

**Lehrplan
für das Berufskolleg
in Nordrhein-Westfalen**

Energietechnik

**Bildungsgänge der Fachoberschule
(Anlage C9 bis C11 und D29)**

ISBN 978-3-89314-912-4

Heft 40112

Herausgegeben vom
Ministerium für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49, 40221 Düsseldorf

Copyright by Ritterbach Verlag GmbH, Frechen

Druck und Verlag: Ritterbach Verlag
Rudolf-Diesel-Straße 5-7, 50226 Frechen
Telefon (0 22 34) 18 66-0, Fax (0 22 34) 18 66 90
www.ritterbach.de

1. Auflage 2007

**Auszug aus dem Amtsblatt
des Ministeriums für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Nr. 07/07**

**Berufskolleg;
Bildungsgänge der Fachoberschule nach § 2 Abs. 1
Anlage C 9 bis C 11 und § 2 Abs. 3 Anlage D 29
der Verordnung über die Ausbildung und Prüfung in den Bildungsgängen des Berufskollegs (APO-BK);
Richtlinien und Lehrpläne**

RdErl. d. Ministeriums für Schule und Weiterbildung
v. 16. 6. 2007 – 612-6.08.01.13-3200

Bezug:

RdErl. des Ministeriums für Schule, Jugend und Kinder
vom 24. 6. 2004 (ABI.NRW. 7/04 S.239)

Unter Mitwirkung erfahrener Lehrkräfte wurden die Richtlinie und die Lehrpläne für die Bildungsgänge Fachoberschule nach § 2 Abs. 1 Anlage C 9 bis C 11 und § 2 Abs. 3 Anlage D 29 APO-BK erarbeitet.

Die Richtlinie und die Lehrpläne für die in der **Anlage** aufgeführten Fächer werden hiermit gemäß § 29 Schulgesetz (BASS 1 – 1) mit Wirkung vom 1. 8. 2007 in Kraft gesetzt.

Die Veröffentlichung der Lehrpläne erfolgt in der Schriftreihe „Schule in NRW“.

Die Richtlinie und die Lehrpläne sind allen an der didaktischen Jahresplanung für den Bildungsgang Beteiligten zur Verfügung zu stellen und zusätzlich in der Schulbibliothek u. a. für die Mitwirkungsberechtigten zur Einsichtnahme bzw. zur Ausleihe verfügbar zu halten.

Die Erlasse vom

– 7.2.2000 - 634-36-0-3 Nr. 27/00 (n. v.)

– 22.5.2000 - 634-36-0-3 Nr. 113/00 (n. v.)

– 5.3.2001 - 634-36-0-3 Nr. 55/01 (n. v.)

– 6.6.2001 - 634-36-0-3 Nr. 118/01 (n. v.)

werden bezüglich der Regelungen für die Klasse 13 der Fachoberschule mit Wirkung vom 1. 8. 2007 aufgehoben. Der Erlass vom 17. 6. 2002 – 634-36-0-3-90/02 (n. v.) wird mit Wirkung vom 1. 8. 2007 aufgehoben. Die im Bezugserrlass aufgeführten Lehrpläne sowie die Richtlinie zur Erprobung, die von den nunmehr auf Dauer festgesetzten Richtlinie und Lehrplänen abgelöst werden, treten mit Wirkung vom 1. 8. 2007 außer Kraft.

Anlage

Fach	Heft-Nr.
1. Agrarmarketing	40200
2. Agrartechnologie	40201
3. Bauphysik	40100
4. Bauplanungstechnik	40101
5. Bautechnik	40102
6. Betriebswirtschaftslehre mit Rechnungswesen	40160
7. Biologie	40002
8. Biologietechnik	40150
9. Chemie	40003
10. Chemietechnik	40151
11. Datentechnik	40110
12. Datenverarbeitung	40004
13. Deutsch/Kommunikation bzw. Deutsch	40005
14. Druckgrafik	40190
15. Elektrotechnik	40111
16. Energietechnik	40112
17. Englisch	40006
18. Erziehungswissenschaft	40180
19. Französisch	40007
20. Freies und Konstruktives Zeichnen	40191
21. Gestaltungstechnik	40192
22. Gesundheitswissenschaften	40181
23. Grafik-Design	40193

24. Holztechnik	40103
25. Industrie-Design	40194
26. Informatik	40008
27. Informationstechnik	40009
28. Informationswirtschaft	40161
29. Konstruktions- und Fertigungstechnik	40120
30. Kunst/Kunstgeschichte	40195
31. Maschinenbautechnik	40121
32. Mathematik	40010
33. Mediengestaltung/Mediendesign	40196
34. Naturschutz und Landschaftspflege	40202
35. Ökologie	40203
36. Pädagogik	40182
37. Physik	40011
38. Physikalische Chemie	40152
39. Physiklechnik	40153
40. Politik/Gesellschaftslehre bzw. Gesellschaftslehre mit Geschichte	40012
41. Produktdesign	40197
42. Prozess- und Automatisierungstechnik	40113
43. Prüfwesen und Labortechnik	40130
44. Psychologie	40183
45. Schnitt-/Konstruktionstechnik	40131
46. Soziologie	40184
47. Spezielle Betriebswirtschaftslehre (Außenhandelsbetriebslehre)	40162
48. Textil- und Bekleidungstechnik, Profil Bekleidungstechnik	40132
49. Textil- und Bekleidungstechnik, Profil Textiltechnik	40133
50. Umweltschutztechnik	40154
51. Vermessungstechnik	40104
52. Volkswirtschaftslehre	40163
53. Werkstofftechnik	40122
54. Wirtschaftsinformatik	40164
55. Wirtschaftslehre	40013
56. Wirtschaftsrecht	40165
57. Richtlinien für die Bildungsgänge der Fachoberschule Klassen 11, 12 und 13	40001

Struktur der curricularen Vorgaben für die Bildungsgänge der Fachoberschule

Richtlinie

Die Richtlinie enthält grundsätzliche Informationen und Vorgaben zu den Bildungsgängen der Fachoberschule, zu Aufgaben und Zielen, zu Organisationsformen, Fachrichtungen und Lernbereichen und zu den Prüfungen. Hier finden sich auch die Stundentafeln.

Die Richtlinie gilt **für alle Fächer** und Fachrichtungen und wird durch die einzelnen Lehrpläne konkretisiert und ergänzt.

Lehrpläne

Für jedes Fach existiert ein Lehrplan. Er enthält verbindliche Vorgaben und Hinweise zu den Unterrichtsinhalten und ggf. zu den Prüfungen in diesem Fach.

Daneben enthält der Lehrplan noch bis zu zwei exemplarische Unterrichtssequenzen für häufig vertretene Fachrichtungen.

Exemplarische Unterrichtssequenzen

Die exemplarischen Unterrichtssequenzen stellen in Tabellenform **mögliche** unterrichtliche Ausgestaltungen des jeweiligen Faches für ausgewählte Fachrichtungen vor.

Inhalt

		Seite
1	Vorbemerkungen	9
2	Jahrgangsstufe 11	10
3	Curriculare Hinweise für die Jahrgangsstufe 12	11
4	Curriculare Hinweise für die Jahrgangsstufe 13	12
5	Exemplarische Unterrichtssequenzen für die Jahrgangsstufen 12 und 13	13

1 Vorbemerkungen

Die Sachbereiche der Energietechnik werden wesentlich durch Energieumwandlungsprozesse bestimmt. Die Entwicklung und Konstruktion neuer bzw. der Ausbau vorhandener Anlagen stellt hohe Ansprüche an Planung, Erstellung, Betrieb und Wartung; so müssen die Prozesse der Energiewandlung nicht nur den technischen Erfordernissen entsprechen, sondern auch in hohem Maße wirtschaftlich und ökologisch verträglich sein.

Die Begrenzung von Rohstoffen zur Gewinnung elektrischer Energie, die entwickelten Verfahren zur Nutzung regenerativer Energiequellen und die damit verbundenen Probleme stellen die Energietechnik in das Blickfeld einer kritischen, umweltbewussten Beurteilung und Bewertung. Die technologischen Grundlagen dafür bezieht die Energietechnik aus den Forschungsbereichen der elektrotechnischen Wissenschaft, insbesondere aus den Beiträgen zur Steuerungs- und Anlagentechnologie der Leistungselektronik.

Die Auswahl von Problemstellungen soll im Hinblick auf die berufspraktische Bedeutung sowie unter dem Aspekt der Erweiterung und Vertiefung von Handlungs- und Studierfähigkeit der Schülerinnen und Schüler getroffen werden. Konkrete energietechnische Problemstellungen haben auch wechselseitige Bezüge zu anderen Fächern des Bildungsgangs. Diese sollen herausgearbeitet und abgestimmt in den verschiedenen Fächern in ihren spezifischen Betrachtungsweisen bearbeitet werden. Insbesondere besteht zum Fach Elektrotechnik ein enger Zusammenhang. Ausgehend von komplexen Fragestellungen sind die Ergebnisse möglichst mit entsprechenden Versuchsanordnungen durch die Schülerinnen und Schüler messtechnisch zu ermitteln und in einen allgemein fundierten theoretischen Gesamtzusammenhang zu überführen.

Problemstellungen können hier den relevanten Bereichen der Energietechnik wie Erzeugung, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie, Aufbau und Belastung elektrischer Netze durch Verbraucher, gesteuerte und geregelte elektromechanische, elektromagnetische und elektronische Energiesteller und Energiewandler entnommen werden.

2 Jahrgangsstufe 11

Im Rahmen der Klasse 11 sollen die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse im Bereich der elektrotechnischen Grundbildung erwerben, die vergleichbar mit denen einer einschlägigen Berufsbildung sind. Dazu gehören Grundkenntnisse der Steuerungstechnik (Schützsteuerung und Grundsaltungen der SPS-Steuerung) sowie über Transformatoren und elektrische Antriebe (Motor- und Generatorprinzip, magnetische Kopplung und Streuung, Kurzschluss- und Leerlaufverhalten von Transformatoren, Aufbau und Funktionsweise von Gleich- und Wechselstrommaschinen). Darüber hinaus sind auch Grundkenntnisse der elektrotechnischen Kommunikation wie die Handhabung von Planungs-, Darstellungs- und Beschreibungsmitteln zu vermitteln.

3 Curriculare Hinweise für die Jahrgangsstufe 12

Der Unterricht in der Jahrgangsstufe 12 soll durch die Orientierung an der Bearbeitung von überschaubaren, komplexen Aufgaben die Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler vertiefen und erweitern. Damit wird zugleich ermöglicht, dass unterschiedliche Profile der beruflichen Ausbildung und entsprechende Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler kreativ genutzt werden.

Aufbauend auf den berufspraktischen und schulischen Erfahrungen ist im Themenbereich – Steuerung mit Halbleiterventilen – der Thyristor als steuerbares Ventil in Gleich- und Wechselrichterschaltungen und als Stellglied in Wechsel- bzw. Drehstromkreisen verbindlich im Unterricht zu bearbeiten. Dabei sind zu Beginn der Jahrgangsstufe solche Lernaufträge auszuwählen, die es ermöglichen, die vorhandenen Kenntnisse und Fertigkeiten der Schülerinnen und Schüler anzugleichen und zu vertiefen. Darüber hinaus ist ein weiterer der folgenden Themenbereiche

- Aufbau, Funktion und Dimensionierung von Transformatoren, Wechselstrom- und Drehstromtransformatoren,
- Elektrotechnische Verfahren und Anlagen zur Energiegewinnung (Auswahl und Ansteuerung der Generatoren, Anpassung ans Netz Photovoltaikanlagen (Inselbetrieb, Ankopplung ans Netz), Windkraftanlagen),
- Betrieb von Gleichstrommotoren,
- Funktionelle Zusammenhänge in der Prozessautomatisierung bzw. in der Regelungstechnik

oder ein anderer von der Bildungsgangkonferenz festgelegter Themenbereich verpflichtend.

Fachübergreifende Bezüge zu Mathematik (z. B.: Oberwellenbetrachtungen, die Berechnung von Arbeitsintegralen, trigonometrische Funktionen und die Berechnung mittels komplexer Zahlen), aber auch zu Politik/Gesellschaftslehre (gesellschaftliche Bedingtheit technischer Lösungen) sind zu nutzen.

4 Curriculare Hinweise für die Jahrgangsstufe 13

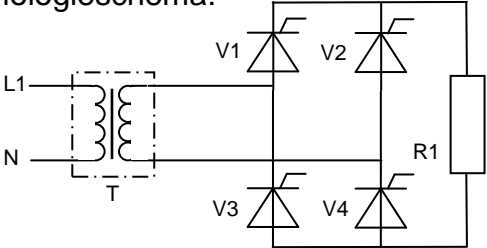
Unter Berücksichtigung ihrer berufspraktischen und schulischen Erfahrungen, Kenntnisse und Fertigkeiten sind die Schülerinnen und Schüler in die Lage zu versetzen, für ein gestelltes technisches Problem eine vernünftige, in der Praxis umsetzbare Lösung zu finden. Systematisches Vorgehen bei der Planung und Durchführung, sicherer Umgang mit energietechnischer Fachsprache, Beherrschung geeigneter mathematisch-naturwissenschaftlicher Verfahren sowie die Fähigkeit, die Ergebnisse eigener Tätigkeit zu begründen, zu interpretieren, zu bewerten und zu präsentieren sind leitende Ziele bei der Bearbeitung von mindestens zwei der folgenden Themenbereiche.

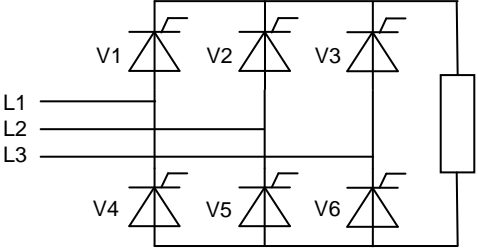
- Elektrotechnische Verfahren und Anlagen zur Energiegewinnung: Photovoltaikanlagen – Inselbetrieb, Ankopplung ans Netz, Windkraftanlagen – Auswahl und Ansteuerung der Generatoren, Anpassung ans Netz
- Elektrotechnische Verfahren und Anlagen zur Energieübertragung und –verteilung: Betrieb von Anlagen im Netzverbund und Inselbetrieb Vorschriften und Normen für die Energieverteilung
- Steuerung und Regelung elektromotorischer Antriebe: Mehrquadrantenbetrieb bei Gleichstrommotoren, Frequenzumrichter mit Gleichspannungs- oder Gleichstromzwischenkreis
- Prozessautomatisierung und Robotertechnik.

Darüber hinaus kann die Bildungsgangkonferenz weitere Themenbereiche festlegen.

Fächerübergreifende Bezüge werden z. B. durch Projekte und komplexe Aufgaben aufgegriffen. Die Inhalte sind in der Bildungsgangkonferenz mit den Ansprüchen der weiteren Fächer des fachlichen Schwerpunktes abzustimmen.

5 Exemplarische Unterrichtssequenzen für die Jahrgangsstufen 12 und 13

Jahrgangsstufe 12.1: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Energietechnik in der Fachrichtung Technik, fachlicher Schwerpunkt Elektrotechnik	
Themenbereich(e) Themen/Inhalte	Hinweise/Bemerkungen (Lernaufgaben, Projekte, fächerübergreifende Bezüge, Erweiterung der Methoden- und Medienkompetenz ...)
Steuerung mit Halbleiterventilen Fremdgeführter Stromrichter <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeit • Schaltungsdimensionierung • Blindleistung/Oberwellenfilter • Dimensionierung von Transformatoren • Ansteuerung, Betriebsverhalten, Verlustleitung, Kühlung • Arithmetischer und quadratischer Mittelwert, Verzerrungsleistung, Steuerblindleistung, Oberwellen, totaler Leistungsfaktor 	Analyse und Bewertung der spezifischen Eigenschaften einer M1C-/B2C-Schaltung mit ohmscher Last anhand von Produktunterlagen und Messdaten. Einfluss der Auswahl des Thyristortyps bzw. der Thyristorschaltung auf den Energieumsatz und die Betriebskosten unter besonderer Berücksichtigung der Stromrichterverlustleistung und der Transformatorbauleistung. Messprobleme bei Halbleiterventilen Vergleichende Präsentation der Analyse- und Auswahlresultate. Technologieschema:  Dimensionierung einer Stromrichterschaltung zur Ansteuerung einer Spulenwickelmaschine unter den Aspekten <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeit • Technische Anforderungen und deren Realisierbarkeit • Präsentation des Dimensionierungsvorschlags Fachübergreifend: <ul style="list-style-type: none"> • Idealisieren und ableiten mathematischer Algorithmen zur Mittelwertbestimmung und Analyse der Oberwellen • Wirtschaftliches Handeln

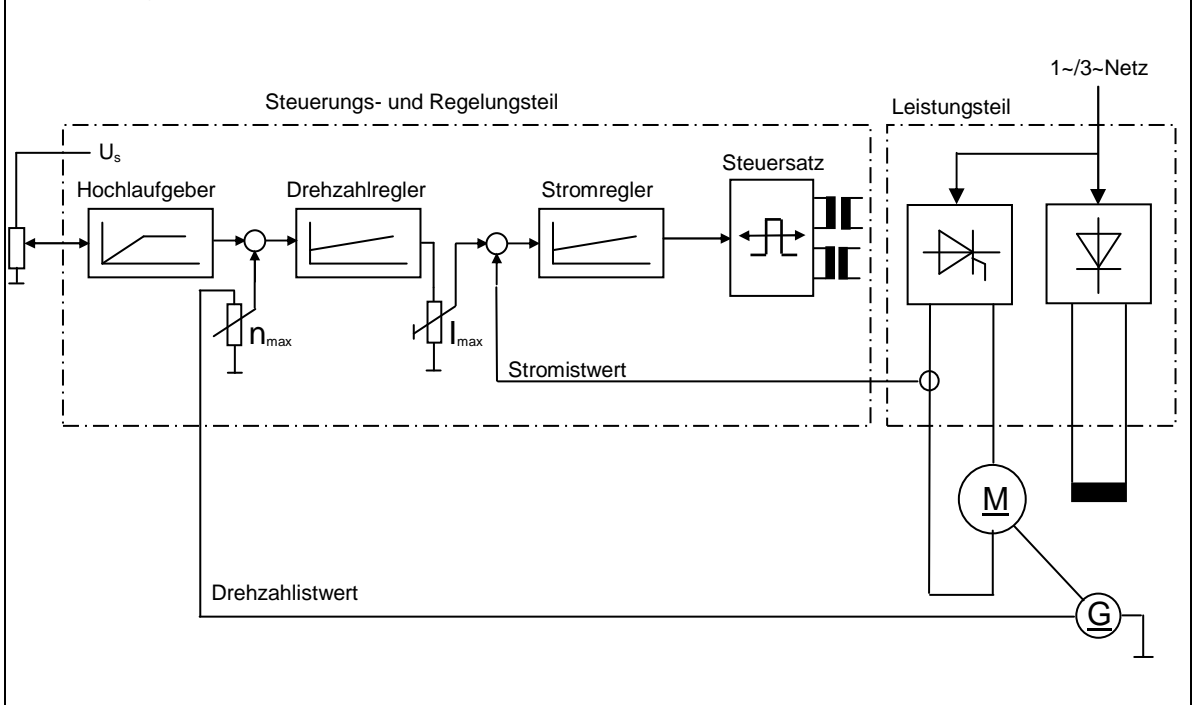
Jahrgangsstufe 12.2: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Energietechnik in der Fachrichtung Technik, fachlicher Schwerpunkt Elektrotechnik	
Themenbereich(e) Themen/Inhalte	Hinweise/Bemerkungen (Lernaufgaben, Projekte, fächerübergreifende Bezüge, Erweiterung der Methoden- und Medienkompetenz ...)
Steuerung mit Halbleiterventilen Betrieb von Gleichstrommotoren Steuerung und Regelung elektromotorischer Antriebe Funktion und Aufbau des Gleichstrommotors Problematik des Lückbetriebes Betrieb an pulsierender Gleichspannung Steuerwinkelbegrenzung	Steuerung der Drehzahl eines fremderregten Gleichstrommotors durch B2C/B6C-Schaltungen: <ul style="list-style-type: none"> • Planung und Aufbau der Steuerungsanlage unter Berücksichtigung der Motor-nenn-daten. • Analyse und Bewertung der Steuerschaltungen bezogen auf deren Möglichkeiten und Grenzen. • Vergleichende Dokumentation der Untersuchungsergebnisse. Technologieschema:  Fachübergreifend: <ul style="list-style-type: none"> • Drehmoment und Trägheitsmoment finden den Bezug zum Fach Physik • Die Dokumentation kann u. a. in den Deutschunterricht verlagert werden.

Jahrgangsstufe 13.1: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Energietechnik in der Fachrichtung Technik, fachlicher Schwerpunkt Elektrotechnik

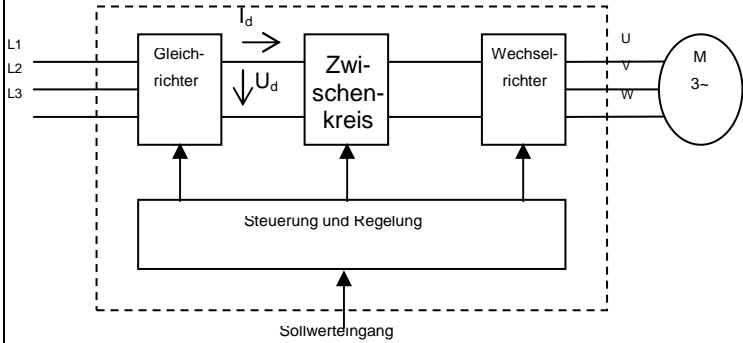
Themenbereich(e)	Hinweise/Bemerkungen (Lernaufgaben, Projekte, fächerübergreifende Bezüge, Erweiterung der Methoden- und Medienkompetenz ...)
Themen/Inhalte	

<p>Steuerung und Regelung elektromotorischer Antriebe</p> <p>Drehzahlregelung durch eine B6C-Schaltung für einen fremderregten Gleichstrommotor mit unterlagerter Stromregelung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fremderregter Gleichstrommotor • P,PI,PID-Regler • Problematik des Abgleichs verschiedener komplexer technischer Komponenten • Regelung: Strom, Spannung, Magnetfeld 	<p>Analyse und Dokumentation der Regeleinrichtungen Schaltplan von Drehzahl- und Stromregelung, Signalfussplan mit Zuordnung der Betriebsmittel Ermittlung der Reglereinstellwerte nach vorgegebenen Empfehlungen</p> <p>Fachübergreifend:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steuerungs- und regelungstechnische Fragestellung im Fach Elektrotechnik • Drehmoment und Trägheitsmoment mit Bezug zum Fach Physik
--	---

Technologieschema :



Jahrgangsstufe 13.2: Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Energietechnik in der Fachrichtung Technik, fachlicher Schwerpunkt Elektrotechnik

Themenbereich(e)	Hinweise/Bemerkungen
Themen/Inhalte	(Lernaufgaben, Projekte, fächerübergreifende Bezüge, Erweiterung der Methoden- und Medienkompetenz ...)
<p>Steuerung und Regelung elektromotorischer Antriebe</p> <p>Drehstrommotor</p> <p>Betrieb von Gleich- und Wechselrichter</p> <p>Zwischenkreisumrichter</p> <p>Frequenzumrichter</p> <p>Steuerungs- und Regelungstechnik</p>	<p>Werkzeugmaschinen fordern nicht selten eine kontinuierliche Drehzahlverstellung sowie eine Drehrichtungsumkehr.</p> <p>Moderne Motorstartertechnik (Antriebstechnik) macht den Einsatz preiswerter Drehstrom- Normmotoren möglich. Diese Technik startet, schaltet, steuert und regelt elektrische Antriebe.</p> <p>Die Auswirkungen wichtiger Parameter sind zu untersuchen und zu dokumentieren.</p> <p>Technologieschema :</p>  <p>Fachübergreifend:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Steuerungs- und regelungstechnische Fragestellung im Fach Elektrotechnik • Wirtschaftlichkeit durch Auswahl von Anlagenkomponenten (Normbauteile und Normmaschinen).

Jahrgangsstufe 13.2 (alternativ): Exemplarische Unterrichtssequenz für das Fach Energietechnik in der Fachrichtung Technik, fachlicher Schwerpunkt Elektrotechnik

Themenbereich(e)	Hinweise/Bemerkungen
Themen/Inhalte	(Lernaufgaben, Projekte, fächerübergreifende Bezüge, Erweiterung der Methoden- und Medienkompetenz ...)

Steuerung und Regelung elektromotorischer Antriebe

Drehzahlverstellung mit Zwischenkreisumrichter

Synchronmotor

Betrieb von Gleich- und Wechselrichter

Zwischenkreisumrichter

Frequenzumrichter

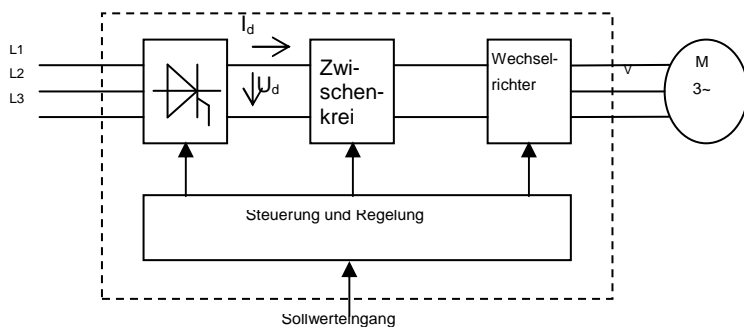
Steuerungs- und Regelungstechnik

Umrichter mit veränderlicher Zwischenkreisspannung werden vorzugsweise in Spinnspulenmaschinen der Textilindustrie eingesetzt.

Spinnpumpen, Galetten und Reibwalzen werden einzeln von Synchronmotoren angetrieben, die von Zwischenkreisumrichtern gespeist werden. Bei Spinnspulenmaschinen kommt es besonders auf hohe Drehzahlkonstanz an, die durch synchronlaufende Drehfeldmaschinen und die mit hoher Frequenzkonstanz arbeitenden Umrichter erreicht wird.

Es ist eine entsprechende Anlage für einen Synchronmotor zu planen und im Labor aufzubauen. Die dazu notwendigen Maßnahmen wie auch auftauchende Probleme sind zu protokollieren.

Technologieschema :



Fachübergreifend:

- Steuerungs- und Regelungstechnik im Fach Elektrotechnik.