



Enseignement secondaire technique	
Régime de la formation de technicien — Division électrotechnique Cycle supérieur Section énergie	
Techniques d'entraînement	Classe de T3EE

**Nombre de leçons:** 5.0

**Nombre minimal de devoirs:** Au moins 2 devoirs par période; il est souhaitable que la durée totale des devoirs par période soit égale à la durée hebdomadaire de cours.

**Langue véhiculaire:** Allemand

Enseignement secondaire technique	
Régime de la formation de technicien — Division électrotechnique / Section énergie Cycle supérieur	
Techniques d'entraînement TECEN 5h	Classe de T3EE



## Allgemeine Bemerkungen zum Fach

Zur Förderung der Handlungskompetenz muss dem Lehrer die geeignete Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden. Das Fach TECEN sollte deshalb in einem entsprechend ausgestatteten Laborsaal abgehalten werden.

Die angegebenen Zeiten sind Richtzeiten und beziehen sich auf einen Zeitraum von 25 Unterrichtswochen. Die Prüfungen und ihre Verbesserungen sind in diesem Zeitraum nicht mit eingerechnet.

Zur Vermittlung der Fachkompetenz findet der Lehrer zu jeder Lerneinheit Lernziele und Inhalte sowie die Vorgaben und Hinweise um diese Inhalte zu erarbeiten. Die Vorgaben sind bindend.

Begleitend zu den theoretischen Inhalten sollen geeignete praxisbezogene Rechenspiele behandelt werden.

Das Fach Antriebstechnik verbindet die Gebiete Leistungselektronik, Elektrische Maschinen sowie Mess- und Regelungstechnik. Der fächerübergreifende Unterricht kommt hier voll zum Tragen. Deshalb ist auf die zeitliche Abstimmung der 3 Lerngebiete zu achten.

Das Hauptgewicht ist auf selbständig durchzuführende Schülerversuche zu legen. Zu jedem Schülerversuch gehört sowohl eine sorgfältige Vorbereitung (z.B. Erarbeiten der Versuchsschaltungen, Vorgehensweise bei der Inbetriebnahme) als auch ausführliche Erklärungen der Versuchsergebnisse, vor allem der aufgenommenen Oszillogramme, in Form eines Versuchsberichtes.

Großer Wert ist auf die Fehlersuche bei beabsichtigten und unbeabsichtigten Störungen sowohl bei der Inbetriebnahme als auch im Betrieb zu legen. Die Schüler müssen in der Lage sein, anhand des Betriebsverhaltens, von Oszillogrammen und Messwerten, die Störungsursache zu erkennen und zu beseitigen.

## Fächerübergreifende Lernziele

Folgende Lernziele werden während des ganzen Jahres bei den verschiedenen Fachinhalten eingeübt um die Methoden-, Sozial- und Selbstkompetenz systematisch zu fördern.

- Die im Berufsleben geläufigsten Sachinformationen klar, flüssig und im Stil der jeweiligen Situation angemessen darstellen und erörtern.
- Gängige Präsentationstechniken anwenden.
- Präsentationsgeräte bei Vorträgen selbständig bedienen.
- Vorträge zu gegebenen Fachthemen durchführen.
- Standardfunktionen von Präsentationsprogrammen anwenden.
- Präsentationen zu gegebenen Fachthemen mittels PC durchführen.
- Auf Fachinformationen in Fachbüchern, Firmenunterlagen und Datenblättern gezielt und selbständig zugreifen.
- Anhand von gegebenen Aufgabenstellungen fachbezogene Informationen innerhalb eines gegebenen Zeitrahmens gezielt im Internet ermitteln und anwenden bzw. sie aufbereiten und in einem Vortrag präsentieren.
- Informationen zu gegebenen Fachthemen auswählen und strukturieren.
- Verschiedene elektronische Stellglieder anhand von Herstellerunterlagen einstellen.



### Lerneinheit 1

#### Lernziele:

- Praxisbezogene Schaltungen der Elektronik selbständig messtechnisch untersuchen.
- Systematische Fehlersuche in Schaltungen der Elektrotechnik, der Elektronik, der Schaltungstechnik, der Installationstechnik, der Regelungstechnik und der Antriebstechnik mit Hilfe von gängigen Messinstrumenten und mit dem PC durchführen.
- Störungen in Schaltungen der Elektronik nach einer systematischen Vorgehensweise beheben.
- Die mechanischen und elektrischen Größen von Stellgliedern anhand von Typenschildern bestimmen.
- Praxisbezogene Berechnungen in Schaltungen der Leistungselektronik durchführen.
- Praxisbezogene Berechnungen in Anlagen der Antriebstechnik und an elektrischen Maschinen durchführen.
- Fachbezogene Formeln der Elektronik sowie die entsprechenden Größen und Einheiten handhaben.
- Praxisbezogene Berechnungen in Schaltungen der Elektronik durchführen.
- Die mechanischen und elektrischen Größen von Stellgliedern, elektrischen Maschinen und Antrieben anhand von Typenschildern bestimmen.
- Aufbau, Wirkungsweise, Schaltungen und Ansteuermöglichkeiten der Stellglieder der Leistungselektronik beschreiben.

Inhalte	h	Vorgaben / Hinweise
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Arithmetische Mittelwerte sowie Effektivwerte berechnen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Einführung in die Integralrechnung</li> <li>• Mathematische Definition des arithmetischen Mittelwertes und des Effektivwertes</li> <li>• Definition des Formfaktors</li> <li>• Anwendungsbeispiele: <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Rechteckspannung</li> <li>■ Dreieckspannung</li> <li>■ Ausgangsspannung der M1C-, M2C- und der B2C-Schaltung bei verschiedener Belastung</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	10	<p>Hinweis:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Dieses Ziel dient auch der Wiederholung der Stromrichterschaltungen (TROAN-T2EE)</li> </ul> <p>Vorgabe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Schülerversuch zur Messung des Effektivwertes und des arithmetischen Mittelwertes bei verschiedenen Kurvenformen der Stromrichtertechnik</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dreipuls-Mittelpunktschaltung <ul style="list-style-type: none"> <li>• M3U-R und M3U-RL ideale Glättung <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Natürliche Kommutierungspunkte</li> <li>■ Ausgangsspannung, Ausgangsstrom</li> <li>■ Arithmetischer Mittelwert der Ausgangsspannung: <math>U_{di0}</math></li> <li>■ Ventilspannung und Ventilstrom</li> <li>■ <math>U_{RRM}</math>, spannungsmäßige Beanspruchung der Ventile</li> </ul> </li> <li>• M3C-RL lückerfreier Betrieb <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Steuergerät</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	10	<p>Vorgabe: Schülerversuche</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Untersuchung der M3U- und der M3C-Schaltung im Gleichrichterbetrieb</li> <li>– Aufnahme der Steuerkennlinie für RL-Last, lückerfreier Betrieb</li> </ul> <p>Vorgabe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Die arithmetischen Mittelwerte werden mit Hilfe der Integralrechnung berechnet.</li> </ul> <p>Hinweis:</p>



Inhalte	h	Vorgaben / Hinweise
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Ausgangsspannung, Ausgangsstrom</li><li>■ Arithmetischer Mittelwert der Ausgangsspannung: <math>U_{dia}</math></li><li>■ Ventilspannung und Ventilstrom</li><li>■ spannungsmäßige Beanspruchung der Ventile: <math>U_{RRM}</math></li><li>■ Steuerkennlinie</li><li>● M3C<ul style="list-style-type: none"><li>■ Steuerkennlinien im Gleichrichterbetrieb und im Wechselrichterbetrieb</li><li>■ Rechenaufgaben zu den Steuerkennlinien</li></ul></li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>– Die Steuerkennlinien für R-Last und für Wechselrichterbetrieb sind nicht aufzunehmen.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Sechspuls-Brückenschaltung<ul style="list-style-type: none"><li>● B6U-R und B6U-RL ideale Glättung<ul style="list-style-type: none"><li>■ <math>B6 = M3A + M3K</math></li><li>■ Natürliche Kommutierungspunkte</li><li>■ Ausgangsspannung, Ausgangsstrom</li><li>■ Arithmetischer Mittelwert der Ausgangsspannung: <math>U_{dio}</math></li><li>■ Ventilspannung und Ventilstrom</li><li>■ spannungsmäßige Beanspruchung der Ventile: <math>U_{RRM}</math></li></ul></li><li>● B6C-RL lückfreier Betrieb<ul style="list-style-type: none"><li>■ Steuergerät</li><li>■ Ausgangsspannung, Ausgangsstrom</li><li>■ Arithmetischer Mittelwert der Ausgangsspannung: <math>U_{dia}</math></li><li>■ Ventilspannung und Ventilstrom</li><li>■ spannungsmäßige Beanspruchung der Ventile: <math>U_{RRM}</math></li><li>■ Steuerkennlinie</li></ul></li><li>● B6C<ul style="list-style-type: none"><li>■ Steuerkennlinien im Gleichrichterbetrieb und im Wechselrichterbetrieb</li><li>■ Rechenaufgaben zu den Steuerkennlinien</li></ul></li></ul></li></ul>	10	<p>Vorgabe: Schülerversuch</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Untersuchung der B6U- und der B6C-Schaltung im Gleichrichterbetrieb</li><li>– Die Steuerkennlinie wird im lückfreien Betrieb für RL-Last aufgenommen.</li></ul> <p>Hinweis:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Die Steuerkennlinien für R-Last und für Wechselrichterbetrieb sind nicht aufzunehmen.</li></ul> <p>Vorgabe:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Auf die Problematik der Doppelimpulse soll nur kurz eingegangen werden.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Reale Kommutierung<ul style="list-style-type: none"><li>● Kritische Stromteilheit</li><li>● Kommutierungsdrosseln</li><li>● Kommutierungsdauer</li><li>● Anfangsüberlappung</li></ul></li></ul>	3	<p>Vorgabe: Demoversuch</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– In einem Demoversuch soll die reale Kommutierung an der M3C-Schaltung veranschaulicht werden.</li><li>– Es sind keine Verläufe der Ausgangsspannung sowie der Ventilspannung zu zeichnen.</li></ul>



Inhalte		h
<b>Vorgaben / Hinweise</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Abhängigkeit der Überlappung vom Steuerwinkel: <math>u = f(\alpha)</math> mit <math>u_0</math> als Parameter</li></ul>		– Es sind keine Formeln aufzustellen.
– Leistungsbetrachtung in der Leistungselektronik <ul style="list-style-type: none"><li>• Blindleistung</li><li>• Leistungsbilanz netzgeführter Stromrichter</li></ul>	2	Vorgabe: Demoversuch – In einem Demoversuch soll die Leistungsbilanz eines netzgeführten Stromrichters M3 bzw. B2 veranschaulicht werden.
Lerneinheit 1	<b>35</b>	



## Lerneinheit 2

### Lernziele:

- Zeit- und Frequenzverhalten von simulierten Regelstrecken beschreiben und messtechnisch untersuchen.
- Systematische Fehlersuche in Schaltungen der Elektrotechnik, der Elektronik, der Schaltungstechnik, der Installationstechnik, der Regelungstechnik und der Antriebstechnik mit Hilfe von gängigen Messinstrumenten und mit dem PC durchführen.
- Die mechanischen und elektrischen Größen von Stellgliedern anhand von Typenschildern bestimmen.
- Sensoren, Signalwandler und Aktoren der Regelungstechnik in Schaltungen von Hand und mit dem PC und entsprechender Anwendersoftware einstellen resp. abgleichen.
- Praxisbezogene Berechnungen in Schaltungen der Leistungselektronik durchführen.
- Fachbezogene Formeln der Antriebstechnik sowie die entsprechenden Größen und Einheiten handhaben.
- Praxisbezogene Berechnungen in Anlagen der Antriebstechnik und an elektrischen Maschinen durchführen.
- Fachbezogene Formeln der Elektronik sowie die entsprechenden Größen und Einheiten handhaben.
- Praxisbezogene Berechnungen in Schaltungen der Elektronik durchführen.
- Die mechanischen und elektrischen Größen von Stellgliedern, elektrischen Maschinen und Antrieben anhand von Typenschildern bestimmen.
- Aufbau, Wirkungsweise, Schaltungen und Ansteuermöglichkeiten der Stellglieder der Leistungselektronik beschreiben.
- Elektrische Maschinen, Antriebe, Stromrichter, Transformatoren und deren Sonderbauformen anhand der Bemessungswerte und der entsprechenden Bauformen beurteilen.

Inhalte	h	Vorgaben / Hinweise
<ul style="list-style-type: none"><li>– Gesetze der Kinematik und Dynamik<ul style="list-style-type: none"><li>• Geradlinige und rotierende Bewegung bei konstanter Beschleunigung<ul style="list-style-type: none"><li>■ Strecke</li><li>■ Geschwindigkeit</li></ul></li><li>• Das Newtonsche Gesetz</li><li>• Kraft, Leistung, Arbeit, Wirkungsgrad</li><li>• Beschleunigungsmoment, Trägheitsmoment</li><li>• Aufgaben</li></ul></li></ul>	10	Hinweis: <ul style="list-style-type: none"><li>– Die Wiederholung der physikalischen Größen ist in Anwendungsbeispiele der praktischen Antriebstechnik durchzuführen.</li><li>– Der Begriff des Trägheitsmoments soll durch einen Demoversuch erläutert werden.</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Prinzipieller Aufbau von Antrieben<ul style="list-style-type: none"><li>• Blockschaltbild<ul style="list-style-type: none"><li>■ Antriebsmaschine</li><li>■ Getriebe</li><li>■ Stromrichter</li><li>■ Lastkennlinien von Antriebs- und Arbeitsmaschinen</li></ul></li><li>• Energiebilanz, Leistungsfluss</li></ul></li><li>– Berechnung von Antrieben</li><li>– Betriebsarten eines Antriebs</li></ul>	10	



Inhalte	h	Vorgaben / Hinweise
<ul style="list-style-type: none"><li>• Fahrdiagramme</li><li>• Hubantrieb, Fahrtrieb</li><li>• Ein- Zwei- und Vierquadrantenantrieb</li><li>• Aufgaben</li></ul>		
<ul style="list-style-type: none"><li>– Stromrichter gespeister Gleichstromantrieb im Gleich- und Wechselrichterbetrieb<ul style="list-style-type: none"><li>• Gleichrichterbetrieb: Motorbetrieb<ul style="list-style-type: none"><li>■ Lückender und nichtlückender Betrieb</li><li>■ Gleichrichterendlage</li><li>■ Messtechnische Untersuchung des Gleichrichterbetriebs</li><li>■ Energiefluss</li><li>■ Einsatzgebiete</li></ul></li><li>• Stationärer Wechselrichterbetrieb: Generatorbetrieb<ul style="list-style-type: none"><li>■ Messtechnische Untersuchung des Wechselrichterbetriebs</li><li>■ Inbetriebnahme und Außerbetriebnahme</li><li>■ Störfälle</li><li>■ Energiefluss</li><li>■ Einsatzgebiete</li></ul></li></ul></li></ul>	10	Vorgabe: <ul style="list-style-type: none"><li>– Schülerversuch zum Gleichrichterbetrieb: fremderregter Gleichstrommotor als Last</li><li>– Schülerversuch zum Wechselrichterbetrieb: fremderregter Gleichstromgenerator</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Aufbau und Wirkungsweise eines geregelten Gleichstromantriebs<ul style="list-style-type: none"><li>• Gleichstrommotor als Regelstrecke</li><li>• Drehzahlregelung</li><li>• Unterlagerte Stromregelung</li><li>• Drehzahl- und Strom-Istwerterfassung</li></ul></li><li>– Messtechnische Untersuchung</li></ul>	10	Hinweis: <ul style="list-style-type: none"><li>– Die bereits bekannten Begriffe der Regelungstechnik werden auf die Antriebstechnik angewendet.</li></ul> Vorgabe: <ul style="list-style-type: none"><li>– Ein drehzahl geregelter Gleichstromantrieb mit Einfachstromrichter und unterlagerte Stromregelung wird berechnet, stufenweise aufgebaut, in Betrieb genommen und optimiert</li></ul> Hinweis: <ul style="list-style-type: none"><li>– Der Versuch „Drehzahl geregelter Gleichstromantrieb“ kann fächerübergreifend (ASSER/TECEN) durchgeführt werden. (Dauer des Versuchs: 7 Stunden)</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Aufbau und Wirkungsweise eines Umkehrstromrichters<ul style="list-style-type: none"><li>• Kreisstromfreie Gegenparallelschaltung</li><li>• Leistungsteil</li></ul></li></ul>	5	Hinweis: Demoversuch <ul style="list-style-type: none"><li>– In einem Demoversuch soll die Arbeitsweise des Umkehrstromrichters in den verschiedenen Betriebszuständen erläutert werden.</li></ul>



<b>Inhalte</b>		<b>h</b>
<b>Vorgaben / Hinweise</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Regel- und Steuereinheit</li><li>• Reversiervorgang</li></ul>		
Lerneinheit 2	<b>45</b>	



### Lerneinheit 3

#### **Lernziele:**

- Praxisbezogene Schaltungen der Elektronik selbständig messtechnisch untersuchen.
- Systematische Fehlersuche in Schaltungen der Elektrotechnik, der Elektronik, der Schaltungstechnik, der Installationstechnik, der Regelungstechnik und der Antriebstechnik mit Hilfe von gängigen Messinstrumenten und mit dem PC durchführen.
- Störungen in Schaltungen der Elektronik nach einer systematischen Vorgehensweise beheben.
- Sensoren, Signalwandler und Aktoren der Regelungstechnik in Schaltungen von Hand und mit dem PC und entsprechender Anwendersoftware einstellen resp. abgleichen.
- Praxisbezogene Berechnungen in Schaltungen der Leistungselektronik durchführen.
- Fachbezogene Formeln der Antriebstechnik sowie die entsprechenden Größen und Einheiten handhaben.
- Praxisbezogene Berechnungen in Anlagen der Antriebstechnik und an elektrischen Maschinen durchführen.
- Fachbezogene Formeln der Elektronik sowie die entsprechenden Größen und Einheiten handhaben.
- Praxisbezogene Berechnungen in Schaltungen der Elektronik durchführen.
- Die mechanischen und elektrischen Größen von Stellgliedern, elektrischen Maschinen und Antrieben anhand von Typenschildern bestimmen.
- Aufbau, Wirkungsweise, Schaltungen und Ansteuermöglichkeiten der Stellglieder der Leistungselektronik beschreiben.
- Elektrische Maschinen, Antriebe, Stromrichter, Transformatoren und deren Sonderbauformen anhand der Bemessungswerte und der entsprechenden Bauformen beurteilen.

Inhalte	h	Vorgaben / Hinweise
<ul style="list-style-type: none"><li>– IGBT<ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau und Kennwerte</li><li>• Kennlinie</li><li>• Module, Intelligent Power Module</li></ul></li><li>– Ansteuerungsverfahren PWM<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>T_{\text{EIN}}</math>, <math>T_{\text{AUS}}</math>, Tastverhältnis</li><li>• Erzeugung von PWM-Signalen mit einer Komparatorschaltung: Steuerspannung, Dreieckspannung, Ausgangsspannung</li></ul></li></ul>	5	Hinweis: <ul style="list-style-type: none"><li>– Die Ableitung des IGBT aus Bipolar- und MOSFET-Transistor ist nur kurz zu erläutern.</li></ul> Vorgabe: Schülerversuch <ul style="list-style-type: none"><li>– Erzeugung von PWM-Signalen</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Pulsweitenmodulierter IGBT: Einquadrantenbetrieb<ul style="list-style-type: none"><li>• Prinzipielle Schaltung des Gleichstromstellers</li><li>• Wahl der Schaltfrequenz</li><li>• R-Last, RL-Last mit Freilaufdiode, motorische Last mit Freilaufdiode</li></ul></li></ul>	5	Vorgabe: Schülerversuche <ul style="list-style-type: none"><li>– Pulsweitenmodulierter IGBT mit ohmscher und mit ohmsch-induktiver Last</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– IGBT-H-Brücke: Vierquadrantenbetrieb<ul style="list-style-type: none"><li>• Prinzipielle Schaltung</li><li>• Masseproblem</li><li>• Ansteuerung: 2 Methoden</li></ul></li><li>– IGBT-H-Brücke an RL-Last<ul style="list-style-type: none"><li>• Freilaufdioden</li></ul></li></ul>	10	Hinweis: <ul style="list-style-type: none"><li>– Stromwege in Funktion der Ansteuerung erklären</li><li>– Einfluss der Reversedioden und der Motorgegenspannung auf den Verlauf von Laststrom und Lastspannung darlegen</li></ul>



Inhalte		h
<b>Vorgaben / Hinweise</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Strom und Spannungsverlauf für die beiden Ansteuermöglichkeiten</li><li>– Motorbetrieb mit der IGBT-H-Brücke<ul style="list-style-type: none"><li>• Steuersignale, Lastspannung und Laststrom</li></ul></li><li>– Generatorbetrieb mit der IGBT-H-Brücke<ul style="list-style-type: none"><li>• Steuersignale, Lastspannung und Laststrom</li></ul></li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>– Bedingungen zur Energierückspeisung behandeln</li></ul> <p>Vorgabe: Schülerversuche</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– IGBT-H-Brücke an RL-Last</li><li>– IGBT-H-Brücke im Motorbetrieb</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Wechselrichter mit der IGBT-H-Brücke<ul style="list-style-type: none"><li>• Bewertete PWM</li><li>• Rechteckbewertete PWM<ul style="list-style-type: none"><li>■ Blockbetrieb an R-, RL-Last</li><li>■ Pulsbetrieb an R- und RL-Last</li></ul></li><li>• Sinusbewertete PWM<ul style="list-style-type: none"><li>■ Pulsbetrieb an R- und RL-Last</li></ul></li></ul></li><li>– Wechselstrommotor an einer IGBT-H-Brücke<ul style="list-style-type: none"><li>• Wechselstrommotor im Blockbetrieb</li><li>• Wechselstrommotor an sinusbewerteter PWM</li></ul></li></ul>	8	<p>Vorgabe: Schülerversuch</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Universalmotor an der IGBT-H-Brücke</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– IGBT-Drehstrombrücke<ul style="list-style-type: none"><li>• Aufbau</li><li>• Ansteuerung</li><li>• Strang- und Leiterspannungen</li><li>• Strangstrom und Strangspannungen bei R- und bei RL-Last</li></ul></li><li>– Pulsung der PWM-MOSFET-Drehstrombrücke<ul style="list-style-type: none"><li>• Blockbetrieb und rechteckbewertete PWM</li><li>• Sinusbewertete PWM</li><li>• Einfluss der Transistorschaltfrequenz</li></ul></li></ul>	7	<p>Vorgabe: Schülerversuch</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Drehstrombrücke mit R als Last</li></ul> <p>Hinweis:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Stromwege und Zustandekommen der Strang- und Leiterspannungen anhand des Blockbetriebs erläutern</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>– Frequenzumrichter<ul style="list-style-type: none"><li>• Leistungsteil<ul style="list-style-type: none"><li>■ Netzgleichrichter</li><li>■ Gleichspannungszwischenkreis</li><li>■ Wechselrichter</li></ul></li><li>• Frequenzumrichterprinzip</li></ul></li><li>– DASM am Frequenzumrichter<ul style="list-style-type: none"><li>• Verschiedene U-f-Kennlinien<ul style="list-style-type: none"><li>■ Grundstellbereich</li><li>■ Feldschwächebereich</li><li>■ U-f-Kennlinie</li><li>■ Einfluss der Frequenz auf Nennmoment und Kippmoment</li></ul></li></ul></li></ul>	10	<p>Vorgabe: Schülerversuch</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Datenblätter zu aktuellen Invertern behandeln</li><li>– Praxisrelevante Einstell-Parameter eines Inverters erklären</li></ul>



Inhalte	h	Vorgaben / Hinweise
<ul style="list-style-type: none"><li>• 50Hz-Kennlinie mit <math>f_{max} = 70\text{Hz}</math></li><li>• 87Hz-Kennlinie mit D-Schaltung</li><li>• Auswahl des Umrichters für Dreieckbetrieb</li></ul> <p>– Drehzahlregelung</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Nicht-Feldorientierte Systeme</li><li>• Feldorientierte Systeme</li></ul>		
Lerneinheit 3	<b>45</b>	

<b>Total TECEN:</b>	<b>125</b>
---------------------	------------

Le programme est valable pour les classes suivantes: T3EE