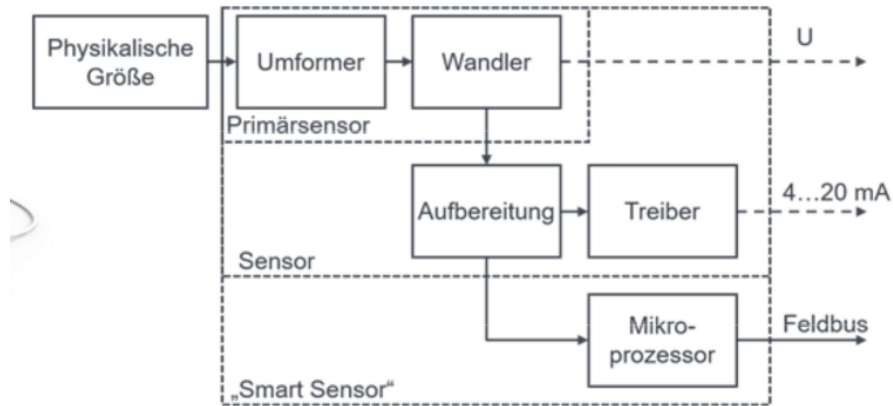


Figure 3: Sensoraufbau

Beispiel Kraftsensor:

Die physikalische Größe „Kraft“ kann als solche nicht gemessen werden, sondern nur ihre Wirkung. Als Wirkung wird die Verformung eines Körpers gewählt, daher haben Kraftsensoren immer sog. Verformungskörper. Diese Verformung wird i.d.R. über die Dehnung des Verformungskörpers erfasst. Also wird die primäre Größe „Kraft“ in die sekundäre Größe „Verformung“ und dann in die Größe „Dehnung“ umgeformt.

Mithilfe eines Dehnungsabhängigen Widerstandes („Dehnmessstreifen“) wird die Dehnung in einen veränderlichen Widerstand und dieser in der Messbrückenschaltung in eine Spannung gewandelt.

Zweite Zeile Die Spannung wird aufbereitet (gefiltert) und mithilfe einer Treiberelektronik in ein standardisiertes Analogsignal umgewandelt.

Dritte Zeile Das gefilterte Signal kann digitalisiert und erst dann übertragen werden. Dies wird manchmal als „Smart Sensor“ bezeichnet

Komperator:

Vergleich zweier Ausgangsspannungen. Wenn $V_+ > V_-$ dann ist die Ausgangsspannung $\sim V_{s+}$. Probleme gibt es dabei beim „Prellen“, also dem Schließen eines Schalters.

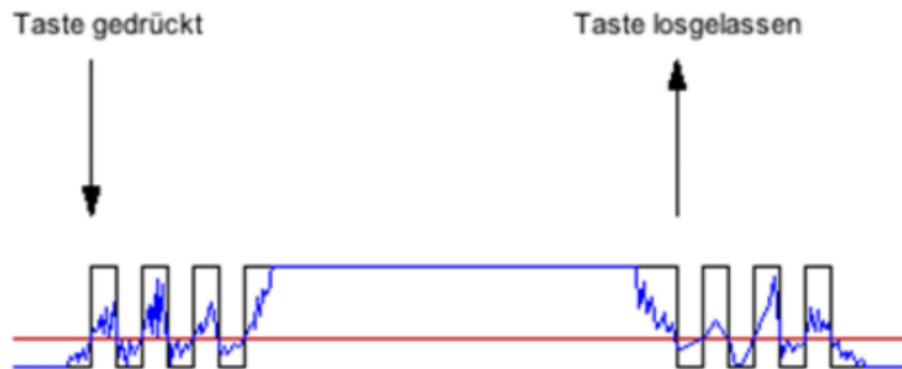


Figure 4: Beispiel Prellen

Schmitt-Trigger:

Komperatorschaltung bei der die Schaltschwellen um eine Schalthysterese versetzt sind. Hysterese wird durch eine Spule vor- und parallel zum Komperator erreicht.

Messverfahren:

Präzision

- Maß für die Qualität eines Messverfahrens
- Ausmaß der Übereinstimmung von Messwerten durch wiederholte Messungen

Genauigkeit

- Maß für die Richtigkeit einer Messung
- Gibt an, inwieweit das Messergebnis vom physikalisch absolut wahren Ergebnis abweicht

Arithmetisches Mittel

- Das arithmetische Mittel ist der umgangssprachliche „Durchschnitt“
- Anfällig gegenüber Ausreißern

Median

- Der Median teilt eine Liste von n Werten. Er ist entweder genau die mittlere Zahl (n ungerade) oder das arithmetische Mittel der zwei in der Mitte

stehenden Werte (n gerade). Der Median charakterisiert eine Messreihe etwas robuster gegen Ausreißer als es der Mittelwert kann.

Box- (and Whiskers-) Plot

- Der Boxplot bietet sich an, um die Eigenschaften einer Messreihe umfangreich abzubilden. Um den Median wird ein Rechteck gezeichnet, dessen Enden an den Werten der Quartile stehen. Die Antennen enden entweder an den Maximal- und Minimalwerten (beinhalten also die Ausreißer) oder stehen im Extremfall am 1,5-fachen des Interquartilsabstands.

Quartil

- Quantile teilen Messwerte in Gruppen ein. Der Median steht an der Stelle, an der 50 % aller Werte kleiner und 50 % aller Werte größer sind. Die Quartile stehen dort, wo 25 % aller Werte kleiner bzw. größer sind. Der Interquartilsabstand (IQR) bezeichnet die Differenz zwischen oberen und unteren Quartil.

Elektrotechnische Grundlagen:

$$U = R \cdot I$$

1. Kirchhoff'sches Gesetz (KCL): Knotengleichung

In einem Knotenpunkt eines elektrischen Netzwerkes ist die Summe der zufließenden Ströme gleich der Summe der abfließenden Ströme.

2. Kirchhoff'sches Gesetz (KVL): Maschengleichung

Alle Teilspannungen eines Umlaufs bzw. einer Masche in einem elektrischen Netzwerk addieren sich zu null.

Maschinelle Sensoren in der Mechanik

Physikalische Wandlerprinzipien

Eingangsgröße Ausgangsgröße	
Mechanisch	Gemometriabhängigkeit von R,L,C Induktion, Piezoeffekte

Eingangsgröße	Ausgangsgröße
Thermisch	Temperaturabhängigkeit von R,l,C, Thermoelektrizität, Pyroelektrizität
Elektrisch	Transformator, Transistor, Influenz
Magnetisch	Hall-Sensor, Elektro- Magnetische Effekte
Optisch	Photoeffekt, Optoelektronik

Positionssensorik

- Potentiometer
- Differentialtransformator (Magnetischer Sensor)
- Kapazitive und Induktive Näherungsschalter (dedektiert nahes Dielektrikum oder nahes Metall)
- Inkrementalgeber (Optisch)
- Sonstige (Laufzeitmessung durch moduliertes Licht)

Inkrementalgeber:

Prinzip: Licht wird durch ein Muster gesendet, dass uniforme Hell/Dunkelphasen aufweist. Ein Sensor empfängt das Lichtsignal und erzeugt Rechtecksignal. Genauigkeit durch die Quantisierungseinheiten festgelegt, z.B. Hell/Dunkelphasen im Falle eines optischen Inkrementalgebers. Bei der Verschiebung dieses Messlineals um δs gegenüber einer Ausgangsposition entstehen Impulse, die nach einer Formung gezählt werden. Es sind also grundsätzlich nur relative (inkrementelle) Verschiebungen des Messlineals messbar.

Bestimmung der absoluten Position:

- Kenntnis der Startposition/des Nullpunkts
- Binärcode
- Gray Code

Erkennung der Bewegungsrichtung:

- Hinzunahme eines zweiten, gegenüber dem ersten Messlineal verschobenes Messlineals
- Hinzunahme einer zweiten Fotodiode

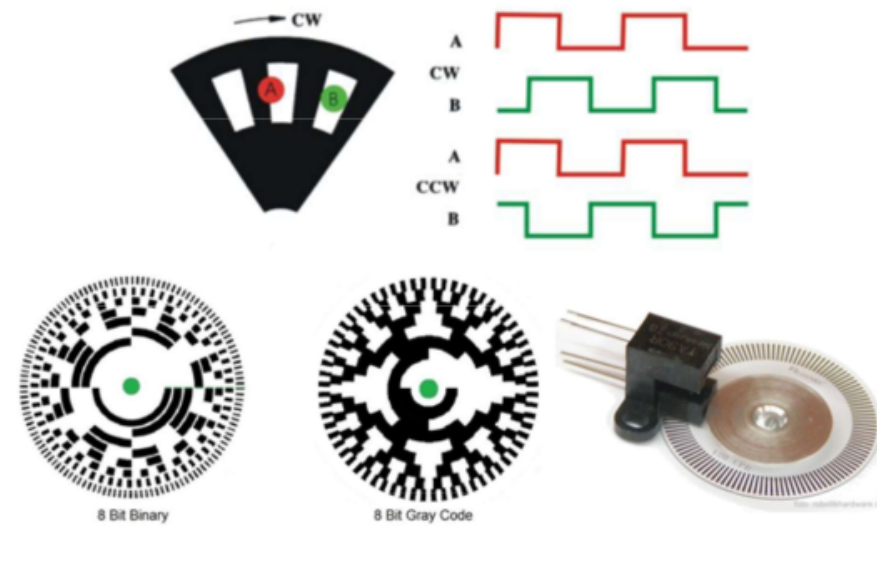


Figure 5: Beispiele eines Inkrementalgebers

- Durch die Reihenfolge der auftretenden Signale erhält man die Bewegungsrichtung

Kraftmessung

Piezoelektrische Sensoren:

Geeignet für dynamische Vorgänge geeignet Keine Zug-Belastung -> Vorspannung z.B. durch Schraube

Dehnmessstreifen

- Mechanische Belastung führt zu Dehnung -> Vergrößerung der Länge, Verringerung des Leiterquerschnitts -> Vergrößerung des Widerstands
- Mäanderförmige Anordnung um Effekt zu vergrößern
- Der sogenannte „k-Faktor“ beschreibt den Zusammenhang zwischen der Veränderung des Widerstands und der Dehnung:
- $\delta R / R = k \cdot \delta l / l = k \cdot \epsilon$
- Standardmäßig werden trotz ihres geringen k-Faktors (k ca. 2) metallische DMS eingesetzt.

- 1) Beanspruchung: Zug, Druck -> keine kompensierte Größe
- 2) Beanspruchung: Zug, Druck -> kompensiert Temperatur, Biegung, Torsion
- 3) Beanspruchung: Biegung -> kompensiert Temperatur, Zug/Druck, Torsion

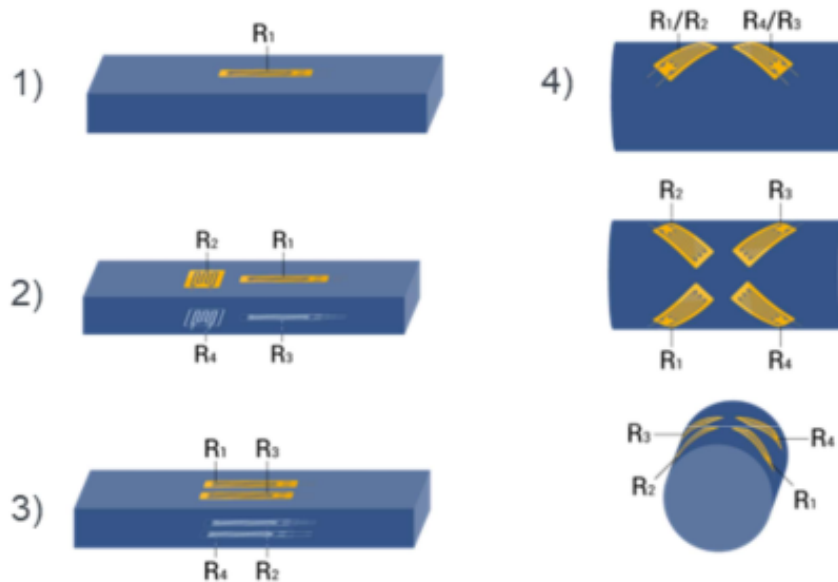


Figure 6: Verschiedene Anordnungen von Dehnmessstreifen

- 4) Beanspruchung: Torsion -> kompensiert Temperatur, Zug/Druck, Biegung

Umformen und Wandeln von Energie

Antriebe

Gleichstrommotor

Stator

- Mit außen angeordneten Permanentmagnet-Schalen
- Gehäuse (gleichzeitig Führung des magnetischen FLusses)
- Mit Flansch zur Montage

Rotor

- Mit auf Welle angebrachten Wicklung und Eisenkern
- Welle: Lagerung im Stator mit Kugel- oder Gleitlager
- Kollektor, auf dem Bürsten laufen und der elektrischen Kontakt zur Wicklung darstellt

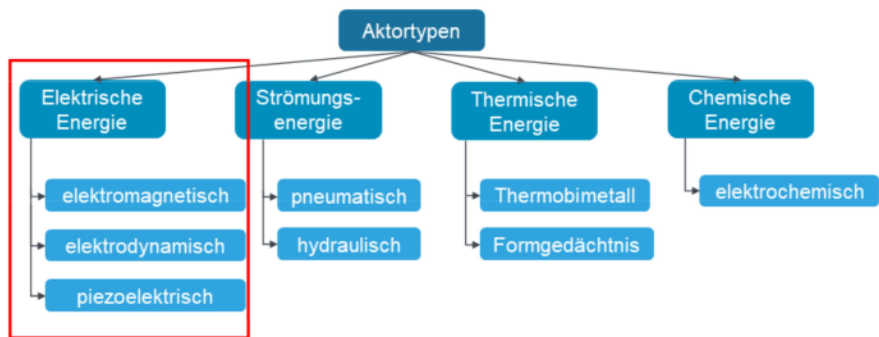


Figure 7: Aktortypen

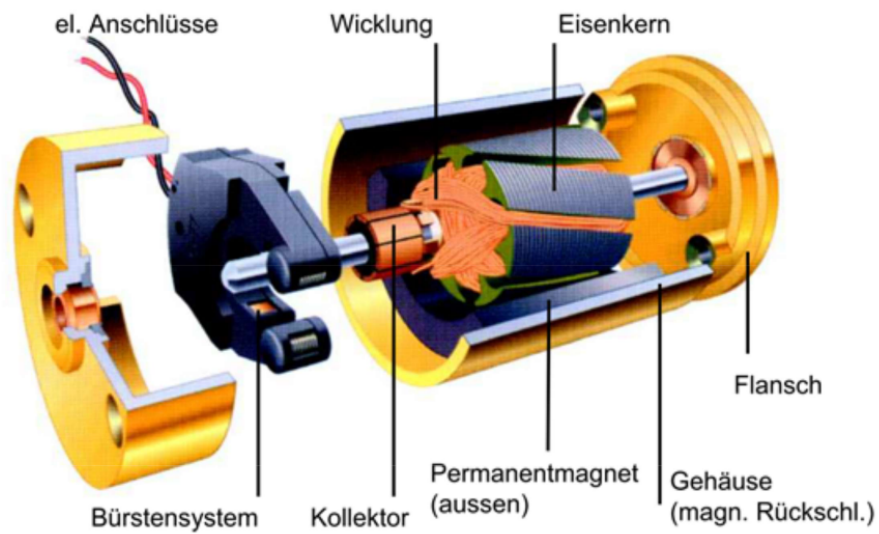


Figure 8: Gleichstrommotor

Bürstensystem

- Mit elektrischen Anschlüssen des Motors

BLCD-Motor

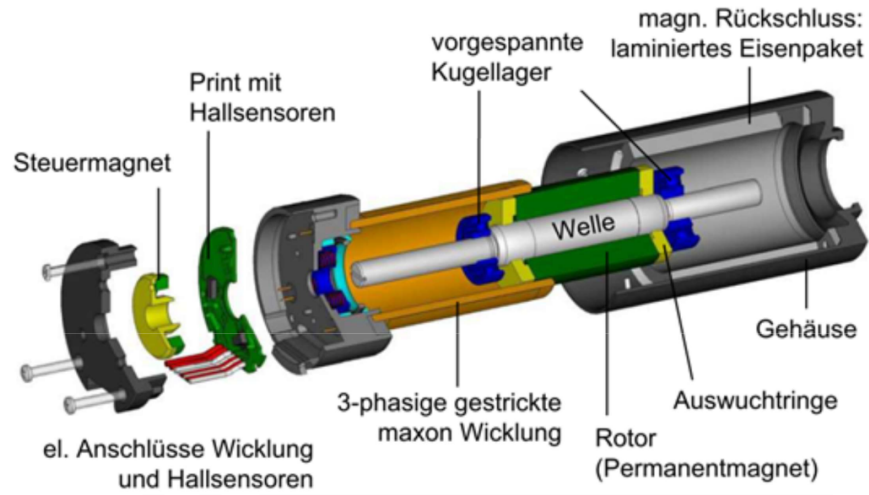


Figure 9: Aufbau eines BLCD-Motors

Bestandteile bürstenloser Gleichstrommotoren (BLDC-Motoren):

- Magnetischer Rotor
- Mehrere Statorspulen

Die Ansteuerung der Spulen erfolgt so, dass ein rotierendes Magnetfeld entsteht. Der Rotor folgt diesem Magnetfeld. Eine Schaltung notwendig um die Spulenströme passend zu modulieren -> Kommutierung

Kommutierung:

Änderung der Stromrichtung oder des stromführenden Pfades

- Erreichen durch senkrechte Orientierung der Magnetfelder von Permanentmagnet und Wicklung
- Hierzu Orientierung des Permanentmagneten notwendig

Blockkommutierung mit Hallsensoren

- Quasi Standardkommutierung
- Lage des Rotors muss bekannt sein, um Bestromung der richtigen Spule zum richtigen Zeitpunkt zu ermöglichen

- Erfassung der Lage durch Hallsensoren

Sinuskommutierung

- Nachbildung eines sinusförmigen Stroms verlangt höhere Positionsaufösung als Hallsensoren ermöglichen
- Häufigere Anpassung des Stroms in den 3 Phasen notwendig
- Daher meist Verwendung von Encoder zur präzisen Rotorlagebestimmung