



Beispielkonzept für das Lernfeld 8

Ausbildungsberuf	Elektroniker Fachrichtung Energie- und Gebäudetechnik
Fach	Steuerungstechnik
Lernfeld	LF 8: Energiewandlungssysteme auswählen und integrieren
Lernsituation	Lernsituation 2: Drehzahl einer Werkzeugmaschine mit Hilfe eines Frequenzumrichters anpassen.
Zeitrahmen	15 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Tafel, digitales Endgerät, Projektionstechnik, Informationsblätter, Leittexte, Versuchsaufbauten zum Frequenzumrichter
Querverweise	Inbetriebnahme von elektrischen Anlagen (LF5). Steuerungen realisieren (LF7).

Konzeptionsmatrix für die Lernsituation 2

Konzeptionsmatrix für Lernsituation 2		Die Drehzahl eines Antriebes wird an die Prozesse des Produktionsvorganges angepasst. Dafür wird mit Hilfe eines Frequenzumrichters die Drehzahl des Motors verändert. Die Funktion eines Frequenzumrichters muss für die Facharbeiter bekannt sein. Zur Steuerung und Überwachung der Förderbandgeschwindigkeit werden verschiedene Arten von Sensoren in die Anlage integriert und mit dem Frequenzumrichter verbunden.						
Zeit	Thema/ Beschreibung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexions- wissen	Aufgabe			
					Aktivitäten	Lernprodukte	Medien/ Materialien	Kontroll- und Reflexionselemente
20	Vorstellen der Problemstellung	-	Auswahl passender Steuersysteme für Antriebe.	-	Erstellung eines Pflichtenheftes für die Problemstellung anhand des Auftrags.			
					Protokollieren den Arbeitsauftrag und erstellen ein Pflichtenheft. Ordnen die Phasen der Auftragsabwicklung.	Pflichtenheft Arbeitsplan	<u>Präsentation:</u> Film: Bohrmaschine <u>Präsentation:</u> Arbeitsauftrag <u>Skript:</u> Aufgabe 1	Schüler überprüfen auf Seite 1 des Skriptes ob alle Kundenwünsche erkannt wurden.
40	Aktivierung des Vorwissens	Einsatzgebiete von Frequenzumrichtern	Auswahl passender Steuersysteme für Antriebe.	-	Identifizierung von Motordaten anhand eines Typenschildes und Ansteuerarten von Motoren. Auswahl eines passenden FU zum Motor.			
					In Einzelarbeit Informationen über den verbauten Motor und dessen	Übersicht der wichtigen Kennwerte für	<u>Motor der Bohrmaschine:</u> Typenschild <u>Skript:</u>	Schüler stellen eigene Lösungen vor. FU

					Steuerungsmöglichkeiten sammeln.	die Drehzahl-anpassung.	Aufgabe 2 <u>Hersteller-homepage</u>	passend zum Motor auswählen.
30	Aufbau und Funktion	<u>Frequenzumrichter:</u> Aufbau und Funktion	-	-	Beschreibung der Funktion und Funktionseinheiten eines FU.			
					Erarbeitung des Aufbaus und der Funktion der Bauteile eines FU.	Übersicht über Bauteile und deren Funktion.	<u>Skript:</u> Aufgabe 3 <u>Herstellerunterlagen</u> Produktdatenblatt Bedienungsanleitung <u>Fachkundebuch</u> <u>Tabellenbuch</u>	Kontrollfragen aus der Präsentation beantworten.
30	Signalverläufe	<u>Frequenzumrichter:</u> Signalverläufe <u>Hochfrequenztechnik:</u> Signalarten, Frequenzbereiche, Ausgangssignale von Stromrichtern	-	Reduzieren von Störungen elektronischer Bauteile	Zeichnen der Signalverläufe vor und nach den Funktionseinheiten im Frequenzumrichter.			
					Zeichnen und Beschreiben der Spannungsverläufe vor und nach den jeweiligen Bauteilen im Frequenzumrichter.	Signalverlauf der Ausgangsspannung.	<u>Skript:</u> Aufgabe 4 <u>Tabellenbuch</u>	Diskussion der Probleme in Bezug auf die Störproblematik beim PWM Ausgangssignal.

135	Funktionen eines FU	<u>Frequenzumrichter:</u> Parameter von Frequenzumrichtern	Parametrierung der Antriebssysteme.	-	Parametrierung eines FU und Durchführen von Funktionstests.			
					Parametrieren des FU. Bearbeiten Fragen und lösen Aufgaben zum Frequenzumrichter.	Motor mit funktionsfähiger Drehzahlsteuerung mittels FU.	<u>Leittext:</u> Parametrierung eines FU <u>Bedienungsanleitung FU</u> <u>Skript:</u> Aufgabe 5	Besprechen der Aufgabenlösung im Plenum. U/f Steuerkennlinie
45	U/f Steuerkennlinie	<u>Frequenzumrichter:</u> Signalverläufe			Erarbeitung der Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie anhand der Anpassung der Spannung bei niedrigen Frequenzen. Berechnen von Betriebsgrößen am FU gesteuerten Motor.			
					Erarbeiten der U/f Steuerkennlinie an der Tafel. Durchführen von Berechnungen zum Frequenzumrichter.	Eintrag zur Steuerkennlinie. Eckdaten der Kennlinien.	<u>Tafel:</u> Eintrag U/f Steuerkennlinie <u>Skript:</u> Aufgabe 6	Berechnung der benötigten Frequenz und ausgegebenen Spannungen bei verschiedenen Drehzahlen.

45	Ansteuerung des FU		Integration von Antrieben in Steuerungen. Erstellung von Schaltplänen.		Erstellung eines Haupt- und Steuerstromkreises für die Ansteuerung des Frequenzumrichters.			
					Erstellen der Schaltpläne für die FU Steuerung.	Schaltplan der Steuerung.	<u>Klemmenplan</u> <u>Skript</u> Aufgabe 7	Simulation des Schaltplans.
45	Aufbau der Steuerung		Sichere und EMV konforme Installation von Antriebssystemen.		Installation der Steuerung am Arbeitsplatz und Durchführung der Anlagenprüfung.			
					Aufbau der Steuerung am Arbeitsplatz. Inbetriebnahme und Anlagenprüfung.	Steuerung der Bohrmaschine .	<u>FU</u> <u>Motor</u> <u>Sensoren</u> <u>Skript:</u> Aufgabe 8	Vollständige Prüfprotokolle der Anlagenprüfung digitalisieren und archivieren.
135	Parametrierung der Steuerung mit der Software	<u>Frequenzumrichter:</u> Parameter von Frequenzumrichtern	Verwendung von Software zur Inbetriebnahme. Dokumentation der Parametrierung.	Zielorientiertes Anwenden von vorhandenen Informationsquellen und Nutzbarmachung von Herstellersoftware.	Anpassen der Parameter des FU an die Kundenwünsche und Einweisung des Kunden in die Anlage.			
					Parametrieren den FU nach Kundenwunsch mit Software und weisen den Kunden in die Anlage ein.	Funktionsfähige Steuerung der Bohrmaschine nach Kundenwunsch.	<u>Anlage</u> <u>Laptop</u> <u>Leittext für Software</u> <u>Skript:</u> Aufgabe 9	Einweisung des Kunden in die Steuerung.



Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Elektroniker/-in FR Energie und Gebäudetechnik, 2. Ausbildungsjahr

90	EMV	<u>EMV:</u> Erdung, Schirmung, Schaltschrankkonzept, Filter		Reduzierung von Störungen elektronischer Bauteile	Erstellung einer Merkhilfe zum Thema EMV.			
					Arbeitsteilige Gruppenarbeit zur EMV mit anschließenden Präsentationen der Arbeitsergebnisse.	Merkhilfe EMV	<u>Skript:</u> Aufgabe 10 <u>Informationsmateri</u> <u>al</u> <u>DIN-Norm</u>	Präsentationen Handout zu den Präsentationen
60	Schulaufgabe							

Unterlagen, Medien, Materialien

Inbetriebnahme mit dem BOP

Merke:

Der Umrichter kann entweder...

- über das **BOP** (**B**asic **O**perator **P**anel, vgl. Bild)
- oder über die Starter-Software (Laptop) in Betrieb genommen werden.

In diesem Heft finden Sie:

- Allgemeine Informationen zum BOP (S. 1-3).
- Die konkrete Anleitung zur Inbetriebnahme (ab S. 3).



Beispiele für unterschiedliche Parameter:

P0100: Unterscheidung Europa/Nordamerika

- 0: Europa, f = 50 Hz, Einheit [kW]
- 1: Nordamerika, f = 60 Hz, Einheit [hp]
- 2: Nordamerika, f = 60 Hz, Einheit [kW]

Alle Parameter, die mit **P...** beginnen, können **gelesen und geändert** werden!

r2110: Alarmmeldungen

- A0501: Stromgrenzwert erreicht
- A0502: Überspannungsgrenzwert
- A0503: Unterspannungsgrenzwert

Alle Parameter, die mit **r....** beginnen, können **nur gelesen** werden!

Merke:

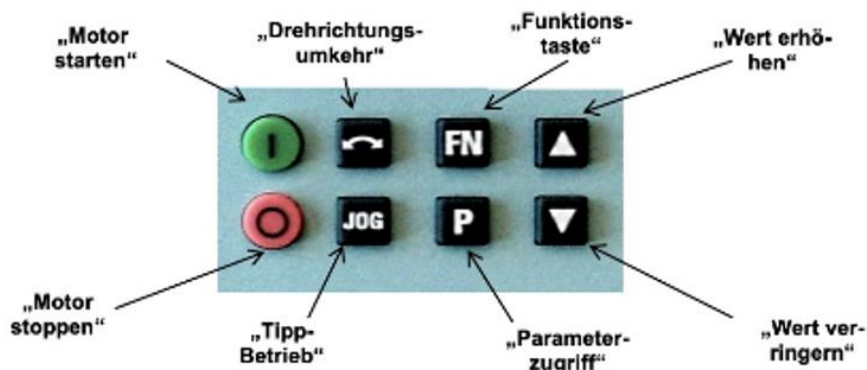
Alle Parameter können entweder in dem mitgelieferten Handbuch „**Parameterliste**“ nachgeschlagen werden.

Vorsicht:

- Aus Sicherheitsgründen dürfen die Motoren, die in der Schule zum Einsatz kommen, nur mit einer **maximalen Frequenz von 60 Hertz** betrieben werden!
- Auch wenn der Umrichter außer Betrieb genommen wurde, können an der Anlage aufgrund ihrer kapazitiven Wirkung **noch 5 Minuten nach dem Ausschalten gefährliche Spannungen** anliegen!











Funktion der Tasten (Kurzzusammenfassung):



Seite 1

Funktion der Tasten (ausführlich):

BOP-Taste	Funktion	Auswirkung/Beschreibung
	Motor starten	In der Standardvoreinstellung deaktiviert; daher P0700 = 1 einstellen!
	Motor stoppen	Einmaliges Betätigen → OFF1 → Motor läuft gemäß der eingestellten Auslauframpenzeit aus. Zweimaliges Betätigen → OFF2 → Motor läuft frei bis zum Stillstand aus.
	Drehrichtungs- umkehr	Gegenrichtung → Minuszeichen als Kennzeichnung In der Standardvoreinstellung deaktiviert; daher P0700 = 1 einstellen!
	Tipp-Betrieb	Funktioniert nur, wenn der Motor nicht eingeschaltet ist. Motor läuft dann mit der voreingestellten JOG-Frequenz.
	Funktionstaste	- Zwei Sekunden lang während des Betriebes betätigen → folgende Daten werden angezeigt (abwechselnd): 1. Spannung des DC-Zwischenkreises [V] 2. Ausgangsstrom [A] 3. Ausgangsfrequenz [Hz] 4. Ausgangsspannung [V] Ebenso (zwei Sekunden drücken) kommt man wieder zurück in die Parameteransicht/ -einstellung. - Kurzes Drücken: Sprung vom aktuellen Parameter zu r0000 und umgekehrt - Liegen Alarm- oder Fehlermeldungen vor, so werden diese mit der FN-Taste quittiert - wenn Sie mehrstellige Parameter ändern müssen, so springen Sie durch ein kurzes Drücken dieser Taste auf die nächste Stelle nach links (diese blinkt dann)
	Parameter- zugriff	Durch Drücken wird auf die Parameter und deren Unter- verzeichnis zugegriffen.
	Wert erhöhen	Etwas länger gedrückt halten, damit sich eine Reaktion zeigt!
	Wert verringern	Ebenfalls etwas länger gedrückt halten, damit sich eine Reaktion zeigt!

Merke:

Unter Umständen werden die Tasten „Wert erhöhen“ und „Wert verringern“ erst nach einem Neustart des Frequenzumrichters aktiviert. Der Frequenzumrichter selbst wird ohne Hauptschalter geliefert.

Beispiel anhand der **Änderung des Parameters P0003** (Parameter-Zugriffsstufe):

Nr.	Schritt	Anzeige
1	Für den Zugriff auf die Parameterliste die Taste P drücken.	r0003 (z.B.)
2	So oft ▲ drücken, bis der gewünschte Parameter angezeigt wird.	P0003
3	Zur Anzeige des Parameterwertes P drücken (= kodierte Daten unter dem jeweiligen Parameter verändern)	1
4	Zur Einstellung des gewünschten Wertes ▲ oder ▼ drücken (z.B. den Wert 1 einstellen).	1
5	Zur Bestätigung und zum Speichern P drücken.	P0003

Schritt 1 → Überprüfung durch Lehrer

Verdrahten Sie ihre Schaltung im spannungsfreien Zustand. Schließen Sie den Motor stets in **Sternschaltung** an (→ später auf Stromangabe, Parameter P0305 achten). Im Dreieck würde der Motor zu schnell überhitzen!

Lassen Sie die Anlage von der **Lehrkraft kontrollieren**.

Die **Lehrkraft** schaltet Ihnen die **Spannung** des Arbeitsplatzes frei.

Schritt 2 → Rücksetzen auf Werkseinstellungen

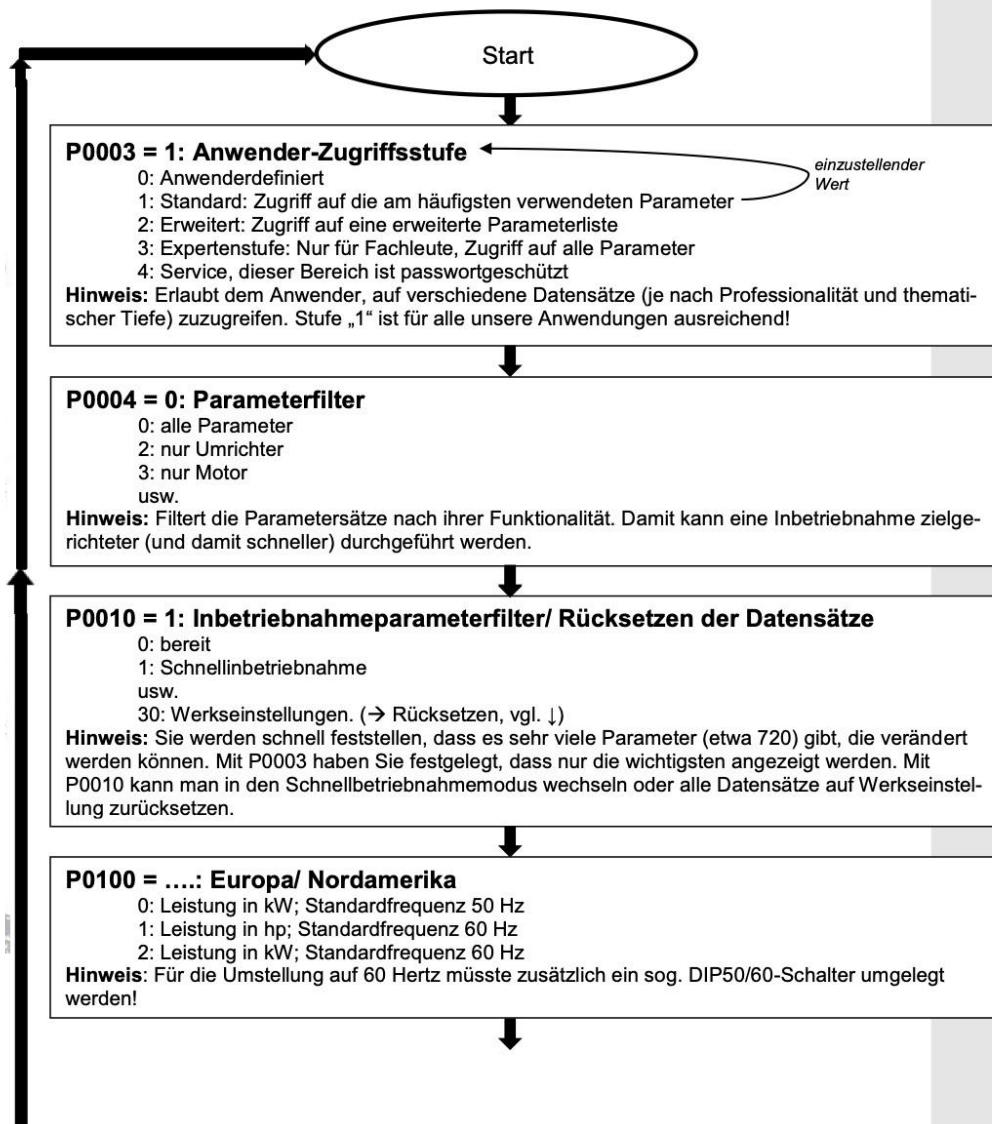
Parameter P0010 auf 30 („Werkseinstellung“) ...

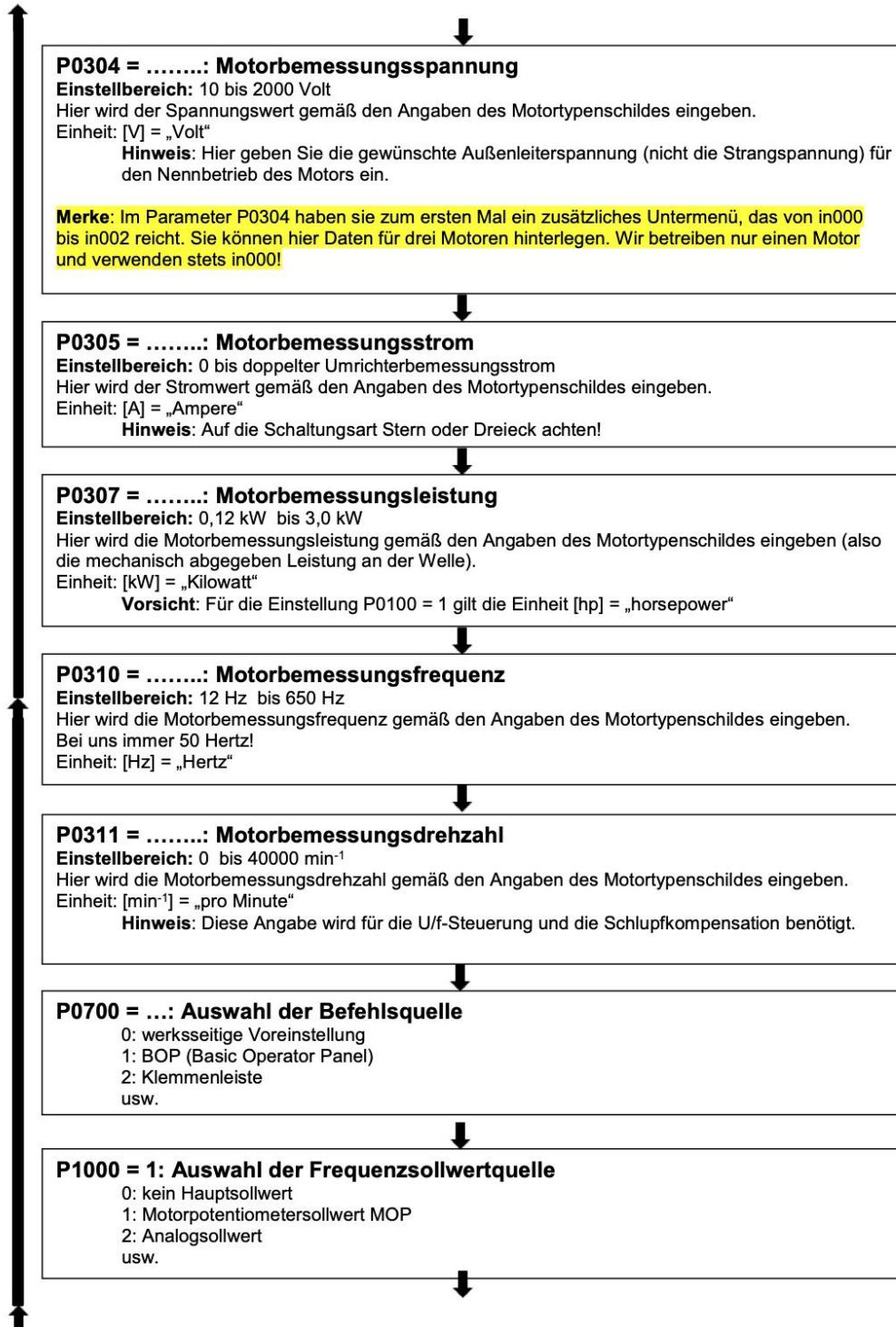
... und zur Bestätigung der **Parameter P0970** auf 1 („Rücksetzen der Parameter auf Standardwerte“) gesetzt werden.

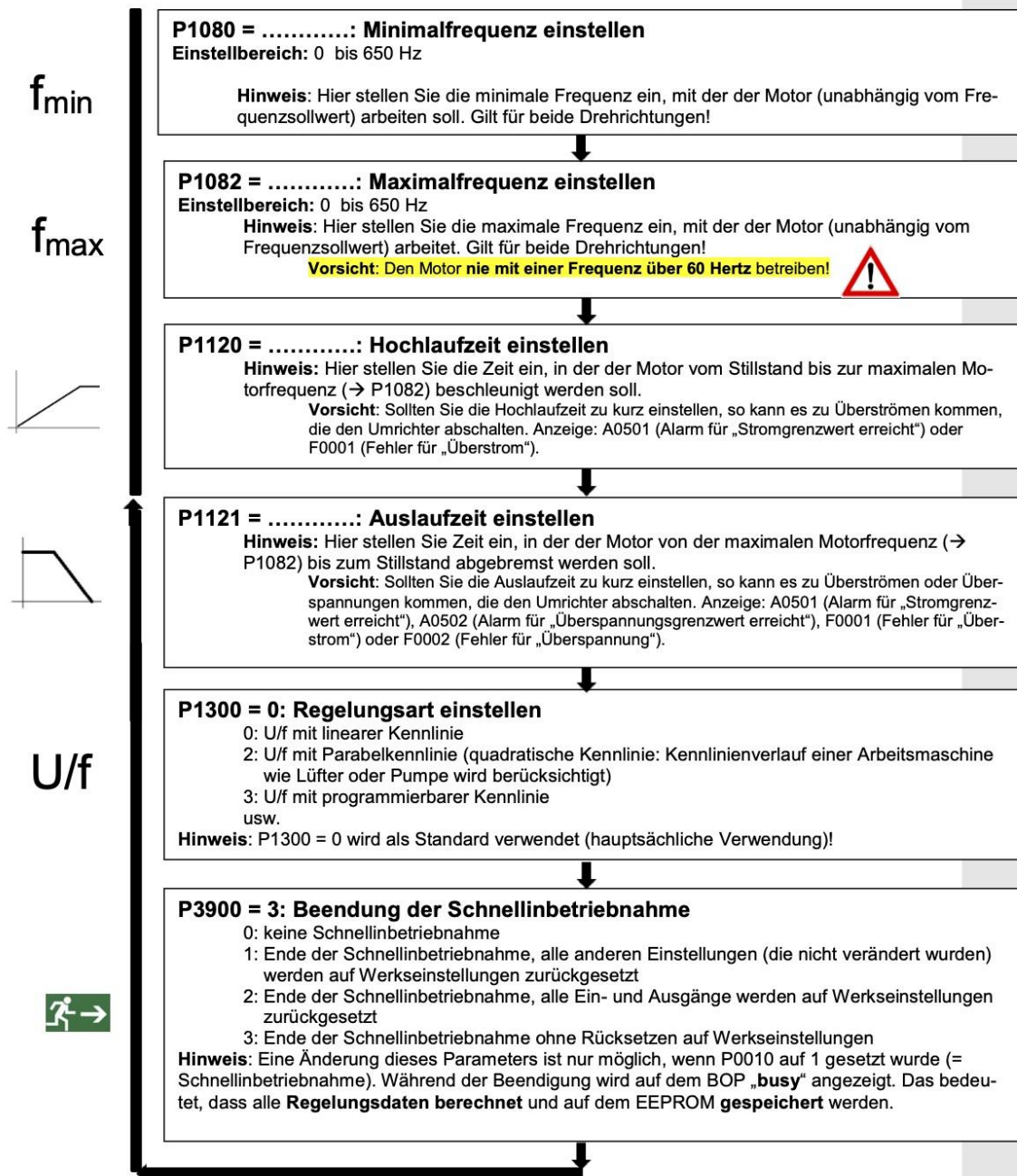
- ⇒ Alle Parameter sind nun auf Werkseinstellungen gesetzt.
- ⇒ Der Frequenzumrichter ist bereit für eine neue Parametrierung.



Schritt 3 → Schnellinbetriebnahme







Arbeitsauftrag: Testen Sie nach der Inbetriebnahme Ihrer Anlage die Motorsteuerung. Probieren Sie hierfür jede Taste des BOP aus und fahren Sie den kompletten eingestellten Frequenzbereich mindestens einmal durch!

➤ **Führen Sie die Versuche von Ihrem Arbeitsblatt durch.**

Wie gelingt die stufenlose Drehzahlsteuerung einer Standbohrmaschine?



Standbohrmaschine der Mechaniker-Werkstatt



Ist-Zustand: Die Drehzahl kann in Stufen über einen Keilriemen eingestellt werden.

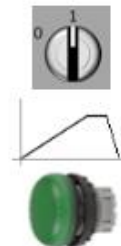
Die Mechaniker-Werkstatt erteilt Ihnen den Auftrag, die Steuerung einer Standbohrmaschine zu optimieren. Folgende Hauptfunktion soll realisiert werden:

- Die Drehzahl des Bohrfutters soll stufenlos verändert werden können, um verschiedenste Werkstoffe mit sämtlichen Bohrerdurchmessern bearbeiten zu können.
- Dazu sollen zwei neue Taster „Drehzahl verringern“ und „Drehzahl erhöhen“ verwendet werden.



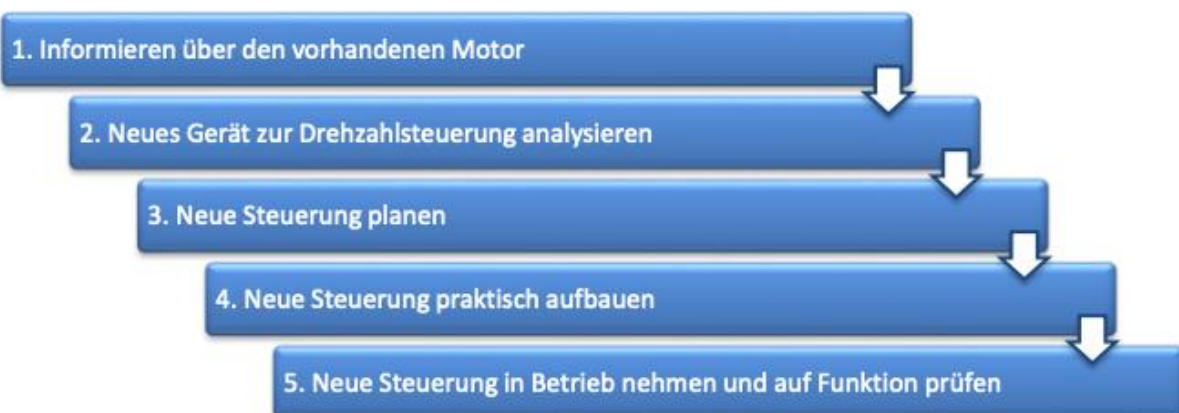
Des Weiteren sollen noch weitere Funktionen ermöglicht werden:

- Der Motor wird über einen neuen Drehschalter ein- und ausgeschaltet.
- Der Motor soll beim Einschalten langsam bis zur eingestellten Drehzahl beschleunigen, aber beim Ausschalten schnell stehen bleiben.
- Der Betrieb des Motors soll mit einem Leuchtmelder angezeigt werden.



Überblick:

Um den Auftrag zu bearbeiten, sind folgende Schritte nötig:



1 Informieren über den vorhandenen Motor



Der Motor der Ständerbohrmaschine ist der rote LN-Motor.



- Ergänzen Sie mithilfe des **Typenschildes** am Motor folgende Informationen.
- Wir betreiben den Motor in **Sternschaltung**. Berechnen Sie dazu die entsprechenden Werte.

	in Y an Netzspannung	In Δ an Netzspannung
Motorart		
Außenleiterspannung: U		
Strangspannung: U_{Str}		
Bemessungsstrom: I		
Bemessungsleistung: P		
Bemessungsfrequenz: f		
Bemessungsdrehzahl: n		
Polpaarzahl des Motors: p		
Polzahl des Motors		

Vorteile von Asynchronmotoren:

- Warum ist dies der verbreitetste Motor?

Steuern von Asynchronmotoren:

- Überlegen Sie sich, mit welchen Verfahren sich verschiedene **Anforderungen** bei **Asynchronmotoren** realisieren lassen!
- Gehen Sie dazu von Verfahren aus, die sie bereits im Unterricht kennengelernt haben und vervollständigen Sie folgende Übersicht.

Anforderung	⇔	Realisierung
• Rechts-/ Linkslauf	⇔
• Anlaufstrom begrenzen	⇔
• Abschalten bei Überstrom	⇔
• 2 verschiedene Drehzahlen	⇔

Nachteil von Asynchronmotoren:

Eine **stufenlose** Drehzahlsteuerung ist **nicht** ohne weiteres möglich. Die Drehzahl ist durch folgende Formel festgelegt:



Um bei der Ständerbohrmaschine mit allen Bohrerdurchmessern präzise zu arbeiten, muss aber eine **stufenlose Drehzahlsteuerung** erreicht werden!

- Wie erreichen Sie eine **stufenlose Drehzahlsteuerung**?



Drehzahlverhalten anderer Motoren:

Viele Kleingeräte lassen sich unkompliziert drehzahlsteuern, wie z. B. Handbohrmaschinen.
Diese Geräte verwenden einen **Universalmotor** (Funktionsweise identisch zum **Gleichstromreihenschlussmotor**).
Beim Gleichstrommotor kann die Drehzahl **über die Spannung** eingestellt werden.

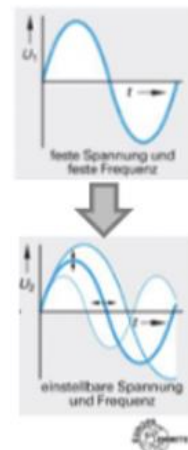
2 Frequenzumrichter (FU) analysieren

Um die Steuerung zu realisieren, finden Sie im Werkstattlager folgenden Umrichter:

Hersteller:	Typ:	<p>Das Gerät ist modular aus folgenden Hardware-Baugruppen aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> ① PM: Power Modul (Leistungsteil) ② CU: Control Unit (Steuereinheit) ③ Kühlkörper ④ BOP: Basic Operator Panel (Bedienfeld) 	<p>➤ Ordnen Sie die Ziffern auf folgendem Schema zu!</p>

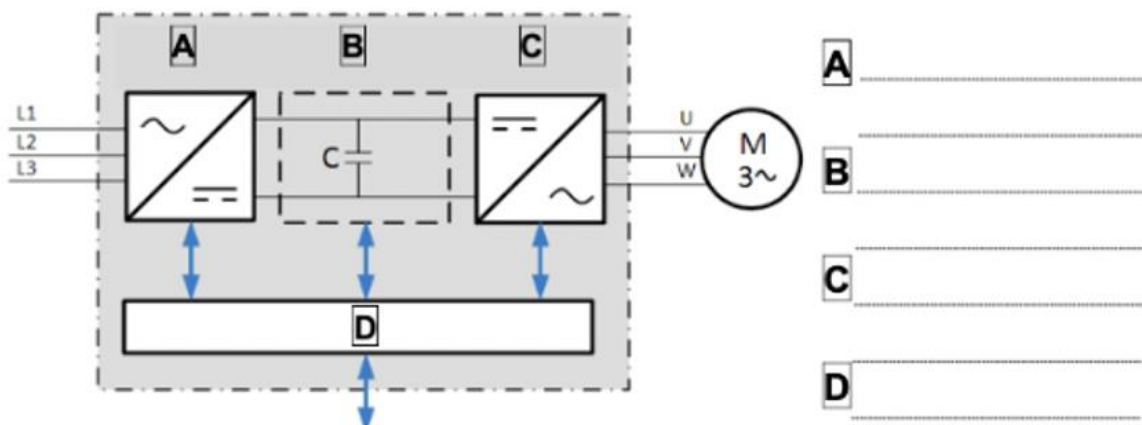
Im Folgenden analysieren Sie die allgemeine Funktionsweise von Frequenzumrichtern.

Funktionsprinzip:



Funktionseinheiten:

Um das allgemeine Funktionsprinzip zu verstehen, teilt man den Frequenzumrichter in vier Funktionseinheiten auf:

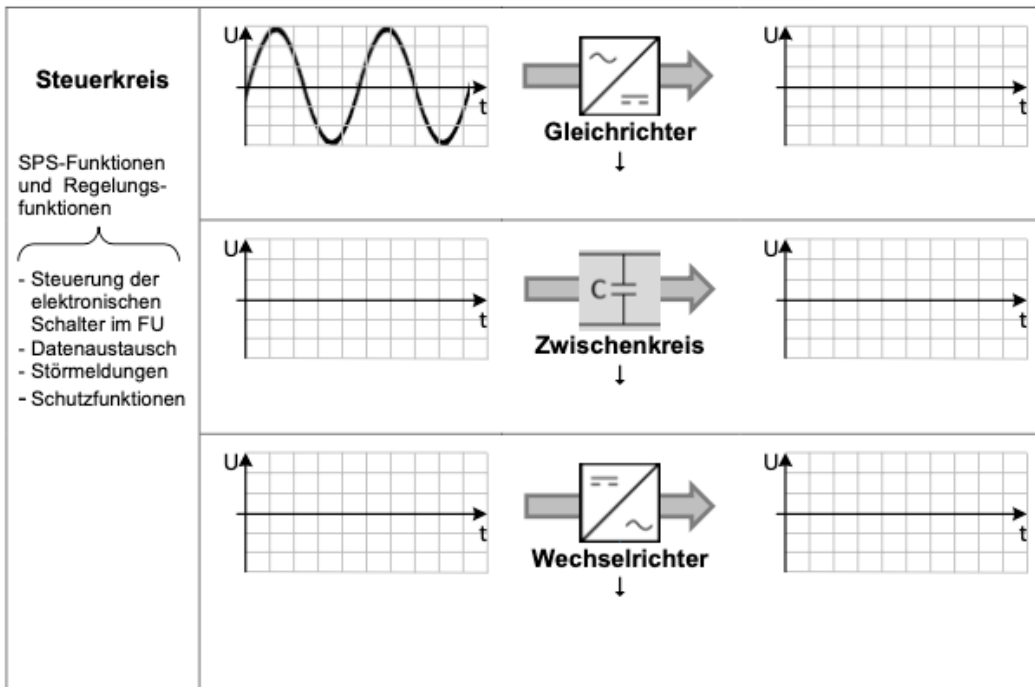


Datenverbindung
(BOP, BUS, Ethernet)

Seite 3



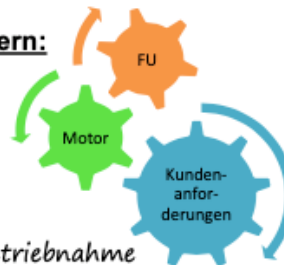
Signalverläufe vor und nach den einzelnen Funktionseinheiten:



- **Beschreiben** Sie in eigenen Worten, wie der Frequenzumrichter die **Netzspannung** Schritt für Schritt in eine **einstellbare Spannung** umwandelt!
- Gehen Sie dabei auch auf die **Form der Ausgangsspannungs-Kurve** ein.

Parametrierung von Frequenzumrichtern:

Dadurch werden die verschiedenen Komponenten miteinander „verzahnt“ →



Nun nehmen Sie den Frequenzumrichter in Betrieb. Dies findet über das Display am FU (→BOP) statt. Die endgültige Inbetriebnahme des Umrichters gemäß der Anforderungen der Mechanikerwerkstatt findet später über PC statt.





„Parameter“

Unter Parametern versteht man allgemein vom Programmierer fest eingestellte Werte. Diese werden dann vom Computerprogramm berücksichtigt und beeinflussen das Ergebnis des Programms.

- Führen Sie die Schnellinbetriebnahme gemäß dem Infoheft „**Inbetriebnahme mit BOP**“ durch!



Testen Sie den Frequenzumrichter und ihr Verständnis!

➤ Nachdem der Frequenzumrichter in Betrieb genommen ist, beantworten Sie folgende Fragen  und führen **Versuche**  durch. **Notieren Sie ihre Erkenntnisse!**

1. Überlegen Sie, wie hoch der **Anlaufstrom** bei einem Asynchronmotor in Abhängigkeit vom Bemessungsstrom ist? (**allgemeine Frage, ohne Frequenzumrichter**)

.....

2. Schließen Sie in eine der drei **FU-Zuleitungen** ein **Amperemeter** (vorher über den Motorschutzschalter des Labortisches spannungsfrei schalten!). Messen Sie den **Anlaufstrom!** Vergleichen Sie den Messwert mit der Überlegung aus 1.!

.....

3. Schließen Sie ein **Voltmeter** zwischen **zwei Motoranschlüsse** (vorher wieder spannungsfrei schalten) und starten Sie den Motor erneut. Was ist zu beobachten? Erklären Sie damit die Stromaufnahme aus Versuch 2.!

.....

.....

.....

4. Wenn Sie die **Funktionstaste FN** zwei Sekunden gedrückt halten, erhalten Sie im Wechsel (Weiterschalten ebenfalls mit der FN-Taste) **vier unterschiedliche Angaben**. Welche sind dies? Notieren Sie die Größen für einen Betrieb des Motors an **30 Hertz**.

- =
- =
- =
- =

5. Warum gibt der Umrichter bei $f_{\text{BUS}}=30\text{Hz}$ **nicht die volle Bemessungsspannung** des Motors aus? Überlegen Sie sich hierbei, was bei der Motorwicklung (\rightarrow **Induktivität**) an Wechselspannung bezüglich des Widerstandes berücksichtigt werden muss!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3 Frequenzumrichter-Steuerung planen

Nun werten Sie die konkreten Anforderungen der Mechaniker-Werkstatt aus und planen die Umsetzung der Frequenzumrichter-Steuerung.

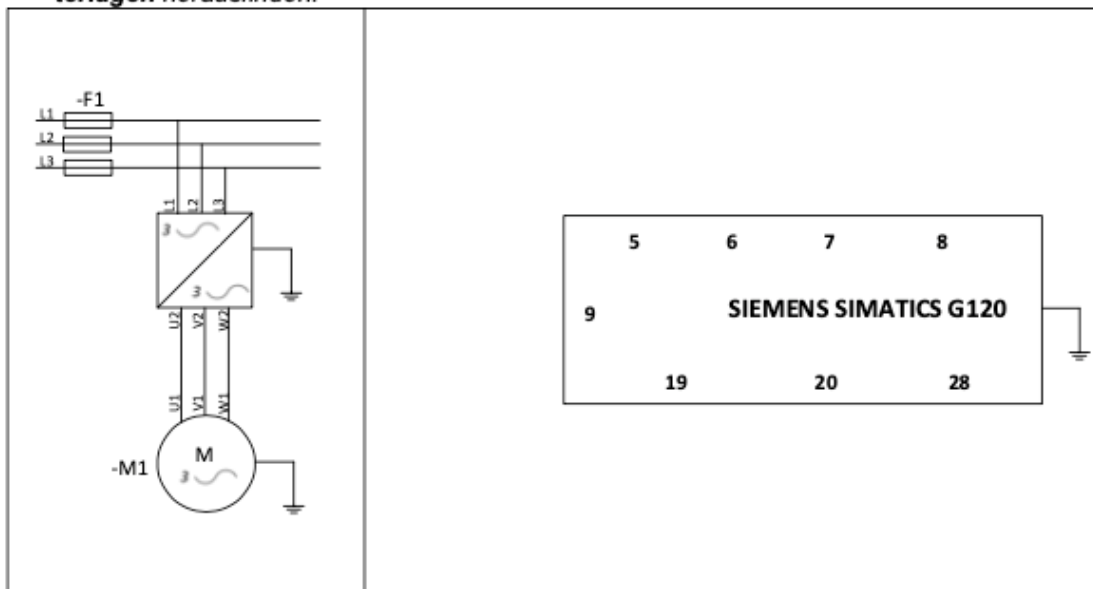
- Erstellen Sie anhand des **Auftrags** der Mechaniker-Werkstatt eine Betriebsmittelliste.
- Legen Sie die Farben des Leuchtmelders und die Kontakte (NO, NC) der Taster sinnvoll fest und notieren Sie dies in der Liste.

Betriebsmittel	Beschreibung
M1	Asynchronmotor der Ständerbohrmaschine (roter LN-Motor)
	Frequenzumrichter



Achtung: Für den SINAMICS-Umrichter müssen **Schalter** (d.h. mit Dauersignal) verwendet werden, um...
... den Motor **ein-** und **auszuschalten** (1-Signal → Motor läuft)
Berücksichtigen Sie dies bei der Planung!

- Ergänzen Sie den **Steuerstromkreis** der neuen Steuerung
- Achten Sie auf **sauberes Zeichnen, Betriebsmittel- und Klemmenbezeichnungen!**
- Die **Anschlussbelegung** des FU können Sie mithilfe der ausgelegten **Herstellerunterlagen** herausfinden!



Standbohr-
maschine mit FU

Haupt-
stromkreis

Steuerstromkreis

Ersteller:
Datum:



Steuerspannungsversorgung

Der Frequenzumrichter bezieht seine 24V-DC-Spannungsversorgung aus dem **internen Leistungsteil**. Daher benötigt er **keinen externen** Gleichspannungsanschluss. An einer Klemmstelle auf dem FU können +24V abgegriffen werden. Auch die Masse(0V)-Buchse befindet sich an den Umrichterklammern selbst.


- Begründen Sie, ob auf einen **Motorschutzschalter verzichtet** werden kann!

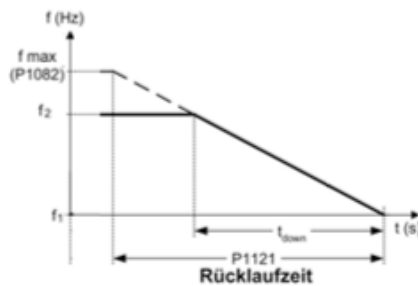
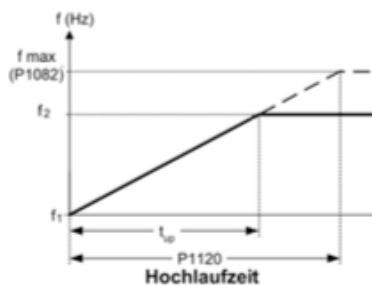


Wichtige Parameter:

Um den FU über externe Taster steuern zu können, müssen zwei grundlegende Parameter passend eingestellt werden. Desweiteren muss die Hoch- und Rücklaufzeit gemäß den Anforderungen der Bohrmaschine sinnvoll parametrisiert werden.

- Informieren Sie sich in der **Parameterliste** über die unten aufgeführten Parameter und dokumentieren Sie die gewählte Einstellung!

Parameter-Nr.	Parameter-Bezeichnung	Gewählte Einstellung
	Auswahl der Befehlsquelle	
	Auswahl Frequenzsollwerte	
P1080	Minimale Frequenz	5 Hz
P1082	Maximale Frequenz	60 Hz  f_{max} darf nicht größer sein!
	Hochlaufzeit	
	Rücklaufzeit	





- *Erklären Sie folgende Aussagen:*

„Ein Frequenzumrichter ermöglicht nicht nur eine stufenlose Drehzahlsteuerung, er ersetzt auch viele andere Steuerungsverfahren, die bei Asynchronmotoren ohne Frequenzumrichter notwendig sind!“

„Standardmotoren werden mit durch das interne Lüfterrad, das auf der Motorwelle sitzt, gekühlt. Bei Umrichter-betriebenen Motoren ist hingegen ein Fremdlüfter sinnvoll!“

- *Informieren Sie sich in der **Parameterliste** oder der **STARTER-Hilfe** über folgende FU-Funktionen und fassen Sie diese auf einem separaten Blatt kurz zusammen.*

Spannungsanhebung | Schlupfkompensation | Ausblendfrequenz | DC-Bremse

- *Beurteilen Sie, ob die **Sicherheit** der Bohrmaschinensteuerung für den Einsatz in der Industrie ausreicht. Welche **Verbesserungsvorschläge** fallen Ihnen ein?*
