

















Lernfeld 1 Analysieren von Funktionszusammenhängen in mechatronischen Systemen

Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Systemparameter		1.1.1	Die SuS benennen die Ein- und Ausgangsgrößen eines mechatronischen Systems. Beispiel: Förderband, bzw. pneumatische Steuerung (Verschiebezylinder). Systemparameter: Spannung am Motor, Drehzahl an der Welle, Zeit, Weg des Förderbandes; Berechnungen zu Drehzahl, Umfang und Weg. Druck und Kraft.
Blockschaltbilder siehe LF 11		1.2.1	Die SuS können mit Hilfe der Systemparameter ein mechatronisches System als Blockschaltbild darstellen (deutsch/englisch). Beispiel: Cyber-Physisches-System.
Signal-, Stoff- und Energieflüsse siehe LF 8		1.3.1	Die SuS können die Einteilung der Systemparameter in Signal-, Stoff- und Energiefluss vornehmen. Beispiel: Cyber-Physisches-System. Signalfluss: Start-Stopp- Signale; Sensorsignale Stofffluss: Zu transportierende Werkstücke Energiefluss: Energiewandlung-->Elektr. Energie in mech. Energie, plus Verluste Einführung der Begriffe Energie, Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad
Bedeutung kundenspezifischer Anforderungen für die technische Realisierung		1.4.1	Die SuS können Lastenheft und Pflichtenheft unterscheiden und kennen deren Bedeutung als Kommunikationsmittel zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.
		1.4.2	Die SuS beschreiben beispielhaft einfache technische Realisierungen um Kundenanforderungen mittels vernetzter Produktionsprozesse zu erfüllen,
Bedeutung und Möglichkeiten der aktuellen Datenverarbeitung siehe LF 5		1.5.1	Die SuS beschaffen sich Informationen mit Hilfe flexibler IT-Hard- und Software. Zur Dokumentation und Präsentation wenden sie aktuelle Software an.
Dokumentation und Präsentation von Arbeitsergebnissen		1.6.1	Die SuS beachten die Gütekriterien bei der Dokumentation und Präsentation ihrer Arbeitsergebnisse.
Ökologische und ökonomische Aspekte		1.7.1	Die SuS können Umweltgesichtspunkte bei Produktion und Entsorgung benennen (Betriebsanweisungen, Gefahrstoffkennzeichnungen).
Anforderungsprofile technischer Anlagen		1.8.1	Die SuS kennen wichtige Organisationen und Normungsbegriffe welche bei mechatronischen Systemen herangezogen werden können (VDE, TAB, DIN, DGUV).



Lernfeld 2 Herstellen mechanischer Teilsysteme

Inhalt	Symb.	#	Niveaue Konkretisierung
Baugruppenzeichnungen, Stückliste, Werkstoffe siehe LF 10		2.1.1	Die SuS können einfache Baugruppenzeichnungen und Einzelteilzeichnungen auswerten sowie Stücklisten lesen.
		2.1.2	Die SuS leiten Funktionszusammenhänge aus der Baugruppenzeichnung ab, benennen Normteile und erklären deren Normbezeichnungen.
		2.1.3	Die SuS begründen die Auswahl der Werkstoffe anhand von Werkstoffkennwerten (Rm, Re) und wählen Stähle aus (Stahlnormung nach DIN-EN).
Einzelteilzeichnungen auch in rechnergestützten Systemen		2.2.1	Die SuS stellen einfache Körper normgerecht dar, auch in digitaler Form. (z.B. CAD) Ansichten (DIN ISO 5456), Voll-, Halb- und Teilschnitt, Maßeintragung.
Toleranzen, Passungen Vertiefung LF 10 (10.1.9)		2.3.1	Die SuS erläutern das ISO-System für Grenzmaße und Passungen (Grenzmaße, Abmaße, Toleranzen, Passungen u. Passungssysteme).
Oberflächenangaben		2.4.1	Die SuS können Oberflächenangaben (z. B. Rz) erläutern und in Zeichnungen normgerecht eintragen.
Technologische Grundlagen des manuellen und maschinellen Zerspanens und des Umformens		2.5.1	Die SuS erläutern den prinzipiellen Zusammenhang der Winkel an der Werkzeugschneide und der Spanbildung und wählen Schneidstoffe entsprechend den Anforderungen aus.
		2.5.2	Die SuS erläutern die Grundlagen der Verfahren Bohren, Reiben und Fräsen.
		2.5.3	Die SuS berechnen Schnittgeschwindigkeit, Drehzahl, Vorschub, Vorschubgeschwindigkeit, Schnittkraft und Zerspanungsleistung (Bezug zur elektr. Leistung herstellen).
		2.5.4	Die SuS ermitteln anhand der Grundlagen der Kaltumformung gestreckte Länge, Mindestbiegeradius, Rückfederung und Biegewinkel.
Prüf- und Messmittel, Messfehler		2.6.1	Die SuS vergleichen die Begriffe Prüfen, Messen und Lehren. Sie wählen Prüfmittel anwendungsbezogen aus und erkennen Ursachen für Messfehler.
Herstellen von mechanischen Verbindungen durch Kraftschluss, Formschluss und Stoffschluss		2.7.1	Die SuS erläutern kraftschlüssige, formschlüssige und stoffschlüssige Verbindungen: Schraubverbindungen, Stiftverbindungen, Schweißen, Löten, Kleben.
Montagepläne Montagewerkzeuge		2.8.1	Die SuS können einfache Montagefolgen beschreiben.
englische Fachbegriffe		2.9.1	Die SuS wenden englische Fachbegriffe aus dem Bereich der Montagetechnik an.
Arbeit im Team sowie interdisziplinär organisieren.		2.10.1	Die SuS planen arbeitsteilig die Umsetzung eines mechanischen Teilsystems.
ökologische und ökonomische Aspekte		2.11.1	Die SuS wissen um die Bedeutung der Vermeidung und Entsorgung von Schadstoffen und Abfällen (Kühlschmierstoffe, Schadstoffe der Luft, Reinigung der Werkstücke).

Lernfeld 3

Installieren elektrischer Betriebsmittel unter Beachtung sicherheitstechnischer Aspekte













Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Elektrische Größen, deren Zusammenhänge, Darstellungsmöglichkeiten und Berechnungen		3.1.1	Die SuS beschreiben den Aufbau und die Funktion eines elektrischen Stromkreises. Sie wenden elektrische Grundgrößen mit Formelzeichen und Einheiten an (Spannung, Stromstärke, Ohm'scher Widerstand, Leitwert, spezifischer Widerstand, Leitfähigkeit, Temperaturkoeffizient, Arbeit (Energie) und Leistung, Wirkungsgrad) und führen aufgabenbezogenen Berechnungen durch.
		3.1.2	Die SuS analysieren Reihen-, Parallel- und gemischte Schaltungen (unbelasteter und belasteter Spannungsteiler sowie Brückenschaltung) in berufsbezogenen Anwendungen. Sie führen zur Dimensionierung von Bauteilen (z.B. Widerstand; NTC, PTC) notwendige Berechnungen durch.
Bauteile in Gleich- und Wechselstromkreisen		3.2.1	Die SuS unterscheiden Spannungs- und Stromarten nach ihrem zeitlichen Verlauf und beschreiben sie durch ihre Kenngrößen (sinusförmige Wechselgrößen: Augenblickswert, Scheitelwert, Effektivwert, Spitze-Tal-Wert, Periodendauer, Frequenz, Kreisfrequenz. Mischgrößen: Arithmetischer Mittelwert, Effektivwert, Rechteckspannungen: Tastgrad).
		3.2.2	Die SuS kennen den prinzipiellen Aufbau und die Eigenschaften von Kondensatoren und beschreiben die Vorgänge beim Laden und Entladen eines Kondensators an Gleichspannung (Strom- und Spannungsverlauf, Zeitkonstante). Sie interpretieren das Verhalten eines Kondensators an sinusförmiger Wechselspannung (Linienbild, Zeigerbild) und berechnen den kapazitiver Blindwiderstand.
		3.2.3	Sie analysieren die Gesetzmäßigkeiten beim Zusammenschalten von Widerstand und Kondensator an Wechselspannung (Phasenverschiebung, Wirk-, Blind- und Scheinleistung).
		3.2.4	Sie analysieren den Strom- und Spannungsverlauf beim Ein- und Ausschalten einer Spule an Gleichspannung und an Wechselspannung (Phasenverschiebung, Leistungsfaktor, Wirk-, Blind- und Scheinleistung).
		3.2.5	Sie analysieren die Gesetzmäßigkeiten beim Zusammenschalten von Widerstand und Spule an Wechselspannung (Phasenverschiebung, Wirk-, Blind- und Scheinleistung).
		3.2.6	Sie beschreiben das prinzipielle Verhalten von Dioden und interpretieren deren Kennlinien.
Elektrische Messverfahren		3.3.1	Die SuS wählen geeignete Messgeräte aus und führen Messungen durch (Strom-, Spannungs-, Leistungs-, Arbeitsmessung).
Auswahl von Kabeln und Leitungen für die Energie- und Informationsübertragung		3.4.1	Die SuS wählen anhand des Typ-Kurzzeichenschlüssel für "harmonisierte Starkstromleitungen" Leitungen aus. Sie kennen die Aderfarben für fest oder flexibel verlegte Leitungen und Kabel.
		3.4.2	Die SuS bestimmen die Verlegearten und Strombelastbarkeit mit Hilfe des Tabellenbuchs und wenden dabei einen Umrechnungsfaktor bei Häufung von Leitungen und Abweichung der Umgebungstemperatur an.
Elektrische Netze		3.5.1	Die SuS kennen die verschiedenen Spannungsebenen und beschreiben den Aufbau von TN-C-S- Systemen.
Gefahren durch Überlastung, Kurzschluss und Überspannung sowie die Bestimmung der erforderlichen Schutzelemente		3.6.1	Die SuS wählen Überstromschutzeinrichtungen anhand der Strombelastbarkeit von Kabeln und Leitungen aus (Siehe 3.4) und beachten dabei die Selektivität.
Handhabung von Tabellen und Formeln auch in digitaler Form		3.7.1	In 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.2.1 usw. enthalten
Stromwirkung auf den Organismus, Sicherheitsregeln, Hilfsmaßnahmen bei Unfällen		3.8.1	Die SuS kennen die Wirkungen des elektrischen Stromes in Abhängigkeit von Stromstärke und Einwirkdauer und wenden bei Arbeiten in elektrischen Anlagen die 5 Sicherheitsregeln an.
Maßnahmen gegen gefährliche Körperströme nach geltenden Vorschriften siehe LF 12		3.9.1	Die SuS ergreifen Maßnahmen gegen gefährliche Körperströme (Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100, Teil 410).
		3.9.2	Der SuS beschreibt die Wirkungsweise der Schutzklassen 1-3 bezüglich des Schutzes gegen gefährliche Körperströme.
Prüfen elektrischer Betriebsmittel siehe LF 11		3.10.1	Die SuS beschreiben beispielhaft Elemente der Sicht- und Funktionsprüfung.

Ursachen von Überspannungen und Störspannungen, deren Auswirkungen, Gegenmaßnahmen		3.11.1	Die SuS kennen die Wirkung von Überspannungsableiter (VDR). Sie schützen Betriebsmittel durch Freilaufdiode und RC-Schutzbeschaltung.
Elektromagnetische Verträglichkeit siehe LF 11		3.12.1	Die SuS setzen Entstörkondensatoren und Abschirmungen gegen elektromagnetische Störeinflüsse ein.

vers7; Stand: 15.09.2020















Lernfeld 4

Untersuchen der Energie- und Informationsflüsse in elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Baugruppen.

Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Steuerungstechnische Grundsaltungen und Darstellungsmöglichkeiten		4.1.1	Die SuS beschreiben den Aufbau einer Steuerung nach dem Prinzip: Aktoren - Stellglieder - Signalglieder - Energieversorgung und stellen diese in Schaltplänen dar.
		4.1.2	Die SuS erläutern die Grundprinzipien der Datenverarbeitung anhand einer Steuerung (EVA-Prinzip, Binäres Zahlensystem)
		4.1.3	Die SuS entwickeln, analysieren und optimieren Grundsaltungen für elektropneumatische Funktionseinheiten auch mit Hilfe einer Simulationssoftware.
		4.1.4	Die SuS realisieren die logischen Grundverknüpfungen (UND, ODER, NICHT) sowie speichernde Funktionen und Zeitfunktionen mit einer SPS-Steuerung.
		4.1.5	Die SuS realisieren mit einer SPS-Steuerung nach IEC61131-3 objektorientiert in bibliotheksfähigen Bausteinen unter Verwendung von logischen Grundverknüpfungen, speichernden Funktionen, Flankenbewertungen, Zeit-Zählfunktionen und Vergleicher steuerungstechnische Module . Bsp.: Aktorbausteine
		4.1.6	Die SuS können lokale und globale Variablen, sowie unterschiedliche Datentypen unterscheiden und entwickeln strukturierte, modulare Programme mit Hilfe von Programmbausteinen.
Pneumatische und hydraulische Größen berechnen. siehe LF 7		4.2.1	Die SuS führen einfache Berechnungen mit den Größen Druck, Kolbenkraft, Fläche, Wirkungsgrad, Durchflussmenge (Energieeffizienz) anwendungsbezogen durch.
Versorgungseinheiten der Elektrotechnik, Pneumatik und Hydraulik siehe LF 11		4.3.1	Die SuS beschreiben die Versorgung von Baugruppen über ein einphasiges und dreiphasiges Netz mit und ohne Trafo. Sie erläutern den prinzipiellen Aufbau von Netzteil, Druckluftherzeugungsanlage sowie eines Hydraulikaggregates.
Technische Unterlagen		4.4.1	Die SuS lesen und erstellen elektropneumatische, hydraulische und elektrische Schaltpläne auch in digitaler Form.
Signale und Messwerte in Steuerungssystemen siehe LF 7		4.5.1	Die SuS messen und dokumentieren Signale (Druck, Spannung, Strom) in elektropneumatischen Steuerungen auch unter Verwendung digitaler Messsysteme (Bsp.: Messkarten, SPS, ..)
Gefahren beim Umgang mit elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Leistungsbaugruppen siehe LF 11		4.6.1	Die SuS kennen die in den technischen Unterlagen beschriebenen Sicherheitshinweise für elektrische, pneumatische und hydraulische Anlagen.
Ökonomische Aspekte, Arbeits- und Umweltschutz, Recycling		4.7.1	Die SuS bewerten die Lärmschutz-, Luftreinhaltungs- und Entsorgungsmaßnahmen sowie das Energiemanagement in den entsprechenden Anlagen.



Lernfeld 5

Kommunizieren mit Hilfe von Datenverarbeitungssystemen

Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Einsatzmöglichkeiten und Einordnung von Datenverarbeitungsanlagen in betrieblichen Prozessen		5.1.1	Die SuS erkennen, dass die Datenverarbeitung sämtliche Bereiche der Arbeitswelt durchdringt.
Grundstruktur eines IT-Systems		5.2.1	Die SuS beschreiben die einzelnen Komponenten und den prinzipiellen Aufbau eines IT/OT-Systems am Beispiel einer Smart Factory.
Betriebssysteme		5.3.1	Die SuS beschreiben die grundlegenden Aufgaben eines Betriebssystems/einer Firmware und unterscheiden diese bezüglich ihrer Funktion.
Vernetzte Datenverarbeitungsanlagen siehe LF 9, LF 12		5.4.1	Die SuS beschreiben, unterscheiden und konfigurieren einzelne Komponenten der Netzwerktechnik (Switch, Router, MAC-Adresse, IP-Adresse, Subnet, Gateway).
		5.4.2	Die SuS unterscheiden die Infrastruktur von Netzwerken bezüglich ihrer Topologien und ihres Mediums (LWL, TP, WLAN, ..).
		5.4.3	Die SuS realisieren sichere Netzwerkverbindungen im LAN / WLAN (Zugriffsrechte, Netzwerk- und Kommunikationssicherheit).
Datenschutz und Kommunikationssicherheit		5.5.1	Die SuS erkennen Datenschutz als Persönlichkeitsschutz und nennen gesetzliche Grundlagen des Datenschutzes.
		5.5.2	Die SuS erörtern Maßnahmen zum Datenschutz und zur Kommunikationssicherheit (Passwort, Verschlüsselung, Zertifikate, ...).
		5.5.3	Die SuS beschreiben Verfahren zur Sicherung von Daten (Backup).
Urheber- und Medienrecht		5.6.1	Die SuS erkennen die Notwendigkeit von Urheber- und Medienrecht und beschreiben Grundzüge dieser Regelungen.
Aufbereitung von Informationen mittels Datenverarbeitung und branchenübliche Software.		5.7.1	Die SuS erstellen berufstypische Texte - auch in englisch - (Geschäftsbrief, Messprotokolle, Funktionsbeschreibungen, technischen Dokumentationen).
		5.7.2	Die SuS erstellen Diagramme und Tabellen in Textverarbeitung/ Tabellenkalkulation.
		5.7.3	Die SuS verwenden Formeln in Textverarbeitung/ Tabellenkalkulation.
Ergonomische Gesichtspunkte von Computerarbeitsplätzen		5.8.1	Die SuS berücksichtigen ergonomische Anforderungen bei der Planung von PC-Arbeitsplätzen.

Lernfeld 6




Planen und Organisieren von Arbeitsabläufen

Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Betriebsorganisation		6.1.1	Die SuS erläutern die Organisationsstruktur eines Fertigungsbetriebs.
Analyse von Arbeitsabläufen		6.2.1	Die SuS erfassen alle für einen Fertigungsprozess relevanten Informationen und stellen diese in einem Projektstrukturplan dar. Sie erläutern die Aufgabe eines MES- Systems.
Planung von Abläufen		6.3.1	Die SuS erstellen vor dem Hintergrund eines MES (manufacturing execution system) einfache Projektplanungen (Projektstrukturplan) für einen Fertigungsprozess.
Darstellungsverfahren von Arbeitsabläufen		6.4.1	Die SuS stellen den Prozess zur Durchführung eines Unterrichtsprojekts unter Verwendung von Ablaufplan und Gantt - Diagramm (Zeitbalkendiagramm) dar.
Materialdisposition		6.5.1	Die SuS erstellen Stück-, Bereitstellungs- und Bestelllisten anhand praxisüblicher Unterlagen.
Zeit- und Kostenkalkulation		6.6.1	Die SuS führen eine Zeit- und Kostenkalkulation für die Herstellung eines einfachen Werkstücks durch.
Arbeiten im Team und interdisziplinär.		6.7.1	Die Grundregeln der Teamarbeit werden vom SuS beschrieben und auch interdisziplinär angewendet.
Prozess-Datenauswertung		6.7.2	Die SuS erfassen Daten, speichern und verarbeiten diese hinsichtlich Organisations- und Produktionsabläufen sowie Wirtschaftlichkeit unter Beachtung des Datenschutzes.
Qualitätsmanagement		6.8.1	Die SuS erörtern die Grundlagen des QM (DIN EN ISO 9000ff; Stichprobenanalyse anhand Histogramm, Mittelwert, Standardabweichung und Summenkurve berechnen, auswerten und beurteilen).
		6.8.2	Die SuS stellen bereitgestellte Prüfdaten tabellarisch/graphisch dar.
		6.8.3	Die SuS bestimmen den arithmetischen Mittelwert, die Standardabweichung und die Spannweite (Statistische Auswertung, Wahrscheinlichkeitsnetz).
		6.8.4	Die SuS ermitteln das Pareto-Diagramm aus der Fehlersammelkarte.
Bewertung von Ergebnissen		6.9.1	Die SuS wenden Methoden der Qualitätssicherung an und werten den Verlauf von Prozessen aus (Maschinenfähigkeit, Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarte).
		6.9.2	Die SuS führen zur Bewertung von Arbeitsergebnissen einen Soll - Ist - Vergleich durch (z.B.: Nachkalkulation von Zeitbedarf und Kosten).
Dokumentation von Ergebnissen		6.10.1	Die SuS berücksichtigen Grundlagen von Dokumentationen, Aufbau, Sprache, Gliederung bei der Darstellung von Ergebnissen.
		6.10.2	Die SuS bewerten die Dokumentation bezüglich ihrer Gütemerkmale (z.B.: sachlogischer Aufbau, adressatengerechte Sprache, Vollständigkeit der technischen Unterlagen, ansprechende Form).
Unfallschutz		6.11.1	Die SuS interpretieren die Symbole der Gefahrenkennzeichnung und leiten daraus entsprechende Verhaltensregeln ab.
Vorbeugender Unfallschutz		6.12.1	Die SuS beachten den Unfallschutz bei der Planung von Arbeitsabläufen.
Ergonomie		6.13.1	Die SuS nennen Grundsätze einer ergonomischen Arbeitsplatzgestaltung (z.B.: körpergerechte Gestaltung, Beschränkung der Beanspruchung, Gestaltung der Umwelteinflüsse).

Lernfeld 7

Realisieren mechatronischer Teilsysteme















Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Möglichkeiten zur Realisierung von Linear- und Rotationsbewegungen		7.1.1	Die SuS beschreiben den Einsatz pneumatischer / hydraulischer Komponenten zur Realisierung von Linear- und Rotationsbewegungen (Zylinder, Motor).
		7.1.2	Die SuS beschreiben den Einsatz elektrischer Komponenten zur Realisierung von Linear- und Rotationsbewegungen (Motor mit Achse und Spindel / Zahnriemen, Linearmotor).
Steuerkette und Regelkreis		7.2.1	Die SuS beschreiben das Prinzip der Steuerung und Regelung an Beispielen und grenzen diese voneinander ab.
Blockschaltbild siehe LF 8, LF 11		7.3.1	Die SuS fertigen Blockschaltbilder von einfachen, unkaskadierten Steuer- und Regelkreisen an.
Kenngößen von Steuerungen und Regelungen siehe LF 8, LF 11		7.4.1	Die SuS sind in der Lage Begriffe der Steuerungs- und Regelungstechnik zuzuordnen (Führungsgröße, Regelgröße, Rückführgröße, Regeldifferenz, Störgröße, Stellgröße, Reglerausgangsgröße).
Wirkungsweise von Sensoren und Wandlern siehe LF 11		7.5.1	Die SuS wählen Sensoren nach Anwendungsfällen aus (Grenztaster, Werkstoff, Temperatur, Kraft, Lage, Druck, Drehzahl, Durchfluss).
		7.5.2	Die SuS erläutern Bedingungen für Einsatz und Funktion von Sensoren (Schaltabstand, Positionierung).
		7.5.3	Die SuS unterscheiden elektrische Daten und Begriffe von Sensoren (z.B. Schließerfunktion NO, Öffnerfunktion NC, max. Laststrom für Dauerbetrieb, Bemessungsspannung, Schaltfrequenz, Arbeitsschaltabstand).
		7.5.4	Die SuS sind in der Lage Anschlussmöglichkeiten von Sensoren an z.B. Analogeingabebaugruppen unterscheiden zu können (zwei-, drei- und Vierleiteranschluß von Sensoren).
		7.5.5	Die SuS unterscheiden optische Sensoren (Lichttaster, Reflexionslichtschranke, Einweglichtschranke).
		7.5.6	Die SuS beschreiben die Aufgabe und die Funktion von Identifikationssystemen (Nocken-QR und RFID).
Signalverhalten von Sensoren und Wandlern siehe LF 9, LF 11		7.6.1	Die SuS unterscheiden Sensoren nach binärem, digitalem und analogem Ausgangssignal und nach ihrer Funktionalität (aktiv, passiv, smart/intelligent, vernetzt).
		7.6.2	Die SuS wählen geeignete Sensoren unter Beachtung von Leitungslänge und Funktionssicherheit aus (z.B.: 0 ..10V; 0 ..20mA; 1 .. 5V; 4 ..20mA (Life zero)).
		7.6.3	Die SuS konfigurieren und überprüfen die Funktion der Sensoren durch geeignete Tools und Messungen an den Schnittstellen.
		7.6.4	Die SuS erläutern die Eigenschaften von Wandlern (Verstärkung, Linearität, Offset; z.B. Meßverstärker).
Grafische Darstellung von Steuerungsabläufen		7.7.1	Steuerungsaufgaben mittels Ablauf - Funktionsplänen (linear) und Zustandsgraphen (nicht-linear) entwickeln.
Programmierung von einfachen Bewegungsabläufen siehe LF 11		7.8.1	Die SuS programmieren Ablaufsteuerungen (linear) unter Verwendung des Schrittkettenbausteins (siehe Technische Richtlinien) und einfache Zustandsgraphen (nicht-linear) in SCL.
Messen von Signalen		7.9.1	Die SuS wählen Messgeräte anwendungsbezogen aus und wenden diese fachgerecht an.
		7.9.2	Die SuS zeichnen physikalische Größen (Spannungs-, Frequenz-, Druck-, Volumenstrom-, Kraftverlauf) auf und bewerten diese.
Wirkungsweise von Antrieben		7.10.1	Die SuS erläutern das Motorprinzip des Gleichstrommotors (auch bürstenloser DC-Motor)
		7.10.2	Die SuS erläutern das Prinzip des Drehstromasynchronmotors DASM.
		7.10.3	Die SuS kenne den Unterschied zwischen einem Standardmotor und einem Energieeffizienzmotor nach IEC 60034-30-1 (IE1, IE2, IE3, IE4).
Grundsaltungen von Antrieben		7.11.1	Die SuS begründen Anlassschaltungen für DASM (Stern-Dreieck-Schaltung, Softstarter nach Datenblatt auswählen).
		7.11.2	Die SuS entwerfen eine Wendeschaltung für DASM in VPS und SPS (Drahtbruchsicherheit, Verriegelung).
Entwurf von Schaltungen		7.12.1	Die SuS entwerfen elektropneumatische /- hydraulische Schaltungen von Funktionseinheiten und stellen diese normgerecht dar.
		7.12.2	Die SuS wählen Wegeventile anwendungsbezogen aus (mono-, bistabil, proportional, energieeffizient, Verhalten bei Energieausfall, ..).

		7.12.3	Die SuS berechnen pneumatische / hydraulische Systemparameter (Druck, Kraft, Volumenstrom und Ausfahrgeschwindigkeit).
		7.12.4	Die SuS werten Sensorsignale mittels Brückenschaltung aus und normieren diese. Hierzu berechnen sie die Brückenspannung und prüfen die Abgleichbedingung (auch 7.6.3).
Darstellung von Antriebs-einheiten in Funktionsplänen		7.13.1	Die SuS analysieren Technologieschemata bzgl. der Antriebseinheiten.

vers7; Stand: 15.09.2020

Lernfeld 8 Design und Erstellen mechatronischer Systeme

Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Struktur und Signalverlauf eines mechatronischen Systems siehe LF 11		8.1.1	Die SuS beschreiben Energie- und Signalflüsse in komplexen Blockschaltbildern und stellen diese dar.
Prozessablauf bei wechselnden Betriebsbedingungen		8.2.1	Äußere Einflüsse (Störgrößen: Temperatur, Masse, Kräfte,) auf den Prozess werden von SuS bewertet (z.B. Aufheizzeitveränderung durch den Einfluss der Umgebungstemperatur, Drehzahländerung durch Laständerung).
Fehleranalyse und Beseitigung		8.3.1	Die SuS definieren Schnittstellen zwischen Teilsystemen und überprüfen Schnittstellensignale. Fehlerursachen werden diagnostiziert und beseitigt.
Betriebskennwerte und Kennlinien von Antrieben siehe LF 11		8.4.1	Die SuS führen Berechnungen zu Drehmoment, Drehzahl und Leistung durch.
		8.4.2	DASM: Die SuS führen Berechnungen zu den lastunabhängigen Größen (Polpaarzahl, Synchrondrehzahl) und den lastabhängigen Größen (Schlupf, Drehzahl) durch.
		8.4.3	Die SuS stellen Betriebskennwerte (Anlaufmoment, Kippmoment, Bemessungsmoment) an Kennlinien dar. (siehe Technische Richtlinie)
		8.4.4	Die SuS berechnen abhängige Größen aus Typenschildangaben.
Messtechnische Erfassung von Steuerungs- und Regelungsabläufen siehe LF 11		8.5.1	Die SuS erläutern, die Arbeitsweise eines 2-Punkt-Reglers und analysieren den Einfluss der Hysterese auf die Schalthäufigkeit und die Schwankungsbreite.
		8.5.2	Die SuS analysieren Sprungantworten von Regelstrecken (P, PT1, PT2, I) und bestimmen deren Kenngrößen (z.B.: K_{ps} , T_e , T_b).
		8.5.3	Die SuS wählen P, PI und PID - Regler nach Anwendungsfällen aus und beschreiben den Einfluss der Reglerparameter.
		8.5.4	Die SuS wenden Einstellungsverfahren nach CHR an und bestimmen Regelparameter K_{pr} , T_i , T_d .
Grenzwerte		8.6.1	Die SuS ermitteln Grenzwerte aus Datenblättern (Betriebsspannung, maximaler Druck, Messbereiche, ..).
Funktionsweise, Auswahl und Einstellung von Schutzeinrichtungen		8.7.1	Die SuS wählen geeignete Motorschutzschalter, Motorschutzrelais, Vollschutz und Überstromschutzorgane aus und stellen diese fachgerecht ein.
Steuern und Regeln von elektrischen Antrieben siehe LF 11		8.8.1	Die SuS erläutern die Funktionsweise eines Schalttransistors.
		8.8.2	Die SuS erläutern die Drehzahlsteuerung eines Gleichstrommotors mit einer H-Brücke (PWM) sowie die Parameter des PWM-Signals (Spannungsmittelwert, Tastgrad, Frequenz),
		8.8.3	Die SuS erklären die Funktionsweise eines Frequenzumrichters anhand des Prinzipschaltbildes.
		8.8.4	Die SuS stellen an einem Frequenzumrichter die Größen Rampe, Schlupfkompensation, Boost, U/f - Kennlinie ein und beschreiben den Einfluss dieser Parameter auf den Betrieb des Motors.
		8.8.5	Die SuS beschreiben die Leistungserhöhung eines FU-gesteuerten DASM durch Erhöhung der Eckfrequenz (87Hz - Kennlinie).
		8.8.6	Die Außenbeschaltung eines Frequenzumrichters wird von den SuS mit Hilfe eines Datenblattes anwendungsbezogen ermittelt.
Steuern und Regeln von hydraulischen Antrieben		8.9.1	Die SuS analysieren und interpretieren Kennlinien von Stromventilen (SV), Stromregelventilen (SRV), Primär- Sekundärsteuerung und Druckbegrenzungsventilen (DBV) z.B.: hydraulische Achse.
Positioniervorgänge, Freiheitsgrade siehe LF 11		8.10.1	Die SuS berechnen und ermitteln Getriebeübersetzung, Spindelsteigung, Zahnteilung und Auflösung des Wegmesssystems für Positionierachsen.
		8.10.2	Die SuS unterscheiden Bauformen von Robotern und benennen deren Einsatzgebiete. Die Freiheitsgrade werden definiert.
		8.10.3	Die SuS programmieren einfache Bewegungsabläufe z.B.: Roboterprogrammierung; Punkt-zu-Punkt (PTP) und Bahnsteuerung (CP) (Geraden-, Kreisinterpolation).

Prüf- und Messverfahren zur Positionsbestimmung		8.11.1	Die SuS unterscheiden Wegmesssysteme (absolut, inkrementell) und wählen diese anhand konkreter Anwendungsfälle aus.
Getriebe, Kupplungen siehe LF 10		8.12.1	Die SuS unterscheiden kraft- und formschlüssige Kupplungen und beschreiben deren Funktionsweise.
		8.12.2	Die SuS ordnen Stirn-, Kegel-, Schneckenradgetriebe geeigneten Anwendungen zu.
		8.12.3	Die SuS berechnen Schlupf, Verzahnung, Radial- und Axialkräfte.
Einarbeiten von Änderungen in vorhandene Unterlagen		8.13.1	Die SuS wenden zur Dokumentation geeignete Softwarelösungen an (CAD Systeme für Elektroschaltpläne, Pneumatik, Hydraulik und Mechanik).
Programmieren von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen siehe LF 11		8.14.1	Steuerungstechnische Problemstellungen werden von den SuS analysiert und die zugehörigen Zustandsgraphen werden erstellt (State-Maschine).
		8.14.2	Steuerungstechnische Problemstellungen werden von den SuS analysiert und die zugehörigen Ablauf-Funktionspläne werden erstellt (IEC61131).
		8.14.3	Die SuS programmieren Ablaufsteuerungen (linear) unter Verwendung des Schrittkettenbausteins (siehe technische Richtlinie) bzw. einfache Zustandsgraphen (nicht-linear).
		8.14.4	Die SuS programmieren und parametrieren modulare Steuerungsfunktionen.
Computersimulation		8.15.1	Die SuS nutzen Simulationen zur Inbetriebnahme von Baugruppen bzw. Anlagen und bewerten die Ergebnisse.
Messwernerfassung an Schnittstellen siehe LF 11		8.16.1	Die SuS interpretieren Kennwerte von A/D-Wandler (Auflösung, Wandlungszeit).
		8.16.2	Die SuS nennen Möglichkeiten der Erfassung von Produktionsdaten. (z.B. Erfassung von digitalen und analogen Werten aus dem Prozess).
Ursachen und Auswirkungen von Überlastsituationen		8.17.1	Die SuS bewerten Überlastsituationen wie z.B. Verschleiß, Bruch, Überstrom.
steuerungs- und regelungs-technische Zusammenhänge in englischer Sprache beschreiben		8.18.1	Die SuS erstellen Funktionsbeschreibungen und praxisgerechte Anlagendokumentationen in englischer Sprache.

vers7; Stand: 15.09.2020

Lernfeld 9







Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen

Inhalt	Symb.	#	Niveaunkretisierung
Schaltpläne		9.1.1	Die SuS können Schaltpläne (elektrisch, pneumatisch, hydraulisch) sowie Blockschaltpläne komplexer Systeme lesen und interpretieren
		9.1.2	Die SuS nutzen audiovisuelle und virtuelle Hilfsmittel um die Schaltpläne auf ihre Funktion zu testen.
Informationsübertragung siehe LF 11		9.2.1	Die SuS unterscheiden binäre, digitale und analoge Signalübertragung.
		9.2.2	Die SuS wählen für exemplarische Anwendungsfälle passende Leitungen und Steckverbinder aus.
		9.2.3	Die SuS nennen mögliche Störeinflüsse auf die Signalübertragung und wählen geeignete Gegenmaßnahmen aus.
Signalverläufe in Systemen		9.3.1	Die SuS können Signalwege und -umwandlungen in Systemen analysieren und grafisch darstellen (z.B. Blockschaltbild).
		9.3.2	Die SuS stellen zeitunabhängige Signalverläufe dar (Signalumformung z.B. Spannung-Temperatur, Spannung-Frequenz,...).
Signalstrukturen		9.4.1	Die SuS unterscheiden digitale Datenformate (z.B. Bit, Byte, Wort,...) Sie wenden die Umwandlung von Datenformaten und Zahlensystemen an (dual, dez. und hex).
		9.4.2	Die SuS nennen die Aufgabe und beschreiben die Funktionsweise von Codewandlern und wenden Codewandler in SPS Programmen an (z.B. INT_BCD).
Bussysteme		9.5.1	Die SuS unterscheiden Bustypen (IO-Link, Profinet und AS-i-Bus) anhand ihrer charakteristischen Eigenschaften.
Kommunikation in vernetzten mechatronischen Systemen		9.6.1	Die SuS beschreiben die Kommunikation in einer Service-Orientierten-Architektur (SOA). Z.B. Kommunikation zwischen MES und Anwendung, Kommunikation IoT.
Prüf- und Messverfahren		9.7.1	Die SuS unterscheiden zwischen Messen und Prüfen und wählen geeignete Verfahren zur Messung an Informationsschnittstellen aus (z.B. Sensorsignale mit Multimeter und
		9.7.2	Die SuS überprüfen durch die Signalmessungen die korrekte Funktion von Sensoren.
Untersuchung an Schnittstellen zwischen Systemkomponenten		9.8.1	Die SuS setzen Schnittstellentester an ausgewählten Beispielen sachgerecht ein.
Diagnose per Datenverarbeitung		9.9.1	Die SuS nutzen und interpretieren Statuszustände und Fehleranzeigen in Programmen.
Fehlerquellen siehe LF 11		9.10.1	Die SuS beschreiben mögliche Fehlerarten bei der Signalübertragung (EMV, Reflektion, Steckverbindungen, Fehler bei Sender oder Empfänger).
Dokumentation von Messergebnissen		9.11.1	Die SuS nutzen Möglichkeiten zur automatisierten Dokumentation bei Messvorgängen (z.B. Messwertkarte für PC oder Messgerät mit Schnittstelle).
		9.11.2	Die SuS fertigen bei Messungen entsprechende Messprotokolle an.
		9.11.3	Die SuS bereiten Messergebnisse mit Standardsoftware (z.B. Excel) auf.
Änderungen		9.12.1	Die SuS arbeiten Änderungen in Anlagendokumentationen (Schaltpläne, Klemmenbelegungspläne, Stücklisten, ...) ein.
		9.12.2	Die SuS führen Dokumentationsänderungen oder -ergänzungen mit geeigneter Software durch (z.B. CAD).
		9.12.3	Die SuS ändern englischsprachige Dokumentationen.
Vernetzungen zwischen Teilsystemen		9.13.1	Die SuS beschreiben das Prinzip der Vernetzung autarker Systeme (SPS, CNC, Roboter).
Hierarchien in vernetzten Systemen		9.14.1	Die SuS kennen die Hierarchieebenen der Automatisierungspyramide sowie die möglichen Veränderungen durch die Einführung der digitalen Fabrik.

Lernfeld 10

Planen der Montage und Demontage

Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Gesamtzeichnung		10.1.1	Die SuS analysieren mechanische Gesamtzeichnungen (Baugruppenzeichnungen) und leiten, auch unter Verwendung von CAD-Systemen, die Gesamtfunktion ab.
		10.1.2	Die SuS zeigen anhand von Gesamtzeichnungen Kraft- und Energieflüsse auf.
		10.1.3	Die SuS erkennen anhand der Gesamtzeichnung Baugruppen, feststehende und bewegliche Teile.
		10.1.4	Die SuS analysieren Teilzeichnungen, Stücklisten und erkennen vereinfachte Darstellungen.
		10.1.5	Die SuS ermitteln aus Passungsangaben entsprechende Passungsarten.
		10.1.6	Die SuS interpretieren Gewindeangaben.
		10.1.7	Die SuS erkennen und identifizieren Normteile und Maschinenelemente (Muttern, Schrauben, Scheiben, Wellen-Naben-Verbindungen, Stifte und Bolzen, Federn, Schrauben, Schraubensicherungen, Nutmuttern, Sicherungsbleche, Sicherungsringe, Dichtelemente) aus Zeichnung und Stückliste und begründen deren Anwendung. Sie führen einfache Festigkeitsberechnungen durch.
		10.1.8	Aus der Zeichnung heraus erkennen die SuS Antriebselemente und Lager (Riemen, Zahnräder, Wälzlager, Gleitlager) und begründen deren Anwendung sowie den Einsatz unterschiedlicher Werkstoffe.
		10.1.9	Die SuS sind in der Lage, Lageranordnungen (z.B. Fest-, Loslager), sowie die Umlaufverhältnisse (Punkt-, Umfangslast) von Wälzlagern zu bestimmen und daraus geeignete Passungsarten abzuleiten.
Arbeitsplan Demontage		10.2.1	Die SuS legen Schritte der Demontage fest.
Transportmittel, Hebezeuge und Montagehilfen		10.3.1	Die SuS benennen Hilfsmittel und Werkzeuge und wählen diese anwendungsbezogen aus: z.B. Sprezzange für Sicherungsringe, Abzieher, Montagehülsen, Anwärmgerät, Spaltlehre, Schraubenschlüssel, Drehmomentschlüssel, Hydraulische Presse.
Entsorgung und Recycling bei der Demontage		10.4.1	Die SuS beschreiben den sicheren und umweltgerechten Umgang bei der Entsorgung und beim Recycling und die Bedeutung des Life-Cycle-Management.
		10.4.2	Die SuS nennen Vorschriften zur fach- und umweltgerechten Entsorgung .
Prüfungen während der Demontage		10.5.1	Die SuS führen bei der Demontage Sichtkontrollen und Kontrollen der Komponenten durch.
Ver- und Entsorgungseinrichtungen mechatr. Systeme		10.6.1	Die SuS beschreiben die Versorgungseinrichtungen mechatronischer Systeme mit Druckluft, Hydraulikflüssigkeiten und Schmiermitteln.
Arbeitsplan Montage		10.7.1	Die Schritte der Montage werden von den SuS sachlogisch festgelegt.
		10.7.2	Die Beschreibung der Montageschritte erfolgt durch die SuS auch in englischer Sprache.
Betriebliche Montageunterlagen		10.8.1	Die SuS lesen Montageunterlagen und interpretieren diese.
Bedingungen für das Arbeiten am Montageort unter Berücksichtigung der Vorschriften		10.9.1	Die SuS beachten die Bedingungen der el. Sicherheit, des Arbeitsschutzes, des Umgangs mit Gefahrenstoffen, der Unfallverhütungsvorschriften und des Explosionsschutzes und berücksichtigen die entsprechenden Vorschriften.
Prüfungen während der Montage		10.10.1	Während der Montage werden vom SuS mit Werkstattmitteln durchführbare Prüfungen (z.B. Anzugsmomente, Dichtheitsprüfungen) durchgeführt.
		10.10.2	Die SuS wenden geeignete Mittel und Verfahren zum Messen und Prüfen von Spiel, Geradheit, Rechtwinkligkeit, Ebenheit, Durchbiegung, Parallelität, Laufruhe, Leichtgängigkeit an.
Form- und Lagetoleranzen		10.11.1	Die SuS begründen fertigungs- und funktionsgerechte Angaben (z.B. Rundlauf, Spiel, Parallelität, Rechtwinkligkeit, u.a.).

Justierarbeiten		10.12.1	Die SuS legen erforderliche Montageschritte fest, um bestimmte Funktionen (wieder-) herzustellen (z.B. Sensoren justieren, Spiel einstellen, Vorspannungen, Riemenspannung einstellen).
Sicherheitsmaßnahmen und deren Prüfung		10.13.1	Die SuS beschreiben die während der Montage erforderlichen VDE-Messungen, UVV werden entsprechend beachtet. (siehe LF 11)
Messprotokoll		10.14.1	Die SuS erstellen die Messprotokolle zu den Messungen während der Montage.
Teamarbeit		10.15.1	Im Team werden Terminplanungen, Arbeitseinsätze und Spezialisteneinsätze bedarfsgerecht geplant.
		10.15.2	Die Kommunikation im Team zur Demontage oder Montageplanung erfolgt auch in englischer Sprache.
Technisches Englisch		10.16.1	Die SuS lesen Montageanleitungen in englischer Sprache und interpretieren diese.

vers7; Stand: 15.09.2020

Lernfeld 11

Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung

Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Inbetriebnahme			
Blockschaltbilder, Wirkungs- und Funktionspläne von mechatronischen Systemen		11.1.1	Die SuS stellen mechatronische Systeme in Blockschaltbildern dar, zerlegen das System in sinnvolle Funktionseinheiten und erläutern deren Wirkungszusammenhänge.
Verfahren der Inbetriebnahme		11.2.1	Die Schritte einer Inbetriebnahme werden von den SuS unter Berücksichtigung geltender Vorschriften geplant (VDE-Prüfung nach UVV (DGUV) und BetrSichV).
		11.2.2	Die SuS planen die Inbetriebnahme elektropneumatischer, elektrohydraulischer und elektrischer Anlagen.
		11.2.3	Die SuS testen und analysieren Steuerungsprogramme mit Hilfe von Simulationsprogrammen (Offline Inbetriebnahme, Digitaler Zwilling)
Fachliche Vertiefung der Antriebstechnik		11.3.1	Die SuS beschreiben und vergleichen unterschiedliche leistungselektronische Steuerungsprinzipien (Phasenanschnittsteuerung, pulsweitenmodulierte DC- und AC Spannung)
		11.3.2	Die SuS erläutern den Motorbetrieb und den Generatorbetrieb.
		11.3.3	Regelverfahren der Antriebstechnik - Drehzahlregelung: Die SuS beschreiben den Aufbau des Regelkreises und die Reglerparametrierung (Regeln auf Führung, Regeln auf Störung).
		11.3.4	Regelverfahren der Antriebstechnik - Lageregelung: Die SuS beschreiben den Aufbau des Regelkreises und die Reglerparametrierung (Regeln auf Führung, Regeln auf Störung).
		11.3.5	Steuer- und Regelverfahren der Antriebstechnik: Die SuS unterscheiden diverse Regelverfahren der FU und beschreiben das entsprechende Wirkprinzip (U/f [lin.,quad.] mit und ohne Drehzahlrückführung; Vektorregelung).
		11.3.6	Die SuS dimensionieren ein Antriebssystem gemäß der maximal benötigten mechanischen Leistung (d.h. keine Überdimensionierung -> schlechter Wirkungsgrad).
		11.3.7	Bremsverfahren in der Antriebstechnik: Die SuS unterscheiden Bremsverfahren und beschreiben deren Wirkungsweise (mech. Bremsung, Gleichstrombremsung, Nutzbremse [Vergleich Bremschopper und Rückspeisung]).
		11.3.8	Wirkungsprinzipien von DC- und AC-Servomotor vergleichen und typische Antriebsaufgaben zuordnen.
		11.3.9	Die SuS bewerten Maßnahmen zur Vermeidung von EMV- Problemen durch EMV gerechte Installation.
Fachliche Vertiefung der Automatisierungstechnik		11.4.1	Die SuS wenden Technologiefunktionen in Steuerungsprogrammen an und parametrieren diese anwendungsbezogen (z.B. Kommunikationsbaustein, Positionierbaustein, Identbaustein).
		11.4.2	Entwurfsmethode Ablaufsteuerung: Die SuS stellen Steuerungsaufgaben in Schrittketten dar. Sie programmieren Schrittketten unter Verwendung bibliotheksfähiger Bausteine und binden diese in ein Steuerungsprogramm ein.
		11.4.3	Entwurfsmethode Ablaufsteuerung: Die Betriebsarten Automatik, Einzelschritt und Einrichten für Ablaufsteuerungen werden von den SuSn beschrieben.
		11.4.4	Strukturierte und modulare Programmierung: Die SuS wählen verschiedene Bausteintypen (FC, FB, OB und POE) aus und wenden diese an. Bibliotheksfähige Bausteine werden von den SuSn objektorientiert (modular) programmiert. Sie binden verschiedene Betriebsarten in ein Steuerungsprogramm ein.
		11.4.5	Regeln mit Automatisierungssystemen: Die SuS binden fertige Reglerbausteine in ein SPS-Programm ein und parametrieren diese.






		11.4.6	Analogwertverarbeitung: Die SuS wählen Messgrößen (Spannung, Strom, Widerstand, Temperatur und digitale Signale) und standardisierte Messbereiche (z.B. 0-10V, 1-5V, -10...+10V, 0-20mA, 4-20mA) aus und begründen diese Auswahl.
		11.4.7	Analogwertverarbeitung: Die SuS beschreiben Normierungsprinzipien und sind in der Lage, gegebene Normierungsfunktionen zu parametrieren.
Fachliche Vertiefung der Handhabungstechnik /CNC-Technik		11.5.1	Die SuS arbeiten mit Bezugspunkten (Werkstücknullpunkt, Maschinennullpunkt, Referenzpunkt). Sie vergleichen die unterschiedlichen Koordinatensysteme.
		11.5.2	Die SuS beschreiben die unterschiedlichen Wegmesssysteme an CNC-Maschinen (direkt, indirekt; absolut, inkremental).
		11.5.3	Die SuS erörtern Steuer- und Regelverfahren bei CNC-Maschinen: Lageregelung (Schleppabstand, Genauhalt, K_{PR} ...).
		11.5.4	Die SuS unterscheiden die Interpolationsarten linear und zirkular auch im Hinblick auf die Handhabungs-, Robotertechnik. Sie unterscheiden Positioniersysteme (Pick and Place) von Bahnsystemen (1 bis n-Achsen Interpolation).
		11.5.5	Die SuS benennen Bauarten von Industrierobotern und Effektoren (Greifer und Werkzeuge) und grenzen Peripherieeinrichtungen davon ab.
		11.5.6	Die SuS vergleichen Leistungsmerkmale von Industrierobotern: Arbeitsraum, Traglast, Genauigkeit, Achsgeschwindigkeiten, Beschränkungen durch Achszahl $n < 6$, sensorgeführter Bahn-Betrieb oder Betrieb ohne Sensorik.
Fachliche Vertiefung der Hydraulik und Proportionaltechnik		11.6.1	Die SuS unterscheiden Pumpen-Bauarten und nennen Einsatzkriterien (Zahnrad- und Axialkolbenpumpe).
		11.6.2	Die SuS unterscheiden die wichtigsten Hydraulik -Ventile: Wegeventile, Druckbegrenzungsventil, Stromregelventil, Rückschlagventil (entsperrbar) bezüglich ihrer Kennlinien.
		11.6.3	Die SuS beschreiben das Prinzip der Ansteuerung der Proportionalhydraulik am Beispiel von Druck-, Strom- und Wegeventil.
		11.6.4	Die SuS analysieren Hydraulikschaltpläne hinsichtlich der Aufgabenstellung (Primärsekundärsteuerung).
		11.6.5	Die SuS simulieren Schaltungen der Hydraulik computerunterstützt.
		11.6.6	Die SuS erläutern die Vorgehensweise der Hydraulik-Inbetriebnahme (Dichtheitsprüfung).
		11.6.7	Die SuS erläutern Gefahren und sicherheitstechnische Maßnahmen (Überdruck, Überhitzung, Leitungsverlegung...).
		11.6.8	Die SuS analysieren Energieströme im Hydrauliksystem und begründen daraus die Notwendigkeit der Kühlung.
Schutzeinrichtungen		11.7.1	Die SuS beurteilen elektrische Schutzeinrichtungen und -vorkehrungen an Anlagen und Maschinen.
		11.7.2	Die SuS interpretieren die Bedeutung der Warnschilder korrekt.
		11.7.3	Die SuS respektieren die UVV als verbindliche Vorgaben.
Technische Unterlagen		11.8.1	Die SuS beschaffen sich aus Unterlagen Informationen, um die Gesamtfunktion von Baugruppen oder Anlagen beschreiben zu können.
Einzelfunktion von Komponenten		11.9.1	Die SuS erläutern die Funktion von Einzelkomponenten eines mechatronischen Systems aus dem Gesamtzusammenhang heraus.
Schnittstellen		11.9.1	Die SuS definieren mechanische, elektrische und informationstechnische Schnittstellen in einer Anlage und beschreiben deren Funktion.
		11.9.2	Die SuS führen einen Funktionstest der Anlage durch schrittweises Untersuchen der Schnittstellenfunktionen durch..
Messverfahren		11.10.1	Die SuS wählen geeignete Messverfahren bei der Inbetriebnahme einer Beispielanlage aus und beschreiben diese (z.B. Druck, Temperatur bei Belastung, Leistung, Maße, Drehmoment, VDE-Messungen...).
Funktionsprotokolle		11.11.1	Die SuS beschreiben den Zweck und beispielhaft den Aufbau eines Funktions-/ Inbetriebnahmeprotokolls.
Elektrische und mechanische Schutzmassnahmen, Schutzvorschriften		11.12.1	Die SuS beschreiben Verfahren zur Überprüfung der Wirksamkeit der elektrischen Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100, Teil 610; DIN VDE 0113 Teil 1; EN 60204 Teil 1.
		11.12.2	Die SuS beschreiben Funktionsweise ausgewählter elektrischer Schutzeinrichtungen (z.B. Not-Aus/Not-Halt Einrichtungen, Türüberwachungen, Lichtvorhang, Anwesenheitsüberwachung,...).

		11.12.3	Die SuS beschreiben Funktionsweise ausgewählter mechanischer Schutzeinrichtungen (Personenschutz wie Absperrgitter, Anlagenschutz wie Rutschkupplung, Sollbruchstelle,...).
Überprüfung und Einstellung von Sensoren und Aktoren		11.13.1	Die SuS parametrieren Intelligente Sensoren mit Hilfe entsprechender Konfigurationstools.
		11.13.2	Die SuS integrieren busfähige Sensoren in ein bestehendes Automatisierungssystem.
Inbetriebnahmeprotokoll		11.14.1	Die SuS führen eine strukturierte Inbetriebnahme durch und protokollieren die Prüfungsergebnisse (Inbetriebnahmeprotokoll, VDE-Prüfprotokoll).
Systemparameter		11.14.1	Die SuS stellen die Betriebsdaten einer Anlage fest und bewerten diese in Bezug zu den Grenzwerten.
Bus-Parametrierung		11.15.1	Die SuS ermitteln die Parameter von Busteilnehmern und parametrieren diese anwendungsbezogen.
		11.15.2	Die SuS beschreiben die Möglichkeiten des Systemaufbaus von Automatisierungsgeräten und -systemen (kompakt, modular, zentral, dezentral).
		11.15.3	Die SuS konfigurieren und parametrieren vernetzte Automatisierungssysteme (z.B. IO-Link, Profinet, OPC-UA..) und passen bestehende Systeme an geänderte Kundenanforderungen unter Beachtung der Datensicherheit an.
Softwareinstallation		11.16.1	Die SuS übertragen Software (Firmware, SPS-Programm, Testroutine,...) und passen diese bei Bedarf an.
Berücksichtigung von Kundenanforderungen		11.17.1	Die SuS berücksichtigen Kundenwünsche (technische und soziale Aspekte) auf der Grundlage des Lasten- und Pflichtenheftes; Erfüllung des Pflichtenheftes wird geprüft.
Einflüsse von mechatronischen Systemen auf ökonomische, ökologische und soziale Bedingungen		11.18.1	An einem beispielhaften System erkennen und bewerten die SuS die Einflüsse auf Mensch, Gesellschaft und Umwelt (Lärmentwicklung, Emissionen, Produktionskosten, Personalkosten, Rationalisierung, ...).
Fehlersuche			
Störungsanalyse		11.19.1	Die SuS erkennen und dokumentieren typische Störungen eines Beispielsystems.
Strategien und Verfahren in elektr., pneum. und hydraulischen Systemen		11.20.1	Die SuS wenden die Vorwärts- und Rückwärtsstrategie an. Ereignis-Ablauf-Analyse erstellen, anwenden und visualisieren (PAP, Tabelle) Systemspezifische Eigenschaften berücksichtigen (z.B. Umwelt, Sicherheit, Energie) notwendige Hilfsmittel auswählen und anwenden.
Prozeßvisualisierung, Diagnosesysteme, Ferndiagnose		11.21.1	Die SuS beschreiben die Möglichkeiten der Diagnose (Datenerfassung, Cloudecomputing). Sie beschreiben Vorteile der Prozessvisualisierungen und wenden Diagnosesysteme (Auswertung von Prozessdaten) an.
		11.21.2	Die SuS sind in der Lage, Visualisierungssysteme von Simulationssystemen abzugrenzen.
		11.21.3	Die SuS nutzen ein Visualisierungssystem zur Darstellung eines einfachen Prozesses.
		11.21.4	Die SuS passen eine vorhandene Visualisierung eines Prozesses an geänderte Bedingungen an.
Elektromagnetische Verträglichkeit		11.22.1	Die SuS beschreiben die EMV unter Beachtung der Begriffe "Feld, Kopplungsarten, Quelle, Senke, Maßnahmen zur Verhinderung der Störanfälligkeit".
Fehlerdokumentation		11.23.1	Die SuS beschreiben Ursache und Wirkungskette typischer Fehler.
Instandsetzung			
Störungsbeseitigung		11.24.1	Die SuS beschreiben die Vorgehensweise einer Störungsbeseitigung an einem Beispielsystem.
Kommunikation		11.25.1	Die SuS analysieren Zustands- und Prozessdaten einer Anlage und leiten entsprechende Informationen weiter.
Behebung von Programmfehlern		11.26.1	Die SuS analysieren Störungen durch Programmfehler unter Zuhilfenahme von Status- und Analysetools; sie beheben die Fehler und dokumentieren die Programmänderung.
Instandsetzungsprotokoll		11.27.1	Die SuS können wesentliche Informationen eines Instandsetzungsprotokolls nennen.
Qualitätssicherungsverfahren		11.28.1	Die SuS beschreiben den Zusammenhang zwischen Abnutzungsvorrat, Inspektion, Wartung, Instandsetzung und Verbesserung.
		11.28.2	Die SuS beschreiben Maßnahmen zur Überwachung der Produktqualität (z.B. Qualitätssicherung: Stichprobe, Qualitätsregelkarte, Eingriffsgrenzen).
		11.28.3	Die SuS beschreiben Auswirkungen der Qualitätsüberwachungsergebnisse auf Inspektions- und Wartungspläne.

Lernfeld 12

Vorbeugende Instandhaltung


















Inhalt	Symb.	#	Niveaunkonkretisierung
Verschmutzung, Ermüdung, Verbrauch, Verschleiss und deren Auswirkung		12.1.1	Die SuS unterscheiden die Einflussgrößen Verschmutzung, Ermüdung, Verbrauch und Verschleiß und beschreiben deren Auswirkungen auf Bauteile und Baugruppen (Verschmutzung => u.a. Lebensdauer der Bauteile, Verfälschung der Sensorsignale, auch Witterungseinflüsse, Korrosion; Ermüdung => u.a. Materialbetrachtung, Festigkeit, Bruchgefahr; Verbrauch => u.a. Kühl- und Schmiermittel, Verbrauchsdaten ermitteln und beurteilen; Verschleiß => u.a. Oberflächenprobleme, Analyse von Kräftflüssen).
		12.1.2	Die SuS beurteilen den Einfluss exemplarischer Maßnahmen der vorbeugenden Instandhaltung auf die Systemzuverlässigkeit.
Systemzuverlässigkeit		12.2.1	Die SuS beschreiben den erhöhten Wartungsbedarf sicherheitsrelevanter Systeme an Beispielen.
		12.2.2	Die SuS beschreiben die nachträgliche Realisierung redundanter Systeme als Maßnahme zur Erhöhung der Systemzuverlässigkeit.
		12.2.3	Die SuS beschreiben die Erhöhung des Abnutzungsvorrats bei Bauteilen und Baugruppen an einem Beispiel.
Notwendigkeit vorbeugender Instandhaltung		12.3.1	Die SuS beschreiben und vergleichen Instandhaltungsstrategien und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen (Ereignis-, zustandsabhängige und intervallabhängige Instandhaltung; Schadensfolgenabschätzung)
		12.3.2	Die SuS beschreiben die Möglichkeiten der vorbeugende Instandhaltung mit Hilfe neuer Technologien wie z.B. Smart-Sensor.
Erstellung und Anpassung von Wartungsplänen		12.4.1	Die SuS lesen Wartungs- und Inspektionspläne, erläutern deren Aufbau und Struktur und werten diese aus.
		12.4.2	Die SuS erstellen einfache Wartungspläne für mechatronische Komponenten.
Inspektionen		12.5.1	Die SuS erläutern die Inspektion an einem Beispiel (Beurteilung des Ist-Zustandes nach objektiven Kriterien; geeignete Maßnahmen; Abnutzungsursachen bestimmen).
		12.5.2	Die SuS beschreiben die Dokumentation der Ergebnisse von Inspektion und Wartung und führen diese an einem einfachen Beispiel durch (z.B. Maschinenkarte).
Verfahren zur Überprüfung von Sicherheitseinrichtungen		12.6.1	Der SuS beschreiben die Vorgehensweisen zur Prüfung elektrischer sicherheitstechnischer Einrichtungen aufgrund der Anforderung an diese Sicherheitseinrichtungen (z.B. Not-Aus-Einrichtungen, Sicherheitsgrenztaster, Türüberwachungen, Abschaltungen, Grenzwerte...).
		12.6.2	Die SuS beschreiben die Vorgehensweisen zur Prüfung mechanischer sicherheitstechnischer Einrichtungen aufgrund der Anforderung an diese Sicherheitseinrichtungen (z.B. Vollständigkeit, Beschädigungen, Funktionsfähigkeit,...).
Sicherheitseinrichtungen einstellen und justieren		12.7.1	Die SuS beschreiben anhand der exemplarischen Betrachtung eines mechatronischen Systems wie Sicherheitseinrichtungen eingestellt und justiert werden können. z.B: Bearbeitungszelle mit Roboter: Türverriegelung, Türüberwachung, Innenraumüberwachung,...
		12.7.2	Die SuS entnehmen Informationen aus technischen Vorschriften (z.B. Eichvorgänge, TÜV, UVV).
Anpassung von Systemkomponenten an veränderte Anforderungen		12.8.1	An einem Beispiel beschreiben die SuS die zweckmäßigen Veränderungen an Systemkomponenten (System ist zu anfällig, zu hoher Wartungsaufwand: Wie kann System geändert werden um Zuverlässigkeit zu erhöhen; zu hoher Verschleiß, zu hohe Temp., Verbrauch zu hoch => Abhilfe?).
Diagnoseverfahren und Wartungssysteme		12.9.1	Die SuS beschreiben typische Wartungssysteme (z. B. Zentralschmieranlagen: automatisierte Schmierung nach Bedarf, Aufbereitungsanlagen). Sie analysieren prozessbezogene Daten und werten diese softwaregestützt aus (SPS Programm zur Überwachung von Sensoren und Aktoren).
Qualitätsmanagement		12.10.1	Die SuS beschreiben die Einflüsse von Instandhaltungsmaßnahmen auf die Qualitätssicherung (Ursachen für anlagenbedingte Sollwertabweichungen, Produktqualität, Kalibrierungsintervalle,...). Sie begründen die Notwendigkeit der Instandhaltung aufgrund von Qualitätsprüfungen. Sie weisen rechnerische die Maschinen- und Prozessfähigkeit nach.
Dokumentation		12.11.1	Die SuS beschreiben die sachgerechte Dokumentation von Instandhaltungsmaßnahmen (auch in Englisch).

Einarbeitung von Änderungen in technische Unterlagen		12.12.1	Die SuS arbeiten Anlagenänderungen, die durch die Instandhaltung entstanden sind, auch in englischer Sprache in technische Unterlagen ein.
Wartungsbedarf		12.13.1	Wartungsmaßnahmen beschreiben. Die SuS werten zur Ermittlung des Wartungsbedarfs Prozessdaten und technische Unterlagen aus (z.B. Eingriffsgrenzen).
Vorschriften des Gesundheits- und Arbeitsschutzes		12.14.1	Die SuS beschreiben typische Vorschriften des Gesundheits- und Arbeitsschutzes (Schutz des Umfeldes, Ex-Schutz, Gase).
Fehleranalysen durchführen		12.15.1	Die SuS wählen geeignete Sensoren zur Erfassung des Anlagenzustandes aus. Sie beschreiben Möglichkeiten zur Speicherung von Prozessdaten.
Ergebnisse der Fehleranalyse statistisch aufbereiten		12.16.1	Die SuS leiten aus den Anlagen- und Prozessdaten Maßnahmen zur vorbeugenden Instandhaltung ab (physikalische Anlagengrößen, Anlagennutzungsgrad ; Statistik: Ausfallrate, Mittelwertbestimmung, Histogramme, Gauß'sche Normalverteilung/ Wahrscheinlichkeitsnetz).

vers7; Stand: 15.09.2020

Lernfeld 13

Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden

Inhalt	Symb.	#	Niveaue Konkretisierung
Nutzung innerbetrieblicher Kommunikationssysteme		13.1.1	Die Schüler bereiten die Übergabe einer Anlage an den Kunden unter Nutzung von Intranet, Internetrecherche, Email und Datenbankssoftware vor.
		13.1.2	Die Schüler nutzen aktuelle Kommunikationsmedien unter Beachtung geltender Datenschutzrichtlinien. Sie wenden Methoden zur Sicherung ihrer digitalen Speichermedien an (Passwortschutz, Verschlüsselung, etc..).
Teamarbeit		13.2.1	Die Schüler wenden Regeln, die für eine erfolgreiche Teamarbeit wichtig sind, an.
		13.2.2	Die Schüler beschreiben die verschiedenen Rollen, die ein Mitarbeiter in einem Team übernehmen kann.
		13.2.3	Die Schüler planen die Arbeit in einem Team und sie dokumentieren das Ergebnis nach der Durchführung.
		13.2.4	Die Schüler wenden Instrumente des Konfliktmanagements an.
Kommunikation		13.3.1	Die Schüler beschreiben wesentliche Kommunikationsregeln und erläutern das 4-Ohren-Modell.
		13.3.2	Die Schüler beschreiben Gütekriterien nichtverbaler Kommunikation und berücksichtigen diese.
		13.3.3	Die Schüler beschreiben Gütekriterien verbaler Kommunikation (Schriftverkehr und Gespräch) und berücksichtigen diese auch in der Kommunikation in englischer Sprache.
Moderation, Präsentation		13.4.1	Die Schüler beschreiben den richtigen Einsatz von Gestik und Mimik bei Präsentationen und wenden diese entsprechend an.
		13.4.2	Die Schüler erläutern die Güte Merkmale einer Präsentation und wenden diese an.
		13.4.3	Die Schüler wählen Präsentationsmedien zielgruppen- und themengerecht aus und wenden diese sicher an.
Kunden- / Lieferanten- beziehung		13.5.1	Die Schüler beschreiben Verhaltensregeln gegenüber Kunden und Lieferanten und wenden diese an.
		13.5.2	Die Schüler erläutern die Bedingungen an die Übergabe eines Produktes (z.B. Garantie- und Gewährleistungsansprüche).
Bedienungsanleitungen, Betriebsanleitungen		13.6.1	Die Schüler nehmen beispielhafte Einweisung des Kunden in die Bedienung eines Systems oder einer Anlage, auch in englischer Sprache, vor.
		13.6.2	Die Schüler erstellen einfache Bedienungsanleitungen, auch in englischer Sprache.
		13.6.3	Die Schüler unterscheiden Bedienungsanleitungen von Betriebsanleitungen.

Anmerkung:

Dieses Lernfeld eignet sich im besonderen, integrativ während der gesamten Ausbildungszeit umgesetzt zu werden.

Der Stundenumfang von 60h kann so u.E. auf die Ausbildungsjahre 1-4 verteilt werden. Kompetenzen im Bereich der Kommunikation und der Teamarbeit stehen im Mittelpunkt der Zielformulierungen.

"Kunde" ist hier in einem weiteren Sinne zu verstehen. Hierzu zählen nicht nur die "Käufer" von mechatronischen Systemen sondern auch Empfänger/Adressat von Dienstleistung, Information u.ä., auch innerbetrieblich.