

Didaktisches Konzept **GUNT-DigiSkills 3**

Digitalisierung der Arbeitswelt – neue Anforderungen an die Berufsbildung

Ausbildung in industriellen
Metall- und Elektroberufen
gestalten

Unsere Lernprojekte helfen
Ihnen, die neuen Anforderungen
umzusetzen

Didaktisches Konzept für ein komplexes Lernprojekt

Vorbeugende Instandhaltung im Produktionsbereich: Austausch eines Getriebes

Planung von Ausbildungselementen und Unterrichtsverläufen



Inhaltsverzeichnis

1	Ausgewählte Prozessschritte	04
1.1	Prozessschritt 1, Instandhaltungsmeldung Condition monitoring & predictive maintenance	04
1.2	Prozessschritt 3, Austausch des Getriebes	06
1.3	Prozessschritte 6 und 8, Planmäßige Demontage und Wiedermontage des Getriebes	08
1.4	Prozessschritt 7, Ersatzteilbeschaffung	10
1.5	Prozessschritt 9, Funktionsprüfung zur Qualitätssicherung	11
2	Das sagen Auszubildende	12
3	Beispielhafte Darstellung von ausgewählten Übungen	14
3.1	Maschinenzustandsüberwachung	14
3.1.1	Gesamtziel der Übung	14
3.1.2	Detaillierte Ablaufbeschreibung	14
3.1.3	Lerninhalte – Kompetenzbausteine	15
3.2	Montage/Demontage eines Getriebes	16
3.2.1	Gesamtziel der Übung	16
3.2.2	Beispiele mit konkreten Schritten	16
3.2.3	Lerninhalte – Kompetenzbausteine	17
3.3	Funktionsprüfung zur Qualitätssicherung	18
3.3.1	Gesamtziel der Übung	18
3.3.2	Beispiele mit konkreten Schritten	18
3.3.3	Mechanischen Aufbau des Prüfstands verstehen und Grundfunktionen erkennen	18
3.3.4	Die Steuerung	18
3.3.5	Einbau eines Getriebes und Ausrichten des Gesamtsystems	18
3.3.6	Arbeitsschutz – Gerätesicherheit	18
3.3.7	Anbindung von PC und mobilen Geräten	19
3.3.8	Prüfergebnisse	19
3.3.9	Lerninhalte – Kompetenzbausteine	19
3.4	Ersatzteil durch additive Fertigung herstellen	20
3.4.1	Gesamtziel der Übung	20
3.4.2	Detaillierte Ablaufbeschreibung	20
3.4.3	Lerninhalte – Kompetenzbausteine	21
3.5	Elektrotechnik – Steuerungstechnik	22
3.5.1	Gesamtziel der Übung	22
3.5.2	Detaillierte Ablaufbeschreibung	22
4	Produktliste und Ausschreibungstexte	23
5	Zusammenfassung – Ausblick	24

Vorwort

Wie kaum eine andere Berufsgruppe stehen die industriellen Metall- und Elektroberufe im Fokus, wenn es um **Digitalisierung** und **Industrie 4.0** geht. Die neue – für alle verbindliche – Berufsbildposition Digitalisierung der Arbeit verlangt die konkrete Umsetzung der Industrie 4.0 relevanten Kompetenzfelder und Ausbildungsinhalte. Konventionelle und innovative Techniken existieren nebeneinander und müssen beide gemeistert werden. Als **vertikale Integration von Lerninhalten** wird die neue Berufsbildposition: Digitalisierung der Arbeit, über die gesamte Ausbildungszeit im Ausbildungsbetrieb und in der Berufsschule vermittelt.

GUNT kann Ihnen bei diesen komplexen berufspädagogischen Aufgaben helfen. Unsere praxisnahen, arbeitsprozessorientierten Lernprojekte, die perfekt geeignet sind, um digitale Kompetenzen zu entwickeln, stehen Ihnen **als Produktlinie GUNT-DigiSkills** zur Verfügung.

Hinweise:

Diese Schrift stellt keine wissenschaftlichen Ansprüche. Sie ist praxisorientiert aufgebaut, als direkte Anregung für modernen Unterricht und prozessorientierte Ausbildung. Die Digitalisierungsziele gelten überall, im Ausbildungsbetrieb, genauso wie in der Berufsschule und in der beruflichen Qualifizierung.

Der Autor wünscht sich einen Dialog mit Ihnen.

Es geht auch ohne teure Investitionen in komplexe vernetzte Modellanlagen für Fertigung und Robotik in Ihren Laboren und Werkstätten. Wir zeigen Ihnen mit den GUNT-DigiSkills Konzepten, dass es einfacher, billiger und handfester zu machen ist. Die Bund/Länder Finanzmittel aus dem Digitalpakt sind uneingeschränkt nutzbar, wenn Sie in Ihrem Hause GUNT-DigiSkills Lernprojekte beschaffen wollen.

Die Motivation und die Lernfortschritte Ihrer Schüler/Auszubildenden belohnen Sie als Ausbilder oder als Lehrer, wenn Sie GUNT-DigiSkills Lernprojekte einsetzen.

Das Lernprojekt GUNT-DigiSkills 3

In einem Produktionsbereich sollen die Maschinen und Anlagen eine 24/7 Verfügbarkeit haben. Kritische Bauteile und Komponenten werden im Rahmen des Konzeptes der vorbeugenden Instandhaltung (Predictive maintenance) sensorisch überwacht (Condition monitoring) und der Zeitpunkt der Wartung oder des Austausches ist somit definiert.

Als Ausgangspunkt für dieses Lernprojekt verwenden wir die reale Betriebsanlage MT 174 Sortieranlage. In der Sortieranlage sind drei Getriebe verbaut, die uns durch die Prozessschritte des gesamten Lernprojekts begleiten werden. Am Prozessbeginn erhält das Serviceteam des Betriebes die Meldung und den Auftrag, ein bestimmtes Getriebe in einer Betriebsanlage auszutauschen. Um lange Stillstandzeiten der Betriebsanlage zu vermeiden, werden wesentliche Bauteile wie Getriebe sofort und schnell getauscht. Das ausgebaute Getriebe wird schnellstmöglich überholt und steht als geprüftes Bauteil wieder zur Verfügung.

Der gesamte Prozess, von der Meldung der Instandhaltungsaktion, über den Austausch des Getriebes, das Überholen des ausgebauten Getriebes, die Demontage, die Ersatzteilbeschaffung, die Wiedermontage, die Funktionskontrolle bis zur Fertigmeldung verläuft IT-gestützt, unter Einsatz der verschiedensten digitalen Elemente und Technologien. Der Prozess der Anlagenwartung kann in einem ERP-System organisiert sein.

Die vollständige Abbildung eines Lernprojekts wie GUNT-DigiSkills 3 in der Berufsschule oder im Ausbildungsbetrieb in einem ERP-System, wird nur in Einzelfällen möglich sein. Der wichtige Grundgedanke, Nutzung eines vernetzten Informationssystems (ERP), lässt sich im Ansatz sehr anschaulich z.B. über eine Excel-Anwendung zeigen und verstehen.



Über den Autor

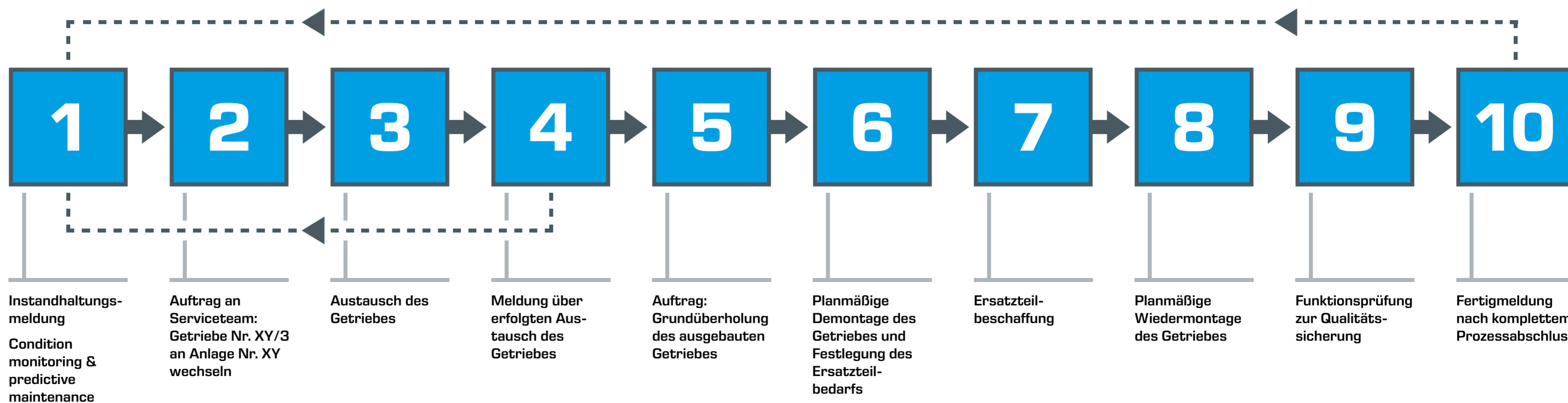
Rudolf Heckmann ist Geschäftsführer bei G.U.N.T. Gerätebau GmbH, zuständig für Programmentwicklung und didaktische Konzepte. Studium: Maschinenbau und Physik, 10 Jahre Lehrerfahrung im beruflichen / technischen Sektor. Umfangreiche wissenschaftliche Arbeiten zur Ingenieurpädagogik und Fachdidaktik. Gründer der international tätigen GUNT Technical Academy.

GUNT-DigiSkills Lernprojekte



- 1 Technisches Zeichnen, Funktionsmodelle
- 2 Längenprüftechnik
- 3 Vorbeugende Instandhaltung: Austausch eines Getriebes
- 4 Sortieranlage
- 5 Werkstoffprüfung, automatisiert

Gesamter Prozess der vorbeugenden Instandhaltung



Der hier dargestellte Prozess ist ein Beispiel. Einzelne Prozessschritte können durchaus anders aussehen und auch die Begriffe können in verschiedenen Betrieben abweichen.

1 | Ausgewählte Prozessschritte

1.1 | Prozessschritt 1

Instandhaltungsmeldung Condition monitoring & predictive maintenance



Beschreibung

In größeren Anlagen gehört planmäßige Maschinenzustandsüberwachung zu den Standardprozessen. Die englischsprachigen Begriffe **Condition monitoring & predictive maintenance** haben sich in Fachkreisen für den Prozess etabliert. Es existieren umfangreiche Softwareanwendungen, mit deren Hilfe die Maschinenzustandsüberwachung gemanagt wird. Die Fernübertragung von Daten und das Erzeugen von Wartungs- und Instandhaltungsaufträgen gehören ebenso zum Prozess.

Die Instandhaltungsmeldung wird ausgelöst:

- **zeitgesteuert**, sobald das Ende eines Wartungsintervalls erreicht ist
- **sensorgesteuert**, wenn ein Grenzwert erreicht wird

Ressourcen für den technischen Unterricht

Als Ausgangspunkt für den didaktisch aufgebauten Prozess der vorbeugenden Instandhaltung setzen wir die **Sortieranlage MT174 als Betriebsanlage** ein. Die Anlagensteuerung (SPS) meldet Instandhaltungsbedarf. Eine bestimmte Antriebseinheit, Getriebe und Elektromotor, soll ausgetauscht werden.

Die Sortieranlage bietet unterrichtlich sehr vielseitige Ansätze und praktische Zugänge zu vielen wichtigen Themen.

An dieser konkreten Stelle beschränken wir uns darauf, Ihnen zu zeigen, wie die Sortieranlage MT174 für Prozessschritt 1 genutzt werden kann. Wir befassen uns mit den Ressourcen und technischen Möglichkeiten, die Ihnen zur Verfügung stehen. Vorschläge für konkrete Übungen folgen an späterer Stelle dieser Schrift.



MT174 Sortieranlage

Die drei verbauten Getriebe in MT174 erhalten Sie baugleich als Montageübungen.

- MT120 Montageübung Stirnradgetriebe
- MT122 Montageübung Planetengetriebe
- MT123 Montageübung Stirnrad-Schneckengetriebe

Umfangreiches digitales Informations- und Übungsmaterial für diese Montageübungen steht im GUNT-Media Center zur Verfügung; erreichbar über QR-Code.

Wartung und Instandhaltung, zeitgesteuert

Die Bedienung und Anlagensteuerung erfolgen über die integrierte SPS von Siemens mit Touchscreen. Die intuitive Bedienoberfläche bietet einen umfangreichen Menübereich zum Thema Wartung und Instandhaltung. Dazu wird die Anlage von Betrieb auf Training umgestellt. Im Trainingsmodus werden zeit- und sensorgesteuert Instandhaltungsarbeiten simuliert. Für die Überwachung des Antriebs für den Drehspeichertisch bietet das Menü zusätzlich eine sensorgesteuerte Variante des Monitorings.

Für die Bauteile Förderband mit Dosierbunker und Trommelsieb stehen vergleichbare Aufgaben zur Verfügung.

Zur Visualisierung der einzelnen Schritte der Instandhaltungsarbeiten steht zusätzlich eine **Augmented Reality** Oberfläche für mobile Endgeräte zur Verfügung. Siehe dazu Prozessschritt 3.



Schmierung des Wellengelenks erforderlich

Wartungsschritte für die Schmierung des Wellengelenks

Zeitgesteuertes Wartungsintervall: Wartung am Sub-System Drehspeichertisch wird angezeigt

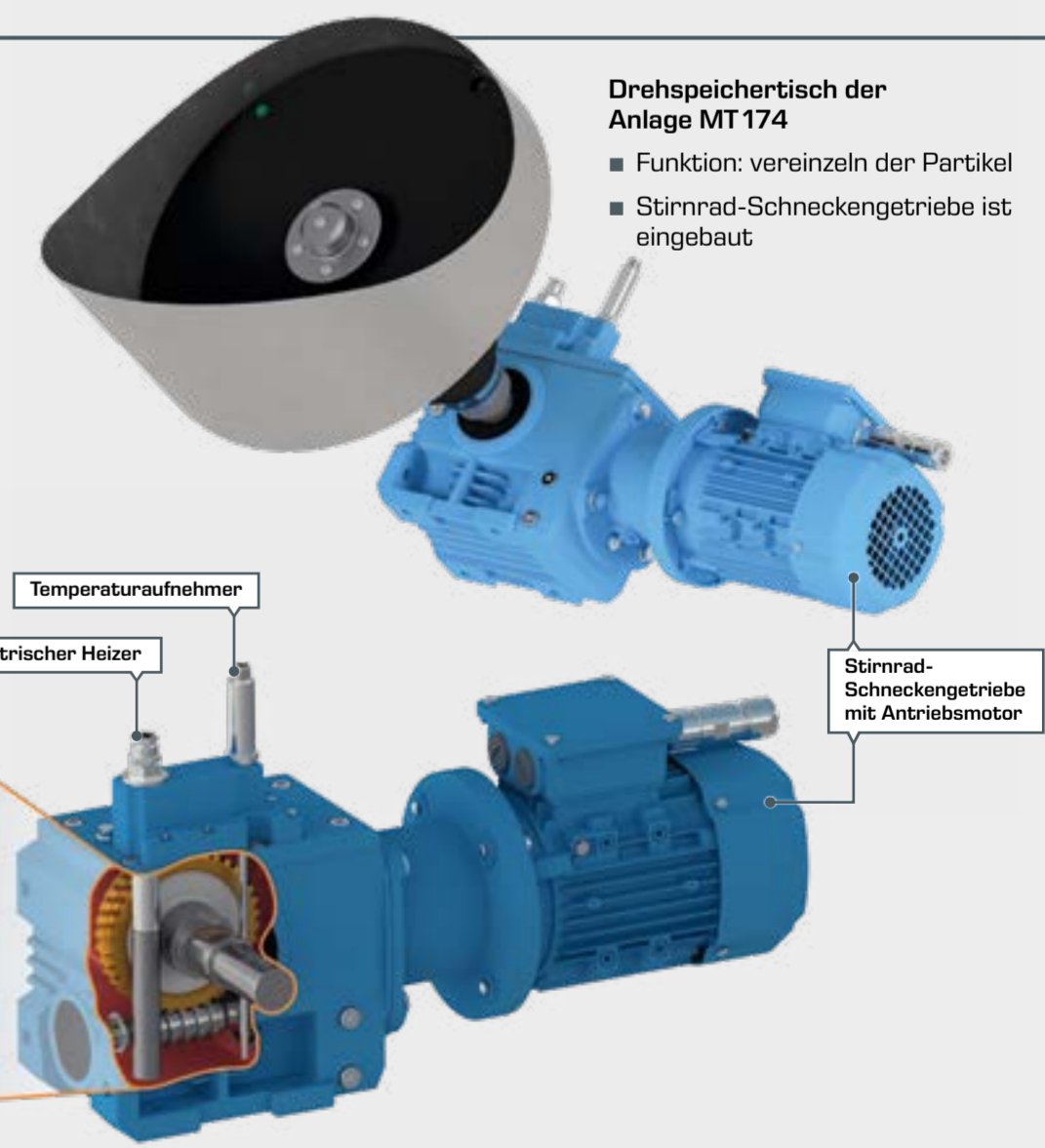


Wartung und Instandhaltung, sensorgesteuert

Wir betrachten den Antrieb für den Drehspeichertisch genauer. Der Asynchronmotor ist mit dem Stirnrad-Schneckengetriebe verbunden. Dieses Getriebe werden wir im Verlauf unseres Lernprojekts weiterverfolgen.

Im Trainingsmodus werden die sensorgesteuerten Instandhaltungsarbeiten simuliert. Dazu ist das Getriebe mit einem elektrischen Heizer und einem Temperaturlaufnehmer ausgestattet. Der Ölsumpf des Getriebes kann elektrisch beheizt werden, so dass die Schmieröltemperatur steigt und einen Grenzwert erreicht. Dadurch wird eine vorbeugende Instandhaltung mit der Meldung: Antrieb tauschen, ausgelöst.

Im Trainingsmodus der Bedienoberfläche werden dazu verschiedene Einstellungs- und Darstellungsmöglichkeiten angeboten. Alle Optionen für flexibles Daten-handling sind gegeben.



Drehspeichertisch der Anlage MT174

- Funktion: vereinzeln der Partikel
- Stirnrad-Schneckengetriebe ist eingebaut

Temperaturlaufnehmer
elektrischer Heizer

Stirnrad-Schneckengetriebe mit Antriebsmotor

1 | Ausgewählte Prozessschritte

1.2 | Prozessschritt 3

Austausch
des Getriebes

Beschreibung

Das Erstellen und Übermitteln des Serviceauftrages ist im Prozessschritt 2 vorgesehen, der hier nicht behandelt wird. Wir betrachten hier das Vorgehen aus der Sicht des Serviceteams: der Auftrag zum Austausch eines bestimmten Getriebes in der Betriebsanlage wurde übermittelt.

Als oberstes Ziel gilt es, den Anlagenstillstand bei einer notwendigen Instandhaltungsmaßnahme auf das absolute Minimum zu begrenzen. Deshalb verfügt das Serviceteam über einen einbaufertigen, geprüften Austauschatz: Stirnrad-Schneckengetriebe mit Antriebsmotor. Der ausgebaute Antriebsstrang wird anschließend gründlich überholt und steht bei Bedarf als geprüfte Einheit wieder zur Verfügung.

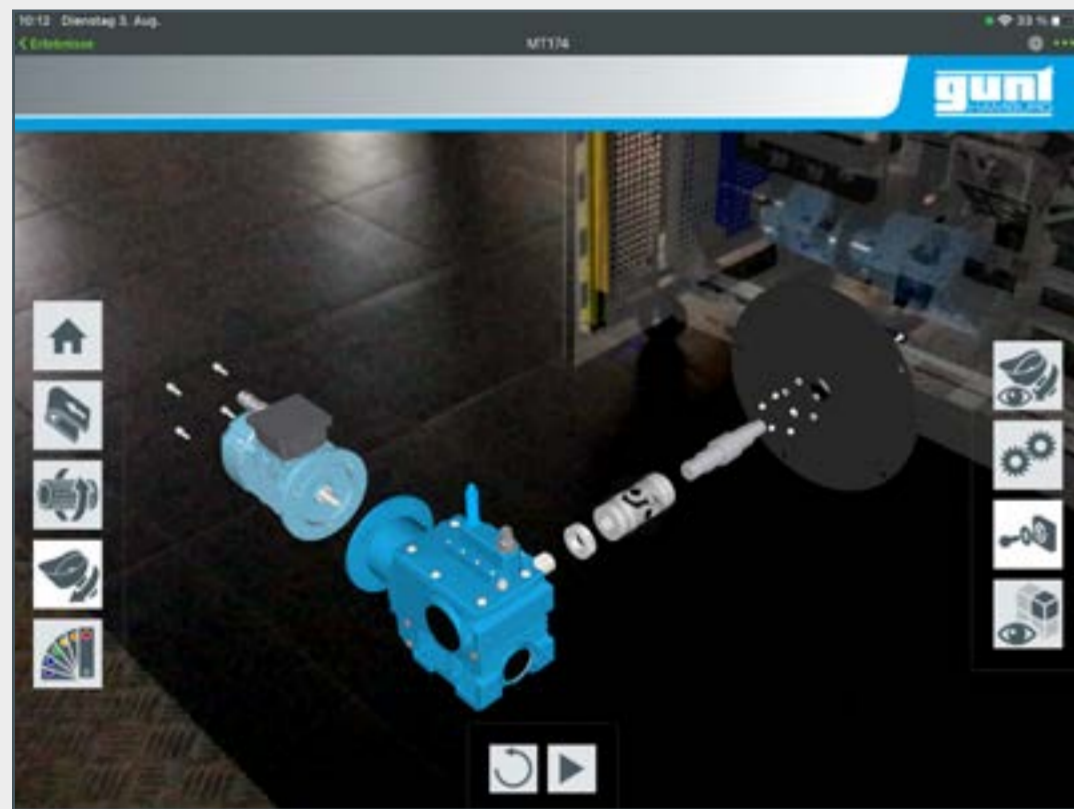
Ressourcen für den technischen Unterricht

Der Austausch eines Getriebes ist ein Standardvorgang. Dennoch werden die Monteure (hier Schüler/Auszubildende) sich vorbereiten, bevor sie mit der Arbeit an der Betriebsanlage beginnen. Auf „traditionelle“ Weise stehen ihnen für diesen **realen Weg** technische Unterlagen zur Verfügung, z.B. Baugruppenzeichnung, Stückliste, Montage-/Demontageanleitung, Werkzeug- und Vorrichtungsliste, Hinweise zur Arbeitssicherheit. Diese Unterlagen können Sie bei dem Lernprojekt GUNT-DigiSkills 3 über QR-Code im GUNT Media-Center abrufen.

Zusätzlich bieten wir Ihnen und Ihren Schülern/Auszubildenden den **virtuellen Weg** mit Unterstützung von Augmented Reality (AR) an, als weitere Möglichkeit, um den Servicevorgang auszuführen.

Beide Wege – real und virtuell – stellen wir Ihnen auf diesen beiden Seiten dar.

Der virtuelle Weg



Augmented Reality (AR) Umgebung nutzen

Folgende Schritte müssen die Schüler/Auszubildenden durchführen, um auf die AR Umgebung zugreifen zu können:

- 1 Vuforia View App auf dem Smartphone oder Tablet installieren
- 2 Vuforia View App öffnen und die spezifische Serveradresse eingeben. Damit wird der Zugriff auf den AR-Server von GUNT möglich.
- 3 QR-Code scannen. Nun kann die AR Umgebung zu MT174 in der App abgerufen werden. Sämtliche Montageschritte werden in der AR Umgebung visualisiert.



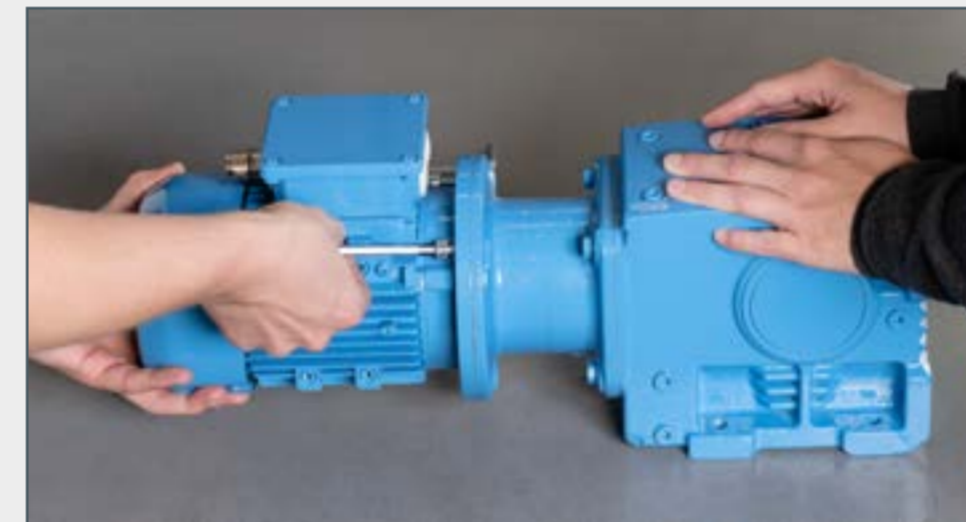
Der reale Weg



Schraubenverbindung zwischen Antriebsstrang und Gestell in MT 174 lösen



Antriebsstrang wird herausgehoben, Kardangeln werden gelöst



Antriebsstrang zerlegen



Motor und Getriebe als einzelne Bauteile



Besprechung der anstehenden Aufgabe: planmäßige Demontage des Getriebes

Handwerkliche Tätigkeit

Der gesamte Antriebsstrang kann aus der Sortieranlage MT174 ausgebaut werden:

- 1 Spannungsversorgung für Motor und Heizer sowie Leitung für die Temperaturmessung werden getrennt. Spannungsfreiheit prüfen mit Hilfe der 5-Sicherheitsregeln. Für eine einfache Demontage sind die Leitungen mit Steckverbindungen ausgestattet.
- 2 Die Schraubenverbindung zwischen dem Antriebsstrang und dem Gestell in MT174 wird gelöst.
- 3 Der gesamte Antriebsstrang, bestehend aus Getriebe mit angeflanschem Motor und Kardangeln, wird aus der Sortieranlage herausgehoben. Dabei wird das Kardangeln von der Welle des Drehspeichertisches abgezogen.
- 4 Der Antriebsstrang wird so weit zerlegt, dass Motor und Getriebe als einzelne Bauteile vorliegen.
- 5 Sofern das Getriebe in seine einzelnen Bestandteile zerlegt werden soll, wird an dieser Stelle auf die zugehörige Montageübung Stirnrad-Schneckengetriebe MT123 gewechselt.

Vorteil: Durch die Kombination von MT174 mit den Montageübungen können die Schüler/Auszubildende einen kompletten Wartungs- bzw. Instandhaltungsprozess handwerklich/real durchführen. Das Getriebe wird durch die Einbindung in den Antriebsstrang von MT174 in einen realitätsnahen, übergeordneten Kontext gestellt.

1 | Ausgewählte Prozessschritte

1.3 | Prozessschritte 6 und 8

Planmäßige Demontage und Wiedermontage des Getriebes



Beschreibung

Das aus der Sortieranlage ausgebaute Stirnrad-Schneckengetriebe soll einer vollständigen Überholung unterzogen werden, um dann wieder als geprüftes, voll funktionsfähiges Bauteil für eine spätere, erneute Instandhaltung verfügbar zu sein.

Für die Prozessschritte 6 und 8 gibt es einen definierten Arbeitsauftrag, dem technische Informationsunterlagen beigelegt werden können. Die einzelnen Arbeitsschritte bei der planmäßigen Demontage und Montage unterteilen sich in:

- Zerlegen des Getriebes
- Reinigung und Inspektion
- Instandsetzung mit Ersatzteilbeschaffung
- sorgfältige Wiedermontage des Getriebes

Ressourcen für den technischen Unterricht

Das Stirnrad-Schneckengetriebe für den Antrieb des Drehspeichertischs aus unserer Betriebsanlage MT174 verfügt aus didaktischen Gründen über einen elektrischen Heizer und einen Temperatursensordrucker. Für den komfortablen Unterrichtsablauf ver-

wenden wir daher für die Demontage und Montage unsere Montageübung Stirnrad-Schneckengetriebe MT123. Der enthaltene Bausatz bietet ein baugleiches Getriebe, wie es in der Sortieranlage MT174 verbaut ist. Allerdings ist der Bausatz in der Monta-

geübung speziell aufbereitet für leichte Montagen/Demontagen, geeignet für Unterrichtstische in Klassenräumen.

Hardware: Montageübung MT123 Stirnrad-Schneckengetriebe



Das Getriebe steht in einer perfekten Organisationsstruktur zur Verfügung. Alles ist für die vielfache Verwendung vorbereitet. Beste Transportmöglichkeiten.



MT123 Montageübung Stirnrad-Schneckengetriebe



Übersichtliches Aufbewahrungssystem mit Beschriftung

Kompletter Montagewerkzeugsatz inklusive

Digital: GUNT-Media Center

Als Kunde haben Sie unbegrenzten Zugang zu den digitalen Inhalten Ihres Projektes.

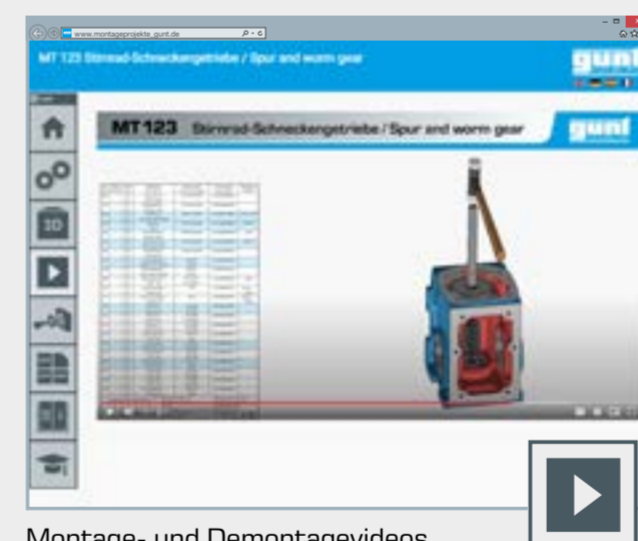
- alle Dateien direkt über den Internetbrowser auf Smartphone, Tablet oder PC
- keine weitere Software notwendig
- keine Lizenzen, volle Nutzungsrechte für Ihre Schule
- ständige Aktualisierung und Erweiterung der Daten, für Kunden verfügbar und absolut kostenlos



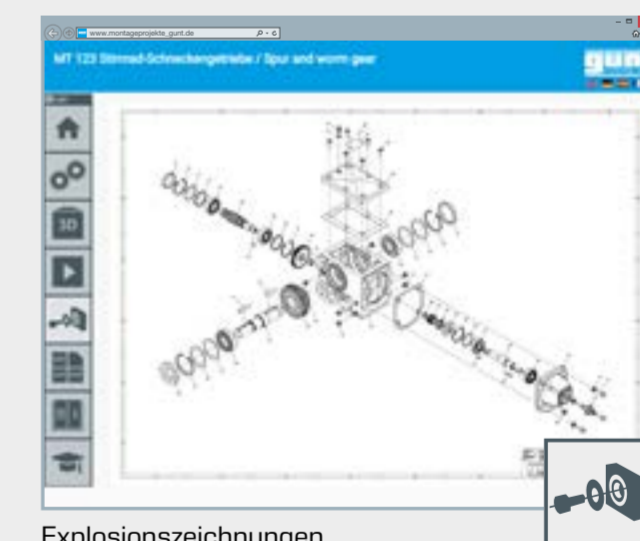
Einfach QR-Code scannen und schon sind Sie im GUNT-Media Center



3D-Zeichnungen für sämtliche Baugruppen



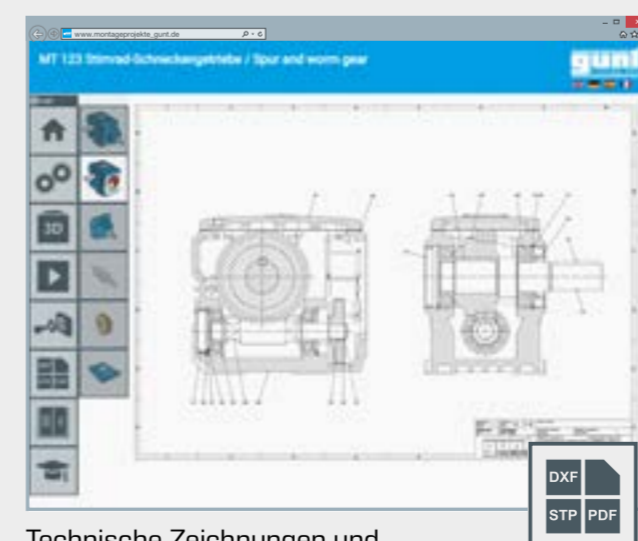
Montage- und Demontagevideos



Explosionszeichnungen



Baugruppenansicht



Technische Zeichnungen und Stücklisten



Anleitungen



Vorbereitete Übungen

1 | Ausgewählte Prozessschritte

1.4 | Prozessschritt 7

Ersatzteilbeschaffung



Beschreibung

In einem realen betrieblichen Umfeld ist der Servicebereich **Wartung und Instandhaltung** häufig in das **ERP-System** integriert.

Von dort beantwortet sich schnell die Frage, ist das betrachtete Bauteil:

- ein Normteil?
- ein Zeichnungsteil?
- im Lager verfügbar?
- einzukaufen?
- anzufertigen?

Wir spielen an dieser Stelle ein wenig mit didaktischen Varianten, um zu einer interessanten Unterrichtssequenz zu kommen.

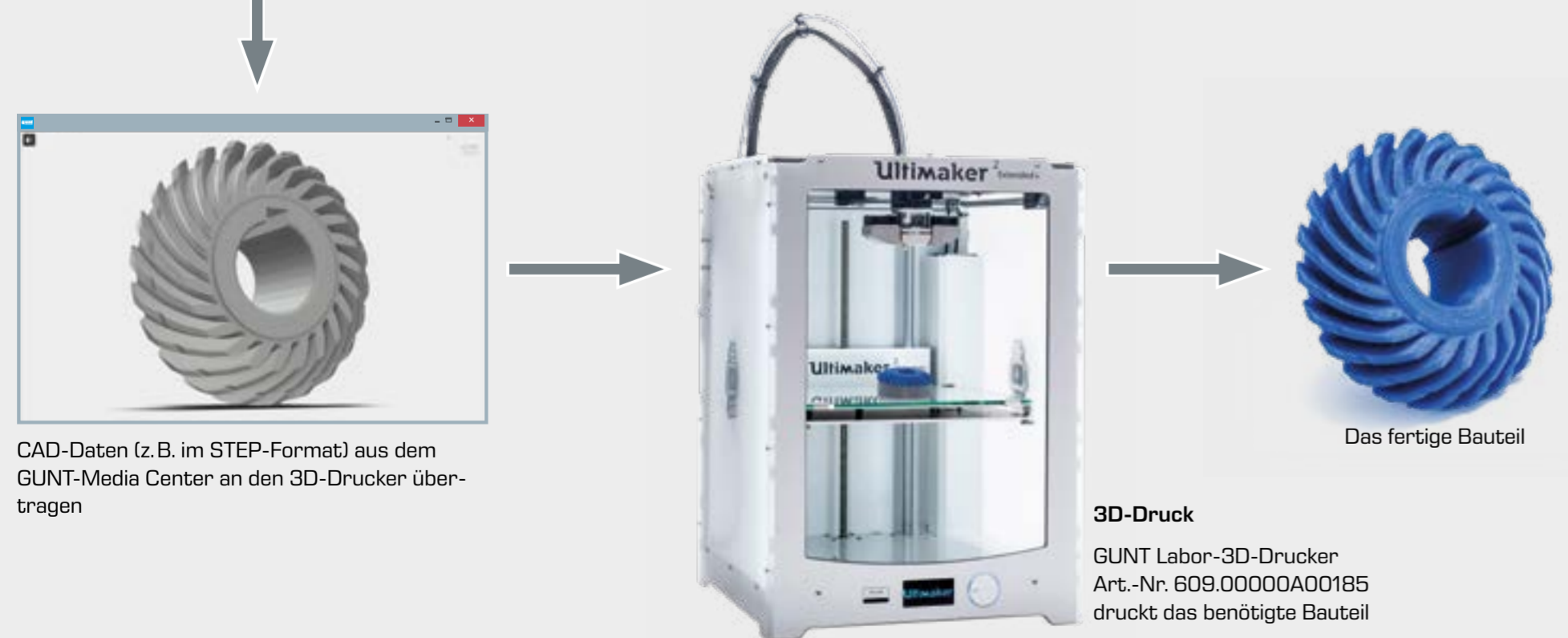
Wir stellen fest: ein bestimmtes Bauteil aus unserem Getriebe muss gefertigt werden, weil es nicht im Lager verfügbar ist und eine externe Beschaffung zu lange dauert. Aus Termingründen entscheiden wir uns für die Herstellung durch additive Fertigung.

Ressourcen für den technischen Unterricht



QR-Code scannen, um den Artikel im GUNT-Media Center aufzurufen

Im GUNT-Media Center die benötigten Daten auswählen



CAD-Daten (z.B. im STEP-Format) aus dem GUNT-Media Center an den 3D-Drucker übertragen

3D-Druck
GUNT Labor-3D-Drucker
Art.-Nr. 609.0000A00185
druckt das benötigte Bauteil

1.5 | Prozessschritt 9

Funktionsprüfung zur Qualitätssicherung



Beschreibung

Nach erfolgreicher Wiedermontage wird das Getriebe einer Funktionsprüfung unter Realbedingungen unterzogen:

- über einen bestimmten Zeitraum
- unter bestimmten Belastungen
 - ▶ die Drehzahl bleibt konstant und das Belastungsmoment wird stufenweise gesteigert
 - ▶ das Belastungsmoment bleibt konstant und der gesamte Drehzahlbereich wird stufenweise durchlaufen.

Die Prüfergebnisse können Teil der Fertigmeldung sein.

Ressourcen für den technischen Unterricht

Um den Gesamtprozess im Unterricht auch praktisch abzuschließen, setzen wir den **Prüfstand für Getriebe MT 173** ein.

Das wiederhergestellte Getriebe wird in den Prüfstand eingesetzt, inkl. Ausrichten und Anbringen von Schutzvorrichtungen. Neben dem zentralen Ziel, das wiederhergestellte Getriebe einer definierten Belastungsprüfung zu unterziehen, sollten die Schüler/Auszubildende den technischen Aufbau und die Funktion des Prüfstandes kennenlernen. Das ist eine ergiebige Ressource für vielseitige fachliche Erweiterungen.

Der mechanische Aufbau

- ein drehzahl geregelter Asynchronmotor dient als Antrieb
- als regelbare Belastung dient eine Magnetpulverbremse

Sensorik

Sowohl auf der Antriebsseite wie auf der Abtriebsseite gibt es Aufnehmer für Drehzahl und Drehmoment.

Zentrale Steuerung

Eine SPS mit Touchscreen übernimmt alle Steuerungsaufgaben und bietet viele unterstützende Menüs für die Prüfdurchführung, Darstellung der Prüfergebnisse und grafische Hilfen für den mechanischen Aufbau.

Kommunikation

Mit geräteeigenem WLAN bietet die SPS Möglichkeiten, mehrere Nutzer über Screen-Mirroring mit Hilfe mobiler Endgeräte zu beteiligen. Einbindung in das Kundennetzwerk ist ebenfalls möglich.

Informationsbereitstellung

Über QR-Code erreichen Sie im GUNT-Media Center umfassendes Informations- und Lehrmaterial, das GUNT Ihnen beim Kauf des Prüfstandes MT 173 zur Verfügung stellt.



2 | Das sagen Auszubildende



Interview mit Lernenden, Industriemechanik im 3. Jahr

Walter und Henry*, Industriemechanik im 3. Jahr

Welche Aufgabe hattet ihr?

Unser Thema ist Wartung und vorbeugende Instandhaltung. Wir wollen feststellen, welche Wartungs- und Instandhaltungsschritte für die Sortieranlage festgelegt sind.

Welche Informationsquellen stehen euch zur Verfügung?

Die Steuerung selbst. Wir gehen durch die Menüs. Es gibt in der Steuerung einen Bereich, wo die verschiedenen Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben überwacht werden. Da finden wir die wichtigsten Punkte. Dann nutzen wir auch unser Tablet oder iPhone. Wir rufen eine APP auf und können uns an der Baugruppe selbst genau ansehen, was zu tun ist. Das erfolgt über AR, Augmented Reality.

Wie dokumentiert und kommuniziert ihr eure Arbeitsergebnisse?

Wir machen einen kurzen Bericht und binden Fotos oder Screenshots ein. Die PDF-Datei speichern wir für uns und sie geht gleichzeitig an unseren Ausbilder.

Wieviel Zeit hattet ihr für diese Aufgabe?

Zwei Stunden an der Anlage und circa drei Stunden für die Dokumentation.

Was gefällt euch besonders bei dieser Arbeit?

Wir sehen, wofür das Ganze gut ist. Wir haben klare Aufgaben und können diese selbständig erledigen. Wir finden es gut und wichtig, dass wir in einem modernen, digital orientierten Umfeld arbeiten können.

Könnt ihr die Sortieranlage auch in Betrieb nehmen und laufen lassen?

Auf jeden Fall, kein Problem.

Und wie geht es weiter?

Wir werden in den kommenden Tagen real bestimmte Instandhaltungsaufgaben in Angriff nehmen.

Redet ihr zuhause oder mit Freunden auch mal über eure Ausbildung?

Reden weniger, wir zeigen eigene Videos oder Fotos.



Interview mit Auszubildenden, Industriemechanik im 1. Jahr

Robert und Jenny*, Industriemechanik im 1. Jahr

Welche Aufgabe habt ihr heute?

Das Getriebe hat einen mechanischen Defekt, durch Verschleiß. Es wird auch schon vermutet, welche Bauteile betroffen sind. Wir demontieren das Getriebe, identifizieren die Austauschteile und stellen dann das Getriebe wieder zusammen, bis es „wie neu“ ist.

Wie und in welcher Form habt ihr eure Aufgabe erhalten?

Wir nutzen ja alle das GUNT-Media Center. Da hat sich unser Ausbilder die Aufgabenstellung geholt und die PDF-Datei für uns in unserem Dokumentenordner bereitgestellt.

Wie habt ihr euch informiert, bevor ihr mit der Demontage begonnen habt?

Wir haben einen QR-Code mit dem wir auf das GUNT-Media Center kommen. Dort findet man wirklich alles: Videos für Montage/Demontage, Zeichnungen für Einzelteile und Baugruppen in allen Datei-Formaten und Stücklisten. Was wir verwenden wollen, das können wir anzeigen, drucken oder downloaden. Wir wissen natürlich, weniger Papier ist besser.

Wie schließt ihr eure Übung ab?

Es gibt Fragen und Aufgaben, die wir in einem vorgegebenen PDF-Format bearbeiten und speichern, wenn wir sicher sind, dass wir richtig liegen. Zwischendurch sprechen wir viel mit dem Ausbilder.

Wieviel Zeit habt ihr gebraucht?

So ca. 3 Stunden, mit Aufräumen. Wir haben die ganze Übung zusammen gemacht.

Was hat Euch gefallen?

Es macht viel Spaß, praktisch, handwerklich zu arbeiten. Wir sehen ziemlich gut, was wir gelernt haben. Jenny: ich finde es toll, dass wir dabei auch Fremdsprachen lernen, Fachbegriffe. Im GUNT-Media Center ist alles mehrsprachig.

Und wie geht es weiter?

Wir wollen uns den gesamten Zeichnungssatz und die Stücklisten des Getriebes vornehmen. Da soll es auch um Werkstoffzeichnungen und Normteile gehen. Nächste Woche.

* Aus Datenschutzgründen bringen wir nur die Vornamen der beteiligten Personen. Die Beteiligten haben dieser Veröffentlichung zugestimmt.

* Aus Datenschutzgründen bringen wir nur die Vornamen der beteiligten Personen. Die Beteiligten haben dieser Veröffentlichung zugestimmt.

3 | Beispielhafte Darstellung von ausgewählten Übungen

3.1 | Maschinenzustandsüberwachung

Diese Übung steht vorwiegend im Zusammenhang mit **Prozessschritt 1**.

3.1.1 | Gesamtziel der Übung

Bei unserem Praxisbeispiel gehen wir davon aus, dass aus der Betriebsanlage heraus eine Meldung kommt: Getriebe xy/3 erreicht Grenzdaten und soll, im Rahmen von vorbeugender Instandhaltung, gegen ein neues oder ein neuwertiges Getriebe ausgetauscht werden. Damit sind wir bei dem Thema **Maschinenzustandsüberwachung**.

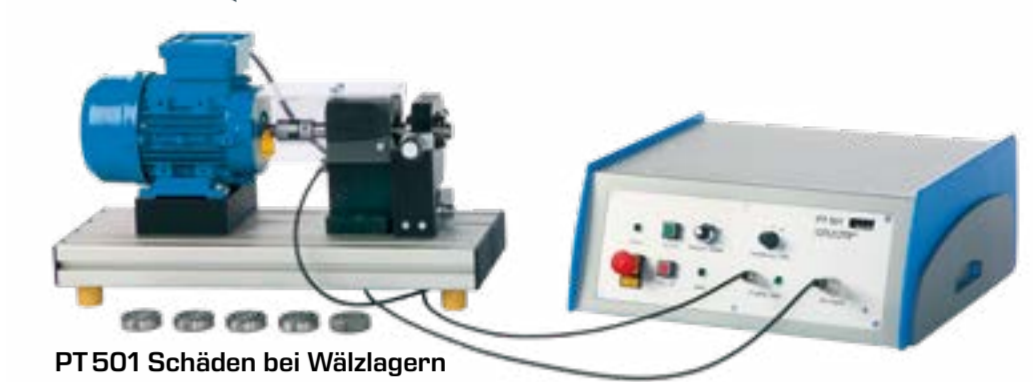
Bei unseren Übungen stellt das System **MT174 Sortieranlage** unsere Betriebsanlage dar. Diese Anlage läuft natürlich nicht im Dauerbetrieb und auch nicht unter Belastungen. Deshalb liegt an diesem konkreten Punkt ein Simulationscharakter vor.

Die in der Anlage eingebaute SPS von Siemens gibt zeitabhängige oder grenzdatenabhängige Meldungen zu bestimmten Instandhaltungsschritten heraus. So auch zu der Aufgabe: Getriebe xy/3 austauschen.

Die Schüler/Auszubildenden sollen mit dieser Übung verstehen und erklären können, von welchen Eingangsinformationen vorbeugende Instandhaltung abhängt und woher diese stammen.

Um zu einem tieferen Verständnis von Maschinenzustandsüberwachung auf Basis von Schwingungsanalyse zu kommen, schlagen wir einen zusätzlichen, spezifischen Parallelversuch vor: **PT 501 Schäden bei Wälzlagern**.

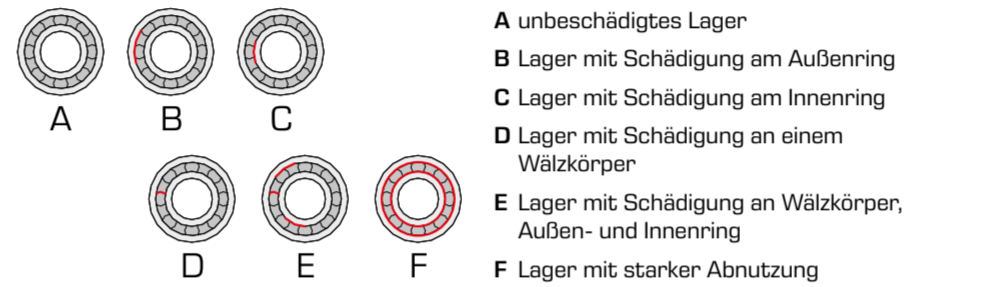
Die Versuchsergebnisse führen zu eindeutigen Schadensdefinitionen aufgrund der Analyse von Schwingungsbildern.



- PT 501 Schäden bei Wälzlagern**
- ein Versuch, der auf einem Tisch aufgebaut werden kann
 - perfekt geeignet für selbstständiges Arbeiten der Schüler/ Auszubildenden
 - umfangreiches Präsentationsmaterial steht Ihnen als Download zur Verfügung, Zugang über QR-Code
 - eine präzise Bedienungsanleitung mit ausführlicher Versuchsdarstellung ist bei GUNT Standard
 - wir haben verschiedene Lager vorbereitet, die jeweils einen oder mehrere spezifische Schäden aufweisen
 - der Wellendurchmesser beträgt für alle Lager 20 mm

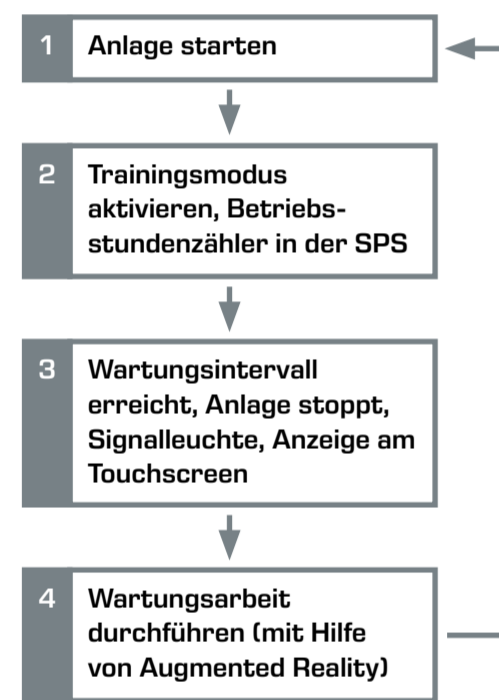
Vorschlag für einen sinnvollen Vor- oder Parallelversuch zum Thema Schädenserkennung und Maschinenzustandsüberwachung

Verschiedene Schäden an Wälzlagern lassen sich durch Schwingungsanalyse präzise diagnostizieren. Das Versuchsgesetz **PT 501 Schäden bei Wälzlagern** ermöglicht schnelle und sehr deutliche Versuche. Eine Auswahl an Wälzlagern ist **vorgeschädigt**, an strategischen Positionen. Eine sehr leistungsfähige Software veranschaulicht die Schwingungsspektren und liefert Daten und Reports.

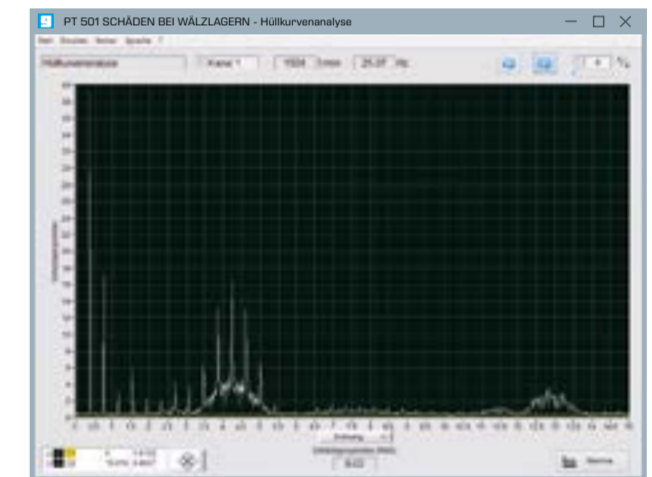


3.1.2 | Detaillierte Ablaufbeschreibung

Nutzung der Sortieranlage MT174



- MT174 Sortieranlage**
- Wartungs- und Instandhaltungsschritte sind vorbereitet und können real oder virtuell abgearbeitet werden
 - Augmented Reality Lernumgebung



Die GUNT-Software zur Schwingungsanalyse erlaubt vielseitige Darstellungs- und Auswertmöglichkeiten. Software und Bediengerät sind im Lieferumfang enthalten.

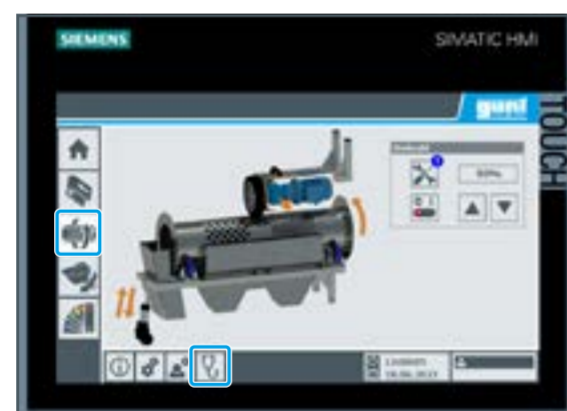
Austausch eines Getriebes ist die größte und komplexeste Übung. Daneben werden kleinere Aufgaben angeboten:

- Förderband mit Dosierbunker: Keilriemen auswechseln
- Trommelsieb: Zahnkranz der Kupplung austauschen
- Drehspeichertisch: Wellengelenk schmieren

Beispiel
Zahnkranz der Kupplung am Trommelsieb austauschen



Am Touchscreen den Trainingsmodus einschalten. Betriebsstundenzähler befindet sich in der SPS. Die Wartungsintervalle für die verschiedenen Sub-Systeme sind **simulierbar**, d.h. einstellbar.



Wartung am Trommelsieb



Ein Überblick der Situation wird über das Menü am Touchscreen aufgerufen. Alle weiteren Details direkt am Trommelsieb über unsere Augmented Reality.



Hier wird der Vorschlag gemacht, das im Trommelsieb verbauten Planetengetriebe als separate Montageübung näher kennenzulernen.



Den Zugang zum GUNT-Media Center erhalten Sie über Ihren QR-Code. Dort finden Sie ALLES zu dem Getriebe.

3.1.3 | Lerninhalte – Kompetenzbausteine

An dieser Stelle befassen wir uns konkret mit den Lerninhalten, die im Rahmen dieser Übung erreichbar oder ansteuerbar sind. Die Benennung der Berufsbildpositionen 1-5 folgt den BIBB-Broschüren **Industrielle Metallberufe und Elektroberufe**

- Berufsbildposition 5**
Digitalisierung der Arbeitswelt
- Mit der Sortieranlage MT174**
- SPS mit Touchscreen – HMI – als Zentralsteuerung für eine Betriebsanlage kennenlernen
 - durch das Menü der Bedienoberfläche navigieren und verschiedene Wartungs- und Instandhaltungsszenarien simulieren und verstehen
 - Assistenz-, Simulations-, Diagnose- oder Visualisierungssysteme nutzen
 - Datenhandling im Kontext mit den Möglichkeiten der SPS
 - Augmented Reality (AR) im Servicebereich
 - gezielte Informationsbeschaffung durch QR-Code Zugänge
 - Konzepte Predictive maintenance & machine condition monitoring verstehen

- Mit dem Experimentiersystem PT 501 Schäden bei Wälzlagern**
- Software für Messdatenerfassung auf Einzel-PC installieren
 - umfassende Mess- und Darstellungsfunktionen einer Anwendungssoftware für Schadensanalyse kennenlernen und nutzen können
 - Messprotokolle erstellen, editieren und über verfügbare Kommunikationswege verteilen
 - in interdisziplinären Teams kommunizieren, planen und zusammenarbeiten

- Berufsbildpositionen 1 - 4**
„traditionelle“, fachliche Inhalte
- Mit der Sortieranlage MT174**
- grundlegende Funktionalität der Anlage erkunden, verstehen und beschreiben können
 - wesentliche Bauteile erkennen und beschreiben
 - erkennen, an welchen Bauteilen und Funktionsbereichen Vorkehrungen für Maschinenzustandsüberwachung zu finden sind
 - beschreiben, an welchen Bauteilen Wartung und vorbeugende Instandhaltung geplant ist und wie die Überwachung stattfindet
 - das Konzept der Anlagensteuerung grundlegend kennenlernen

- Mit dem Experimentiersystem PT 501 Schäden bei Wälzlagern**
- Aufnehmer mit Steuer- und Versorgungseinheit verbinden
 - Aufnehmer montieren und ausrichten
 - verschiedene Wälzlager ein- und ausbauen
 - Lagertypen, Lagerbezeichnungen, Lagerschäden kennenlernen
 - verschiedene Darstellungs- und Analyseformen kennenlernen, die im Rahmen von Condition monitoring, auf Basis der Schwingungsanalyse, eingesetzt werden



3 | Beispielhafte Darstellung von ausgewählten Übungen

3.2 | Montage/Demontage eines Getriebes



Diese Übung steht vorwiegend im Zusammenhang mit den **Prozessschritten 6 und 8**. Um die didaktische Vielseitigkeit des Lernprojekts DigiSkill 3 zu zeigen, nutzen wir die Montageübung Stirnradgetriebe MT 120, das Sie baugleich auch in der Sortieranlage MT174 finden.

3.2.1 | Gesamtziel der Übung

Wenn wir davon ausgehen, dass es sich in unserer Betriebsanlage um ein großes, teures und langlebiges Getriebe handelt, dann verstehen wir, dass ein vollständiger Überholvorgang sinnvoll ist.

Dann gibt es eine klare Arbeitsanweisung, was zu tun ist: planmäßige Demontage, Reinigen, Inspektion, Austausch von definierten Teilen, planmäßige Wiedermontage. Diese Betrachtung lässt sich in ein Lernumfeld übertragen, wo rein technische Ziele mit vielseitigen Lernzielen verbunden werden.

Didaktische Betrachtung

Die Übung beginnt mit einem vollständig montierten Getriebe aus der Montageübung **MT 120**. Das ist ein kleines, handliches Getriebe, mit dem die Demontage/Montage auf einer Tischfläche erfolgen kann.

Die Demontage erfolgt weitgehend manuell, ohne besonderen Einsatz von Vorrichtungen und Spezialwerkzeugen.

Es ist didaktisch sinnvoll, bei dieser Übung weitere Lernzielbereiche anzusteuern:

- lesen und verstehen von technischen Zeichnungen, Begriffe der Fachsprache, verstehen der Funktionalität, erkennen und beschreiben von Baugruppen, Fertigungs- und Normteile unterscheiden, Werkstoffe identifizieren, etc.
- nutzen eines umfassenden, digitalen Informationsangebotes, die Möglichkeiten, mit dieser Übung vielseitige, gewünschte und geforderte Lernzielbereiche anzusprechen sind endlos...

3.2.2 | Beispiele mit konkreten Schritten

Beispiel 1



MT120
Montageübung Stirnradgetriebe

Lehrübungen

- Vor- und Nachteile schrägverzahnter Stirnräder
- FE-Methode
- Aufbau von Wälzlagern
- Besonderheiten eines Stirnradgetriebes
- Bauteile erkennen
- Toleranzangabe
- Passungen für Wälzlager
- Gusswerkstoffe und Korrosion
- Evolventenverzahnung
- Werkstoffbezeichnung
- Montage von Wälzlagern
- Lebensdauerberechnung von Rillenkugellagern
- Abhängigkeiten bei der Drehmomentübersetzung
- Demontage eines Stirnradgetriebes

Das ist ein Beispiel, wie ein Kunde in Österreich unser **MT120 Montageübung Stirnradgetriebe**, nutzt, um in grundlegende Themen aus Konstruktion, Maschinenelemente, Werkstoffe, etc. hinein zu verzweigen.

Das **MT120** dient dabei als Praxisbezug und das GUNT-Media Center dient als unerschöpfliche, digitale Informationsquelle. Das ist ein offen gestalteter Unterricht, mit einem Anspruch an Theorie, eben HTL-Niveau.



Dieses Beispiel ist didaktisch geführter und mit enger ausgelegten Lernzielen, als das erste. Sie geben die Montageschritte bebildert vor. Nach Ablaufsequenz geordnet, oder auch nicht.

Aufgabe: Die Schüler/Auszubildenden ordnen die Schritte zu einer sinnvollen Sequenz – Montage oder Demontage – benennen die Teile und beschreiben den jeweiligen Schritt.

Informationsquelle: GUNT-Media Center.



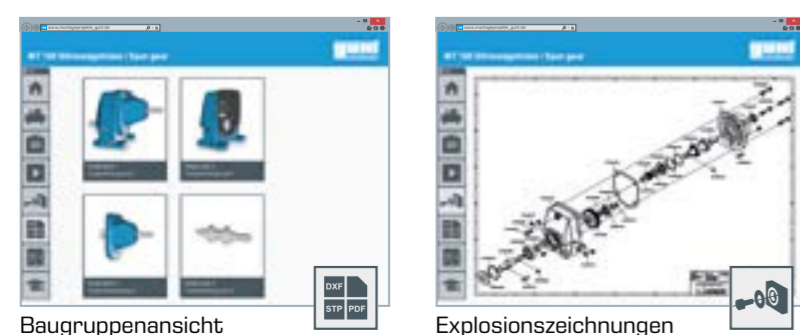
Beispiel 2

Schritt	Grafik	Beschreibung	Schritt	Grafik	Beschreibung
22		Distanzscheibe (209) montieren.	28		Montagegruppe Abtriebsgehäuse (100) auf Vorrichtung 4 positionieren. Wichtig ist, die Montagegruppe bis zum Anschlag der Abtriebswelle in der Vorrichtung zu verschieben (Kippen vermeiden). Die waagerechte Lage der Dichtfläche erleichtert die Montage der Flachdichtung.
23		Rillenkugellager (210) entnehmen. Lageratz eincken.	29		Flachdichtung (102) auflegen. Dabei auf korrekte Ausrichtung der Flachdichtung auf den Gewindebohrungen achten.
24		Rillenkugellager (210) bis zum Anschlag aufschieben. Falls erforderlich, Vorrichtung 2 und Schraubenzieher verwenden.	30		Montagegruppe Abtriebsgehäuse (101) ausrichten und auflegen.

Aufgabenblatt mit Lösungen

Das GUNT-Media Center

Zugang erfolgt über QR-Code. Dort finden Sie ALLES. Natürlich nicht nur für die Lehrer/Ausbilder, sondern insbesondere für die Schüler/Auszubildenden. In Verwendung mit Notebook, Tablet, Smartphone.



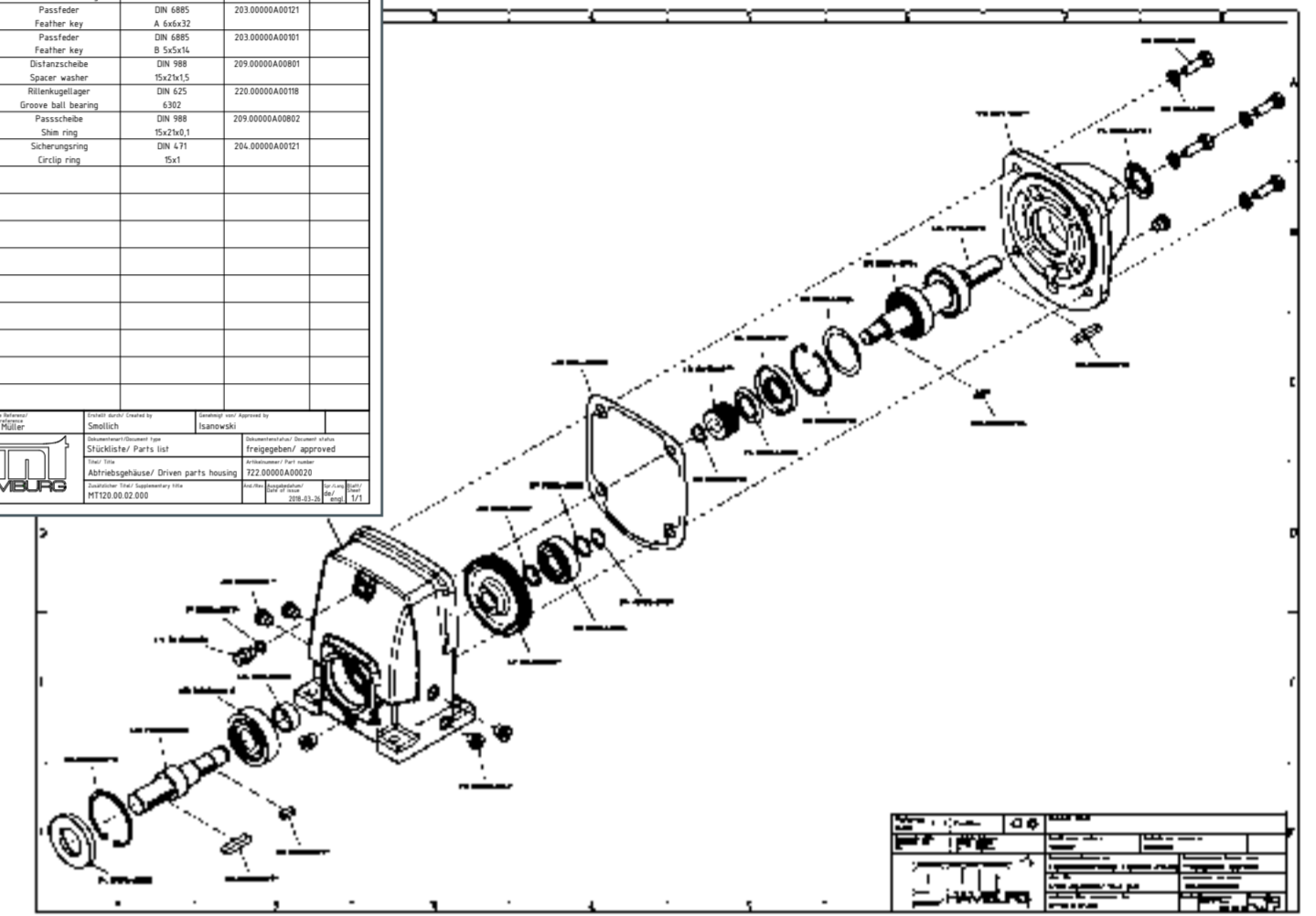
Beispiel 3

Auch dieses Beispiel ist konkret geführt und praxisnah.

Sie geben den Schülern/Auszubildenden die Explosionszeichnung des Getriebes ohne Benennungen und die Stücklisten.

Aufgabe: Unter Nutzung der Stückliste sollen die Schüler/Auszubildenden die Bauteile identifizieren und die Artikel-Nr. in die Explosionszeichnung eintragen.

Pos. Nr.	Einheit	Bezeichnung	Zeichnungs-Nr.	Artikelnummer	Bemerkung
208	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 001	430 0005 1400001	EN-GLA-2001
209	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 002	424 0304A0000	CASE
210	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 003	400 1010A0000	S235JR
211	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 004	441 1613A0001	SNK-190
212	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 005	400 1010A0000	NBR
213	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 006	204 0000A0016	Stift
214	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 007	228 0000A0018	Stift
215	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 008	203 0000A0021	Stift
216	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 009	203 0000A0021	Stift
217	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 010	203 0000A0021	Stift
218	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 011	203 0000A0021	Stift
219	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 012	203 0000A0021	Stift
220	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 013	203 0000A0021	Stift
221	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 014	203 0000A0021	Stift
222	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 015	203 0000A0021	Stift
223	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 016	203 0000A0021	Stift
224	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 017	203 0000A0021	Stift
225	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 018	203 0000A0021	Stift
226	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 019	203 0000A0021	Stift
227	1	Stirnradgetriebe	MT120 10 02 020	203 0000A0021	Stift



Die Abbildung zeigt die Lösungen

Weitere didaktische Verzweigungen:

- aus der Explosionsdarstellung den Montageablauf erkennen und in eine Sequenz bringen
- lassen sich Baugruppen bilden, die vormontiert werden und die dem gesamten Montageprozess zugeführt werden?

3.2.3 | Lerninhalte – Kompetenzbausteine

An dieser Stelle befassen wir uns konkret mit den Lerninhalten, die im Rahmen dieser Übung erreichbar oder ansteuerbar sind.

Berufsbildposition 5 Digitalisierung der Arbeitswelt

- Zugriff und Umgang mit digitalen Daten, die über ein Portal abrufbar sind
- kennenlernen verschiedener Dateiformate für technische Unterlagen, insbesondere für Zeichnungen, wie z. B. PDF, DXF, STP
- kennenlernen und nutzen der umfassenden Möglichkeiten eines Viewertools für 3D-Modelle (STP), hier Autodesk A360 Viewer
- Werkzeuge kennenlernen, die das Viewertool bietet: Messen, Markieren, Kommentieren, Modell auflösen (Explosion), Schnitte
- Übungsaufgaben im Portal aufrufen, mit Hilfe von interaktiven PDF-Vorlagen bearbeiten
- Baugruppen, Teilezeichnungen und Stücklisten aufrufen, downloaden, verschicken, etc.
- konstruktionsdatengestützte Montage-/Demontagevideos nutzen

Berufsbildpositionen 1 - 4 „traditionelle“, fachliche Inhalte

- den Gesamtaufbau eines Stirnradgetriebes verstehen und beschreiben können
- Baugruppen erkennen und zuordnen
- Fertigungs-/Zeichnungsteile und Normteile unterscheiden
- Stücklisten lesen und erklären können
- Maschinenelemente kennenlernen: Wellen, Zahnräder (schrägverzahnt), Passfedern, Wälzlager, Dichtungselemente, etc.
- die Fachbegriffe kennenlernen, auch in Fremdsprachen, wenn gewünscht
- unterschiedliche metallische Werkstoffe kennenlernen und deren normgerechte Codierung verstehen
- Übersetzungsverhältnis des Getriebes bestimmen und Berechnungen dafür kennen
- erkennen, welche Bauteile in besonderem Maße Verschleiß unterliegen
- Demontage als Sequenz planen und darstellen können
- Werkzeug- und Vorrichtungsliste erstellen, für benötigte Hilfsmittel zur Demontage/Montage
- Austausch von Verschleißteilen vornehmen und Wiedermontage des Getriebes
- Bericht über die ausgeführte Arbeit erstellen, unter Nutzung von Standardsoftware, diesen erläutern und auch weiterleiten können, per E-Mail oder über andere digitale Kommunikationswege



3 | Beispielhafte Darstellung von ausgewählten Übungen

3.3 | Funktionsprüfung zur Qualitätssicherung



Diese Übung steht vorwiegend im Zusammenhang mit dem **Prozessschritt 9**.

3.3.1 | Gesamtziel der Übung

Das aus der Betriebsanlage ausgebaute Getriebe ist nunmehr vollständig überholt und montiert. Neue Teile wurden eingebaut.

Das Getriebe wird einer Funktionsprüfung unterzogen, in einem speziellen Getriebeprüfstand, der **Realbedingungen** nachbildet. Die Prüfung erfolgt über einen bestimmten Zeitraum und unter vorgegebenen Lasten. Abschließend wird ein Prüfprotokoll erzeugt und zur Dokumentation verwendet.

3.3.2 | Beispiele mit konkreten Schritten

Aus den Beispielen leiten sich Lernziele und Bausteine für Kompetenzentwicklung ab.

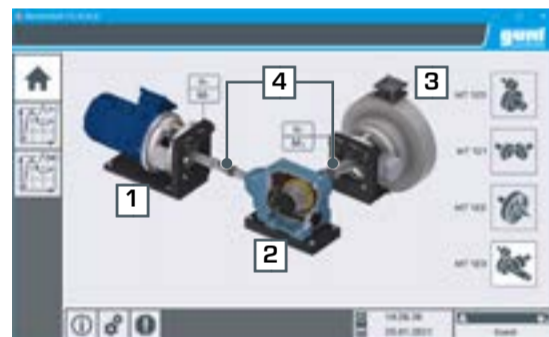
Sie arbeiten mit dem **Prüfstand für Getriebe MT 173** und einem dieser Getriebe:

- MT 120 Montageübung Stirnradgetriebe
- MT 121 Montageübung Kegelradgetriebe
- MT 122 Montageübung Planetengetriebe
- MT 123 Montageübung Stirnrad-Schneckengetriebe



MT 173 Prüfstand für Getriebe mit MT 123 Montageübung Stirnrad-Schneckengetriebe

3.3.3 | Mechanischen Aufbau des Prüfstands verstehen und Grundfunktionen erkennen



- 1 Asynchronmotor, geregelt, mit Drehzahl- und Drehmomentmessung über Aufnehmer
- 2 das zu prüfende Getriebe, mit Fußplatte für einen Höhenausgleich
- 3 Belastungseinrichtung, Magnetpulverbremse, geregelte Erregung
- 4 Kupplungselemente

Die Schüler/Auszubildenden beschreiben den mechanischen Grundaufbau und ermitteln die technischen Daten der beteiligten Komponenten.

Im GUNT-Media Center sind wesentliche technische Zusatzinformationen abrufbar, z. B. für die Drehmomentmessung und die Magnetpulverbremse.

3.3.5 | Einbau eines Getriebes und Ausrichten des Gesamtsystems



Über QR-Code haben die Schüler/Auszubildenden Zugriff auf die technischen Zeichnungen des Gesamtaufbaus.

Die Steuerung selbst bietet auch ein Bild des Gesamtaufbaus, jedoch mit weniger Details und nicht maßstabsgerecht.

Zum kompletten Aufbau des Systems werden, je nach Getriebetyp, Halterungen und Höhenausgleichselemente benötigt.

Das genaue Bild dazu liefern die abrufbaren technischen Zeichnungen.



Didaktische Hinweise:

Sie müssen an dieser Stelle nicht mit einem vorbereiteten, fertigen Arbeitsblatt arbeiten. Lassen Sie den Aufbaubericht von Ihren Schülern/Auszubildenden machen und lassen Sie sich diesen als PDF per E-Mail zuschicken.

Eine weitere Möglichkeit: die Schüler/Auszubildenden erstellen ein Video über ihr Vorgehen.

Sie können auch Aufgaben aus Konstruktion und Fertigung bearbeiten lassen: die Schüler/Auszubildenden skizzieren und fertigen Halterungs- und Ausgleichselemente selbst.

3.3.4 | Die Steuerung



Touchscreen mit SPS (HMI)

Die Schüler/Auszubildenden machen sich mit der Steuerung vertraut: Funktionen, Menüs, Einstellungen, etc. und können diese beschreiben und anwenden.

3.3.6 | Arbeitsschutz – Gerätesicherheit

Arbeitsschutz und Gerätesicherheit ist in jeder Ausbildungsphase immer ein unabdingbares Element. Lassen Sie Schüler/Auszubildende an dem Getriebeprüfstand **MT 173** feststellen, welche Sicherheitselemente vorhanden sind und unter welchen Bedingungen ein Prüfungsvorgang gestartet werden kann.

Was ist zu tun, wenn etwas Unvorhergesehenes eintritt und der Prüfstand angehalten werden muss?



mechanischer Schutz, Antriebswelle/Kupplung, antriebsseitig



Not-Aus Schalter an der Arbeitsfläche

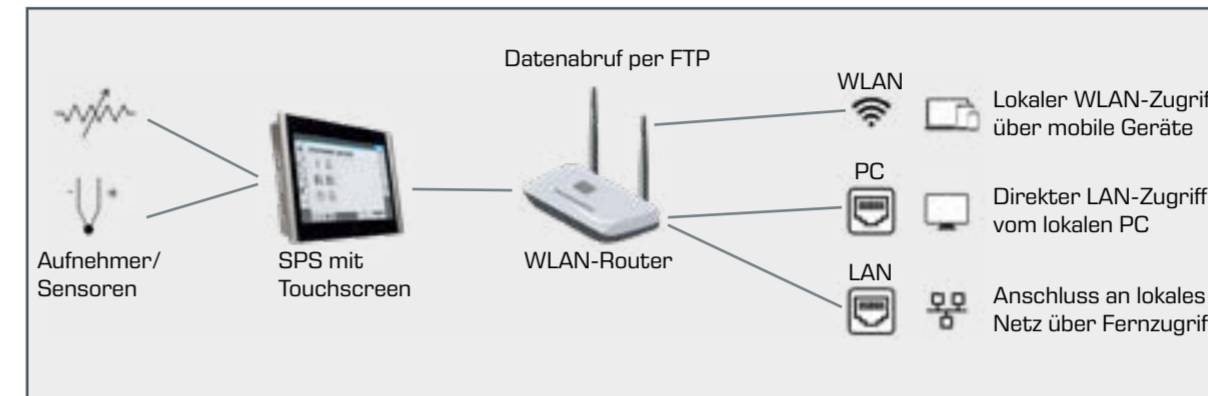


mechanischer Schutz, Abtriebswelle/Kupplung, lastseitig



Hauptschalter

3.3.7 | Anbindung von PC und mobilen Geräten



prinzipieller Aufbau der Zugriffsmöglichkeiten



Anschlussbuchsen an der Seitenfläche des Schaltschranks von MT 173.



Ethernet-Patchkabel

Dieser Punkt bietet Ihnen grundlegende und umfassende Möglichkeiten, Netzwerk-, Steuerungs- und Kommunikationselemente sowie Strukturen kennenzulernen und direkt praktisch anzuwenden.

Im Prüfstand MT173 übernimmt eine integrierte SPS die Steuerungs- und Regelungsaufgaben. Hierüber werden sämtliche Eingaben, Steuerungen, Regelungen, Messdatenerfassungen und Ausgaben verarbeitet. Die direkte Dateneingabe und -ausgabe erfolgt über Touchscreen.

Weiterhin ist der Prüfstand MT173 mit Netzwerktechnik ausgestattet, die den Zugriff über LAN und WLAN ermöglicht.

Damit haben Sie die folgenden Verbindungsmöglichkeiten:

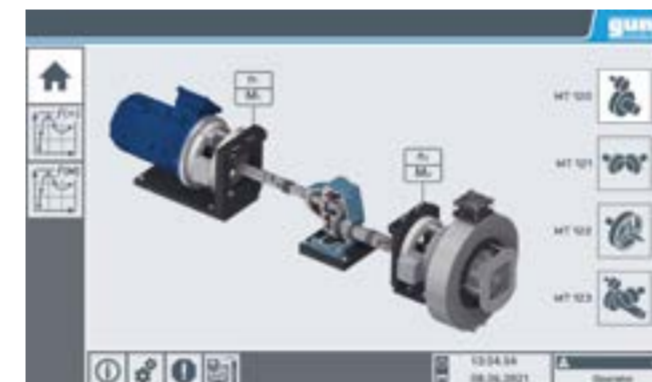
- lokaler WLAN-Zugriff für mobile Geräte über einen integrierten WLAN-Router
- direkter Zugriff für PC und Notebooks über eine PC-Anschlussbuchse (Ethernet) am GUNT-Gerät
- Anschluss an Ihr lokales Netzwerk über eine LAN-Anschlussbuchse (Ethernet) am GUNT-Gerät

Mit diesen Problemstellungen führen Sie Ihre Schüler/Auszubildenden direkt ins Zentrum der notwendigen, praktischen Digitalen-Anwendungen.

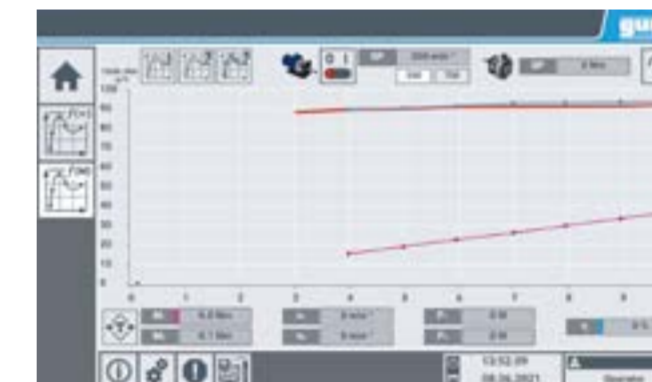
Durch die konkrete Problemstellung lernen: besser geht's nicht.

3.3.8 | Prüfergebnisse

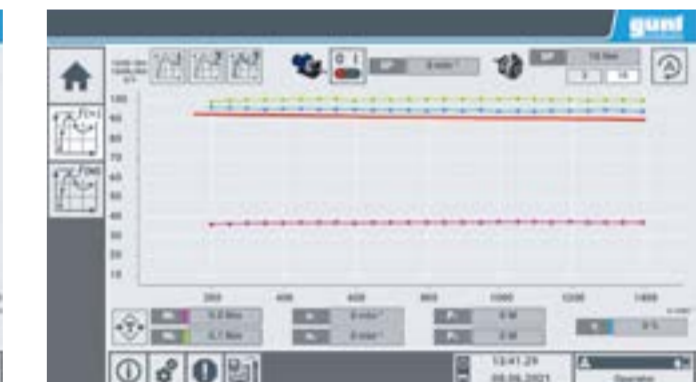
Der Prüfablauf ist automatisch von der SPS vorgegeben. Die Umstellung auf Handbetrieb ist ebenso möglich. Die Screenshots können gespeichert, in einen Prüfreport integriert, in andere Formate konvertiert, oder als Datei verschickt werden. Grafische Darstellungen können vielseitig verändert werden.



Prüfaufbau für das Stirnradgetriebe **MT 120**



M = 4 - 10 Nm, n = 200 min⁻¹ = konst
obere Kurven, rot: Wirkungsgradverlauf Sollwert,
blau: Wirkungsgradverlauf Istwert



M = 10 Nm = konst, n = 200 - 1400 min⁻¹
obere Kurven, rot: Wirkungsgradverlauf Sollwert

3.3.9 | Lerninhalte – Kompetenzbausteine

An dieser Stelle befassen wir uns konkret mit den Lerninhalten, die im Rahmen dieser Übung erreichbar oder ansteuerbar sind.

Berufsbildposition 5 Digitalisierung der Arbeitswelt

- moderne Automatisierungskomponenten kennenlernen: SPS, Aufnehmer/Sensoren, etc.
- eine SPS mit HMI kennenlernen, Funktionen, Menüs, Einstellungen, weiterführende Informationen über Links abrufen
- Aufbauinformationen, CAD-Daten, Zeichnungen von einem Portal abrufen und zielgerecht einsetzen
- Prüfungsvorgang über die Menüführung der SPS verstehen und ausführen
- vielseitige Datenkommunikationsstrukturen kennenlernen: WLAN, LAN, Screen-Mirroring
- Datentransfer über virtuellen FTP-Server kennenlernen
- Netzwerkvarianten verstehen

Berufsbildpositionen 1 - 4 „traditionelle“, fachliche Inhalte

- den Gesamtaufbau und die Funktion eines automatisierten Prüfstandes für Getriebe verstehen und beschreiben
- verstehen von Details: geregelter Asynchronmotor, geregelte Belastung über Magnetpulverbremse, Drehmoment- und Drehzahlaufnehmer
- das Installationsumfeld der Steuerung verstehen: Schaltschrank öffnen, inneren Aufbau ansehen, analysieren, E-Pläne lesen und verstehen
- Einbau eines Getriebes, Ausrichten des Gesamtsystems
- Inbetriebnahme
- das Ziel des Prüfablaufs verstehen, Prüfungsvorgang ausführen
- Prüfergebnisse sichern und kommunizieren
- Maßnahmen zur Betriebs- und Arbeitssicherheit kennen und anwenden



3 | Beispielhafte Darstellung von ausgewählten Übungen

3.4 | Ersatzteil durch additive Fertigung herstellen

Diese Übung steht vorwiegend im Zusammenhang mit dem **Prozessschritt 7**.



3.4.1 | Gesamtziel der Übung

Problemstellung:

Wir gehen bei dieser Übung davon aus, dass wir ein benötigtes Ersatzteil, hier ein Zahnrad, nicht im Lager haben und eine Beschaffung zu viel Zeit in Anspruch nimmt. Das Zahnrad soll deshalb mit Hilfe der Fertigungseinrichtungen des Betriebes hergestellt werden. CNC-Fertigung, mit metallischem Werkstoff? Das wäre der logische Weg. Oder kann man, als Hilfslösung, das Zahnrad auch in einem anderen Werkstoff und in additiver Fertigung (3D-Druck) herstellen und einbauen?

Wir beantworten die letzte Frage mit ja und fahren fort mit der Einleitung und der Durchführung der Ersatzteilerfertigung mit Hilfe von 3D-Druck.

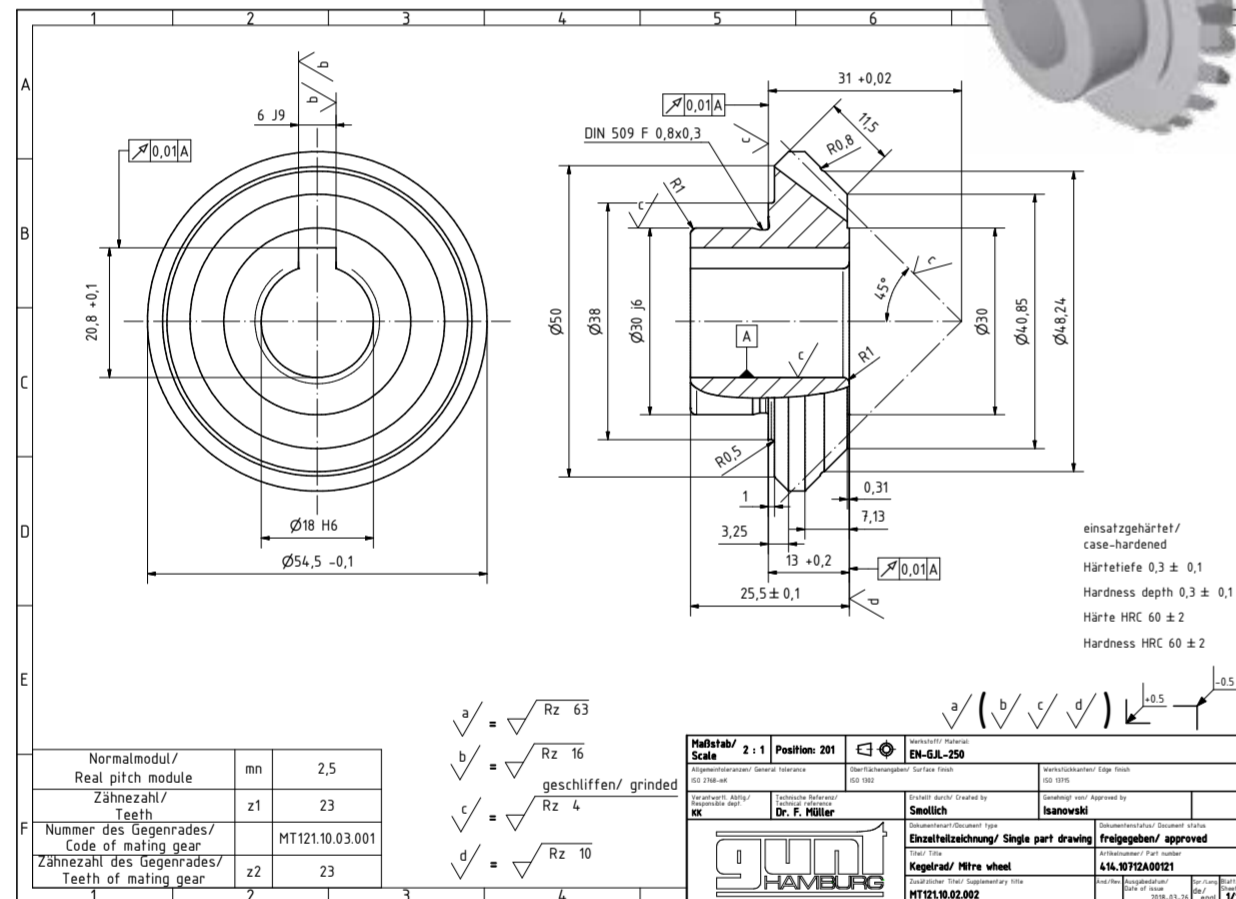
Die Schüler/Auszubildenden befassen sich mit dem Arbeitsauftrag für den 3D-Druck, lernen, welche Daten dafür bereitgestellt werden müssen und bekommen einen breiten Überblick über die Abläufe der additiven Fertigung.

Die Schüler/Auszubildenden erwerben Kenntnisse über die Werkstoffe, die im 3D-Druck eingesetzt werden, Fertigungstoleranzen, Festigkeiten und Belastungsgrenzen, noch erforderliche Nacharbeiten, etc.

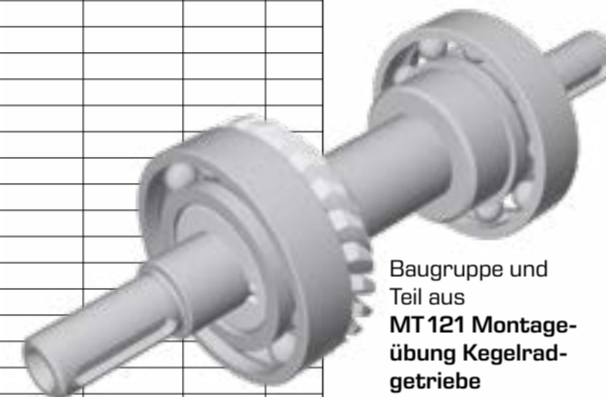
3.4.2 | Detaillierte Ablaufbeschreibung

Wir nehmen für unser Beispiel ein Zahnrad aus dem Kegelradgetriebe **MT 121**.

Die Schüler/Auszubildenden gelangen über QR-Code in das GUNT-Media Center und sehen sich an, welche Daten zu diesem Getriebe verfügbar sind. Sie identifizieren das Teil anhand von Stückliste und Einzelteilzeichnung.



Pos. No.	Descr.	Material	Part number	Quantity
001	Abtriebswelle	HT121.02.001	424510000002	100
002	Drum shaft			
003	Keilrad	HT121.03.002	416101000001	100
004	Welle wheel			
005	Lagerbuchse	HT121.04.001	415101000001	100
006	Bearing sleeve			
007	Keilradlager	SK 625	220 0000000018	
008	SK 625			
009	Gravé Self bearing	6808 13	203 0000000010	
010	SK 6808			
011	Flachlager	6 60425	203 0000000010	
012	Flachlager			



Stückliste für die Baugruppe

Dr. F. Müller	Dr. F. Müller	Dr. F. Müller
Dr. F. Müller	Dr. F. Müller	Dr. F. Müller

Konkreter Arbeitsauftrag für die Schüler/Auszubildenden:

Erstelle einen Fertigungsauftrag für das Teil 414.10712.A00121: Stückzahl, Werkstoff, Termin, Toleranzen, Fertigungsplatz, Daten.

Hinweis: für die 3D-Fertigung bildet die STP-Datei die Grundlage. Falls eine Konvertierung STP/STL erforderlich wird, finden Sie die Konvertierungssoftware im GUNT-Media Center.

Schnittmodelle



GL300.03 Schnittmodell Stirnradgetriebe GL300.02 Schnittmodell Kegelradgetriebe GL300.05 Schnittmodell Planetengetriebe MT110.10 Schnittmodell Stirnrad-Schneckengetriebe

Die vier Getriebe, die wir bei unserem GUNT-DigiSkills 3 Lernprojekt einsetzen, stehen auch als funktionsfähige Schnittmodelle zur Verfügung.

Bestimme die Übersetzungsverhältnisse der einzelnen Getriebe und überprüfe die Formel.

$$i = n_1/n_2 = z_x/z_y$$

Die Schnittmodelle erleichtern Ihnen einführende Erläuterungen und fördern die Anschaulichkeit dank der voll erhaltenen Bewegungsfunktionen. Wenn Sie die Schnittmodelle verfügbar haben, ist neben dem Zeigen/Erklären/Verstehen auch eine kleine Übung für die Schüler/Auszubildenden empfehlenswert.

3D-Druckvorgang



Ein einfacher Drucker erfüllt seinen Zweck in dieser Übung. Siehe Kapitel 4, Produktliste.

Der ideale Arbeitsauftrag mit hohem Selbstständigkeitsgrad für Ihre Schüler/Auszubildenden:

Stelle das Teil Nr. ... in additiver Fertigung her. Schreibe dazu einen ausführlichen Bericht, wie du vorgegangen bist. Liefere den Bericht per E-Mail mit PDF-Anhang an deinen Ausbilder ab.

Didaktische Tipps

Fertigen Sie Teile im 3D-Druck aus der riesigen Auswahl an markanten Bauteilen in den Montageübungen.

- MT 120 Montageübung Stirnradgetriebe
- MT 121 Montageübung Kegelradgetriebe
- MT 122 Montageübung Planetengetriebe
- MT 123 Montageübung Stirnrad-Schneckengetriebe

Geben Sie den Schülern/Auszubildenden einen Überblick über die enorme Leistungsfähigkeit der additiven Fertigung: die Möglichkeit komplexer Formen, Hohlräumen, filigranen Details, hohen Festigkeiten, unterschiedlichen Werkstoffe.

Eine gute Praxiserfahrung ist es auch, 3D-Druckteile bei einem Dienstleister über das Internet zu bestellen. Dazu müssen Sie nur die STP-Datei hochladen.

In einem didaktischen Erweiterungsschritt lässt sich argumentieren: es geht hier nicht ausschließlich um das Zahnrad als benötigtes Ersatzteil, viele andere Elemente der 4 Getriebe können für diese Übung gewählt werden. Es geht um Daten, Datenformate, Datenfluss und die charakteristischen Merkmale der additiven Fertigung selbst.



3.4.3 | Lerninhalte – Kompetenzbausteine

An dieser Stelle befassen wir uns konkret mit den Lerninhalten, die im Rahmen dieser Übung erreichbar oder ansteuerbar sind.

Berufsbildposition 5 Digitalisierung der Arbeitswelt

- einen Arbeitsauftrag erstellen: Fertigung eines Ersatzteils im 3D-Druck. Verfügbare digitale Werkzeuge nutzen, z.B. Formulare.
- Informationen sichten und überprüfen: GUNT-Media Center, Zugang über QR-Code, Betriebs- und Serviceanleitung für den verwendeten 3D-Drucker
- Dateiformate für Konstruktionsunterlagen kennen: PDF, DXF, STP
- wissen, welche Dateiformate für additive Fertigung eingesetzt werden
- Konvertierungsprogramme kennen, die im 3D-Druck Anwendung finden: STP/STL
- einen Fertigungs- oder Bestellauftrag für ein benötigtes 3D-Druck Ersatzteil erstellen und digital übermitteln

Berufsbildpositionen 1-4 „traditionelle“, fachliche Inhalte

- verstehen, was additive Fertigung ist und was sie leisten kann
- Werkstoffe kennen, die im 3D-Druck eingesetzt werden. Einige Eigenschaften dieser Werkstoffe kennen: Festigkeit, Temperaturgrenzen, Oberflächenstruktur, etc.
- Verständnis für additive Fertigung entwickeln, um Einsatzgrenzen von 3D-Druckteilen zu beurteilen
- Einsicht erhalten über Stückkosten und Fertigungsdauer
- Vergleiche zur spanenden Fertigung herstellen



3 | Beispielhafte Darstellung von ausgewählten Übungen

3.5 | Elektrotechnik – Steuerungstechnik

Diese Übung ist nicht auf einen konkreten Prozessschritt bezogen. Sie kann zielgerichtet sein, wenn man eine Störung an **MT 173 Prüfstand für Getriebe** „simuliert“.

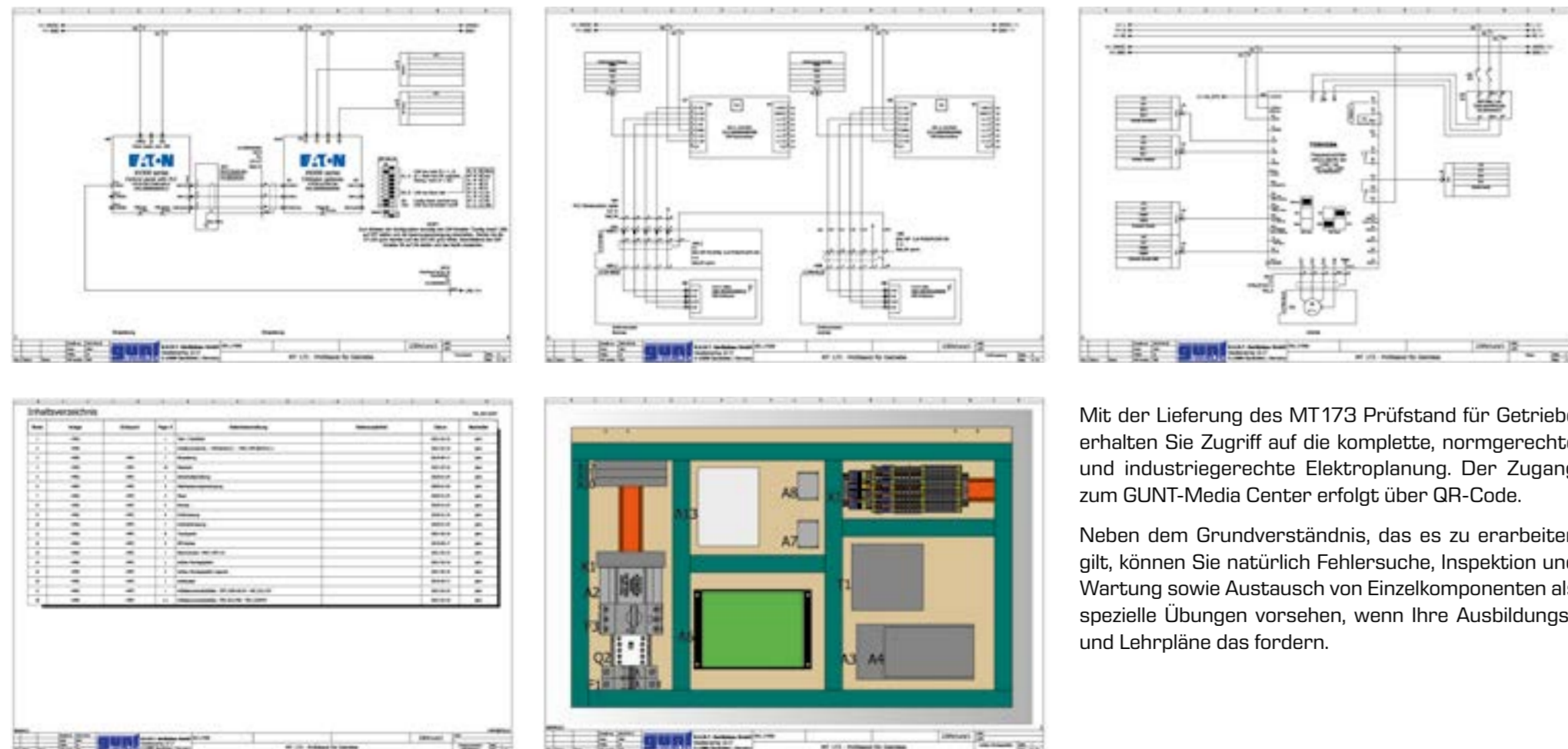
3.5.1 | Gesamtziel der Übung

Interdisziplinäre Zusammenarbeit in Teams macht es erforderlich, dass strikte fachliche Grenzen geöffnet werden. Wir schlagen vor, das elektrotechnische und steuerungstechnische Konzept des Prüfstandes MT 173 als konkretes Praxisbeispiel zu nehmen, um Schüler/Auszubildende im Bereich Mechanik, Elektrik und Elektronik an diese wichtigen Themen heranzuführen.

- die Gesamtfunktion verstehen: geregelter Antrieb, Asynchronmotor, Magnetpulverbremse als Belastung, Drehzahlaufnehmer, Drehmomentaufnehmer, zentrale Steuerung über SPS, Touchscreen als HMI
- Schaltpläne und Stücklisten verstehen, Bauteile identifizieren, deren Funktion beschreiben
- in die Fachsprache hineinkommen; z.B. auf Englisch, Sicherheitskonzepte erkennen und beschreiben

3.5.2 | Detaillierte Ablaufbeschreibung

- 1 System vom Netz nehmen
- 2 Schaltschrank auf der Rückseite öffnen
- 3 Installationsboard herausklappen



Mit der Lieferung des MT173 Prüfstand für Getriebe erhalten Sie Zugriff auf die komplette, normgerechte und industriegerechte Elektroplanung. Der Zugang zum GUNT-Media Center erfolgt über QR-Code.

Neben dem Grundverständnis, das es zu erarbeiten gilt, können Sie natürlich Fehlersuche, Inspektion und Wartung sowie Austausch von Einzelkomponenten als spezielle Übungen vorsehen, wenn Ihre Ausbildungs- und Lehrpläne das fordern.

4 | Produktliste und Ausschreibungstexte

Produktliste

Für einen vollständig ausgestatteten Labor- oder Werkstattbereich ist folgende Ausstattung notwendig:

Prüfstände oder Anlagen

- 1 x **MT 174 Sortieranlage**
- 1 x **MT 173 Prüfstand für Getriebe**

Montagebausätze

- 5 x **MT 120 Montageübung Stirnradgetriebe**
- 5 x **MT 121 Montageübung Kegelradgetriebe**
- 5 x **MT 122 Montageübung Planetengetriebe**
- 5 x **MT 123 Montageübung Stirnrad-Schneckengetriebe**

Die Stückzahl 5 ist zu empfehlen, um 5 Kleingruppen gleichzeitig an einer Aufgabe arbeiten zu lassen. Wenn das nicht Ihr Plan ist, reduzieren Sie die Stückzahl.

Schnittmodelle

- 1 x **GL 300.03 Schnittmodell Stirnradgetriebe**
- 1 x **GL 300.02 Schnittmodell Kegelradgetriebe**
- 1 x **GL 300.05 Schnittmodell Planetengetriebe**
- 1 x **MT 110.10 Schnittmodell Stirnrad-Schneckengetriebe**

Ergänzungsversuche Maschinendiagnostik

- 1 x **PT 501 Schäden bei Wälzlagern**

Wenn Sie dieses Thema ausbauen möchten, alternativ

- 1 x **PT 500 System zur Maschinendiagnose, Basiseinheit**
- 1 x **PT 500.01 Untergestell, fahrbar**
- 1 x **PT 500.04 PC-gestütztes Schwingungsanalysegerät**
- 1 x **PT 500.15 Zubehörsatz, Schäden an Getrieben**
- 1 x **PT 500.05 Brems- und Belastungsvorrichtung**

Ausschreibungstexte

Wir geben hier einen Text, der das Gesamtkonzept von **GUNT-DigiSkills 3** beschreibt. Die vollständigen Ausschreibungstexte für einzelne Produkte finden Sie auf der GUNT Homepage, bei dem konkreten Produkt. Jederzeit sind wir beim Aufbau einer Ausschreibung behilflich.

Ein praxisnahes Übungs- und Lernkonzept für Metall- und Elektroberufe mit dem Hauptthema: Wartung und vorbeugende Instandhaltung an Produktionsanlagen. Mit dem Lernprojekt GUNT-DigiSkills 3 wird ein geschlossener Prozess abgebildet, von der Problemstellung bis zur Lösung.

Ausgangspunkt ist eine Produktionsanlage, die bei dem Lernprojekt GUNT-DigiSkills 3 durch eine automatisierte **Sortieranlage MT 174** dargestellt wird. Ein bestimmtes, in der Anlage enthaltenes, Getriebe wird ausgetauscht. Das entnommene Getriebe wird komplett überholt. Für diese Sequenz sollen separate, aber technisch baugleiche Getriebebausätze und Schnittmodelle geliefert werden.

Zur Funktionskontrolle und Qualitätssicherung wird ein teilautomatisierter **Prüfstand für Getriebe MT 173** eingesetzt.

Als wichtiges Ausbildungselement sollen bestimmte Ersatzteile durch additive Fertigung oder CNC-Zerspanung hergestellt werden. Dafür sind die Abläufe im Rahmen des Lernprojektes vorbereitet.

Für additive Fertigung

Labor 3D-Drucker, Bestell-Nr. 609.0000A00185

Hinweis

Sie können die verschiedenen Produkte für ein vollständiges Labor natürlich auch zeitlich gestaffelt bestellen, falls die verfügbaren Haushaltsmittel das erfordern.

Sie können klein anfangen und später erweitern.

Hinweis:

Tablets, Notebooks, Standardsoftware, etc. gehören zur Grundausstattung Ihrer Labore und Schulungsräume. Diese Art von Ausstattung kommt nicht von GUNT, es sei denn, Sie möchten „schlüsselfertig“ beschaffen. Wir helfen Ihnen gerne bei Fragen zu Themen wie, Zugänge, APPs, Einrichtung von Screen-Mirroring, etc.

Mit dem Gesamtsystem GUNT-DigiSkills 3 müssen folgende Bausteine zur **Entwicklung digitaler Kompetenzen** erfüllbar sein:

- Wartungs- und Instandhaltungsroutinen an einer Produktionsanlage, die digital mit einer **SPS von Siemens** über Touchscreen überwacht und dargestellt werden.
- Einsatz von Augmented Reality (AR) für die vorgesehenen Wartungs- und Instandhaltungsschritte an der Sortieranlage.
- Konzept der vorbeugenden Instandhaltung verstehen und Grundlagen der Maschinenzustandsüberwachung kennenlernen.
- Informationsverfügbarkeit über ein Portal: Daten aus dem **GUNT-Media Center** mit Zugriff über QR-Code.
- Dateiformate praxisbezogen kennenlernen und nutzen können, die im Technikbereich relevant sind: PDF, DXF, STP, STL, etc.
- Nutzen verschiedener Endgeräte, wie PC, Notebook, Tablet, Smartphone, zu Informationsbeschaffung und Anzeige von Prozessen.
- Verständnis für einen geschlossenen, digitalen Prozessablauf entwickeln: ERP-System oder andere datenbankgestützte Informationskonzepte.
- Additive Fertigung kennenlernen. Den dazu notwendigen Datentransfer verstehen und ausführen.
- Eine automatisierte Getriebeprüfung als Qualitätssicherungselement kennenlernen.
- Standardsoftware durchgehend nutzen. Screen-Mirroring kennenlernen. Digitale Kommunikation zum Standard werden lassen.
- Die international gängigen Begriffe Condition monitoring & predictive maintenance verstehen und beschreiben können.
- Grundkonzepte, Merkmale von Industrie 4.0 verstehen und formulieren können.

5 | Zusammenfassung – Ausblick

Wir haben Ihnen mit diesem didaktischen Konzept für das Lernprojekt **GUNT-DigiSkills 3** einen Vorschlag gemacht, wie moderne Ausbildung in den technischen Berufen aussehen kann, wenn traditionelle und aktuelle Lerninhalte in einem digitalen Umfeld erarbeitet werden.

Die hier konkret beschriebenen 5 Übungen sind der Anfang. Es geht viel mehr. Und dieses **mehr** wird Ihnen und Ihren Schülern/Auszubildenden leichtfallen, wenn Sie unserem Weg folgen.

Sie tauchen ein in das Denken und Arbeiten im Kontext mit **Digitalisierung** und **Industrie 4.0**.

GUNT-DigiSkills Lernprojekte – gemeinsame Merkmale

Unsere Lernprojekte unterstützen gezielt und umfassend die Erarbeitung und Entwicklung der neuen Berufsbildpositionen **Digitalisierung der Arbeit** und **Industrie 4.0** für die Metall- und Elektroberufe. GUNT-DigiSkills Lernprojekte:

- stellen betriebsrelevante Abläufe / Prozesse dar, an denen sich digitale Kompetenzen genauso, wie traditionelle Lerninhalte erarbeiten lassen
- sind didaktisch sorgfältig und umfassend geplant und stellen Lehrenden ein direkt umsetzbares Konzept zur Verfügung
- sind handfest, praxisnah ausgelegt und nehmen Lernende und Lehrende von Anfang an mit auf die Reise
- fördern direkte Beteiligung und Motivation, Erfolgserlebnisse und sichtbare Lernfortschritte sind zu jeder Zeit und bei jedem Schritt gesichert
- sind in Anspruch und Umfang skalierbar, von grundlegend bis komplex
- sind gestaltungsoffen: eigene Ansätze lassen sich integrieren, Änderungen und Erweiterungen sind möglich
- sind interdisziplinär, praxisrelevant, prozessorientiert und total digital; deshalb tragen sie den Namen **GUNT-DigiSkills**, aber bleiben dabei reale Praxis: zum Machen, zum Anfassen

Real ist die Grundlage, **virtuell** und **digital** sind die Wege zur modernen Arbeitswelt.

GUNT-DigiSkills – verschiedene Anforderungsgrade



- 1 Technisches Zeichnen, Funktionsmodelle**
- 2 Längenprüftechnik**
- 3 Vorbeugende Instandhaltung: Austausch eines Getriebes**
- 4 Sortieranlage**
- 5 Werkstoffprüfung, automatisiert**

Das sagen unsere Kunden

Wir setzen didaktische Geräte und Systeme von GUNT seit vielen Jahren ein. Damit sind wir immer didaktisch auf dem neuesten Stand. Schon vor Jahren hat die HTL gemeinsam mit GUNT digitale Projekte entwickelt, im Bereich Getriebe- und Montagetechnik. Die Produktlinie GUNT-DigiSkills bringt einen weiteren mächtigen Schub in Richtung Digitalisierung und Industrie 4.0. Dabei vergisst GUNT niemals die Realität des handwerklichen oder industriellen Arbeitsumfeldes.



HTL Dornbirn, Österreich

Unsere Schule hat eine 100-jährige Tradition. Das ist unsere Verpflichtung, immer auf der Höhe der Zeit zu sein. Wir arbeiten seit vielen Jahren mit GUNT kooperativ zusammen, um didaktische Geräte und Systeme immer auf neuestem Stand zu halten. Bereits vor Jahren haben wir gemeinsam mit GUNT didaktische Konzepte entwickelt und erprobt, die bereits zu dieser Zeit hochgradig digital unterstützt waren.

Die aktuelle Produktlinie GUNT-DigiSkills ist erneut ein Beleg, wie Anpassung im didaktischen Bereich aussehen muss, um neue Berufsbild-Positionen, wie „Digitalisierung der Arbeit“ und „Industrie 4.0“, zu erfüllen. Wir sind überzeugt, dass nicht nur bei uns, sondern überall an beruflichen Schulen und betrieblichen Ausbildungsabteilungen mit den Lernprojekten GUNT-DigiSkills genau der richtige Weg eingeschlagen wurde.



Berufliche Schule Stahl- und Maschinenbau BS04, G1, Deutschland

Wir setzen eine Vielzahl neuester GUNT-Produkte in unseren Laboren und Werkstätten ein. Unsere Zielvorstellung ist es, durch „Hands-on“, durch die Nutzung realer Lernprojekte, modernste technische Inhalte zu vermitteln, die heute von den Arbeitgebern erwartet werden. Dabei stehen die modernen Ansprüche in Richtung Digitalisierung und Industrie 4.0 im Vordergrund. Die Produktlinie GUNT-DigiSkills von GUNT hilft uns bei der Umsetzung dieser Ansprüche enorm. Die Portalzugänge zu dem GUNT-Media Center sind sehr nützlich und beliebt bei Schülern und Lehrern, weil umfangreiche und vielseitige digitale Informationen online verfügbar sind.



Riverside College, Widnes & Runcorn, UK, Centre of Vocational Excellence

Kontakt

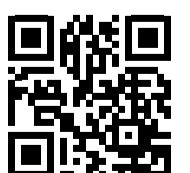
G.U.N.T. Gerätebau GmbH
Hanskampring 15 - 17
22885 Barsbüttel
Deutschland
+49 40 67 08 54 - 0
sales@gunt.de
www.gunt.de

Impressum

© 2021 G.U.N.T. Gerätebau GmbH. Wiederverwendung, Speicherung, Vervielfältigung und Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung gestattet. GUNT ist eine eingetragene Marke. Unsere Produkte sind somit geschützt und unterliegen dem Urheberrecht.

Für Druckfehler kann keine Gewähr übernommen werden. Änderungen vorbehalten.

Bildnachweise:
G.U.N.T. Gerätebau GmbH,
Herstellerfotos, Shutterstock.
Gestaltung & Satz: Profisatz.Graphics,
Bianca Buhmann, Hamburg.
Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem,
umweltfreundlichen Papier.



Besuchen Sie uns
im Internet unter
www.gunt.de