



POKROK digital

Ahoj sousede. Hallo Nachbar.

Gebrauchsanleitung zur Pilotsoftware POKROK.digital

1	Einleitung	TUBAF
2	Allgemeiner Aufbau der Lernplattform	TUBAF
2.1	Datenbasis und deren Struktur	TUBAF
2.2	Datenzugriff und Kommunikation	TUBAF
2.3	Struktur der Lernanwendung	TUBAF
3	Programmbeschreibung	
3.1	Nutzerverwaltung	TUBAF
3.2	Fertigungsprozessausarbeitung	TUBAF
3.3	Arbeitsgangausarbeitung	TUD
3.4	Fertigungssteuerung	TUL
4	Beispielaufgabe (ID10)	
4.1	Registrierung und Anmeldung	TUBAF
4.2	Fertigungsprozessplanung	TUBAF
4.3	Fertigungssteuerung	TUL
4.4	Multimedia- und Hilfssystem	UJEP

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Allgemeiner Aufbau der Lernplattform	7
2.1	Datenbasis und deren Struktur	7
2.2	Datenzugriff und Kommunikation	9
2.3	Struktur der Lernanwendung	10
3	Programmbeschreibung.....	11
3.1	Nutzerverwaltung.....	11
3.2	Fertigungsprozessausarbeitung	12
3.2.1	Überblick und Grobstruktur	12
3.2.2	Sidebar und Statusleiste	13
3.2.3	Infobox.....	17
3.2.4	Prozessgraph	17
3.3	Arbeitsgangausarbeitung	23
3.3.1	Überblick und Grobstruktur	23
3.3.2	Verwaltungs- und Unterstützungsfunktionen.....	24
3.3.3	Funktionen zur Graphenerstellung und –bearbeitung.....	25
3.3.4	Szenenfunktionen.....	26
3.3.5	Eingabemaske für Detailangaben der Operationen.....	26
3.3.6	Ergebnisdarstellung.....	28
3.4	Fertigungssteuerung.....	29
3.4.1	Einstellung	30
3.4.2	Szenario der Produktion	30
3.4.3	Virtuelle Werkstatt	31
3.4.4	Hauptfenster	31
3.4.5	Aktive Objekte	32
3.4.6	Kontextmenü	33
3.4.7	Inventar	33
3.4.8	Dokumente.....	34
3.4.9	Ausstattung und Personal der virtuellen Werkstatt.....	40
4	Beispielaufgabe (ID10)	49
4.1	Registrierung und Anmeldung.....	49
4.2	Fertigungsprozessplanung.....	49
4.2.1	Stufe 1.....	49
4.2.2	Unterschiede in Stufe 2	53
4.2.3	Unterschiede in Stufe 3	57

4.3	Fertigungssteuerung.....	59
4.4	Multimedia- und Hilffsystem	103
4.3.1	Wörterbuch	103
4.3.2	Facebook	106
4.3.3	Youtube	107

1 Einleitung

In diesem Dokument werden die einzelnen Bestandteile der Pilotlösung detailliert beschrieben. Dabei wird zuerst auf den allgemeinen Aufbau des Gesamtsystems eingegangen, wobei die Struktur der Datenbasis und der Zugriff auf deren Daten im Fokus steht. Anschließend werden die unterschiedlichen Bestandteile des Systems im Detail beschrieben. Hierzu wird die Funktionsweise der Benutzeranmeldung, der Fertigungsprozessausarbeitung, der Arbeitsgangausarbeitung, der Fertigungssteuerung und des Multimedia- und Hilfssystems dargestellt. Abschließend wird die Lösung einer Beispielaufgabe beschrieben.

Die Pilotsoftware besteht aus einer eigenständigen Windows-Anwendung, welche mit einer zentralen Datenbank kommuniziert. Die Benutzeroberfläche ist mit der Entwicklungsumgebung der Unity Engine umgesetzt und die Datenbank durch eine SQL-Datenbank realisiert. Zur Bereitstellung von notwendigen Fachinhalten wird die Windows-Anwendung über ein Multimedia- und Hilfssystem mit separaten Web-Glossar und YouTube-Kanal unterstützt.

2 Allgemeiner Aufbau der Lernplattform

2.1 Datenbasis und deren Struktur

Alle Zeichen-basierten Informationen sind in einer SQL-Datenbank abgelegt. Dabei wird das Open-Source-Datenbankmanagementsystem *MariaDB* in der Version 10.2.14 verwendet. Die Administration erfolgt mit der freien Webanwendung *phpMyAdmin*. Die Datenbank beinhaltet folgende Informationskategorien und Tabellen:

Benutzerspezifische Informationen

- Nutzerdaten
- Nutzeraufgabe (Speichern für Bearbeitungsstände der Nutzer)
- Messenger (Speichern der versendeten Nachrichten)
- Fertigungsprozessausarbeitung
 - > Werkstückzustände (zum Speichern der Bearbeitungsstände)
 - > Arbeitsgänge (zum Speichern der Bearbeitungsstände)
- Arbeitsgangausarbeitung
 - > Werkstückzustände und
 - > Operationen (zum Speichern der Bearbeitungsstände)

Objektspezifische Informationen

- Werkstücke
- Halbzeuge
- Maschinen
- Werkzeuge
- Spannmittel
- Materialien

Aufgabenspezifische Informationen

- Stages (unterschiedliche Anforderungsstufen in der Bearbeitung)
- Aufgabenstellungen
- Fertigungsprozessausarbeitung
 - > Vordefinierte Arbeitsgänge
 - > Vordefinierte Werkstückzustände
- Arbeitsgangausarbeitung
 - > Vordefinierte Operationen
 - > Vordefinierte Werkstückzustände

Neben freiwilligen Angaben wie Name, Alter, Institution oder Land werden für die Nutzung der Plattform zwingend ein Benutzername, als E-Mail-Adresse implementiert, und ein selbst festgelegtes Passwort benötigt. Dieses Passwort wird auf dem Client-Computer verschlüsselt und in den Nutzerdaten der Datenbank ebenso verschlüsselt gespeichert. Durch die Identifikation des Nutzers ist es möglich, alle Aufgabenstände, versendete Nachrichten oder andere benutzerspezifische Informationen eindeutig zuzuordnen, abzuspeichern und erneut zu laden.

Für die Bearbeitung einer Aufgabenstellung sind zahlreiche objektspezifische Informationen erforderlich. Dabei werden als erstes Informationen zum Werkstück benötigt. Diese umfassen bspw. eine technische Zeichnung, eine CAD-generierte räumliche Abbildung und weitere detaillierte Angaben zu Abmessungen und Material. Anschließend müssen bei der Fertigungsprozessplanung und -ausarbeitung Halbzeuge, Maschinen, Werkzeuge und Spannmittel anhand der Aufgabenstellung ausgewählt werden. Dazu wird eine Vielzahl von Informationen zu den genannten Objekten benötigt, um anhand derer eine richtige Auswahl treffen zu können.

Die Rohteilfestlegung, die im Rahmen des Projekts auf eine Auswahl des korrekten Halbzeugs beschränkt wurde, erfordert geometrische und werkstoffbezogene Aussagen.

Der Planungsschritt Maschinenauswahl bzw. Arbeitsgangfestlegung erfordert als vorausgehenden Planungsschritt die Bestimmung der benötigten Fertigungsverfahren. Dieses oder diese Fertigungsverfahren sind Ausgangspunkt für die Auswahl der benötigten Maschine(n). Die Maschine muss ganz grundsätzlich die benötigten Fertigungsverfahren realisieren können. Weiterführende Auswahlkriterien sind beispielsweise maximale Werkstückmassen bzw. -abmessungen, erreichbare Genauigkeiten, Kosten, Leistungen etc. Diese Angaben sind maschinenspezifisch (arbeitsplatzspezifisch) in der Datenbank abzulegen.

Anhand der gewählten Maschine müssen die zu verwendenden Werkzeuge gewählt werden können. Dabei werden bspw. Informationen zu den möglichen Schnittdaten und Informationen zum Schneidwerkstoff benötigt. Abschließend muss das zu verwendende Spannmittel anhand der zur Verfügung stehenden Spannmöglichkeiten bzw. -flächen und der Werkstückdimensionen ausgewählt werden. All diese Informationen sind in der Datenbank entsprechend gespeichert.

Neben den benutzer- und objektspezifischen Informationen sind alle aufgabenspezifischen Informationen in der Datenbank abgelegt. Darunter zählen vor allem die Aufgabenstellungen in Textform, Beschreibungen zu den unterschiedlichen Stufen (Stages) und die zulässigen Lösungen für die einzelnen Aufgaben. Dabei muss jede einzelne Lösung, die später bei der Benutzung der Lernplattform unterstützt wird, als umfangreicher Datensatz in der Datenbank abgelegt sein. Dies bedeutete, dass entweder alle technisch möglichen Lösungen gespeichert werden müssen oder dass andererseits eine Beschränkung der Lösungsanzahl vorgenommen werden muss. Da der Aufwand, alle technisch zulässigen Alternativen in der Datenbank abzubilden, extrem hoch und didaktisch nicht notwendig ist, wurde in der Pilotlösung darauf verzichtet. Vor allem bei Aufgabenstellungen, die eine große Anzahl mögliche alternativer Lösungswege besitzen, müssen demzufolge Einschränkungen in Kauf genommen werden. Damit schränkt sich die Entscheidungsfreiheit bei den durch Feedback unterstützen Aufgaben für den Nutzer ein.

In der Datenbank umfassen die Informationen von Abbildungen, technischen Zeichnungen oder 3D-Objekten nur den Verweis auf den tatsächlichen Speicherort. Dieser Speicherort ist Bestandteil der kompilierten Pilot-Anwendung. Die Ordnerstruktur der Pilotsoftware ist beispielhaft in **Abbildung 6.1** dargestellt. Dabei ist im Ordner „POKROK_data“ ein Unterordner mit dem Namen „StreamingAssets“ angelegt, welcher neben der Sprachdatei alle Bild- und Objektdateien beinhaltet. In der Sprachdatei sind alle Texte der Benutzeroberfläche in den unterstützten Sprachen Englisch, Tschechisch und Deutsch gespeichert. Streaming Assets bedeutet dabei nichts anderes, als dass die Daten außerhalb des kompilierten Programmes im normalen Dateisystem abgelegt sind.

Die nach dem Kompilieren weiterhin vorhandene Zugänglichkeit zu den Sprach-, Bild- und Objektdateien bietet die Möglichkeit, diese Daten verändern zu können, ohne dabei die Entwicklungsumgebung für ein erneutes Kompilieren nutzen zu müssen. Die in **Abbildung 2.1**

abgebildete Ordnerstruktur ist somit Voraussetzung für die Nutzung der Pilotsoftware auf einem unterstützten Computer.

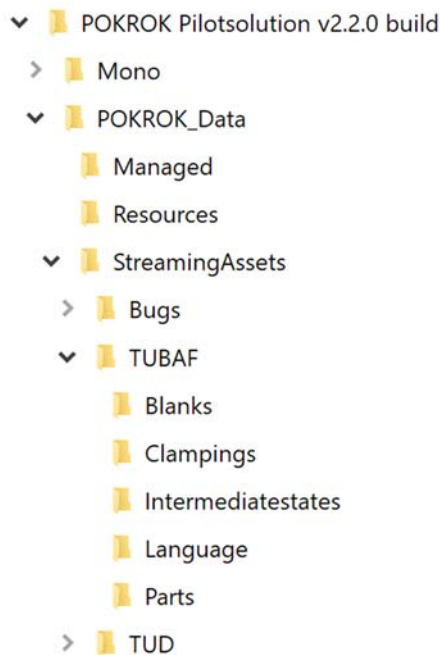


Abbildung 2.1: Ordnerstruktur der Pilotsoftware mit Streaming Assets

2.2 Datenzugriff und Kommunikation

Die Pilotanwendung kommuniziert während der Benutzung mit der bereits beschriebenen Datenbank. Dabei ist es, aufgrund von Einschränkungen bei notwendigen Portfreigaben, erforderlich, die Datenbank über eine PHP-Zwischenebene anzusprechen. Um auf zukünftige Anforderung reagieren zu können, wurde eine selbständige Kommunikationsklasse in der Pilotanwendung implementiert. In dieser Klasse stehen separate Funktionen, welche sich an der SQL-Syntax orientieren, für die Kommunikation mit der Datenbank zur Verfügung:

- Daten aus Datenbank abfragen (SELECT-Anweisung),
- Neue Datensätze in die Datenbank einfügen (INSERT-Anweisung),
- Vorhandene Datensätze in der Datenbank ändern (UPDATE-Anweisung) und
- Bestehende Datensätze in der Datenbank löschen (DELETE-Anweisung).

Zur Verringerung des Netzwerkverkehrs und letztendlich zur Steigerung der Performance werden die benötigten Daten zwischengespeichert. Bei allgemeinen Daten, die von der konkreten Aufgabenstellung unabhängig sind, geschieht das direkt nach der Anmeldung eines Nutzers. Die aufgabenspezifischen Daten werden geladen, sobald eine entsprechende Aufgabe gestartet wurde. Während der Bearbeitung der Aufgabe greift das Programm auf die zwischengespeicherten Daten im Arbeitsspeicher zu. Erst bei der Speicherung von Aufgabenständen erfolgt die Kommunikation wieder direkt mit der Datenbank.

Bild- und Objektdateien werden bei Bedarf direkt aus dem „StreamingAssets“-Ordner geladen, der sich bei der lokal gespeicherten Anwendung befindet.

2.3 Struktur der Lernanwendung

Wie bereits beschrieben, ist die Windows-Anwendung der Pilotsoftware in mehrere Szenen unterteilt. Dieser modulare Aufbau grenzt die einzelnen Funktionalitäten Login, Fertigungsprozessausarbeitung, Arbeitsgangausarbeitung und Fertigungssteuerung voneinander ab, was die Entwicklung durch mehrere Programmierer deutlich vereinfacht. Mit dieser Strategie ist auch eine Erweiterung des Funktionsumfangs der Pilotlösung einfach umzusetzen.

Nach dem Start der Anwendung muss der angemeldete Nutzer eindeutig verifiziert werden können. Dafür ist die Login-Szene verantwortlich. Zusätzlich können sich neue Nutzer für die Pilotsoftware registrieren und die Sprache der Anwendung ändern. Die notwendigen Informationen werden anschließend in einer, für alle Programmszenen zugänglichen Klasse gespeichert.

Nach erfolgreicher Anmeldung erscheint die Szene der Fertigungsprozessausarbeitung. In dieser Szene stehen dem Nutzer seine gespeicherten Arbeitsstände zur Verfügung. Des Weiteren kann er neue Aufgaben beginnen oder neue Arbeitsstände abspeichern. Alle Informationen der aktuellen Aufgabe werden in entsprechenden Fenstern angezeigt und können beliebig ein- und ausgeblendet werden. Eine Statusleiste informiert über den angemeldeten Nutzer, die aktuelle Aufgabe und den Zustand der Speicherung. Je nach Aufgabe und Stufe muss der Benutzer die erforderlichen Entscheidungen treffen und somit Arbeitsgang, Arbeitsplatz bzw. Werkzeugmaschine, Spannmittel oder Werkstückzwischenzustände auswählen. Diese Informationen werden zu jedem Arbeitsgang nutzerspezifisch gespeichert.

Für die Arbeitsgangausarbeitung wechselt der Nutzer durch Anklicken des entsprechenden Buttons in die dafür zuständige Szene. Alle Informationen des aktuell zu bearbeitenden Arbeitsgangs werden durch die Szene Fertigungsprozessausarbeitung bereitgestellt. In der Szene Arbeitsgangausarbeitung muss der Nutzer Entscheidungen bzw. Auswahlen zu den erforderlichen Operationen, den Werkzeugen und/oder den konkreten Schnittwerten vornehmen. Anschließend kehrt er wieder zur Szene der Fertigungsprozessausarbeitung zurück, wobei alle neuen Informationen dem entsprechenden Arbeitsgang hinzugefügt werden. Ist der Arbeitsgang vollständig definiert worden, werden die daraus resultierenden Kosten und Zeiten berechnet und am Graphen abgebildet.

Nachdem der Fertigungsprozess vollständig geplant wurde, können in der Szene der Fertigungsprozessausarbeitung die erarbeiteten Lösungen, graphisch aufbereitet, betrachtet werden. Dabei werden die Lösungen durch einen losgrößenabhängigen Kosten-Zeit-Vergleich gegenübergestellt. An dieser Stelle lassen sich die Arbeitspläne als Text-Datei exportieren. Abschließend wählt der Nutzer die optimale Lösung aus und wechselt in die Szene der Fertigungssteuerung.

Der Szene Fertigungssteuerung stehen nun alle Informationen des erarbeiteten Arbeitsplanes zur Verfügung. Nun kann der Nutzer die Fertigungsprozesse virtuell selbst durchführen.

3 Programmbeschreibung

3.1 Nutzerverwaltung

Die erste Szene nach dem Start der Pilotsoftware ist die Benutzeranmeldung. Zusätzlich zur Anmeldung können sich neue Nutzer in dieser Szene auch für die Lernplattform registrieren. Die jeweiligen dafür zuständigen Oberflächen sind in **Abbildung 2.2** dargestellt. Auf der Anmeldeoberfläche lässt sich die gewünschte Programmsprache auswählen. Dabei wird beim Programmstart die Systemsprache des verwendeten Computers vorausgewählt. Wird die Systemsprache nicht von der Lernplattform unterstützt, so wird Englisch vorausgewählt. Auf der Registrierungsfläche kann der Nutzer zahlreiche freiwillige Informationen bei seiner Registrierung angeben:

- Vorname,
- Familienname,
- Alter,
- Institution,
- Studienrichtung,
- Land und
- Stufe der Ausbildung.

Nur E-Mail-Adresse und Passwort sind für die Registrierung zwingend erforderlich. Hat sich ein Nutzer erfolgreich in die Lernplattform eingeloggt, so wird die E-Mail-Adresse auf diesem Computer hinterlegt, damit ein erneutes Einloggen schneller durchgeführt werden kann.

Die linke Aufnahme zeigt die Login-Szene der POKROK .digital-Plattform. Oben ist das Logo in grüner und blauer Schrift zu sehen. Darunter befinden sich zwei weiße Eingabefelder für 'E-Mail*' und 'Passwort*'. Ein weißer Knopf mit der Aufschrift 'Einloggen ►' ist zentriert unter den Feldern platziert. Unten links ist eine Sprachauswahl mit dem deutschen Flaggen-Symbol und der Beschriftung 'Deutsch' zu sehen. Unten rechts befindet sich ein Knopf mit der Aufschrift 'Neuer Benutzer: Registrieren ►'.

Die rechte Aufnahme zeigt die Registrierungs-Szene. Oben rechts ist das Logo 'POKROK .digital' zu sehen. Darunter steht 'Registrierung für'. Es folgen mehrere weiße Eingabefelder: 'E-Mail*', 'Passwort*', 'Passwort wiederholen*', 'Vorname', 'Familienname', 'Alter', 'Institution', 'Studienrichtung', ein Dropdown-Menü für das Land (aktuell auf 'Deutschland' mit dem deutschen Flaggen-Symbol) und 'Stufe der Ausbildung'. Unten links befindet sich ein Knopf mit der Aufschrift '◀ zurück' und unten rechts ein Knopf mit der Aufschrift 'Registrieren ►'.

Abbildung 2.2: Benutzeranmeldung und -registrierung der Login-Szene

Die bei der Registrierung angegebene E-Mail-Adresse wird auf die wesentlichen Merkmale von E-Mail-Adressen überprüft. Des Weiteren muss das Passwort mindestens 6 Zeichen beinhalten und zur Vermeidung von Schreibfehlern wiederholt eingegeben werden.

Sowohl bei der Anmeldung, als auch der Registrierung werden dem Nutzer entsprechende Hinweise und Meldungen oberhalb der untersten Schaltflächen angezeigt. Zu diesen Meldungen gehören bspw.:

- „Nutzer noch nicht registriert“,
- „Falsches Passwort“,
- „Verbindung erfolgreich“,
- „Bitte eine korrekte E-Mail Adresse angeben“,
- „Nutzer mit angegebener E-Mail bereits registriert“ oder

„Registrierung erfolgreich“.

3.2 Fertigungsprozessausarbeitung

3.2.1 Überblick und Grobstruktur

Die Fertigungsprozessausarbeitung stellt den Startpunkt der Aufgabenbearbeitung dar, da in dieser Szene die zu bearbeitende Aufgabenstellung ausgewählt wird. Dabei vereint die Szene drei grundlegende Funktionalitäten:

- **Sidebar und Statusleiste:** Beinhaltet Funktionen zur Verwaltung und Darstellung von Daten und Informationen. Diese gehören einerseits zu einer konkreten Aufgabenstellung, andererseits stellen sie auch fach- oder benutzerspezifische Informationen dar.
- **Infobox:** Bildet den zentralen Ort für informelle oder unterstützende Hinweise vom Lernsystem. Diese Hinweise geben dem Nutzer Rückmeldungen, basierend auf seinen Entscheidungen.
- **Prozessgraph:** Dieser Bereich dient zum interaktiven Erstellen entsprechender Fertigungsprozessgraphen. Dabei müssen sowohl die Struktur als auch alle notwendigen Informationen vom Nutzer definiert werden.

Alle grundlegenden Funktionalitäten haben gemeinsam, dass Eingaben per Mauszeiger oder per Tastaturbefehle (Shortcuts) getätigt werden können. Zusätzlich werden anklickbare Elemente beim Überfahren mit dem Mauszeiger hervorgehoben, um dem Nutzer eine intuitive Bedienung zu ermöglichen.

Die Benutzeroberfläche der Fertigungsprozessausarbeitung ist in **Abbildung 2.3** dargestellt. Die detaillierten Funktionen der einzelnen Komponenten werden in den folgenden Unterkapiteln ausführlich beschrieben.

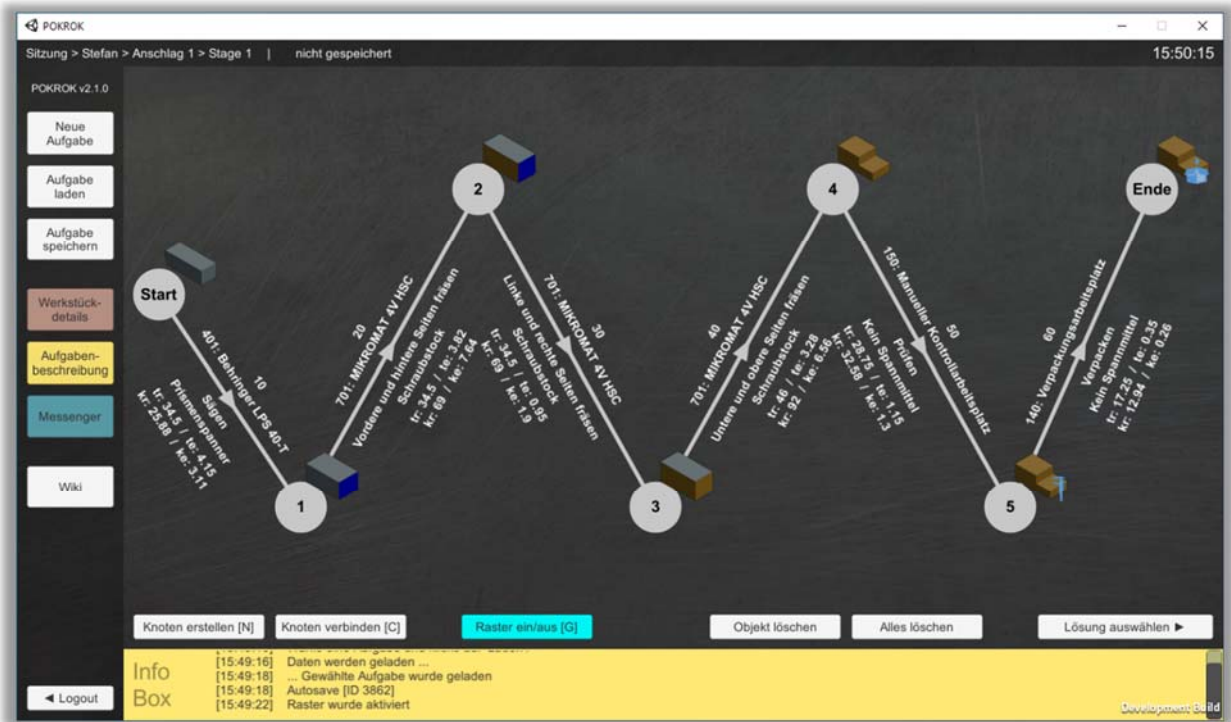


Abbildung 2.3: Benutzeroberfläche der Fertigungsprozessausarbeitung mit Sidebar, Prozessgraph und Infobox

3.2.2 Sidebar und Statusleiste

Die Sidebar und die Statusleiste bündeln die Verwaltung und die Darstellung der wichtigsten Informationen. Dabei wird für jede Funktion eine entsprechende Schaltfläche bereitgestellt. Die Sidebar umfasst dabei folgende Schaltflächen:

- „Neue Aufgabe“,
- „Aufgabe laden“,
- „Aufgabe speichern“,
- „Werkstückdetails“,
- „Aufgabenbeschreibung“,
- „Messenger“,
- „Wiki“ und
- „Logout“.

In **Abbildung 2.4** ist die oben am Bildschirmrand befindliche Statusleiste abgebildet. Diese gibt einen Überblick über den angemeldeten Nutzer, die aktuelle Aufgabe, die ausgewählte Stufe und den aktuellen Status der Speicherung. Somit soll verhindert werden, dass der Nutzer vergisst, regelmäßige Sicherungen seines Arbeitsstandes anzulegen.

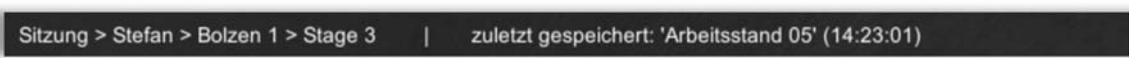


Abbildung 2.4: Statusleiste mit Informationen über Nutzer, Aufgabe, Stufe und Speicherstatus

Diese Schaltfläche „Neue Aufgabe“ öffnet ein Fenster, in welchem der Nutzer die gewünschte Stufe und die gewünschte Aufgabe auswählen kann, siehe **Abbildung 2.5**. In diesem Fenster wird eine

Beschreibung der ausgewählten Stufe angezeigt. Des Weiteren lässt sich die gewünschte Aufgabe auswählen und starten.

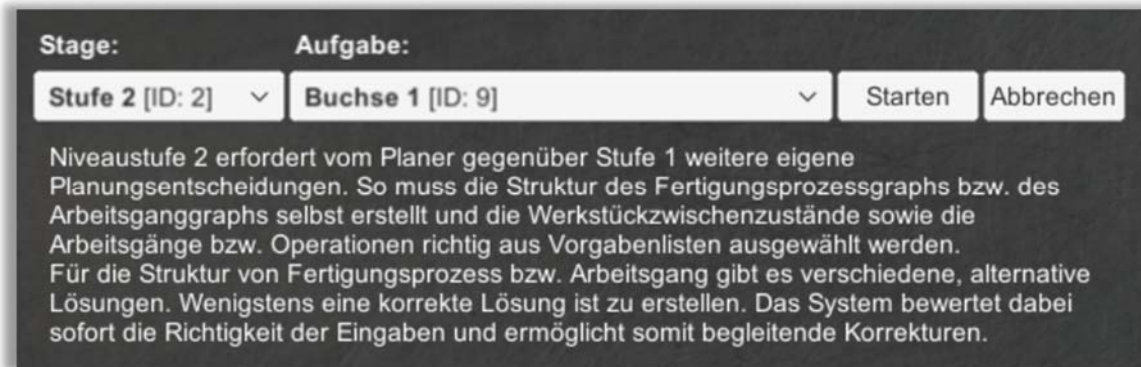
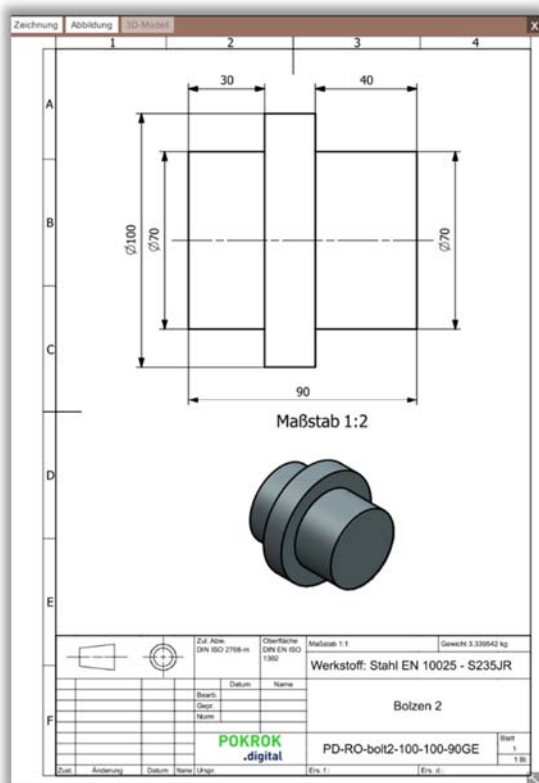
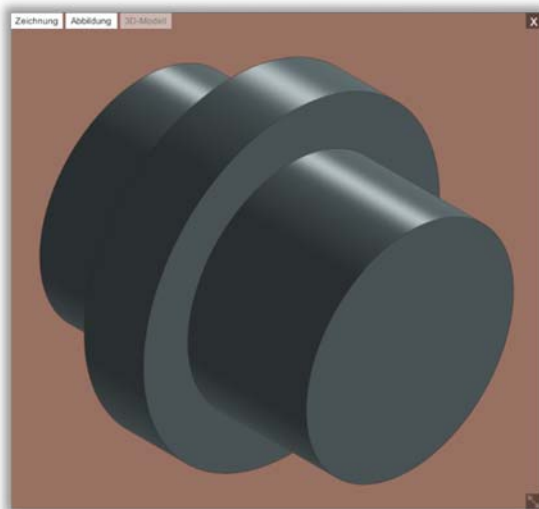


Abbildung 2.5: Auswahlfenster für die zu bearbeitende Aufgabe, und für die Stufe (Stage) inkl. Beschreibung

Die Informationen der ausgewählten Aufgabe wie bspw. der Aufgabentext, eine Werkstückabbildung und eine technische Zeichnung werden in verschiedenen Fenstern dargestellt. Die Darstellung eines 3D-Modell ist an dieser Stelle teilweise vorbereitet, allerdings nicht final umgesetzt worden.

Abbildung 2.6 zeigt die entsprechenden Fenster zur Darstellung der entsprechenden Informationen. Diese Fenster lassen sich frei positionieren und individuell in ihrer Größe verändern. Damit hat der Nutzer die Möglichkeit, notwendige Informationen auch während der Bearbeitung der Aufgabenstellung stets einsehen zu können.



Aufgabenbeschreibung

Für das gegebene Werkstück ist die Serienfertigung (Stückzahl 25) zu planen. Als Ergebnis soll ein mehrdeutiger (alternativer) Fertigungsprozessgraph entstehen. Demonstrierend sind folgende problemorientierten Planungsschritte zu absolvieren:

- Rohteilauswahl (Festlegung des zu benutzenden Halbzeugs),
- Fertigungsverfahrensauswahl (durch Analyse der Flächen und Formelemente am Werkstück),
- Arbeitsgangreihenfolgeauswahl und Maschinenzuordnung,
- Festlegung der Einspannung,
- Arbeitsgangausarbeitung mit
 - Operationsfolgebestimmung,
 - Werkzeugauswahl,
 - Festlegung der technologischen Parameter (Schnittwerte).

Empfohlene Vorgehensweise im Lernsystem nach der Auswahl von Stufe und Aufgabe:

Stufe 1:

- 1 Analysieren Sie den präsentierten (eideutigen) Fertigungsprozessgraph, alle Werkstückzustände sind bereits vorgegeben,
- 2 Ordnen Sie an den Kanten des Graphs die richtigen Arbeitsgänge zu,
- 3 Wählen Sie wenn vorhanden die Option "Arbeitsgang detaillieren" aus
- 4 Ordnen Sie in der Detaillierung ebenfalls Werkstückzustände und Operationen zu,
- 5 "Lösung auswählen" zeigt den kompletten Fertigungsprozess und die ermittelten Zeiten an.

Stufe 2:

- 1 Analysieren Sie die Fertigungsaufgabe,
- 2 Ordnen Sie dem Rohteilknoten ein Halbzeug zu (Rohteilauswahl)
- 3 Entwerfen Sie in vorwärts- und/oder Rückwärtsprojektion den Fertigungsprozessgraphen,
- 4 Ordnen Sie den Knoten Werkstückzustände und den Kanten Arbeitsgänge zu, die Reihenfolge ist Ihnen überlassen,
- 5 Detaillieren Sie die dafür vorgesehenen Arbeitsgänge, indem Sie Operationen, Werkstückzustände und Werkzeuge auswählen,
- 6 Gestalten Sie möglichst eine und zwei weitere Fertigungsprozessvarianten,
- 7 Über "Lösung wählen" können Sie sich alle Lösungen ansehen und anhand der ermittelten Zeiten bewerten.

Stufe 3:

- 1 Analysieren Sie die Fertigungsaufgabe,
- 2 Ordnen Sie dem Rohteilknoten ein Halbzeug zu (Rohteilauswahl)
- 3 Entwerfen Sie in vorwärts- und/oder Rückwärtsprojektion den Fertigungsprozessgraphen,
- 4 Ordnen Sie den Knoten Werkstückzustände und den Kanten Arbeitsgänge einschließlich Spannmittel zu, die Reihenfolge ist Ihnen überlassen,
- 5 Detaillieren Sie die dafür vorgesehenen Arbeitsgänge, indem Sie Operationen, Werkstückzustände und Werkzeuge auswählen,
- 6 Gestalten Sie möglichst eine und zwei weitere Fertigungsprozessvarianten,
- 7 Ersehen Sie an Ende des Prozessentwurfs, ob die gewählte Fertigungsprozessvariante richtig (zulässig) ist,
- 8 Über "Lösung wählen" können Sie sich alle Lösungen ansehen und anhand der ermittelten Zeiten bewerten.

Abbildung 2.6: Fenster zur Darstellung von Informationen zur ausgewählten Aufgabe mit Aufgabentext und Werkstückabbildung und technischer Zeichnung

Eine weitere Schaltfläche in der Sidebar trägt die Bezeichnung „Aufgabe laden“. Ein Klick darauf öffnet ein Fenster, worin alle Speicherstände des angemeldeten Nutzers aufgelistet sind. Aktuell gibt es keine Beschränkungen in der Anzahl der Speicherstände. Nach der Auswahl des gewünschten Speicherstandes kann der Nutzer diesen entweder laden oder löschen. Das beschriebene Fenster ist in **Abbildung 2.7** dargestellt. In der Auflistung wird die eindeutige Speicher ID, die selbst gewählte Bezeichnung, die Stufe, sowie Datum und Uhrzeit der Speicherung angezeigt.

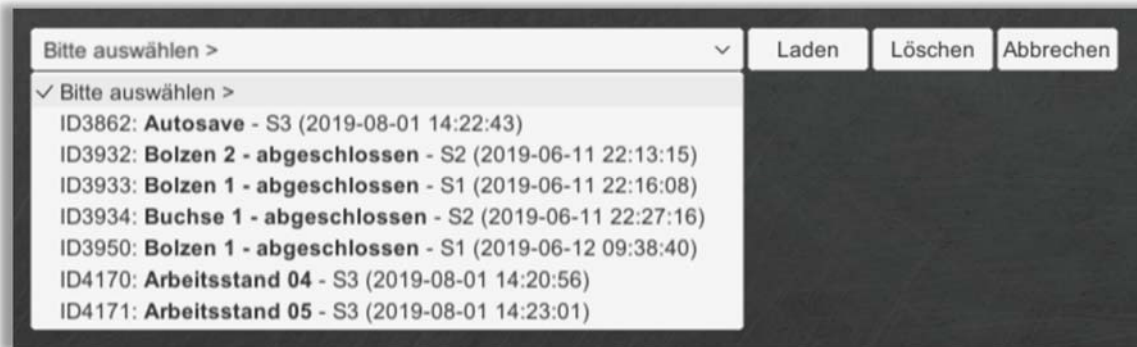


Abbildung 2.7: Fenster zur Auswahl einer gespeicherten Aufgabe des angemeldeten Nutzers mit eindeutiger ID, Beschreibung, Stufe, Datum und Uhrzeit

Zur Speicherung des aktuellen Aufgabenstandes wird das Fenster, welches mit der Schaltfläche „Aufgabe speichern“ aufgerufen wird, verwendet. Dazu gibt der Nutzer einen individuellen Namen ein und bestätigt seine Angabe durch einen Klick auf die Schaltfläche „Speichern unter“, siehe **Abbildung 2.8**. Ist die aktuelle Aufgabe während der aktuellen Sitzung gespeichert worden, so erscheint der Speichername und die Speicherzeit in der Statusleiste, siehe **Abbildung 2.4**. Soll in diesem Fall der letzte Speicherstand aktualisiert werden, so reicht ein Klick auf die Schaltfläche „Speichern“, ohne einen Namen eingetragen zu müssen.

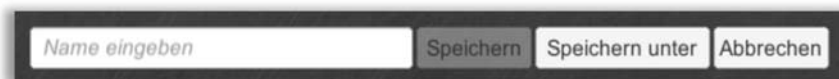


Abbildung 2.8: Fenster zum Speichern des aktuellen Aufgabenstandes unter einem individuellen Namen

Eine zentrale Funktionalität der Lernplattform soll das gemeinschaftliche und grenzübergreifende Bearbeiten von Aufgabenstellungen sein. Da die ggf. zusammenarbeitenden Nutzer meist räumlich getrennt mit der Lernplattform arbeiten, wurde ein Messenger in die Plattform implementiert. Die Oberfläche des Messengers wird über die Schaltfläche „Messenger“ in der Sidebar aufgerufen und ist in **Abbildung 2.9** dargestellt. Sie lässt sich in Größe und Position frei verändern. Der Messenger bietet einen Nachrichtenverlauf, in dem die Nachrichten zeitlich geordnet und mit der Angabe des Verfassers aufgelistet werden. Zum Verfassen und Versenden eigener Nachrichten gibt es ein entsprechendes Eingabefeld und eine entsprechende Schaltfläche „Nachricht senden“. Alle Nachrichten werden in eine dafür vorgesehene Tabelle in der Datenbank gespeichert und um weitere Angaben ergänzt. Zu diesen weiteren Angaben gehören:

- Verfasser,
- Uhrzeit,
- Datum,
- Sprache und
- aktuelle Aufgabe.

Mit diesen Angaben lassen sich die anzuzeigenden Nachrichten filtern. Aktuell kann über die Checkbox „Alle anzeigen“ entschieden werden, ob alle Nachrichten angezeigt werden sollen, oder nur die, welche zu der Aufgabe gehören, die der Nutzer gerade bearbeitet. Da die Anzahl der in der Datenbank

gespeicherten Nachrichten sehr schnell sehr groß werden kann, ist die Anzeige des Nachrichtenverlaufs auf 100 Nachrichten begrenzt.



Abbildung 2.9: Messenger-Fenster für das Versenden und Empfangen von Nachrichten an/von anderen Lernplattform-Nutzern

3.2.3 Infobox

Die Infobox ist der zentrale Bereich, in dem die Kommunikation vom Lernsystem an den Nutzer stattfindet. Hier werden Hinweise und Tipps ausgegeben, welche dem Nutzer bei der Bedienung der Lernplattform unterstützen sollen. Des Weiteren bietet die Infobox Unterstützung beim Bearbeiten einer Aufgabenstellung. Dabei wird vor allem in Stufe 1 und 2 auf, vom Nutzer getroffene, Fehlentscheidungen hingewiesen.

Die Oberfläche der Infobox ist in **Abbildung 2.10** dargestellt und bietet eine scrollbare Liste aller Meldungen der aktuellen Sitzung. Die Meldungen sind chronologisch geordnet und besitzen einen Zeitstempel. Somit kann der Nutzer frei durch die Hinweise scrollen und behält damit einen sehr guten Überblick bei der Bearbeitung seiner Aufgabenstellung. Neue Meldungen werden durch ein kurzes Blinken der Infobox angezeigt, womit dem Nutzer keine neuen Meldungen entgehen.



Abbildung 2.10: Infobox als zentraler Bereich für Hinweise für den Nutzer

3.2.4 Prozessgraph

Wie bereits in **Abbildung 2.3** gezeigt wurde, besteht der Prozessgraph aus Knoten und Kanten, welche in einer entsprechenden Reihenfolge miteinander verbunden sind. An jedem Knoten und an jeder

Kante sind entsprechende Informationen angehängt, welche der Nutzer in der Regel zu erarbeiten hat. Zusätzlich stehen verschiedene Schaltflächen zur Verfügung, welche Funktionen für die Erstellung der Graphenstruktur bereithalten:

- „Knoten erstellen“,
- „Knoten verbinden“,
- „Objekt löschen“ und
- „Alles löschen“.

Zusätzlich gibt es noch die Schaltfläche „Raster ein/aus“, welche für die Anordnung und Positionierung der Knoten genutzt werden kann. Nachdem der Prozessgraph vollständig erstellt wurde, kann das Ergebnis mit der Schaltfläche „Lösung auswählen“ angeschaut werden.

Im Folgenden werden die Funktionen der einzelnen Objekte und deren Bedienung detailliert beschrieben.

3.2.4.1 Knoten

Die Knoten repräsentieren die Werkstückzustände im Fertigungsprozess. Im Prozessgraphen sind die Knoten als farbige Scheiben abgebildet. Diese beinhalten eine mittig ausgerichtete Bezeichnung und einen unterhalb angeordneten Verweis auf den ausgewählten Werkstückzustand. Zusätzlich wird ein Bild des Werkstücks neben dem Knoten angezeigt, wodurch sich die wesentlichen Eigenschaften schnell ablesen lassen. Ist noch kein Werkstückzustand ausgewählt worden, so wird der Platzhalter „Zustand?“ angezeigt. In **Abbildung 2.11** ist ein definierter und ein nicht definierter Werkstückzustand dargestellt. Der nicht definierte Zustand mit der Bezeichnung „1“ ist blau eingefärbt, was darauf hinweist, dass er mit dem Mauszeiger angeklickt wurde und sich somit ein Konfigurationsfenster öffnet. In diesem Fenster, ebenfalls in **Abbildung 2.11** dargestellt, lässt sich der Werkstückzustand auswählen und die Bezeichnung des Knotens bearbeiten.

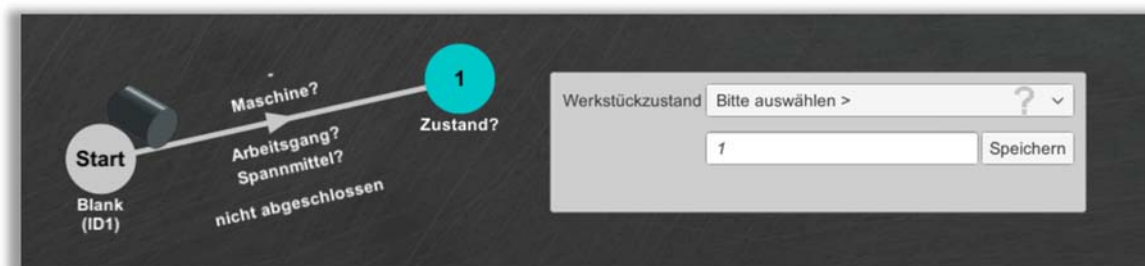


Abbildung 2.11: Darstellung eines definierten („Start“) und eines nicht definierten („1“) Werkstückzustandes und deren Konfigurationsfenster

Das dargestellte Konfigurationsfenster lässt sich dabei frei positionieren. Die Auswahl des Werkstückzustandes geschieht über ein entsprechendes Dropdown-Menü, welches in **Abbildung 2.12** zu sehen ist. In diesem werden die Werkstückzustände als Bild, inkl. kurzem Text, untereinander aufgelistet. Die Reihenfolge wird dabei zufällig erzeugt. Informationen, die den Bildern nur schwer oder gar nicht zu entnehmen sind, werden in einem kurzen Text unterhalb eines jeden Bildes angezeigt. Darunter zählen bspw. „gehärtet“ oder „geschliffen“. Zusätzlich gibt es Piktogramme für „verpackt“ und „geprüft“, welche in den entsprechenden Bildern eingefügt wurden.



Abbildung 2.11: Darstellung des geöffneten Dropdown-Menüs „Werkstückzustand“ im Konfigurationsfenster

3.2.4.2 Kanten

Die Arbeitsgänge eines Fertigungsprozesses werden im Prozessgraph durch Kanten dargestellt. Die bereits in **Abbildung 2.11** und **Abbildung 2.12** dargestellten Knoten sind bereits über eine Kante miteinander verbunden. Der Pfeil in der Mitte der Kante gibt die Richtung vor. Jede Kante besitzt als Repräsentation eines Arbeitsganges entsprechende direkt dargestellte Informationen:

- Arbeitsgang-Nummer,
- Werkzeugmaschine,
- Arbeitsgangbezeichnung,
- Spannmittel,
- Rüst- und Stückzeiten, sowie
- Rüst- und Stückkosten.

Sind diese Information noch nicht vorhanden, so werden entsprechende Platzhalter angezeigt. **Abbildung 2.14** zeigt eine per Mausclick markierte Kante und das dadurch geöffnete Konfigurationsfenster. In diesem Fenster wählt der Nutzer ab Stufe 3 die Arbeitsgangbezeichnung, den Arbeitsplatz (Werkzeugmaschine) und das Spannmittel aus. In Stufe 1 wird nur die Arbeitsgangbezeichnung ausgewählt, in Stufe 2 wird zusätzlich die Auswahl des Arbeitsplatzes notwendig. Die dadurch bei Stufe 1 und 2 fehlenden Informationen werden vom Lernsystem ausgewählt. Zusätzlich zeigt **Abbildung 2.14** das geöffnete Dropdown-Menü für die Auswahl des Arbeitsplatzes. In diesem Menü sind alle zur Verfügung stehenden Arbeitsplätze mit den entsprechenden Maschinen aufgelistet. Zu den Angaben gehören Maschinenummer, Kurzbezeichnung und Kurzbeschreibung der jeweiligen Maschine.



Abbildung 2.14: Darstellung der Arbeitsgänge als Kanten und deren Konfigurationsfenster

Nachdem die genannten Informationen ausgewählt wurden, kann über einen Klick auf die Schaltfläche „Arbeitsgang detaillieren“ die Arbeitsgangausarbeitung durchgeführt werden. Dazu werden die notwendigen Informationen über eine statische Klasse an die dafür zuständige Szene weitergegeben. Weiterführende Beschreibungen zur Arbeitsgangausarbeitung werden in einem separaten Kapitel behandelt.

Nach dem erfolgreichen Abschließen der Arbeitsgangausarbeitung wird die Szene der Prozessgestaltung erneut geladen, wobei nun der Planungsstatus in „abgeschlossen“ geändert wurde und grün hinterlegt ist, siehe **Abbildung 2.15**.



Abbildung 2.15: Darstellung der Arbeitsgänge als Kanten und deren Konfigurationsfenster

3.2.4.3 Funktionsknöpfe

Die Erzeugung eines Prozessgraphen erfordert, ab Stufe 2, die dafür notwendigen Knoten selbst zu erstellen und diese anschließend in der gewünschten Reihenfolge miteinander zu verbinden. Auch die Position der einzelnen Knoten muss selbst gewählt werden. Für diese Aufgaben ist der Bereich des Prozessgraphen mit entsprechenden Schaltflächen ausgestattet, siehe **Abbildung 2.16**. Diese Schaltflächen umfassen folgende Befehle:

- **„Knoten erstellen“**: Erstellt einen neuen Knoten, dessen Eigenschaften definiert werden müssen. Die Knotenbeschriftung zählt mit jedem neuen Knoten automatisch um eins noch oben.
- **„Knoten verbinden“**: Verbindet zwei Knoten miteinander, womit eine undefinierte neue Kante entsteht. Die unterstützten Prozeduren zur Auswahl der beiden Knoten wird in der Infobox beschrieben.
- **„Raster ein/aus“**: Bietet die Möglichkeit, Knoten exakt vertikal und horizontal zu positionieren.
- **„Objekt löschen“**: Löscht das zuvor markierte Objekt. Knoten können nur gelöscht werden, wenn zuvor alle verbundenen Kanten gelöscht wurden. Auch hier gibt die Infobox entsprechende Hinweise aus.
- **„Alles löschen“**: Löscht alle vom Benutzer erstellten Objekte. Start- und Endzustand bzw. -knoten sind nicht betroffen.
- **„Lösung auswählen“**: Nachdem ein vollständiger Prozessgraph erstellt wurde, können im hierdurch aufgerufenen Fenster unter anderem die Planungsergebnisse angeschaut werden.

In Situationen, in denen eine Funktion nicht zur Verfügung steht, wird die entsprechende Schaltfläche deaktiviert und ausgegraut.



Abbildung 2.16: Schaltflächen zur erzeugung der Graphenstruktur und zum Abschluss der Planung

3.2.4.4 Planungsergebnisse und Variantenvergleich

Nach dem erfolgreichen Erstellen eines Fertigungsprozessgraphen mit oder ohne alternative Lösungswege, ruft der Nutzer über die Schaltfläche „Lösung auswählen“ ein weiteres Fenster auf. In diesem Fenster sind alle erstellten Lösungswege im Bereich der Planungsergebnisse untereinander aufgelistet. Der zugrundeliegende Algorithmus erkennt dabei alle möglichen Wege der Baumstruktur, welche zum Fertigteil führen. Jeder Lösungsweg entspricht einem Arbeitsplan und beinhaltet sowohl eine Darstellung der Rüst- und Stückkosten als auch der Rüst- und Stückzeiten. Die entsprechenden Kosten und Zeiten sind losgrößenabhängig und werden im Bildschirmbereich des Variantenvergleichs dargestellt. Das somit erzeugte Diagramm bietet eine sehr anschauliche Möglichkeit, die einzelnen Arbeitspläne miteinander zu vergleichen. Da die Optimallösung bei unterschiedlichen Losgrößen variieren kann, hat der Nutzer an dieser Stelle die Möglichkeit, die Losgröße zu ändern. Die neuen Kosten und Zeiten werden sofort berechnet und im Diagramm dargestellt. Das Fenster mit den Bereichen „Planungsergebnisse“ und „Variantenvergleich“ ist in **Abbildung 2.17** dargestellt.

Für den Export der Arbeitspläne als Textdatei muss der Nutzer einen Arbeitsplan per Mausklick markieren. Sind alle Angaben des markierten Lösungsweges korrekt, so färbt sich die Schaltfläche des Arbeitsplans grün und der Nutzer kann über einen Klick auf die Schaltfläche „Arbeitsplan exportieren“ den Plan abspeichern. Gibt es fehlende oder falsche Angaben, so färbt sich die Schaltfläche des Arbeitsganges und die betroffenen Bereiche des Prozessgraphen rot.

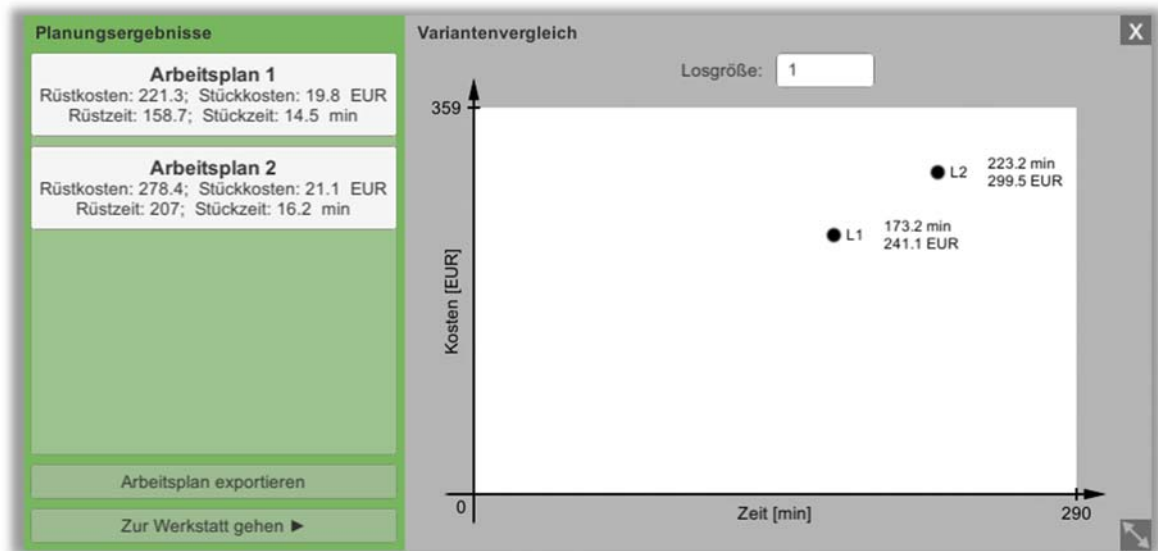


Abbildung 2.17: Fenster zur Darstellung der Planungsergebnisse und zum Variantenvergleich

Die Textdatei wird automatisch unter einem aussagekräftigen, automatisiert erstellten Dateinamen auf dem Desktop des verwendeten Computers abgelegt. Die Formatierung der Arbeitspläne ist in **Abbildung 2.18** dargestellt. Der Kopfbereich der Pläne beinhaltet Informationen zu:

- Aufgaben-ID,
- Arbeitsplan-Name,
- Werkstück,
- Halbzeug,
- Bearbeiter,
- Datum,
- Masse und
- Material.

Die unter dem Kopfbereich tabellarisch dargestellten Informationen beinhalten:

- Position,
- Maschinen-ID,
- Maschinenbezeichnung,
- Arbeitsgangbeschreibung,
- Rüstzeiten und
- Stückzeiten.

Die Seitenformatierung ist für eine A4-Seite im Hochformat mit 10 Millimeter Seitenränder optimiert.

POKROK.digital		Arbeitsplan		TUBAF	
Aufgaben-ID:	11	Erstellt:	Stefan		
APlan-Name:	Bolzen 2 - S2 V2	Datum:	2019-08-12		
Werkstück:	Bolzen 2				
Halbzeug:	Stangenmaterial, Ø 105 x 95 mm	Masse:	3.34 kg		
		Material:	S235JR (1.0037)		
.....					
Pos.	Ma.	Ma.	Beschreibung	tr	te
	ID	Bez.		[min]	[min]
.....					
10	401	LPS40T	Auf Länge 94 sägen	34.5	11.38
20	651	CTX300	Rechte Seite auf Länge 64 drehen (schruppen und schlichten)	46	5.13
30	651	CTX300	Linke Seite drehen (schruppen und schlichten)	46	5.55
50	150	Con	Das Werkstück prüfen	28.75	1.15
60	140	Pack	Das Werkstück verpacken	17.25	0.35
.....				172.5	20.5
.....					
2019-08-12 16:27:02			www.pokrok.digital.tu-freiberg.de		

Abbildung 2.18: Darstellung des Arbeitsplans als Textdatei

3.3 Arbeitsgangausarbeitung

In den folgenden Ausführungen werden die Funktionalität und die Bedienung der Szene „Arbeitsgangausarbeitung“ beschrieben.

3.3.1 Überblick und Grobstruktur

Nach der Fertigungsprozessausarbeitung, d.h. der Festlegung der einzelnen Arbeitsgänge und der zugehörigen Werkstückzustände, Maschinen bzw. Arbeitsplätze und benötigten Spannmittel, müssen die einzelnen Arbeitsgänge weiter detailliert werden. Nachdem man in der Fertigungsprozessausarbeitung in der Definitionsmaske eines Arbeitsganges den Button „*Arbeitsgang detaillieren*“ (vgl. **Abbildung 2.15**) aktiviert gelangt man zur Szene der Arbeitsgangausarbeitung, dargestellt in **Abbildung 2.19**. In dieser sind verschiedene Funktionen enthalten:

- Verwaltungs- und Unterstützungsfunktionen
- Funktionen zur Graphenerstellung und –bearbeitung
- Szenenfunktionen
- Eingabemaske für Detailangaben der Operationen
- Ergebnisdarstellung

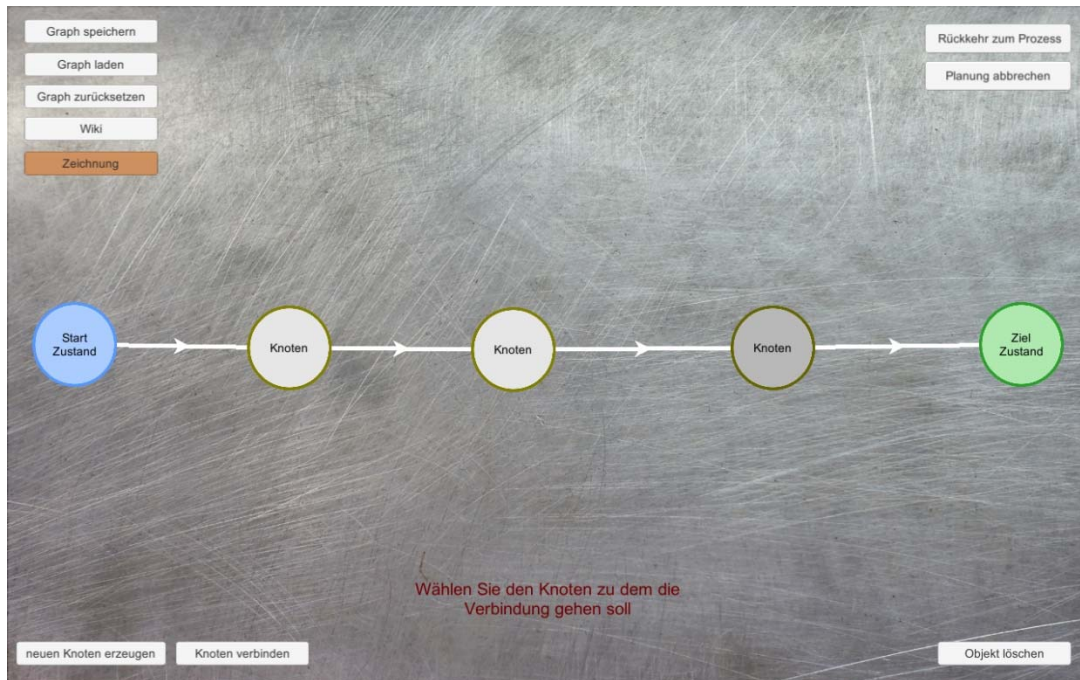


Abbildung 2.19: Benutzungsoberfläche der Szene „Arbeitsgangausarbeitung“

3.3.2 Verwaltungs- und Unterstützungsfunktionen

Im oberen linken sowie mittigen unteren Bildschirmbereich finden sich die Schaltflächen für die Verwaltungs- und Unterstützungsfunktionen. Diese sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

Tabelle 1: Verwaltungs- und Unterstützungsfunktionen

Funktion	Inhalt	
Graph speichern	der aktuelle Zustand der Eingabe mit den angelegten Knoten, Kanten und deren Zusatzinformationen wird in der Datenbank gespeichert, es gibt für jeden Arbeitsgang nur einen Speicherpunkt	Graph speichern
Graph laden	ein vorher automatisch oder manuell gespeicherter Zustand wird in die aktuelle Ansicht geladen und überschreibt den aktuellen Planungszustand, es gibt für jeden Arbeitsgang nur Speicherpunkt welcher geladen werden kann	Graph laden
Graph zurücksetzen	der aktuelle Planungszustand wird gelöscht, d.h. alle angelegten Knoten und Kanten werden gelöscht und es bleiben lediglich der Knoten „Start Zustand“ und „Ziel Zustand“ erhalten	Graph zurücksetzen
Wiki	der lokale Standardbrowser öffnet die Internetadresse des Glossars (Abbildung 2.20), in welchem der Anwender Begriffe suchen und deren Beschreibung exportieren kann (z.B. als PDF-Datei)	Wiki
Zeichnung	Die technische Zeichnung der Bearbeitungsaufgabe wird zur Anzeige gebracht (vgl. Abbildung 2.6)	Zeichnung
Hinweisbereich	Mittig am unteren Rand der Szene werden in roter Schrift Hinweismeldungen für die Bedienung oder auch bei auftretenden fehlerhaften Eingaben vom System eingeblendet, die Hinweise werden nach einigen Sekunden ausgeblendet	Wählen Sie den Knoten zu dem die Verbindung gehen soll

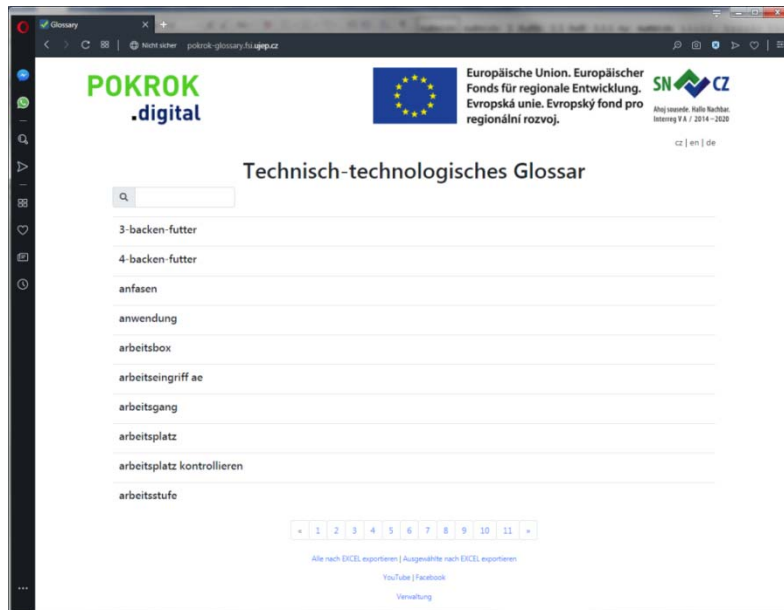


Abbildung 2.20: Online-Glossar

Die Hinweise des Systems, welche am unteren Bildschirmrand zentral mit roter Schrift eingeblendet werden, sind für eine effektive Bearbeitung notwendig. Z.B. beim Verbinden von Knoten werden dem Anwender die nächsten erwarteten Schritte angezeigt. Bei falschen oder fehlenden Eingaben erscheinen Fehlermeldungen, welche dem Anwender die notwendige Hilfestellung geben, z.B.:

„Kein gültiger Zustand gefunden!“ – es gibt keine zulässige Lösung um vom gewählten Anfangszustand (linker Knoten) zu Endzustand (rechter Knoten) zu gelangen, zusätzliche Zwischenzustände sind notwendig oder es sind bereits zu viele Zwischenzustände vorhanden

„Bitte wählen Sie einen Fertigungsprozess aus!“ – eine notwendige Eingabe fehlt

„Falscher Fertigungsprozess gewählt!“ – die Zuordnung der Formänderung zum ausgewählten Fertigungsprozess bei der Detaillierung der Operation ist fehlerhaft und muss korrigiert werden

Im Falle das der Anwender nicht weiterkommt, sollte er auf diese Ausschriften des Systems reagieren.

3.3.3 Funktionen zur Graphenerstellung und –bearbeitung

Im unteren rechten und linken Bildschirmbereich finden sich die Schaltflächen für die Graphenerstellung und -bearbeitung. **Tabelle 2** fasst diese Funktionen zusammen.

Tabelle 2: Funktionen zur Graphenerstellung und –bearbeitung

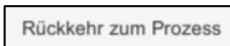

Funktion	Inhalt	
Neuen Knoten erzeugen	ein neuer Knoten zur Beschreibung eines geometrisch oder stofflich veränderten Werkstückzustandes wird erzeugt und kann frei auf der Benutzungsoberfläche plaziert werden	neuen Knoten erzeugen
Knoten verbinden	der aktuell ausgewählte Knoten wird nach der Betätigung des Buttons mit dem danach angeklickten Knoten durch eine Kante verbunden, die Kante enthält zentriert einen weissen Pfeil	Knoten verbinden
Objekt löschen	das aktuell ausgewählte Objekt (Knoten oder Kante) wird gelöscht, wenn ein Knoten gelöscht wird, so werden die an ihn anschließenden Kanten ebenfalls gelöscht	Objekt löschen

Wie in der Szene der Fertigungsprozessausarbeitung können auch in der Szene der Arbeitsgangausarbeitung mehrdeutige Prozessgraphen angelegt werden.

3.3.4 Szenenfunktionen

Im oberen rechten Bildschirmbereich finden sich die Schaltflächen für die Szenefunktionen. In **Tabelle 3** sind diesen Funktionen zusammengestellt.

Tabelle 3: Szenenfunktionen

Funktion	Inhalt	
Rückkehr zum Prozess	dieser Button ist zu Beginn grau hinterlegt, nach einer erfolgreichen Beschreibung aller Kanten wird der Button grün hinterlegt, das ist das Zeichen das eine durchgängig richtige Lösung für diesen Arbeitsgang gefunden wurde und zur Szene der Fertigungsprozessausarbeitung zurückgekehrt werden kann	
Planung abbrechen	die Planung wird abgebrochen und der aktuelle Inhalt der Szene wird verworfen, der Nutzer gelangt zurück zur Szene der Fertigungsprozessausarbeitung	

3.3.5 Eingabemaske für Detailangaben der Operationen

Für jede angelegte Kante, d.h. die Verbindung zwischen 2 Knoten, sind die Details der Operation in einer separaten Eingabemaske festzulegen (**Abbildung 2.21**). Zu dieser Maske gelangt man durch einen Doppelklick auf den weissen, mittigen Pfeil der zu bearbeitenden Kante.

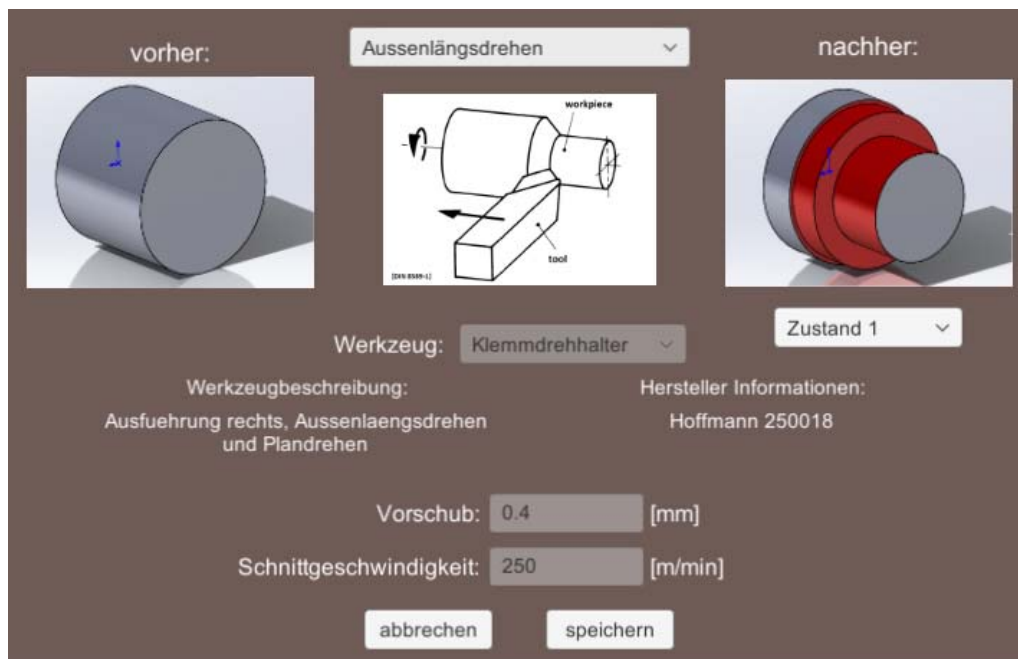


Abbildung 2.21: Eingabemaske für Operationen

Einzugeben sind, in Abhängigkeit des gewählten Schwierigkeitslevels, verschiedene Informationen. In einfachsten Level 1 sind nur sehr grundlegende Auswahlen zu treffen. Es handelt sich dabei nur um den nächsten geometrischen Werkstückzustand. In den höheren Leveln 2 und 3 sind zusätzlich Angaben zum Fertigungsprozess, Werkzeug und den technologischen Einstellparametern zu machen.

In **Tabelle 4** werden diese Informationen in Abhängigkeit des ausgewählten Levels zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 4: Detaileingabe für Operationen nach Schwierigkeitslevel

Detail	Bemerkungen	Level		
		1	2	3
<i>Werkstückzustand vorher</i>	Vorgegeben aus Vorgängeroperation oder, im Falle des ersten Knotens, aus dem Endzustand des vorherigen Arbeitsganges	-	-	-
<i>Werkstückzustand nachher</i>	Auswahl aus einer vorgegebenen Menge an Werkstückzuständen rote Flächen markieren die Änderungen als Ergebnis der Operation im Vergleich zum „Werkstückzustand vorher“	X	X	X
<i>Fertigungsprozess</i>	Auswahl aus einer vorgegebenen Menge an Lösungsmöglichkeiten (siehe Abbildung 2.22)	-	X	X
<i>Werkzeug</i>	Auswahl aus allen an der Maschine / dem Arbeitsplatz verfügbaren Werkzeugen	-	-	X
<i>Vorschub</i>	Eingabe des maximalen Vorschubes pro Zahn für die Kombination Werkstoff / Schneidwerkstoff, aus Herstellerangaben, kleiner Vorschubwerte sind zulässig, erhöhen jedoch die Bearbeitungszeit	-	-	X
<i>Schnittgeschwindigkeit</i>	Eingabe der empfohlenen Schnittgeschwindigkeit für die Kombination Werkstoff / Schneidwerkstoff, aus Herstellerangabe	-	-	X
<i>Abbrechen</i>	verwirft die Eingaben und schliesst die Eingabemaske			
<i>Speichern</i>	speichert die Eingaben und schliesst die Eingabemaske			



Abbildung 2.22: Auswahlmenü für einen Fertigungsprozess

Das System lässt in der Eingabemaske keine Fehleingabe zu. In einem solchen Falle gibt das System als Hilfestellung eine Ausschrift um den Anwender die Korrektur zu ermöglichen (vgl. 3.3.2). Der

Anwender kann den Butten „*Speichern*“ erst erfolgreich betätigen, wenn alle Angaben in der Maske einem Teil der in der Datenbank hinterlegten Lösungsmenge entsprechen.

3.3.6 Ergebnisdarstellung

Nachdem der Anwender eine Detailmaske erfolgreich ausgefüllt hat, kehrt er zum vorherigen Bildschirm zurück. In diesem Falle verändert sich die Farbe des mittig angelegten Pfeiles in der bearbeiteten Kante von weiss auf grün (**Abbildung 2.23**).

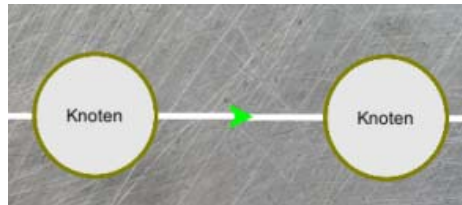


Abbildung 2.23: Grüner Pfeil für eine korrekt definierte Operation

Nachdem für alle Operationen / Kanten gültige Lösungen gefunden wurden, d.h. alle Pfeile innerhalb der Kanten sind grün, wechselt die Farbe des Buttons „*Rückkehr zum Prozess*“ von weiss auf grün (**Abbildung 2.24**). Dies bedeutet das alle Angaben für diesen Arbeitsgang korrekt gemacht wurden und der Anwender die Bearbeitung somit abschließen kann.

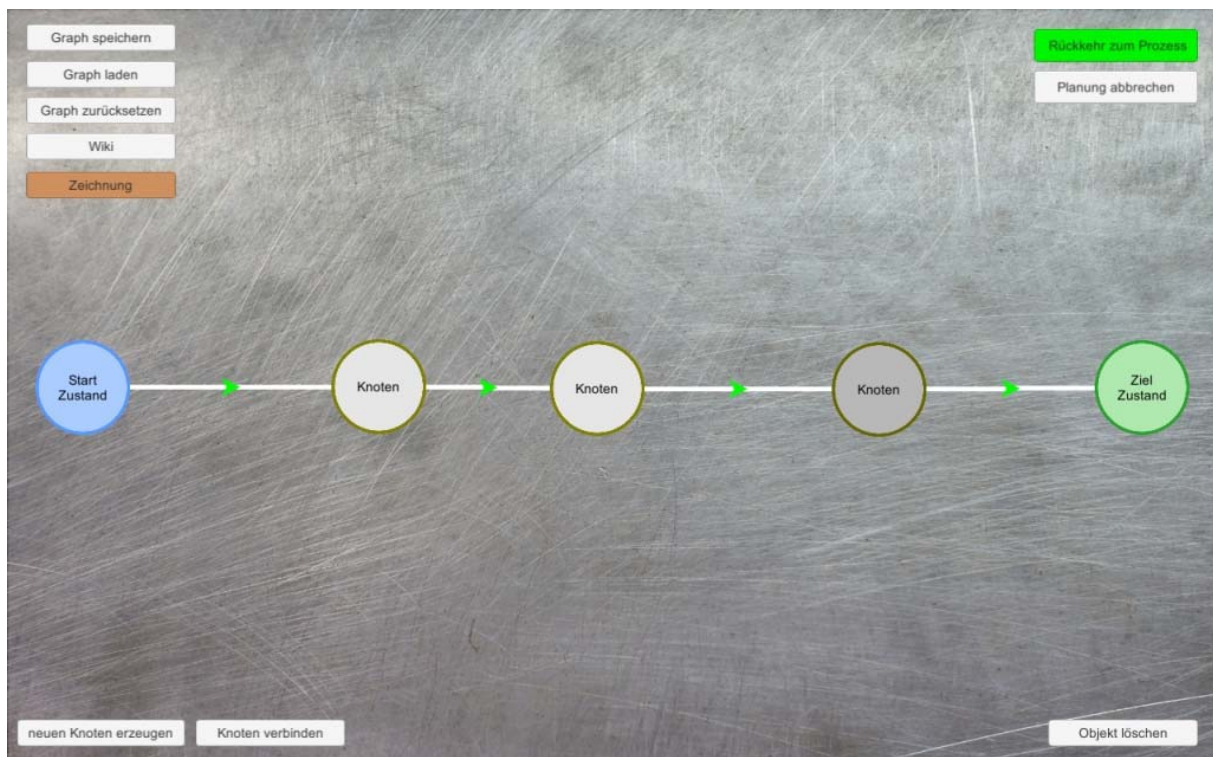


Abbildung 2.24: Grüner Pfeil für eine korrekt definierte Operation

Nach Aktivierung des Buttons „*Rückkehr zum Prozess*“ erhält der Anwender einen Überblick über die Gesamtbearbeitungsdauer für den bearbeiteten Arbeitsgang (**Abbildung 2.25**). Für jede Operation, d.h. jede Kante im Graphen, wird die Bearbeitungszeit durch das System in Abhängigkeit vom eingesetzten Werkzeug, dem abzutragenden Volumen und den gewählten Schnittwerten berechnet und angezeigt. Diese Informationen werden in der Datenbank als die ausgewählte Lösung des

Anwenders abgespeichert und fließen in das Gesamtergebnis (Zeiten, Kosten) der Fertigungsprozessausarbeitung mit ein.

1 Plandrehen:	0.36 min.
2 Bohren:	0.94 min.
3 Aussenlängsdrehen:	4.33 min.
4 Innen-Formdrehen:	0.06 min.

Stückzeit: 5.7 min.

Rückkehr zum Prozess

abbrechen

Abbildung 2.25: Zeittabelle für den Arbeitsgang

3.4 Fertigungssteuerung

Nach der Anmeldung kommt der Nutzer in das Hauptmenü, in dem er das Spielszenario wählen kann oder die Einstellung des Programmes ändern kann. Die Wahl des Szenarios wird mit Hilfe des Rollmenüs durchgeführt. Der Nutzer kann das Szenario der Produktionsplanung oder das Szenario der Produktionsrealisierung wählen. Weitere mögliche Wahl in dem Rollmenü besteht darin, dass man beide Szenarios nacheinander durchgehen kann, wobei die in der Planung gewonnenen Zeiten später in der Produktion verwendet werden. In dem Hauptmenü befindet sich auch die Taste für die Öffnung des Fensters mit der Einstellung. Mit Hilfe der letzten Taste wird das Spiel verlassen. Das Hauptmenü ist auf dem **Bild 3.4.1** dargestellt.

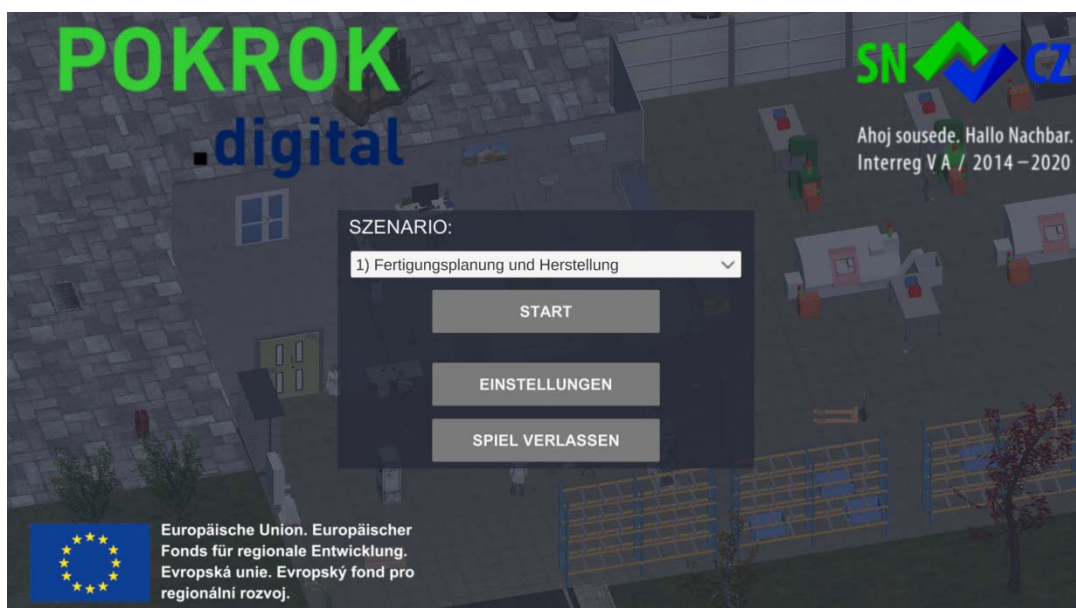


Bild 3.4.1 Hauptmenü

3.4.1 Einstellung

In dem Menü Einstellung kann man wählen, ob das Programm die dynamische Hilfe nutzen soll. Diese Funktion wurde aus zeitlichen Gründen nicht vollständig implementiert. Bei der Aktivierung dieser Funktion ermöglicht die Applikation eine weitere Hilfe im Szenario der Produktion. Die Funktion ist in der Anfangseinstellung deaktiviert. Die zweite Einstellung besteht in der Auswahl, ob das Exterieur der Werkstatt dargestellt werden soll. Im Falle der Deaktivierung kann man auf schwächeren Computern eine Rechenleistung sparen. Die Wahl ist Default mäßig aktiviert. Das Menü enthält auch Tasten für die Bestätigung der Einstellung und für den Fall, dass man das Menü ohne Änderung der Einstellung verlassen kann.



Bild 3.4.1 Einstellungsmenü

3.4.2 Szenario der Produktion

Die Aufgabe des Nutzers besteht darin, in dem Szenario einen ausgewählten Arbeitsgang in der Produktion an dem ausgewählten Teil durchzuführen. Der Nutzer stellt in diesem Szenario einen Arbeiter in der Produktion dar. Um die Aufgabe zu erfüllen, muss der Arbeiter den Meister um die Dokumentation des Arbeitsganges bitten, Material und Werkzeuge holen, diese auch kontrollieren und die Produktion auf der zugewiesenen Maschine durchführen. Während der Produktion kann er die produzierten Teile überprüfen, ob diese richtig produziert sind oder ob es notwendig ist, die Werkzeugmaschine umzurichten. Sobald der Arbeiter mit der Produktion fertig ist, bringt er die fertigen Produkte dem Lageristen und die Werkzeuge zurück dem Werkzeugmacher. Nach der Erfüllung aller Aufgaben in der Produktion legt der Meister dem Arbeiter die Auswertung bezüglich der bei den einzelnen Tätigkeiten verbrachten Zeiten vor. Dem Nutzer steht auch die Möglichkeit zur Verfügung, ein abgekürztes Spielszenario auf dem Arbeitsplatz der Ausgangskontrolle oder der Verpackung zu wählen. In diesem Szenario werden keine Werkzeuge gebraucht. Es gibt hier keinen Arbeitsplatz für Kontrolle und es werden keine Ausschüsse produziert. Die Wahl des Arbeitsganges führt der Nutzer am Anfang des Szenarios durch, und zwar durch die Markierung des Arbeitsganges in dem Produktionsplan des Werkstückes. Der Nutzer kann bei dem ersten Gespräch mit dem Meister wählen, ob er das Szenario mit einer Hilfe oder ohne Hilfe absolvieren will.

3.4.3 Virtuelle Werkstatt

Das Szenario der Produktion spielt sich in einer virtuellen Werkstatt ab, in der sich alle Figuren und Objekte für die Realisation der Produktion befinden. In dem kleineren Bereich der Werkstatt befinden sich die Arbeiter und in dem Hauptbereich befinden sich die Werkzeugmaschinen und weitere Arbeitsplätze. Jede Maschine ist mit einem Zubehör für die Durchführung des Arbeitsganges ausgestattet. Zu diesem Zubehör gehört der Arbeitstisch und der Arbeitsplatz der Qualitätskontrolle. In der Werkstatt befindet sich auch ein Büro, in dem das Szenario der Produktionsplanung abläuft. Der Nutzer kann sich in der Werkstatt frei bewegen. Er kann sich nach Bedarf einen eigenen Anblick auf die Werkstatt einstellen. Der Anblick kann mit Hilfe der Maus oder der Tastatur eingestellt werden. Falls sich der Nutzer mit der Maus an den Rand des Bildschirms bewegt, kann er die Kamera in die gewünschte Richtung schieben. Wenn er die rechte Maustaste hält, kann er durch die Bewegung der Maus die Kamera umdrehen. Die Kamera zu nähern bzw. zu entfernen ist mit Hilfe des Mausekzes möglich. Die Kamera zu schieben, ermöglichen die Cursorpfade auf der Tastatur oder die Tasten WASD. Wenn der Nutzer die Taste CTRL hält, kann er die Kamera mit Hilfe der Cursorpfade umdrehen. Auf dem **Bild 3.4.3.1** ist die Raumordnung der Werkstatt dargestellt.



Bild 3.4.3.1 Raumordnung der Werkstatt

3.4.4 Hauptfenster

Das Hauptfenster enthält Steuerelemente für die einzelnen Funktionen des Szenarios. In der linken unteren Ecke befinden sich die Tasten für die einzelnen Szenarioelemente. Die erste Taste ermöglicht die Darstellung des Inventars des Arbeiters, durch die zweite Taste wird die Visualisierung der bereits absolvierten Route eingeschaltet bzw. ausgeschaltet. Die dritte Taste ermöglicht die Beschleunigung des Zeitverlaufes im Spiel, und zwar in zwei Stufen. Falls während eines beschleunigten Zeitverlaufes eine Aktion beendet wird, wird der Zeitverlauf automatisch wieder verlangsamt. Die letzte Taste ermöglicht den Zugang zum Mobiltelefon. In der linken oberen Ecke befindet sich die Uhrzeit des Szenarios. Das Szenario der Produktion fängt morgens um sechs Uhr an. Für den Fall eines beschleunigten Zeitverlaufes befindet sich neben der Uhrzeit ein Icon mit der Information über die

Beschleunigung des Zeitverlaufs. In der rechten oberen Ecke befindet sich eine Taste für den Zugang ins Menü. Wenn das Szenario mit einer Hilfe abgespielt wird, gibt es hier eine Liste mit den bereits erfüllten (also immer noch aktiven) bzw. noch nicht erfüllten Aufgaben. Das Hauptfenster ist auf dem **Bild 3.4.4.1** dargestellt.



Bild 3.4.4.1 Hauptfenster

3.4.5 Aktive Objekte

Die aktiven Objekte im Szenario der Produktion stellen die Arbeiter, Maschinen und deren Zubehör dar. Wenn man mit der Maus auf ein aktives Objekt fährt, wird eine grüne Objektbegrenzung dargestellt. Falls der Cursor auf ein Objekt fährt und dort 0,5 s stehen bleibt, wird der Name des ausgewählten Objektes dargestellt. Auf dem **Bild 3.4.5.1** ist ein markiertes Objekt mit seiner Beschreibung dargestellt.



Bild 3.4.5.1 Ein markiertes aktives Objekt

3.4.6 Kontextmenü

Jedes aktive Objekt im Szenario der Produktion hat sein Kontextmenü, das dem Arbeiter ermöglicht, mit dem Objekt zu arbeiten. Die einzelnen Positionen des Kontextmenüs sind nur dann aktiv, wenn die gegebene Aktion in dem gegebenen Moment durchgeführt werden kann. Wenn man mit der Maus auf eine aktive Position fährt, wird diese hell. Die nicht aktiven Positionen bleiben grau. Wenn der Mauscursor etwa 0,5 s auf einer Position stehen bleibt, wird eine Hilfe für die gegebene Funktion dargestellt. Auf dem **Bild 3.4.6.1** ist das Kontextmenü für eine Werkzeugmaschine mit einer markierten aktiven Position und einer dargestellten Kontext-Hilfe zu sehen.



Bild 3.4.6.1 Kontextmenü

3.4.7 Inventar

Wenn die Inventar-Taste im Hauptfenster gedrückt wird, wird das Inventar-Fenster geöffnet. Dieses Fenster stellt alle Gegenstände dar, die der Spieler hat. Allgemeinkönnen die Positionen des Inventars in zwei Gruppen aufgeteilt werden. In erste Gruppe gehören die Produktionsdokumente. In zweite Gruppe gehören die Kleinladungsträger (weiterhin nur der KLT) für Material oder Werkzeuge sowie das Werkstück, mit dem der Arbeiter gerade manipuliert. Jede Position im Inventar wird mit einem Icon mit dem Namen der Position dargestellt. Wenn die linke Maustaste gedrückt wird, kann eine Position geöffnet werden. Auf dem **Bild 3.4.7.1** sind das Inventar des Arbeiters mit den Dokumenten und den Kleinladungsträgern für Material / Werkzeuge dargestellt.



Bild 3.4.7.1 Inventar des Arbeiters

3.4.8 Dokumente

Im Szenario der Produktion verwendet der Arbeiter 6 Dokumente. Wenn das kurze Szenario auf dem Arbeitsplatz der Ausgangskontrolle oder der Verpackung gewählt wird, gibt es dann nur 5 Dokumente, weil in dem gegebenen Szenario keine Werkzeuge verwendet werden. Durch das Drücken der linken Maustaste auf das Icon des Dokumentes kann dieses geöffnet werden. Das gelesene (schon geöffnete) Dokument wird grün dargestellt. Falls in das Dokument etwas eingetragen werden kann, wird das Feld mit einer roten Begrenzung dargestellt. Die Angaben in die Dokumente eintragen zu können ist nur in dem Falle möglich, dass dies der Szenarioverlauf verlangt. Auf dem Bild 3.4.7.2 ist das Inventar des Arbeiters mit den Dokumenten und dem gelesenen Produktionsplan eines Werkstückes dargestellt.

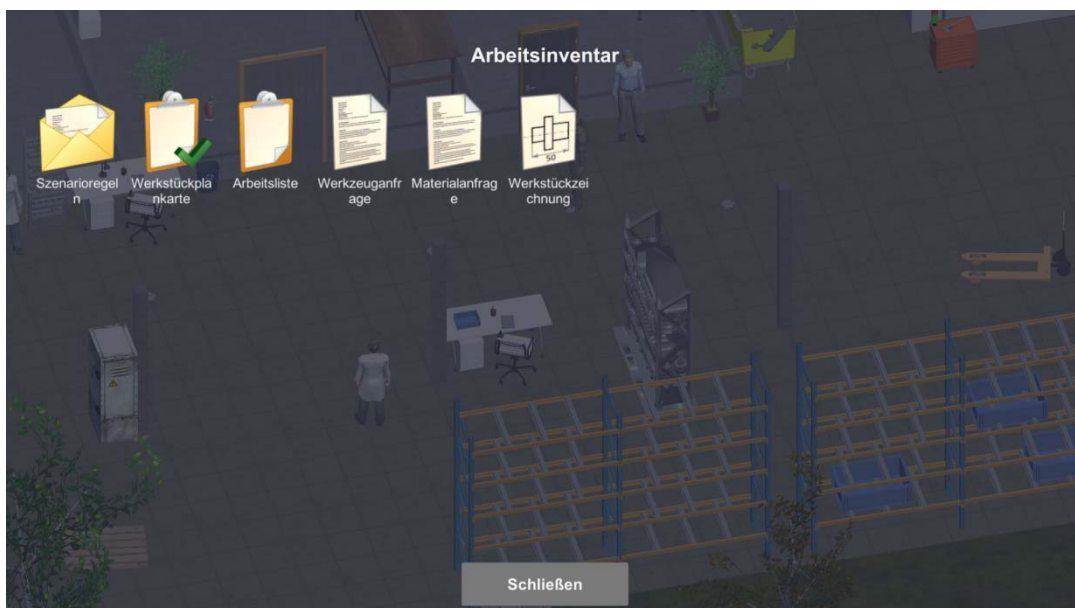


Bild 3.4.7.2 Inventar mit Dokumenten

3.4.8.1 Regeln des Szenarios

Das Dokument Regeln des Szenarios informiert den Nutzer über drei Grundregeln, die es in dem Szenario der Produktion gibt. Der Arbeiter muss das Dokument am Anfang des Szenarios lesen, um bestätigen zu können, dass er sich mit den Regeln bekannt gemacht hatte. Dieses Dokument ist in Form einer einfachen Karte mit Punkten vorbereitet und ist auf dem **Bild 3.4.7.3** dargestellt.

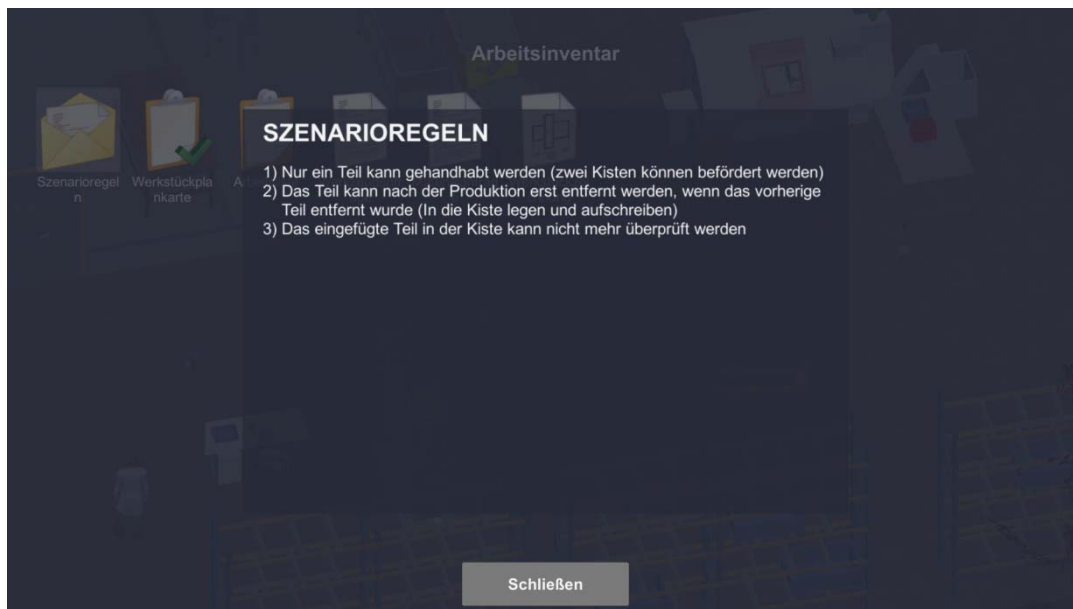


Bild 3.4.7.3 Regeln des Szenarios

3.4.8.2 Arbeitskarte

Die Arbeitskarte enthält sämtliche Informationen über den Arbeitsgang in der Produktion, der von dem Arbeiter durchgeführt wird. In der Arbeitskarte sind Normzeiten aufgeführt, die für die Einrichtung der Werkzeuge und die Produktion eines Teiles notwendig sind. In der Karte ist der Name der Maschine, auf der der Arbeitsgang durchgeführt wird sowie weitere, ergänzende den Arbeitsgang betreffende Informationen zu finden. In diese Karte werden von dem Arbeiter auch die Uhrzeiten über den Anfang und das Ende der Einrichtung, über den Anfang und das Ende der Produktion, die Anzahl der einwandfreien Teile sowie der Ausschüsse eingetragen. Der Arbeiter trägt die Angaben durch das Klicken in das rot begrenzte Feld ein. Der Arbeiter kann die Angaben lediglich in dem Augenblick eintragen, wenn dies der Szenarioablauf gerade ermöglicht. Manche Felder der Arbeitskarte werden automatisch berechnet, je nach den ausgefüllten Angaben. Die Arbeitskarte ist auf dem **Bild 3.4.7.4** dargestellt.

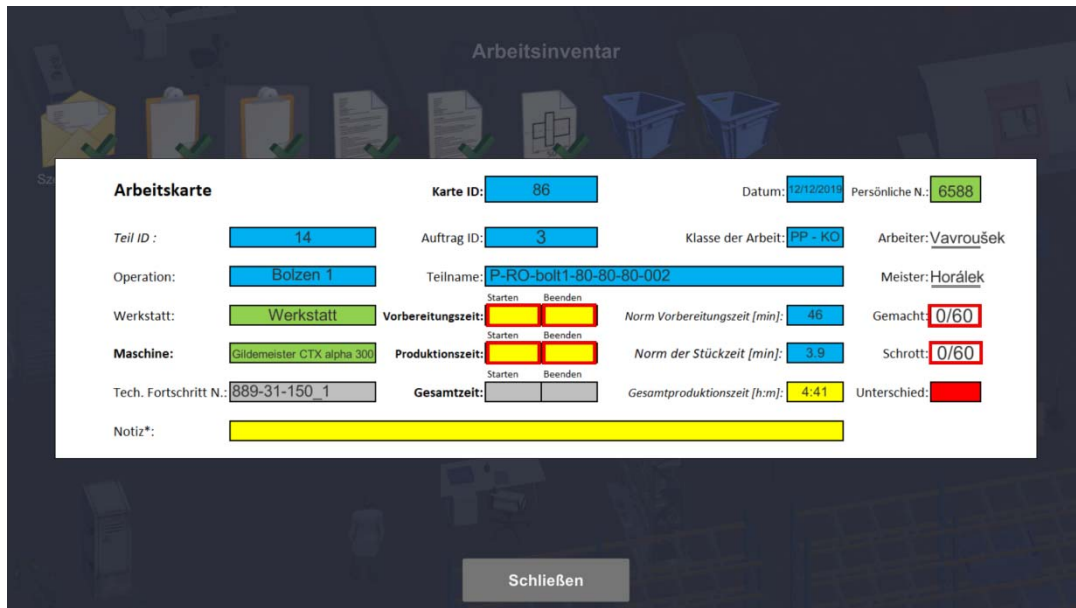


Bild 3.4.7.4 Arbeitskarte

3.4.8.3 Produktionsplan des Werkstückes

In dem Produktionsplan des Werkstückes sind Informationen über das Teil zu finden, das produziert wird. Das Dokument enthält auch die Liste aller Arbeitsgänge, die während der Produktion des Teiles durchzuführen sind. Für jeden Arbeitsgang gibt es hier die Information über die Maschine, auf der der gegebene Arbeitsgang durchgeführt werden soll und eine Kurzbeschreibung des gegebenen Arbeitsganges. Die Grundangaben über den Arbeitsgang sind um die Zeiten gemäß dem System REFA ergänzt. Der Produktionsplan des Werkstückes ist auf dem **Bild 3.4.7.5** dargestellt.

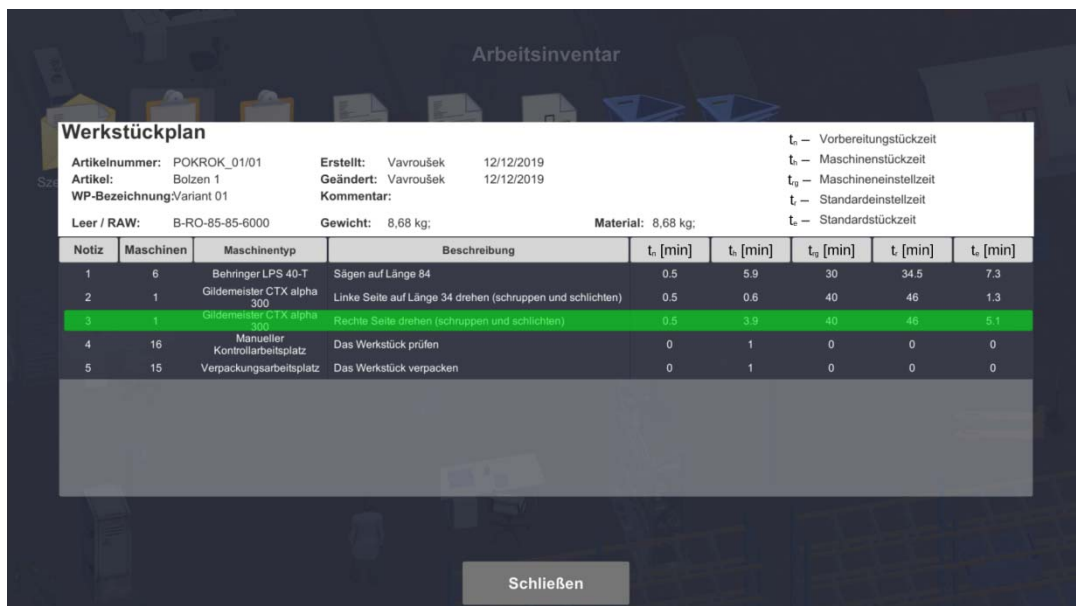


Bild 3.4.7.5 Produktionsplan des Werkstückes

3.4.8.4 Anforderungsschein auf Werkzeuge

Der Anforderungsschein auf Werkzeuge enthält die für den Arbeitsgangerforderlichen Werkzeuge. Im Kopf des Anforderungsscheines befinden sich die Informationen darüber, für welches Teil und welchen

Arbeitsgang der Anforderungsschein geeignet ist. In dem Hauptbereich gibt es eine Tabelle, in deren jeder Zeile ein Werkzeug aufgeführt ist. Die Zeile der Tabelle enthält die Nummer des Werkzeuges, dessen Namen und Code. Der Anforderungsschein auf Werkzeuge wird dem Werkzeugmacher vorgelegt und er kommissioniert demgemäß die Werkzeuge. Der Arbeiter muss dann die gemäß dem Anforderungsscheinkommissionierten Werkzeuge kontrollieren. Der Anforderungsschein auf Werkzeuge ist auf dem **Bild 3.4.7.6** dargestellt.

<i>Werkzeuganforderung</i>		
Arbeiter: Vavroušek	Teil ID: 14	Datum: 12/12/2019
Tech. F. ID: 889-31-150_11	Operation ID: Bolzen	
Werkzeug		Zyklusanzahl
72 Klemmdrehhalter 95 Grad (T-S-PCLNR2020K09)		1
<i>Angenommen von:</i> Horálek		<i>Horálek</i>
<i>Zurück zu:</i>		

Schließen

Bild 3.4.7.6 Anforderungsschein auf Werkzeuge

3.4.8.5 Anforderungsschein auf Material

Der Anforderungsschein auf Material informiert den Arbeiter über das für den gewählten Arbeitsgang erforderliche Material. In dem oberen Bereich des Dokumentes gibt es Informationen über den Arbeiter und das Teil, das zu produzieren ist. Der Arbeiter legt das Dokument dem Lageristen vor. Der Lagerist kommissioniert demgemäß das Material und der Arbeiter kontrolliert das kommissionierte Material. In dem mittleren Bereich befindet sich eine Tabelle mit den Namen der für das Produktionslos erforderlichen Materialien und deren Menge. Der Anforderungsschein auf Material ist auf dem **Bild 3.4.7.7** dargestellt.

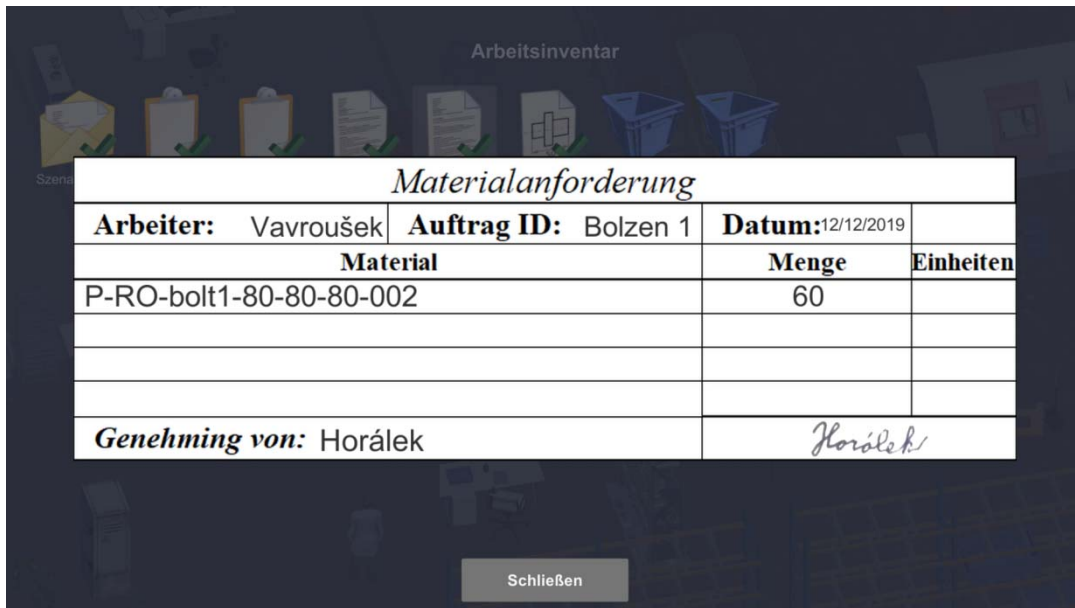


Bild 3.4.7.7 Anforderungsschein auf Material

3.4.8.6 Zeichnung des Werkstückes

Auf der Zeichnung ist das Teil zu sehen, das zu produzieren ist. Die Zeichnung bietet dem Arbeiter alle erforderlichen Informationen über die Form und die Ausmaße. In dem unteren Bereich der Zeichnung befindet sich ein Stempel mit weiteren ergänzenden Informationen über das Teil. Die Zeichnung des Werkstückes ist auf dem **Bild 3.4.7.8** dargestellt.

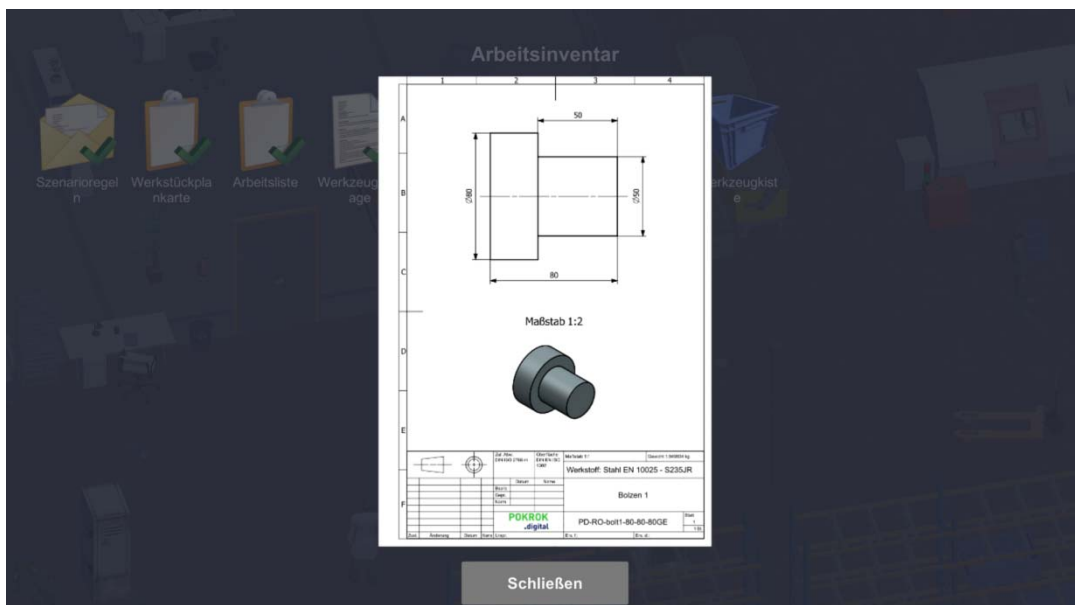


Bild 3.4.7.8 Zeichnung des Werkstückes

3.4.8.7 Weitere Inventarpositionen

Weitere Inventarpositionen umfassen vor allem die KLT für Material, Werkzeuge oder Fertigprodukte. Durch das Klicken der linken Maustaste auf den KLT wird dessen Inhalt dargestellt. Auf gleiche Weise kann man sich auch die einzelnen Positionen in dem KLT anschauen. In dem Inventar wird auch das Teil dargestellt, mit dem der Arbeiter gerade manipuliert. Der Nutzer kann die Position des Teils im

Inventar öffnen. Es wird ein dreidimensionales Modell dargestellt, mit dem der Nutzer beliebig umdrehen kann, während er die rechte Maustaste hält. Mit dem Mausrad kann man das Model entfernen bzw. näherbringen. Der Inhalt des KLTs für Material ist auf dem **Bild 3.4.7.9** dargestellt.



Bild 3.4.7.9 Inhalt des KLTs im Inventar

3.4.8.8 Dialog mit der Figur

Der Arbeiter kann mit anderen Figuren in der virtuellen Werkstatt Dialoge führen. Der Dialog kann durch die Wahl im Kontextmenü angefangen werden. Der Inhalt des Dialogs mit der Figur und die möglichen Antworten des Arbeiters verändern sich, je nach der aktuellen Situation in dem Szenario der Produktion. Die Schnittstelle des Dialogs ist in zwei Teile aufgeteilt. In dem Hauptteil ist der Dialogverlauf dargestellt und in dem unteren Menü kann der Nutzer seine Antworten auswählen. Der Dialog mit dem Meister ist auf dem **Bild 3.4.8.1** dargestellt.



Bild 3.4.8.1 Dialog der Mitarbeiter

3.4.9 Ausstattung und Personal der virtuellen Werkstatt

Die Ausstattung und das Personal der virtuellen Werkstatt stellen aktive Objekte dar, mit denen der Arbeiter während des Szenarios interagieren kann. Die Interaktion erfolgt mit Hilfe des Kontextmenüs oder der Dialoge. Je nach dem am Anfang des Szenarios ausgewählten Arbeitsgang, ist erlaubt, die für den Arbeitsgang vorgeschriebene Maschine zu steuern. Am Anfang des Szenarios werden dem Nutzer alle wichtigen Objekte in einer Animation vorgestellt. Das Personal sowie die anderen aktiven Objekte in der virtuellen Werkstatt sind auf dem **Bild 3.4.9.1** dargestellt.

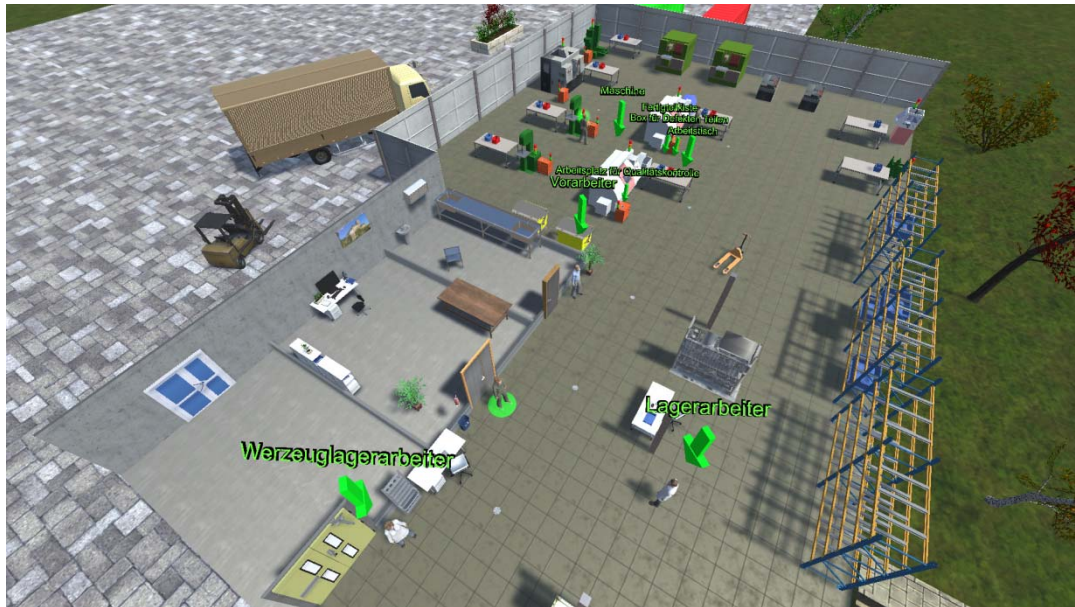


Bild 3.4.9 Personal und aktive Objekte in der virtuellen Werkstatt

3.4.9.1 Meister

Der Produktionsmeister ist für die Führung der Werkstatt zuständig. Er weist den einzelnen Arbeitern nach Bedarf die Aufgaben zu. Er ist für die Disziplin der Untergeordneten bezüglich der Arbeit sowie Technologie verantwortlich, weiterhin auch für die Arbeitsteilung und Kontrolle der Erfüllung der zugewiesenen Aufgaben. Er ist verpflichtet, die Arbeitssicherheit sowie die Gesundheit der Arbeiter zu beaufsichtigen. Weiterhin muss er die regelmäßige und ordentliche Wartung, Überprüfung sowie Revision der Maschinen, Vorrichtungen und Werkzeuge sichern. Er ist für die fachliche Qualifikation der Arbeiter verantwortlich. In dem Szenario der Produktion weist der Meister die Arbeit dem Arbeiter zu, er übergibt ihm Dokumente und bewertet die abgeleistete Arbeit. Die Figur des Meisters ist auf dem **Bild 3.4.9.2** dargestellt.



Bild 3.4.9.2 Meister

3.4.9.2 Nutzerschnittstelle der Szenarioauswertung

Am Ende des Szenarios der Produktion übergibt der Meister dem Arbeiter die Auswertung seiner Arbeit. In der Auswertung ist die Gesamtzeit aufgeführt, die der Arbeiter für die Vollendung des ausgewählten Arbeitsganges benötigte. Es gibt hier auch Angaben bezüglich der produzierten Ausschüsse sowie die Anzahl der Ausschüsse, die der Arbeiter rechtzeitig entdeckt hatte. Der Auswertung sind zwei Tortendiagramme hinzugefügt. In dem ersten Tortendiagramm sind die verhältnismäßigen Zeiten in Bezug auf die Gesamtzeit für die einzelnen Tätigkeiten dargestellt. In dem zweiten Tortendiagramm ist das Verhältnis von Zeiten dargestellt, die einen Wert zugeben bzw. nicht zugeben. Auf dem **Bild 3.4.9.3** ist der Bildschirm mit der Auswertung zu sehen.

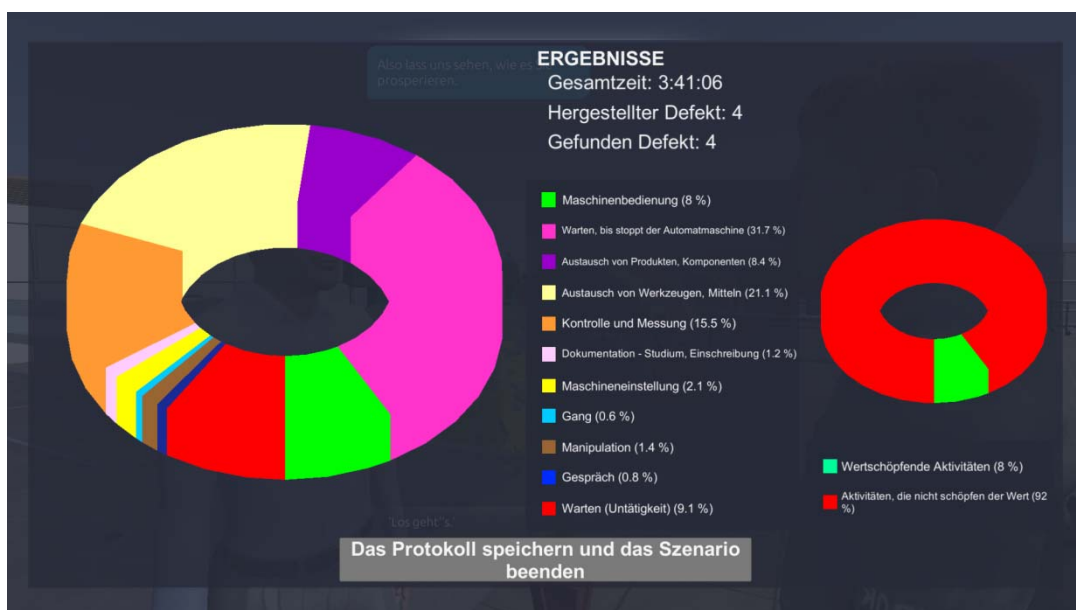


Bild 3.4.9.3 Nutzerschnittstelle für die Auswertung des Szenarios

3.4.9.3 Werkzeugmacher

Der Werkzeugmacher führt die Anpassungen, Reparaturen, Montage und Überprüfungen der Werkzeuge durch, die für die Materialverarbeitung notwendig sind. In dem Szenario der Produktion lagert der Werkzeugmacher die Werkzeuge für den Arbeiter aus und nach der Beendigung der Arbeit nimmt er die Werkzeuge wieder zurück. Der Arbeiter ist verpflichtet, die Werkzeuge vor der Übernahme zu kontrollieren, denn der Werkzeugmacher ist nicht unfehlbar. Falls der Arbeiter versucht, falsche Werkzeuge zu übernehmen, wird er wegen der mangelhaften Zuverlässigkeit der Produktion pönalisiert. Die Auswahl der Werkzeuge ist zu wiederholen. Wenn der Spieler gleiche Werkzeuge allerdings anderer Parameter übernimmt, wird er wegen der mangelhaften Zuverlässigkeit der Produktion pönalisiert. Er kann jedoch fortfahren. Die Figur des Werkzeugmachers ist auf dem **Bild 3.4.9.4** dargestellt.



Bild 3.4.9.4 Werkzeugmacher

3.4.9.4 Nutzerschnittstelle für die Kommissionierung der Werkzeuge

Für die Kommissionierung der Werkzeuge steht eine Nutzerschnittstelle zur Verfügung, die in zwei Bereiche aufgeteilt ist. In der linken Hälfte des Bildschirms gibt es eine Liste der kommissionierten Werkzeuge. In der rechten Hälfte gibt es der Anforderungsschein für die Kontrolle der kommissionierten Werkzeuge. Unter den beiden Listen ist das ausgewählte Werkzeug dargestellt. Das dreidimensionale Model kann man mit Hilfe der rechten Maustaste beliebig umdrehen. Falls das ausgewählte Werkzeug mit der Liste der erhaltenen Werkzeuge nicht übereinstimmt, kann der Nutzer das Werkzeug mit Hilfe der Taste „Umtauschen“ in dem rechten Bereich der Tabelle umtauschen. Unter der Liste der erhaltenen Werkzeuge gibt es Tasten für die Bestätigung der Auswahl und für die Abbrechung des Dialoges mit dem Werkzeugmacher. Die Nutzerschnittstelle für die kommissionierten Werkzeuge ist auf dem **Bild 3.4.9.5** dargestellt.

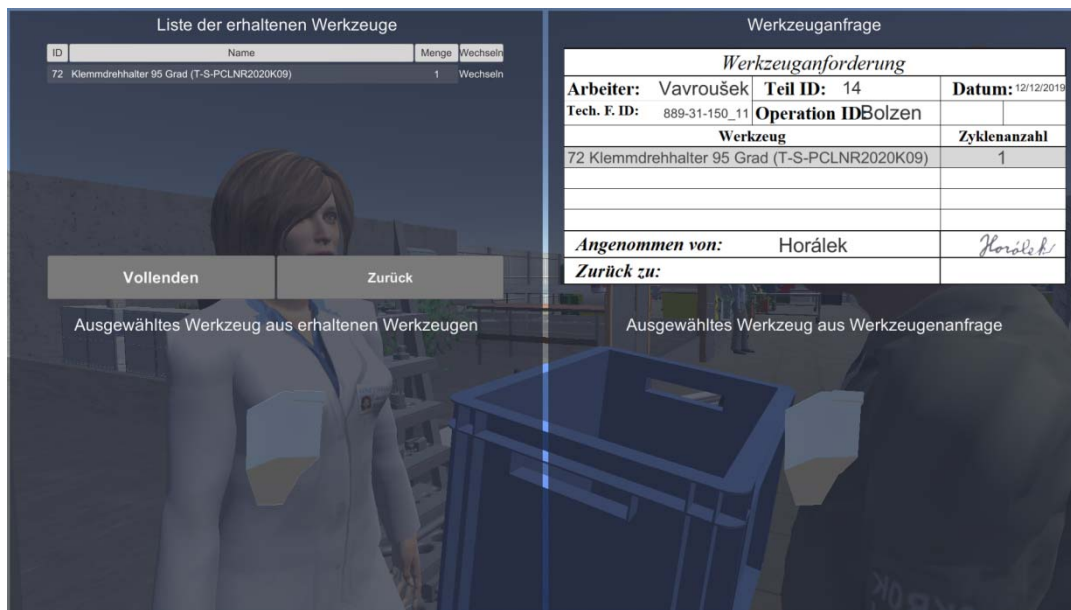


Bild 3.4.9.5 Nutzerschnittstelle für die Kommissionierung der Werkzeuge

3.4.9.5 Nutzerschnittstelle für den Umtausch der Werkzeuge

Der Umtausch eines Werkzeuges in der Liste der erhaltenen Werkzeuge wird mit Hilfe der Nutzerschnittstelle für den Umtausch der Werkzeuge durchgeführt. In dem linken Drittel ist das Model des getauschten Werkzeuges dargestellt, in dem rechten Drittel befindet sich das Model des ausgewählten Werkzeuges. In der Mitte gibt es die Liste der vorhandenen Werkzeuge und unter dieser Liste gibt es den Anforderungsschein auf das Werkzeug. Der Umtausch wird durch die Auswahl des Werkzeuges aus der Liste und durch die Bestätigung der Taste „Umtauschen“ durchgeführt. Die Nutzerschnittstelle ist auf dem **Bild 3.4.9.6** dargestellt.

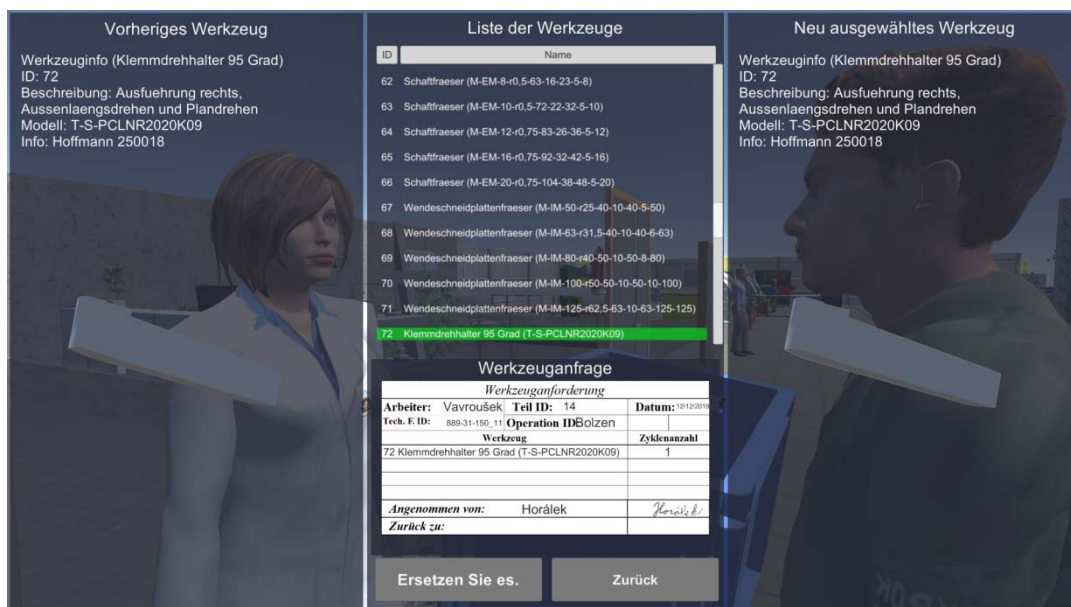


Bild 3.4.9.6 Nutzerschnittstelle für die Kommissionierung der Werkzeuge

3.4.9.6 Lagerist

Der Lagerist führt die entsprechenden Aktivitäten durch, die die Lagerung und den Umgang mit Material und Werkstücken betreffen. Während seiner Tätigkeit muss er die Bestandsdaten aktualisieren. Erhält entsprechende Bewegungen der Lagerbestände und deren Aufzeichnungen in Evidenz. In dem Szenario der Produktion kommissioniert er das Material und nach der Beendigung der Arbeit übernimmt er den KLT mit Fertigteilen. Der Spieler muss das kommissionierte Material kontrollieren. Falls der Spieler versucht, ein falsch kommissioniertes Material zu übernehmen, wird er wegen der mangelhaften Zuverlässigkeit der Produktion pönalisiert und er muss die Übernahme des Materials wiederholen. Die Figur des Lageristen ist auf dem **Bild 3.4.9.7** dargestellt.



Bild 3.4.9.7 Lagerist

3.4.9.7 Nutzerschnittstelle für die Kommissionierung des Materials

Die Nutzerschnittstelle für die Kommissionierung des Materials ist in zwei Bereiche aufgeteilt. In dem linken Bereich gibt es die Liste des erhaltenen Materials und in dem rechten Bereich gibt es den Anforderungsschein auf Material. Das Model des erhaltenen Materials und des ausgewählten Materials gemäß dem Anforderungsschein ist in dem unteren Bereich des Fensters dargestellt. Die Funktion der Steuerelemente ist identisch wie bei der Auswahl der Werkzeuge. Die Nutzerschnittstelle ist auf dem **Bild 3.4.9.8** dargestellt.

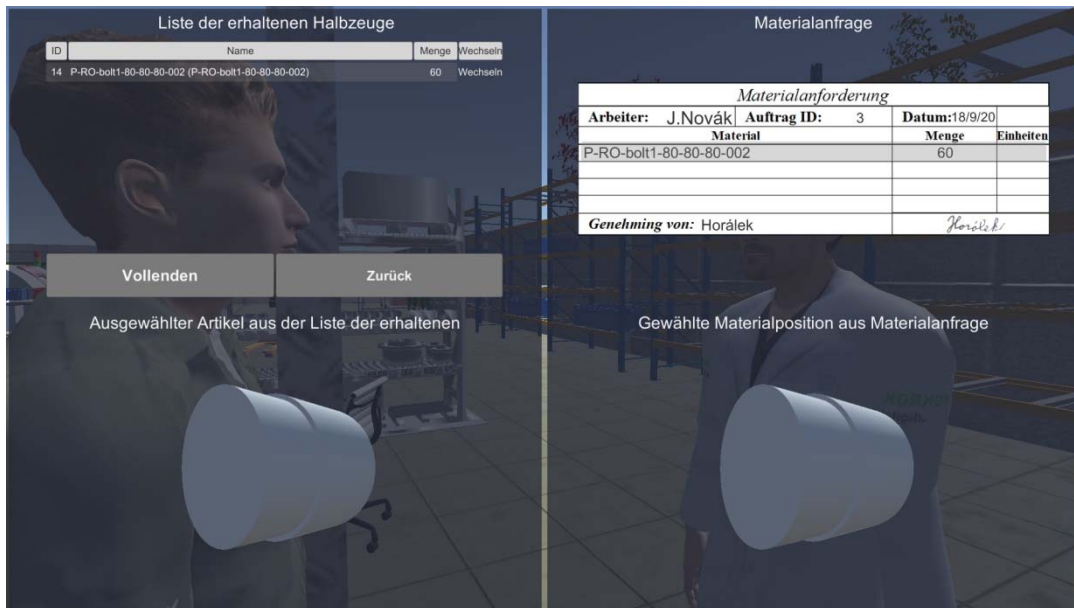


Bild 3.4.9.8 Nutzerschnittstelle für die Kommissionierung des Materials

3.4.9.8 Nutzerschnittstelle für den Materialumtausch

Die Schnittstelle für den Materialumtausch ist in drei Bereiche aufgeteilt. Der linke Bereich stellt das Modell des Materials dar, das umzutauschen ist. Der rechte Bereich stellt das neu ausgewählte Material dar. Über den Modellen werden ergänzende Informationen dargestellt. In dem mittleren Bereich befindet sich die Liste der vorhandenen Materialien und unter dieser Liste gibt es den Anforderungsschein auf Material. Ganz unten befindet sich die Taste für die Bestätigung bzw. Aufhebung des Umtausches. Der Umtausch des Materials wird durch die Auswahl des Materials und deren Bestätigung mit Hilfe der Taste „Umtauschen“ durchgeführt. Auf dem **Bild 3.4.9.9** ist die Nutzerschnittstelle für den Materialumtausch dargestellt.

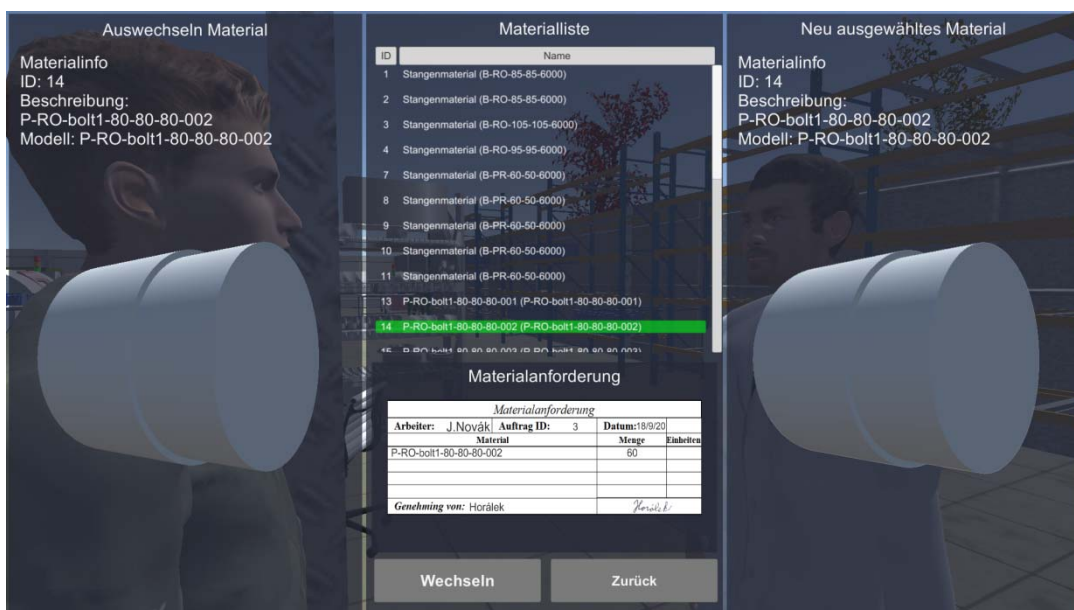


Bild 3.4.9.9 Nutzerschnittstelle für den Materialumtausch

3.4.9.9 Maschinen und Arbeitsplätze

Der Arbeiter kann auf vier Maschinen und zwei Arbeitsplätzen arbeiten. Sowohl die Maschine als auch der Kontrollarbeitsplatz ist mit einer Ampel ausgestattet, die über den aktuellen Zustand der Maschine informiert. Falls die Ampel blinkt, benötigt die Maschine unsere Aufmerksamkeit. Durch die Wahl des Arbeitsganges am Anfang des Szenarios werden die entsprechende Maschine sowie der entsprechende Arbeitsplatz verwendet. Die Maschinen benötigen Werkzeuge und können umgerichtet werden, falls sie Ausschüsse produzieren. Alle Maschinen und Arbeitsplätze sind auf dem **Bild 3.4.9.10** dargestellt.



Bild 3.4.9.10 Werkstatt

3.4.9.10 Arbeitstisch und Kleinladungsträger (KLT)

Auf den Arbeitstisch im Szenario werden Kisten gelegt. An jeder Maschine sowie auf jedem Arbeitsplatz steht ein Arbeitstisch zur Verfügung. Am Anfang des Arbeitsganges steht auf dem Arbeitstisch ein KLT für Fertigteile und ein KLT für Ausschüsse. Wenn der Arbeiter das Material von dem Lageristen holt, legt er den KLT auf den Arbeitstisch. Nach der Beendigung der Produktion wird der KLT mit den Fertigteilen dem Lageristen zurückgebracht. Der KLT für Ausschüsse ist rot; dieser bleibt während des ganzen Szenarios auf einem Platz. Der Arbeitstisch, der KLT für Material, der KLT für Fertigteile und der KLT für Ausschüsse sind auf dem **Bild 3.4.9.11** dargestellt.



Bild 3.4.9.11 Arbeitstisch und Kleinladungsträger

3.4.9.11 Kontrollarbeitsplatz

Der Kontrollarbeitsplatz dient zur Überprüfung, ob die Maschine richtig arbeitet oder ob diese umgerichtet werden muss. Die Überprüfung des Teiles während der Produktion ist keine Pflicht. Wenn die Maschine jedoch ein Ausschuss produziert, werden weiterhin nur noch Ausschüsse produziert. Bei der Kontrolle muss ein Arbeiter anwesend sein. Der Kontrollarbeitsplatz ist mit einer Ampel ausgestattet, die über das Ergebnis der Kontrolle informiert. Die Ampel beginnt nach der Beendigung der Kontrolle entweder grün oder rot zu leuchten und sie leuchtet so lange, bis das Teil von dem Kontrollarbeitsplatz weggenommen wird. Der Kontrollarbeitsplatz ist auf dem **Bild 3.4.9.12** dargestellt.



Bild 3.4.9.12 Kontrollarbeitsplatz

4 Beispielaufgabe (ID10)

4.1 Registrierung und Anmeldung

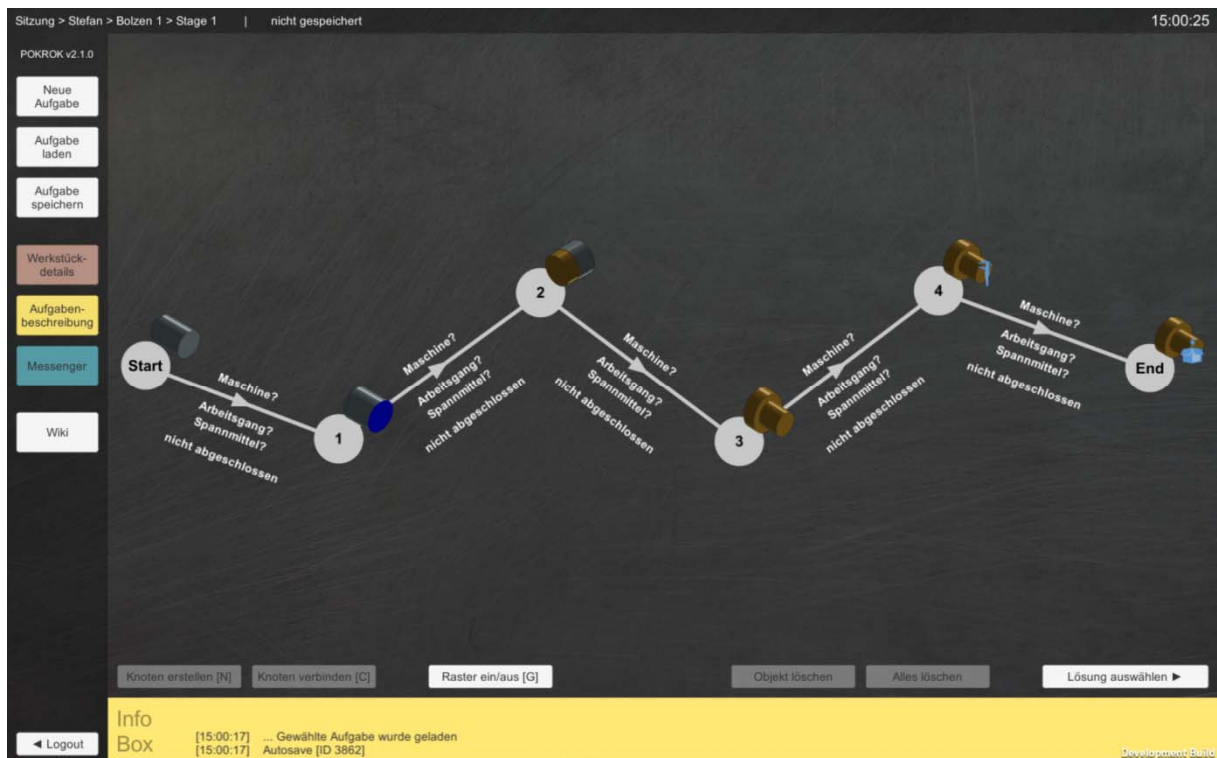
Die Bedienung der Registrier- und Anmeldeoberfläche entnehmen Sie bitte den vorangegangenen Beschreibungen.

4.2 Fertigungsprozessplanung

4.2.1 Stufe 1

Nachdem Sie sich angemeldet haben, wählen Sie unter dem Menüpunkt „Neue Aufgabe“ die Stufe 1 und die Aufgabe „Bolzen1“ (ID 10) aus. Klicken Sie anschließend auf „Starten“.

In der ausgewählten Stufe 1 sehen Sie einen bereits vorhandenen Prozessgraphen:



Beachten Sie stets die Hinweise in der Infobox. In Stufe 1 sind die Werkstückzwischenzustände bereits definiert und lassen sich nicht editieren. Klicken Sie eine Kante an und wählen Sie alle notwendigen Informationen, um die Kante, also den Arbeitsgang, vollständig zu definieren.

Vorerst wählen Sie für jede Kante den Arbeitsgang aus. Dabei gibt es Kanten, deren Planung keine Arbeitsgangausarbeitung erfordern. Diese Kanten zeigen im Konfigurationsfenster den Planungszustand als „abgeschlossen“ (grün hinterlegt) an:

Sitzung > Stefan > Bolzen 1 > Stage 1 | nicht gespeichert 15:07:14

POKROK v2.1.0

Arbeitsgang > Das Werkstück verpacken

Planungsstatus: abgeschlossen

Maschineninformationen
 140: Verpackungsarbeitsplatz
 Arbeitsplatz zum Verpacken
 Effizienz: --
 X-dim: -- mm, Y-dim: -- mm, Z-dim: -- mm
 Max. Durchmesser: -- mm, Max. Länge: -- mm
 Max. Gewicht: -- kg, Werkzeug: --
 Kosten: 45 EUR, Rüstzeit: 15 min
 Status: available

Start → 10: 401: Bohrer LFS 40-T
 Sagen auf Länge
 Primärspanner
 nicht abgeschlossen

1 → 20: 651: Glidemesser CTX alpha 300
 Linke Seite drehen
 3-Backen-Futter
 nicht abgeschlossen

2 → 40: 651: Glidemesser CTX alpha 300
 Rechte Seite drehen
 3-Backen-Futter
 nicht abgeschlossen

3 → 70: 150: Manueller Kontrollarbeitsplatz
 Prüfen
 Kein Spannmittel
 Ir: 28,75 / Kr: 1,15
 Kr: 32,58 / Ke: 1,3

4 → 80: 140: Verpackungsarbeitsplatz
 Verpacken
 Kein Spannmittel
 Ir: 17,25 / Kr: 1,15
 Kr: 12,94 / Ke: 0,46

End

Knoten erstellen [N] | Knoten verbinden [C] | Raster ein/aus [G] | Objekt löschen | Alles löschen | Lösung auswählen ▶

Info Box
 [15:05:12] Der ausgewählte Arbeitsgang passt nicht zum Werkstückzustand (oder wird nicht unterstützt)
 [15:05:18] Der ausgewählte Arbeitsgang passt nicht zum Werkstückzustand (oder wird nicht unterstützt)
 [15:06:41] Raster wurde aktiviert
 [15:07:08] Raster wurde deaktiviert

Logout | Development Build

Für alle Arbeitsgänge, bei denen der Planungsstatus nicht „abgeschlossen“ und nicht grün hinterlegt ist müssen Sie jetzt die Arbeitsgangausarbeitung durchführen.

Dazu wählen Sie den Arbeitsgang aus und klicken auf „Arbeitsgang detaillieren“. Damit werden Sie zu einer neuen Eingabeoberfläche weitergeleitet:

Graph speichern | Graph laden | Graph zurücksetzen | Wiki | Zeichnung

Rückkehr zum Prozess | Planung abbrechen

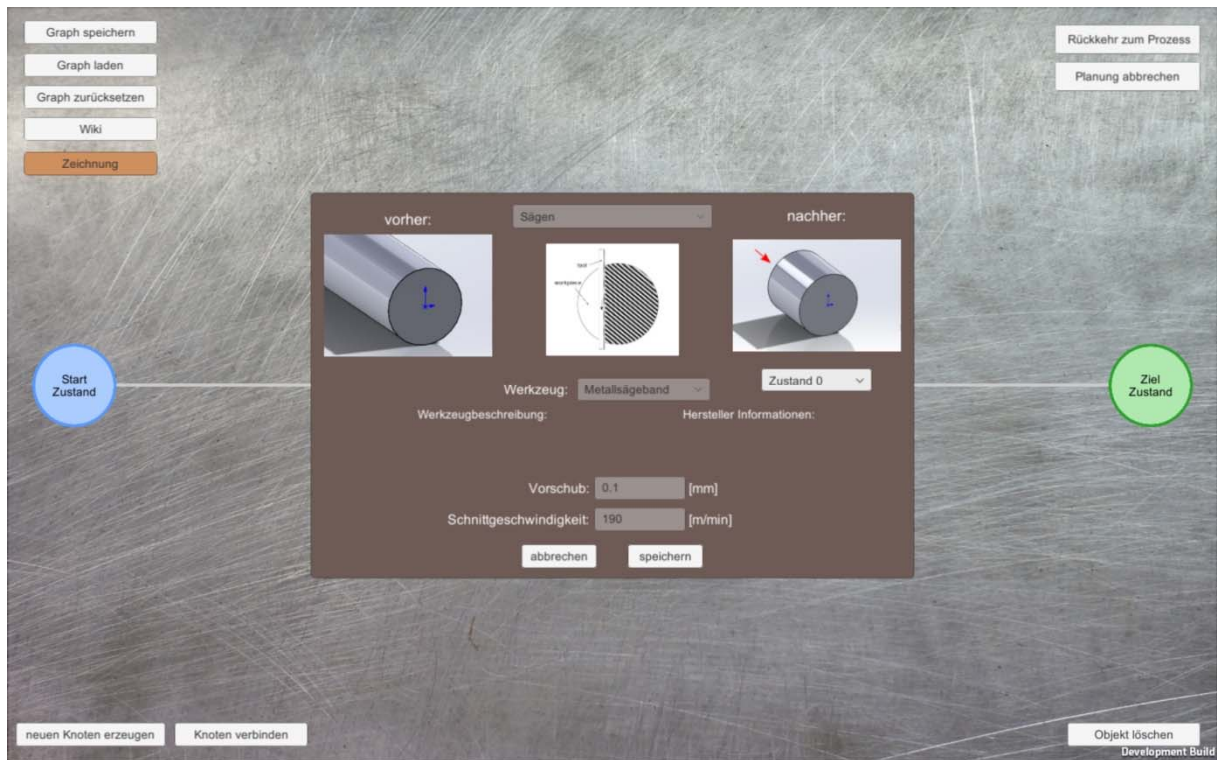
Start Zustand | Ziel Zustand

neuen Knoten erzeugen | Knoten verbinden | Objekt löschen

Development Build

Erstellen Sie alle notwendigen Werkstückzwischenzustände und Operationen und definieren Sie diese entsprechend. Für das Verbinden von zwei Knoten klicken Sie zuerst auf den ersten Knoten,

anschließend auf die Schaltfläche „Knoten verbinden“ und abschließend auf den zweiten Knoten. Die Eingabemaske für die Kanten erreichen Sie über einen Doppelklick auf die entsprechende Kante:

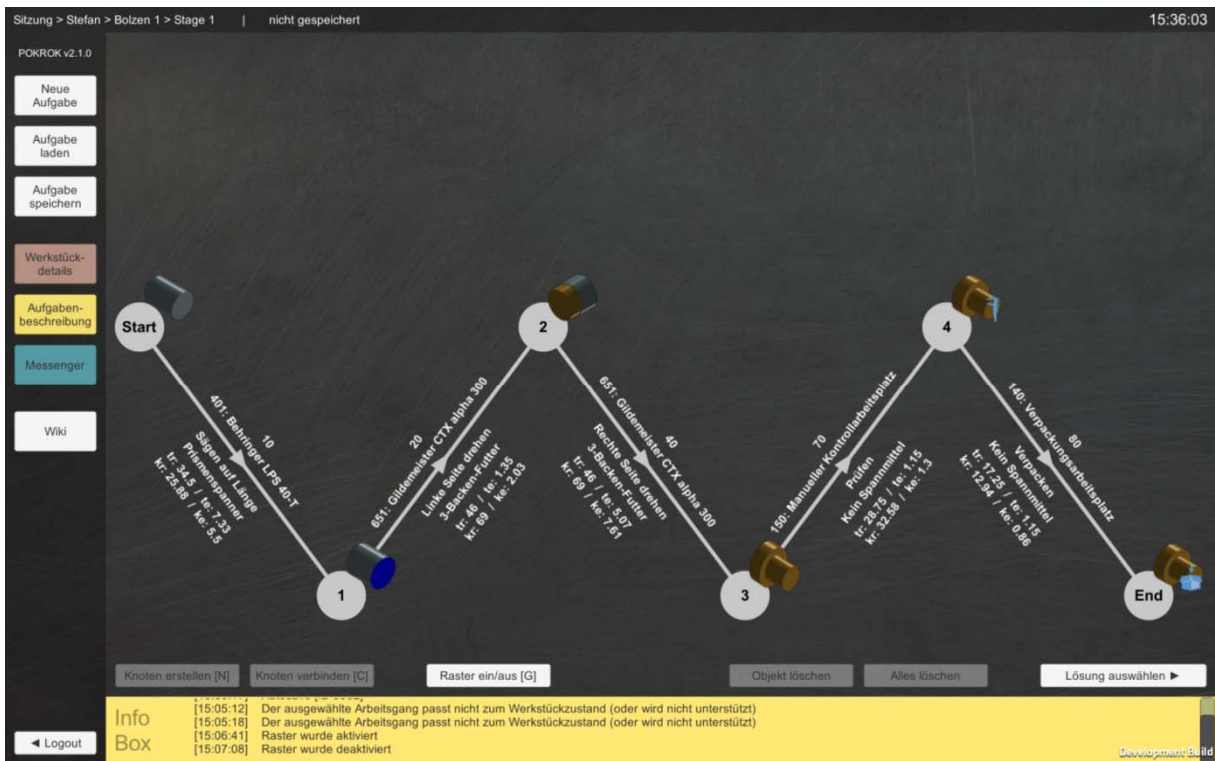


Wenn der entstehende Werkstückzustand ausgewählt wurde, klicken Sie auf „speichern“. Die Arbeitsgangausarbeitung ist dann vollständig, wenn die Schaltfläche „Rückkehr zum Prozess“ grün hinterlegt ist:

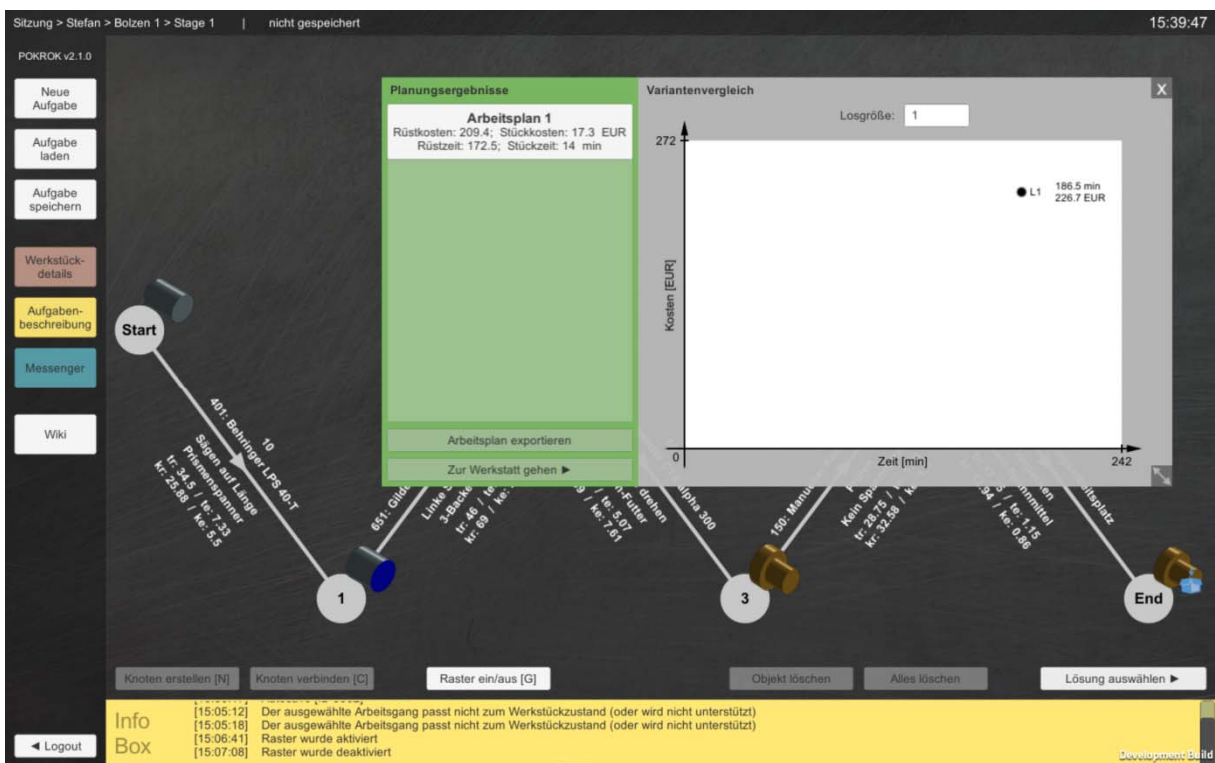


Mit einem Klick auf diese wird Ihnen eine Zusammenfassung präsentiert und Sie können über einen Klick auf „Rückkehr zum Prozess“ innerhalb der Zusammenfassung die Szene verlassen.

An allen Arbeitsgängen, die vollständig ausgearbeitet sind, werden die Kosten und Zeiten angezeigt:



Ist der komplette Prozessgraph vollständig ausgearbeitet, klicken Sie auf die Schaltfläche „Lösung wählen“:



Hier wählen Sie den gewünschten Arbeitsplan durch einen Klick aus (in diesem Beispiel gibt es nur einen Arbeitsplan) und können ggf. den Arbeitsplan exportieren:

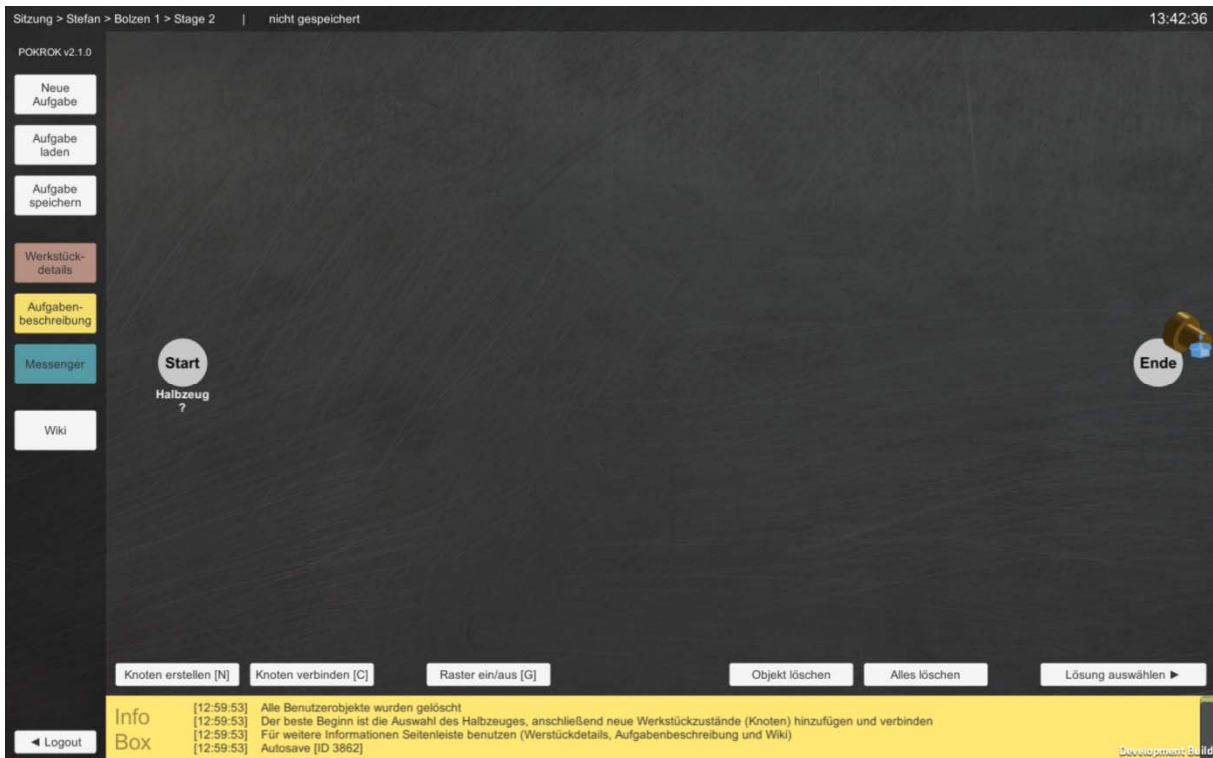
The screenshot displays the POKROK v2.1.0 software interface. On the left, a vertical menu contains buttons for 'Neue Aufgabe', 'Aufgabe laden', 'Aufgabe speichern', 'Werkstück-details', 'Aufgabenbeschreibung', 'Messenger', and 'Wiki'. The main workspace shows a project network diagram with nodes 'Start', '1', '3', and 'End'. Node '1' is highlighted in blue. A 'Planungsergebnisse' window is open over node '1', showing 'Arbeitsplan 1' with 'Rüstkosten: 209.4', 'Stückkosten: 17.3 EUR', and 'Rüstzeit: 172.5', 'Stückzeit: 14 min'. Below this window are buttons for 'Arbeitsplan exportieren' and 'Zur Werkstatt gehen'. To the right, a 'Variantenvergleich' window is open, showing a graph of 'Kosten [EUR]' vs 'Zeit [min]' with a single data point 'L1' at 186.5 min and 226.7 EUR. The bottom status bar includes an 'Info Box' with log messages and a 'Logout' button.

Zum Abschluss der Aufgabe Klicken Sie auf die Schaltfläche „Zur Werkstatt gehen“.

In den folgenden Stufen 2 und 3 werden vordergründig die Unterschiede bei der Bearbeitung der Aufgabenstellungen erläutert.

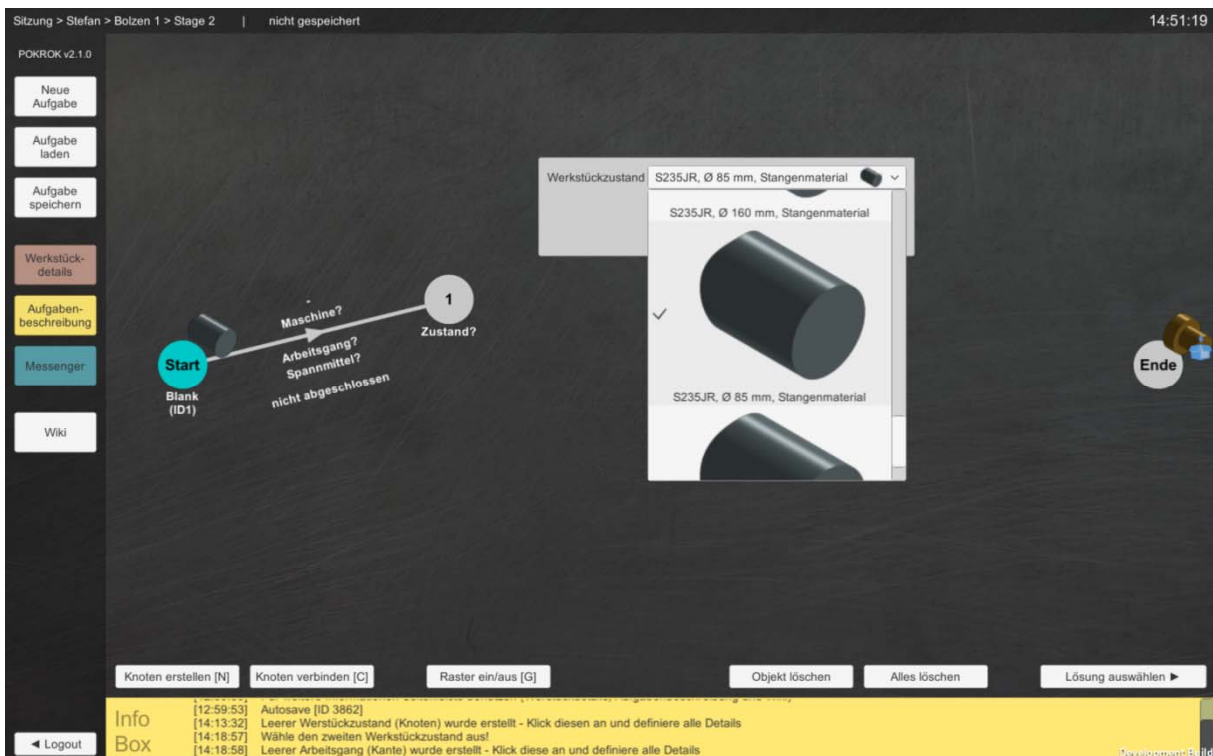
4.2.2 Unterschiede in Stufe 2

Nachdem dieselbe Aufgabe „Bolzen 1“ (ID 10) in der Stufe 2 gestartet wurde, erscheinen nur der Start- und der Endknoten:



Klicken Sie nun auf die Schaltfläche „Knoten erstellen [N]“ um einen neuen Werkstückzustand hinzuzufügen. Anschließend markierten Sie durch Anklicken den ersten Knoten, klicken dann auf die Schaltfläche „Knoten verbinden [C]“ und markieren abschließend den zweiten Knoten, um beide Knoten mit einer Kante zu verbinden.

Nun müssen Sie den Knoten und die Kante definieren. Klicken Sie dazu auf den ersten Knoten und wählen im Dropdownmenü „Werkstückzustand“ den richtigen Zustand aus:



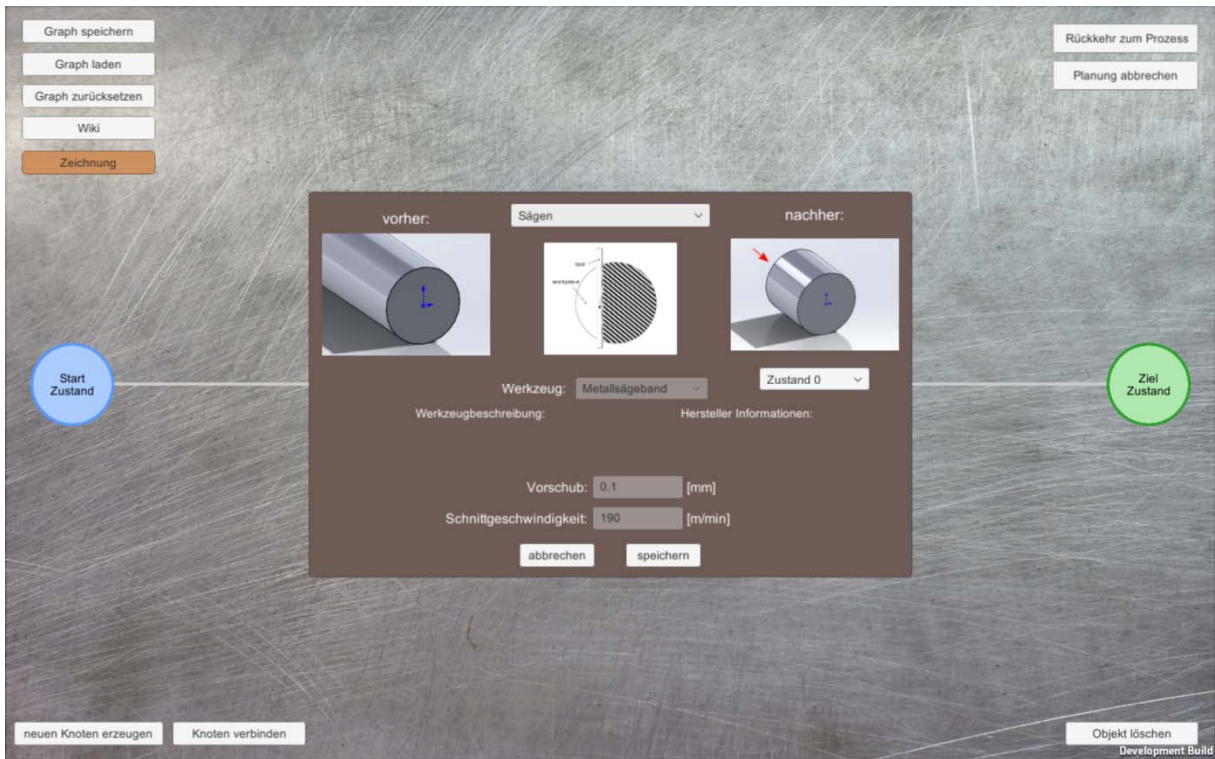
Anschließend können Sie den zweiten Werkstückzustand und den Arbeitsgang definieren. Im Vergleich zur Stufe 1 müssen Sie nun zusätzlich den Arbeitsplatz auswählen:

The screenshot shows the POKROK v2.1.0 software interface. The main workspace displays a network diagram with nodes representing workpiece states and work steps. The current node is 'Start' (ID1) with a value of 10, connected to 'Zustand (ID13)'. The work step is 'Sägen auf Länge Prismenspanner' (ID13), which is currently 'nicht abgeschlossen' (not finished). A dropdown menu is open, showing a list of work steps and workstations. The selected work step is '401: Behringer LPS 40-T, Vertikalbandsäge'. The workstation selected is '401: Behringer LPS 40-T, Vertikalbandsäge'. The 'Maschineninformationen' (Machine Information) panel is visible, showing details for the selected machine: '401: Behringer LPS 40-T, Vertikalbandsäge', 'Effizienz: --', 'X-dim: -- mm, Ydim: -- mm, Zdim: -- mm', 'Max. Durchmesser: -- mm, Max. Länge: -- mm', 'Max. Gewicht: -- kg, Werkzeug: 1', 'Kosten/h: 45 EUR, Rüstzeit: 15 min', 'Status: available'. The 'Info Box' at the bottom shows a log of events: '[11:20:10] Autosave [ID 3862]', '[11:20:11] Leerer Werkstückzustand (Knoten) wurde erstellt - Klick diesen an und definiere alle Details', '[11:20:16] Wähle den zweiten Werkstückzustand aus!', and '[11:20:16] Leerer Arbeitsgang (Kante) wurde erstellt - Klick diese an und definiere alle Details'.

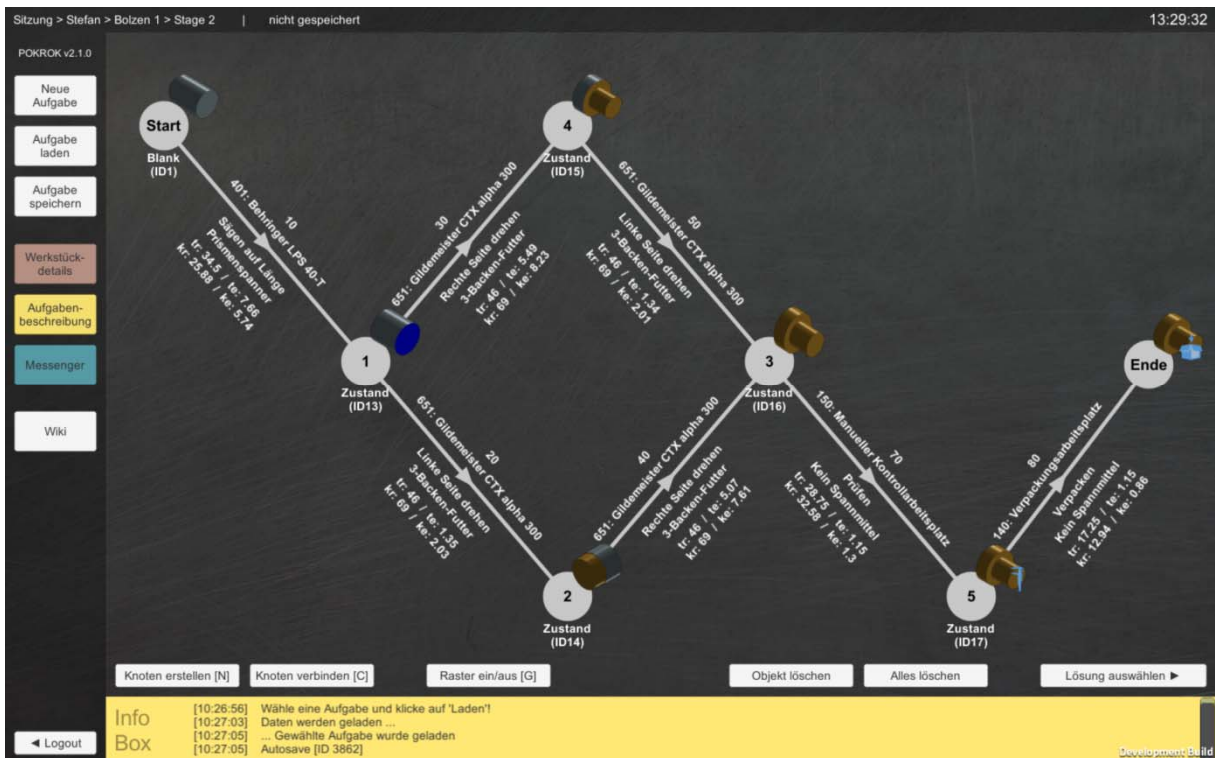
Es ist Ihnen frei, direkt im Anschluss den ersten Arbeitsgang auszuarbeiten oder weitere Arbeitsgänge zu erstellen. In diesem Beispiel erstellen Sie bitte alle notwendigen Arbeitsgänge und Werkstückzustände:

The screenshot shows the POKROK v2.1.0 software interface with a completed network diagram. The diagram consists of several nodes and edges. The nodes are: 'Start' (ID1), 'Zustand (ID13)', 'Zustand (ID14)', 'Zustand (ID15)', 'Zustand (ID16)', 'Zustand (ID17)', and 'Ende'. The edges represent work steps: 'Sägen auf Länge Prismenspanner' (ID13), 'Rechte Seite drehen 3-Backen-Futter' (ID14), 'Linke Seite drehen 3-Backen-Futter' (ID14), 'Rechte Seite drehen 3-Backen-Futter' (ID15), 'Linke Seite drehen 3-Backen-Futter' (ID15), 'Prüfen' (ID16), and 'Verpacken' (ID17). The work steps are labeled with their respective machine IDs and workstation IDs. The 'Info Box' at the bottom shows a log of events: '[11:29:51] Wähle den zweiten Werkstückzustand aus!', '[11:29:52] Leerer Arbeitsgang (Kante) wurde erstellt - Klick diese an und definiere alle Details', '[11:30:00] Raster wurde aktiviert', and '[13:40:22] Raster wurde deaktiviert'.

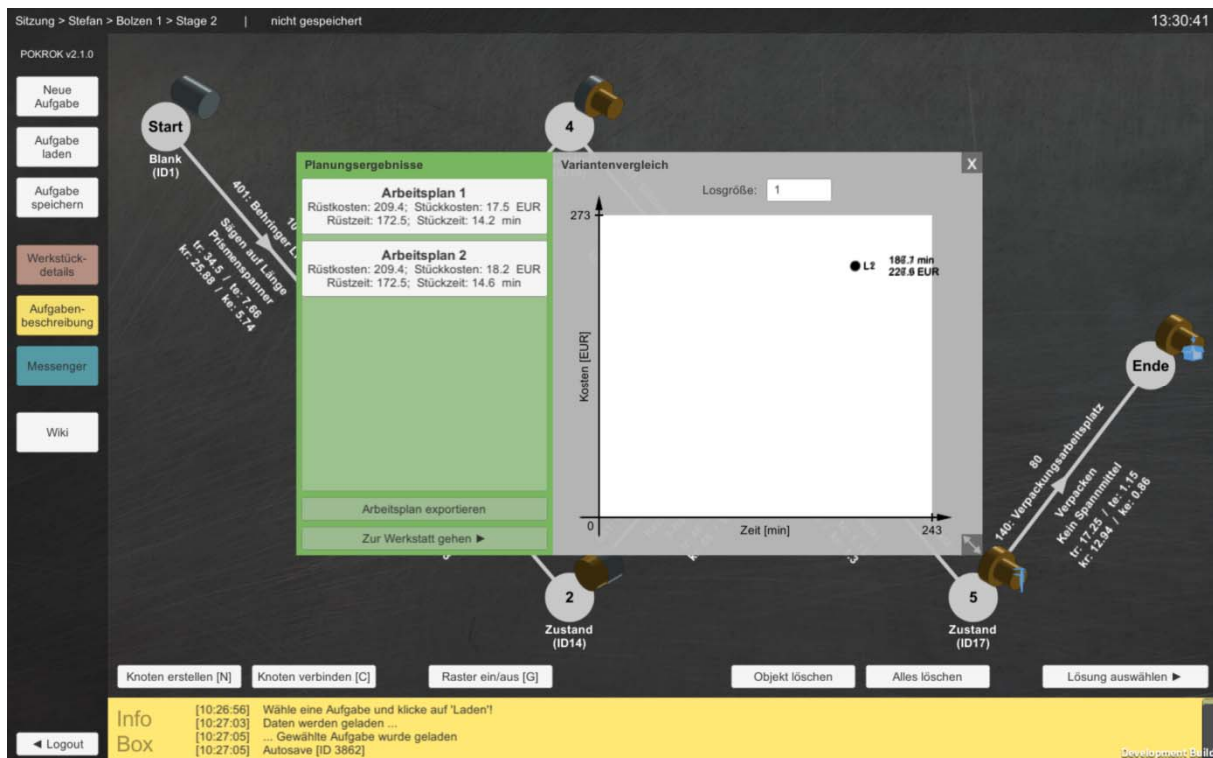
Markieren Sie jetzt den Arbeitsgang 10 „Sägen auf Länge“ und klicken auf „Arbeitsgang detaillieren“, um die Szene zu wechseln. Erstellen Sie nun, wie in Stufe 1, die benötigte Kante und markieren diese durch einen Doppelklick. Innerhalb des Konfigurationsfensters muss zusätzlich zum resultierenden Werkstückzustand noch das Fertigungsverfahren ausgewählt werden:



Führen Sie nun bei allen Arbeitsgängen die Feinplanung durch:

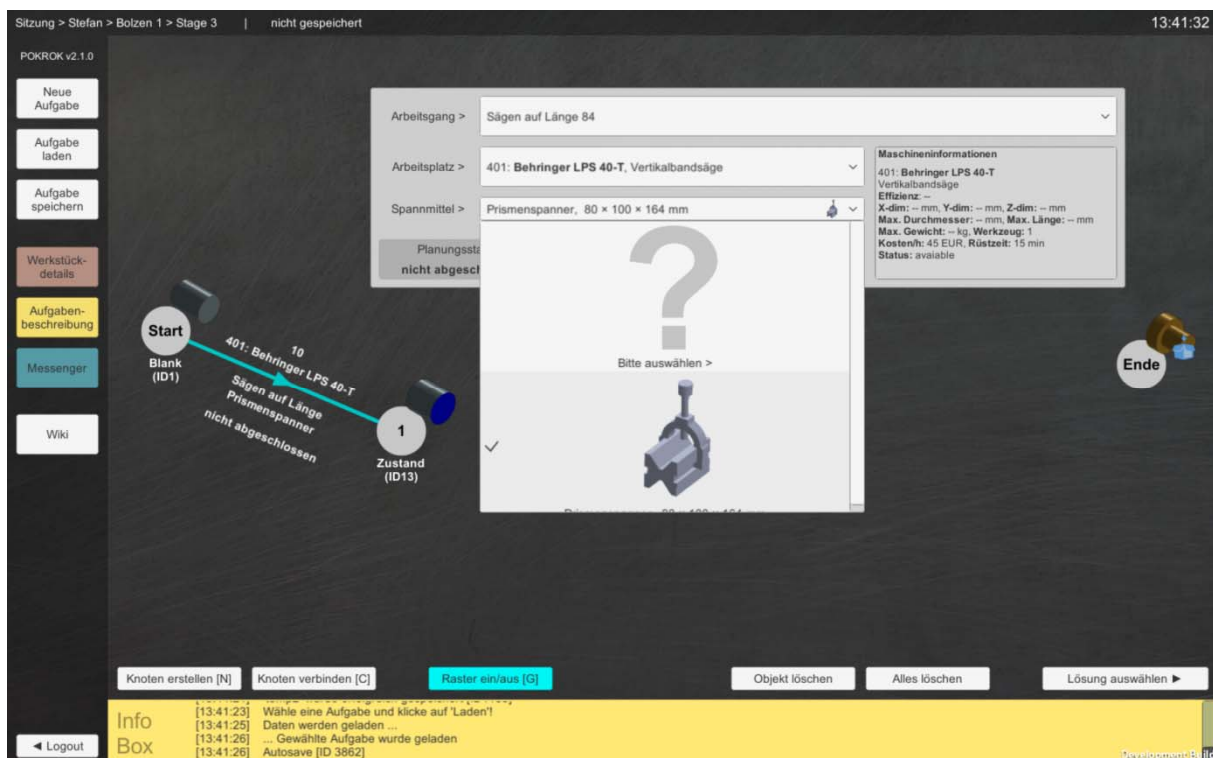


Abschließend wählen Sie, wie bei Stufe 1, die Lösung aus:

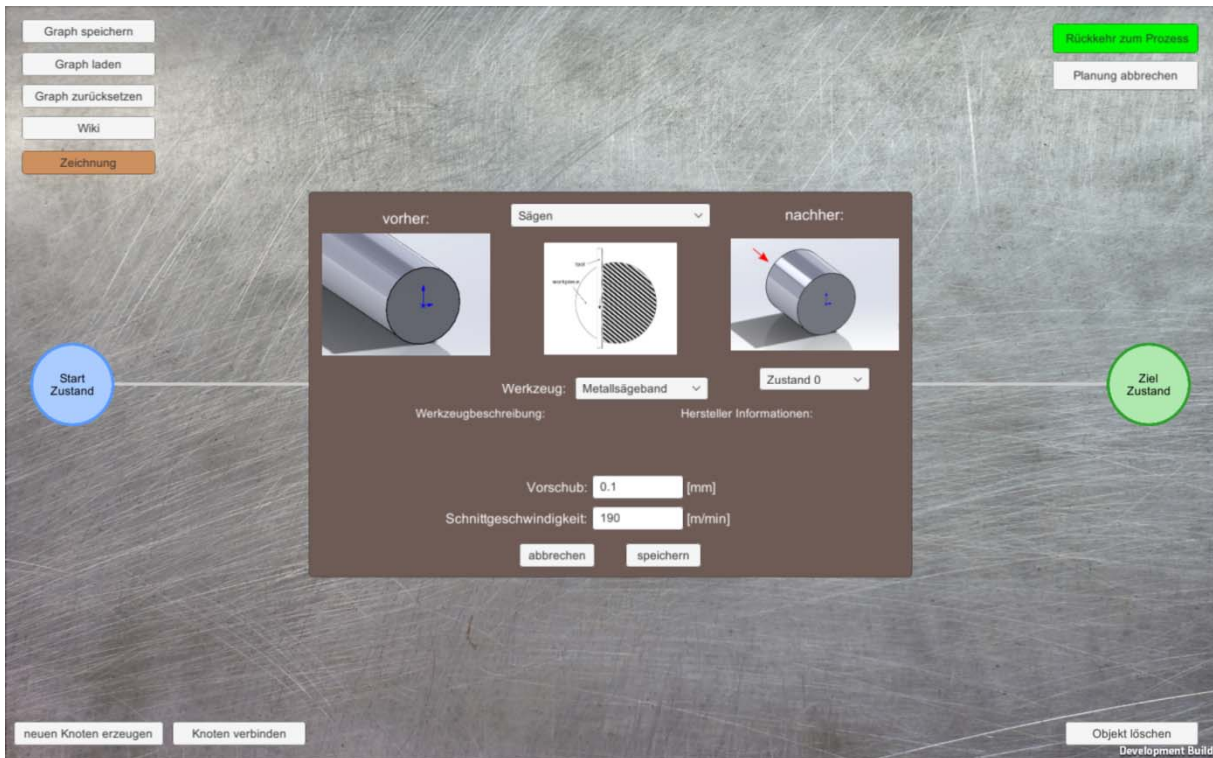


4.2.3 Unterschiede in Stufe 3

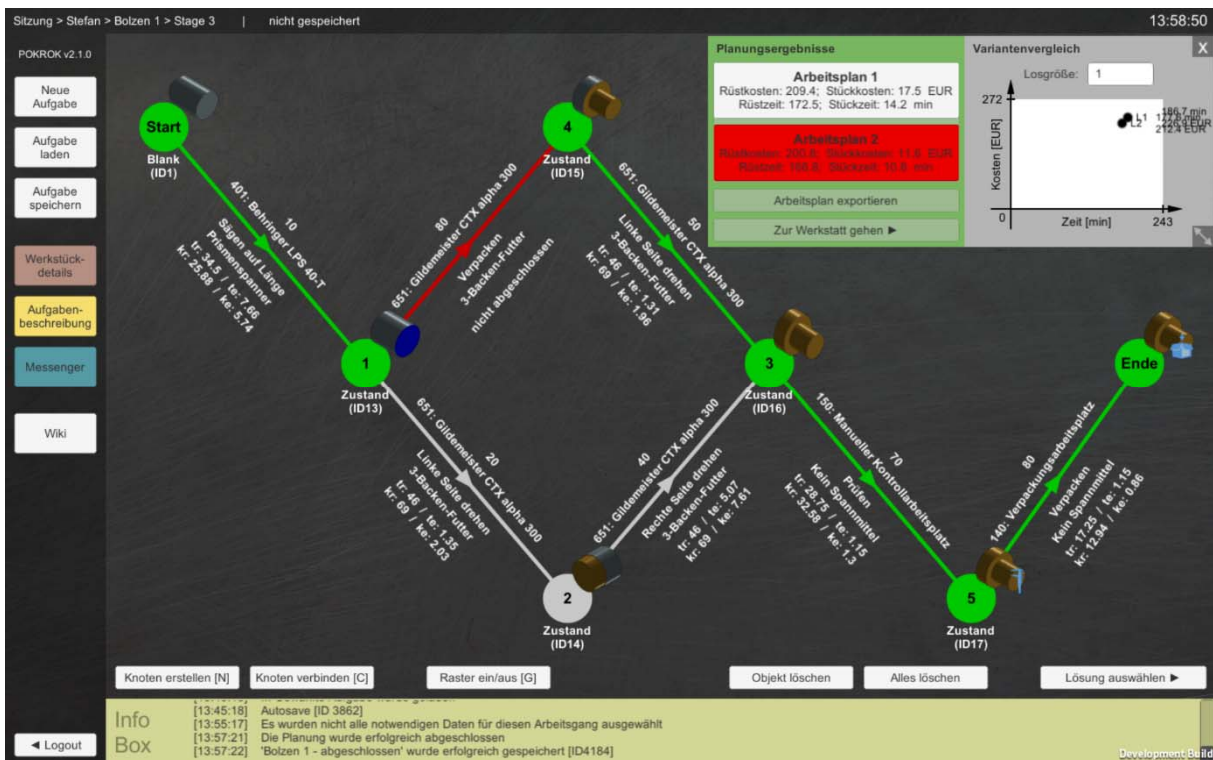
In Stufe 3 werden Hinweise zu falschen Eingaben bzw. Entscheidungen erst durch einen Klick auf die Schaltfläche „Lösung auswählen“ angezeigt. Zusätzlich ist bei der Definition der Arbeitsgänge auch das Spannmittel auszuwählen:



Bei der Arbeitsgangausarbeitung werden ebenfalls zusätzliche Informationen benötigt. Neben der Wahl des resultierenden Werkstückzustandes und des Fertigungsverfahrens, ist auch das Werkzeug, der Vorschub und die Schnittgeschwindigkeit anzugeben:



Die Informationen zum Vorschub und zur Schnittgeschwindigkeit sind den Informationsblättern im Anhang zu entnehmen. Wenn Sie abschließend eine Lösung auswählen möchten, welche nicht vollständig korrekt ist, so erhalten Sie entsprechend rot eingefärbte Bereiche, was Ihnen das Lokalisieren der Fehler erleichtern soll:



4.3 Fertigungssteuerung

Nach der Anmeldung in das System (**Bild 4.3.1**), die in den Einleitungskapiteln beschrieben ist, ist wieder das Spielszenario auszuwählen.

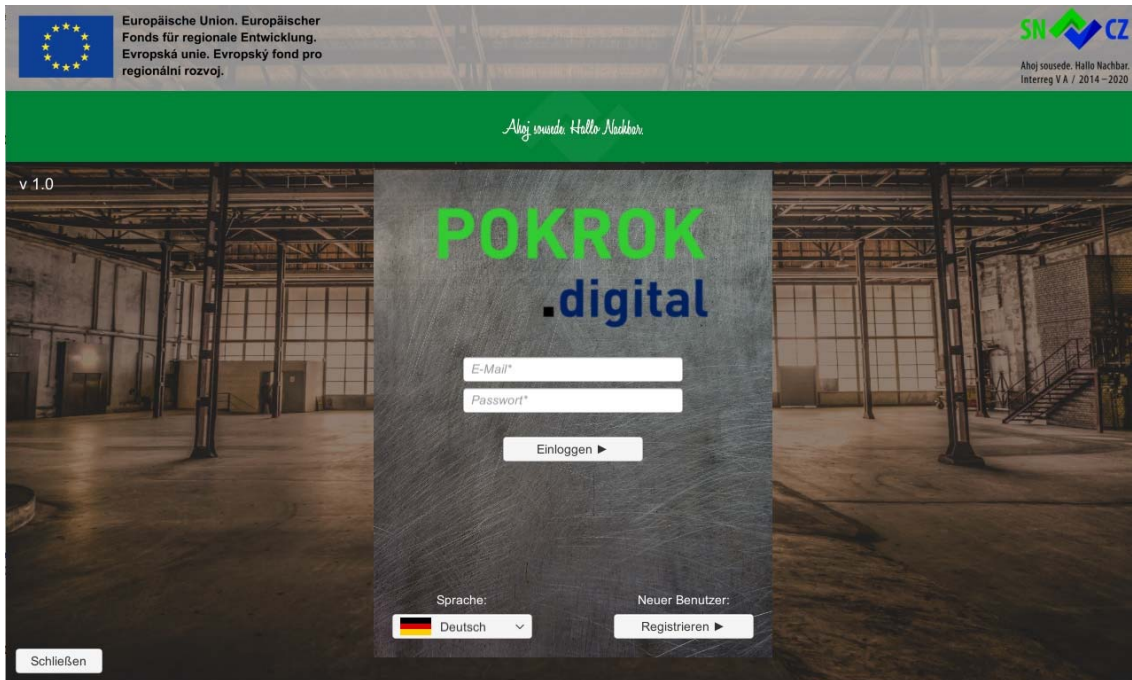


Bild 4.3.1 Bildschirm für die Anmeldung

Nach der Anmeldung in dem allgemeinen Teil (**Bild 4.3.2**) wird das Szenario Nr. 3) ausgewählt. Diese Aufgabe beschreibt das Spielszenario 3) **Produktion**, aber die Produktionsaufgabe ist ebenfalls ein Bestandteil des Spielszenarios 1) Produktionsplanung und **Produktion**.

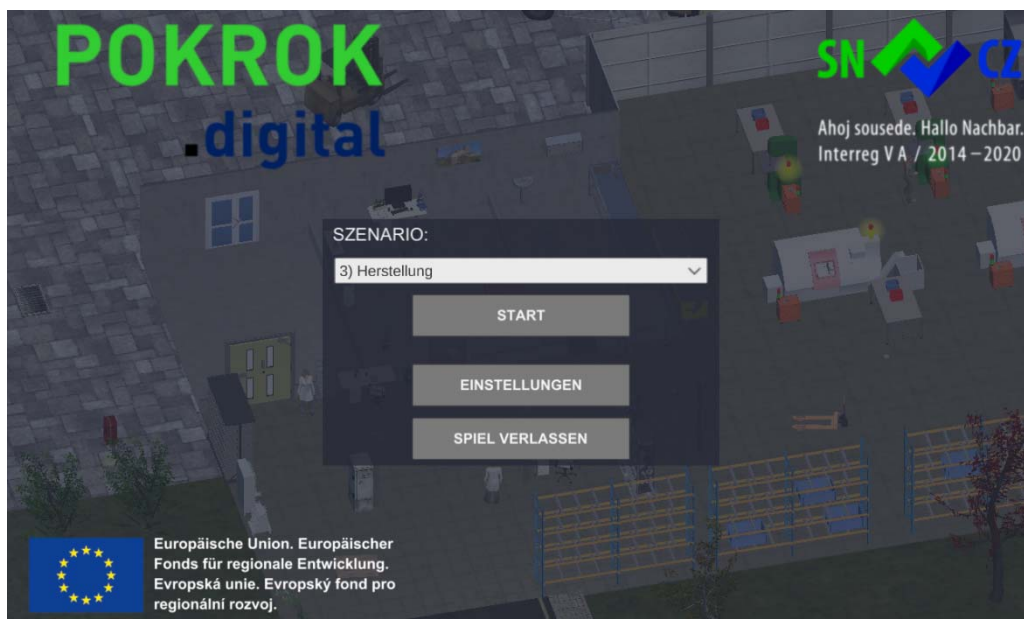


Bild 4.3.2 Bildschirm für die Auswahl des Spielszenarios

Die Aufgabe beginnt mit der Auswahl eines der vorgesehenen Arbeitsgänge (CZ – operace) gemäß einer tschechischen Norm oder eines Arbeitsganges gemäß einer deutschen Norm. In dieser Musteraufgabe wählen wir oben den Produktionsplan für das Teil (ID:10) Bolzen 1 (**Bild 4.3.3**) aus. Anm. Im Rahmen des Szenarios 1) wählen wir den Typ des Teiles lediglich am Anfang, d.h. bevor die Technologie vorgeschlagen wird. Im zweiten Teil, der sich der Produktion widmet, arbeiten wir mit demselben Typ des Teiles weiter. Deshalb ist der Produktionsplan nur für diesen Typ des Teiles erreichbar.

Den konkreten „Arbeitsgang“ wählt der Student aus dem Produktionsplan des Werkstückes durch das Klicken auf die einschlägige Zeile aus. In unserem Fall wählen wir den dritten Arbeitsgang: Die rechte Seite auf der Maschine ID 1 Gildemeister CTX alpha 300 drehen (schruppen sowie schlichten) (**Bild 4.3.3**).

AUSGEWÄHLTERPL (id: 10) Bolzen 1

Werkstückplan

Artikelnummer: POKROK_01/01 Erstellt: Ja 12/5/2019
 Artikel: Bolzen 1 Geändert: Ja 12/5/2019
 WP-Bezeichnung: Variant 01 Kommentar:

Leer / RAW: B-RO-85-85-6000 Gewicht: 8,68 kg; Material: 8,68 kg;

t_p – Vorbereitungsstückzeit
 t_m – Maschinenstückzeit
 t_e – Maschineneinstelzeit
 t_s – Standardeinstelzeit
 t_n – Standardstückzeit

Notiz	Maschinen	Maschinentyp	Beschreibung	t_p [min]	t_m [min]	t_e [min]	t_s [min]	t_n [min]
1	6	Behringer LPS 40-T	Sägen auf Länge 84	0,5	5,9	30	34,5	7,3
2	1	Gildemeister CTX alpha 300	Linke Seite auf Länge 34 drehen (schruppen und schlichten)	0,5	0,6	40	46	1,3
3	1	Gildemeister CTX alpha 300	Rechte Seite drehen (schruppen und schlichten)	0,5	3,9	40	46	5,1
4	16	Manueller Kontrollarbeitsplatz	Das Werkstück prüfen	0	1	0	0	0
5	15	Verpackungsarbeitsplatz	Das Werkstück verpacken	0	1	0	0	0

Wählen

Bild 4.3.3 Produktionsplan für das Teil (ID:10) Bolzen 1 – es wurde der 3. Arbeitsgang ausgewählt: Die rechte Seite auf der Maschine ID 1, Gildemeister CTX alpha 300 drehen (schruppen sowie schlichten).

Nach dem Eingang in die dreidimensionale Darstellung der Werkstatt wird automatisch ein kurzes Video abgespielt, damit man die Werkstatt näher kennenlernen kann. Das Video kann man mit Hilfe der Taste ESC (**Bild 4.3.4**) überspringen.



Bild 4.3.4 Kurzes Einleitungsvideo zum Kennenlernen der Werkstatt

Das Musterszenario setzt folgende Schritte voraus:

0. Schritt - Szenario starten
1. Schritt – Arbeit übernehmen
2. Schritt - Dokumentation lesen
3. Schritt - Werkzeuge übernehmen und kontrollieren
4. Schritt – Uhrzeit der Einrichtung – Start eintragen
5. Schritt - Werkzeug in der Maschine einrichten
6. Schritt – Uhrzeit der Einrichtung – Beendigung eintragen
7. Schritt – Material übernehmen und kontrollieren
8. Schritt - Material auf den Arbeitsplatz bringen
9. Schritt – Uhrzeit der Produktion – Start eintragen
10. Schritt – Material aus dem Kleinladungsträger für Material/Rohteile herausnehmen
11. Schritt – Material in die Maschine einfügen
12. Schritt – Produktion des Teiles
13. Schritt – Bearbeitetes Teil aus der Maschine herausnehmen
14. Schritt - Qualitätskontrolle (OK)
15. Schritt - Produktion eines weiteren Teiles
16. Schritt - Erstes Teil – Tätigkeit beenden (OK)
17. Schritt - Zweites Teil – Tätigkeit fortsetzen (NOK)
18. Schritt - Drittes Teil – Tätigkeit anfangen
19. Schritt – Zweites Teil – Tätigkeit beenden (NOK)
20. Schritt – Drittes Teil – Tätigkeit fortsetzen (NOK ohne Kontrolle)
21. Schritt – Simulierte beschleunigte Produktion
22. Schritt – Zugewiesene Arbeit beenden

1. Schritt Arbeit übernehmen

Der erste Schritt des Produktionszenarios – man kommt in die Werkstatt und bekommt Aufgaben von dem Meister. Am Anfang befindet sich der Arbeiter in der dreidimensionalen (3D) Werkstatt (**Bild 4.3.5**) – vor den Büros. Im Rahmen der Musteraufgabe arbeitet der Arbeiter gemäß den in der Aufgabenliste rechts oben auf dem **Bild 4.3.5** aufgeführten Anweisungen. Er verfolgt die grünen Pfade. Der erste Pfad weist ihn auf den Meister hin.



Bild 4.3.5 Dreidimensionale Szene – Der Platz vor den Büros

Die Anweisung in der Aufgabenliste – der Arbeiter wird zum Meister geschickt. Wenn man mit dem Cursor auf die Figur fährt, wird das ganze Objekt hervorgehoben. Wenn man über dem Objekt stehen bleibt, wird nachfolgend ein Text dargestellt. (**Bild 4.3.5**) In unserem Fall - „Meister“. Durch das Klicken mit der linken Maustaste (LBM) wird das Kontextmenü dargestellt. In dem Menü wählen wir den Dialog mit dem Meister (LMB) (**Bild 4.3.6**).



Bild 4.3.6 Anfang des Dialogs mit dem Meister

Danach geht der Arbeiter durch die Werkstatt bis zum Meister. Es erfolgt die Konversation zwischen dem Arbeiter und dem Meister. Die Konversation mit dem Meister erfolgt durch die Auswahl der vordefinierten Texte. Gewählt wird die 1. Möglichkeit: Der Arbeiter begrüßt den Meister und bittet ihn um Rat (**Bild 4.3.7**).



Bild 4.3.7 Dialog mit dem Meister

Der Arbeiter erhält von dem Meister die Arbeitsdokumentation zu dem neuen Produktionsauftrag. Die Dokumentation soll der Arbeiter lesen (**Bild 4.3.8**).



Bild 4.3.8 Aufgabenliste – Lesen Sie erforderliche Dokumente (1/6)

2. Schritt – Dokumentation lesen

Der Dialog mit dem Meister wird beendet und es wird die 3D Szene der Werkstatt dargestellt. In der „Aufgabenliste“ gibt es die Anweisung „Lesen Sie erforderliche Dokumente“ (Bild 4.3.7). Dem Arbeiter stehen nun 6 Dokumente im Inventar zur Verfügung. Am Anfang der Musteraufgabe hat der Arbeiter sich mit einem der Dokumente bereits bekannt gemacht, und zwar mit dem Produktionsplan des Werkstückes. Deshalb ist dieses als 1/6 bezeichnet. Das Inventar ist lediglich über die Ikone in dem linken unteren Bereich der 3D Szene zu erreichen. Siehe das vorige Kapitel bzw. das Einleitungsvideo.

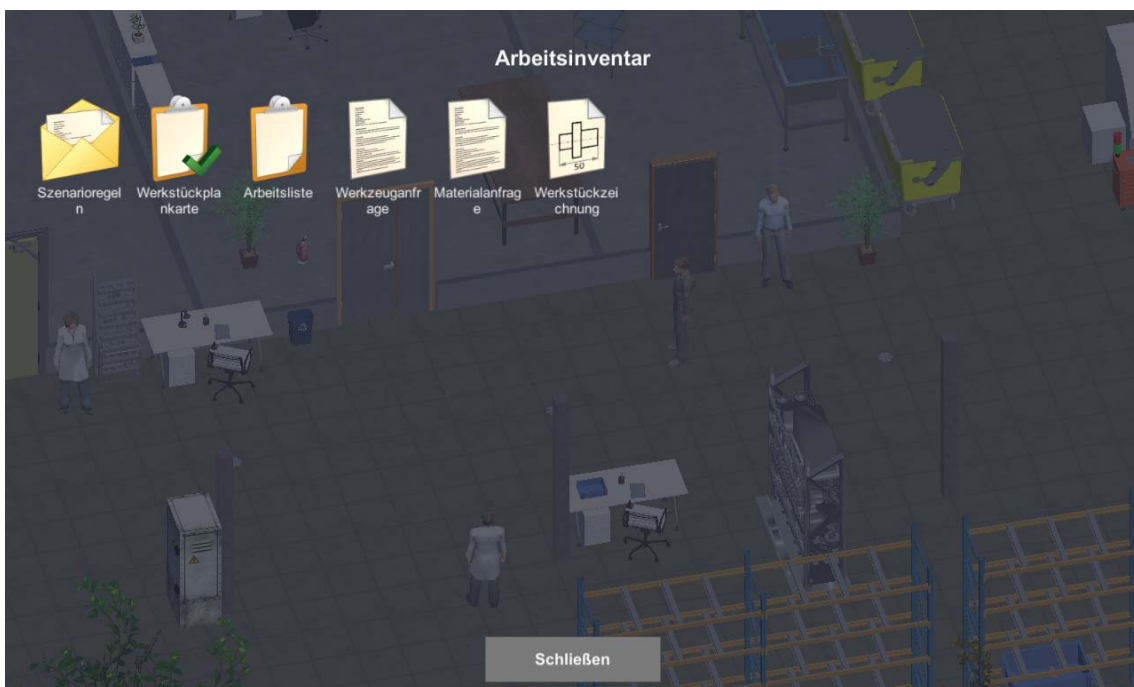


Bild 4.3.8 Aufgabenliste – Lesen Sie erforderliche Dokumente (1/6)

Die Dokumentation muss nicht nur sehr sorgfältig gelesen werden, sondern es müssen auch die Angaben über die durchgeführte Tätigkeit in dem richtigen Augenblick eingetragen werden.

Durch das Klicken der linken Maustaste auf die Ikone der einzelnen Dokumente (Arbeitskarte, Anforderungsschein auf Material, Anforderungsschein auf Werkzeuge, Zeichnung, Regeln innerhalb der Simulation) werden die Dokumente dargestellt, um diese lesen zu können (**Bild 4.3.9,10,11,12,13**). Es ist notwendig, sich mit allen Dokumenten bekannt zu machen.

The screenshot shows the 'Arbeitsinventar' interface with a central 'Arbeitskarte' form. The form includes the following fields and values:

- Arbeitskarte** (Title)
- Karte ID:** 86
- Datum:** 8/12/2018
- Persönliche N.:** 6588
- Teil ID:** 14
- Auftrag ID:** 3
- Klasse der Arbeit:** PP - KQ
- Arbeiter:** Já
- Operation:** Bolzen 1
- Teilname:** P-RO-bol1-80-80-80-002
- Meister:** Horálek
- Werkstatt:** Werkstatt
- Vorbereitungszeit:** (Starten/Beenden buttons)
- Norm Vorbereitungszeit [min]:** 46
- Gemacht:** 0/60
- Maschine:** Gildemeister CTX alpha 300
- Produktionszeit:** (Starten/Beenden buttons)
- Norm der Stückzeit [min]:** 3.9
- Schrott:** 0/60
- Tech. Fortschritt N.:** 889-31-150_1
- Gesamtzeit:** (Starten/Beenden buttons)
- Gesamtproduktionszeit [h:m]:** 4.41
- Unterschied:** (Red bar)
- Notiz*:** (Yellow bar)

A 'Schließen' button is located at the bottom center of the form.

Bild 4.3.9 Arbeitsdokumentation für die neue Produktionsaufgabe - Arbeitskarte (2/6)

Gemäß dem Produktionsauftrag wird dem Arbeiter ein konkreter Arbeitsplatz für die vorgesehene Aufgabe zugewiesen. Das Grundszenario ist für einen Arbeiter mit einer kleineren Qualifikation vorgesehen (Arbeiter in der Einweisungsphase). Der Arbeitsplatz ist also gut vorbereitet (es ist nicht notwendig, eine vorbeugende Wartung bzw. Optimierung durchzuführen). Im Rahmen der Vorbereitung des Arbeitsplatzes muss man also nur das Material holen, die Werkzeuge einrichten - dafür werden die interaktiven Instrumente im Menü genutzt. Man darf die Dokumentation in dem Spielinventar nicht vergessen.

Arbeitsinventar

<i>Materialanforderung</i>			
Arbeiter: Já	Auftrag ID: Bolzen 1	Datum: 5/12/2019	
Material		Menge	Einheiten
P-RO-bolt1-80-80-80-002		60	
Genehmigung von: Horálek		<i>Horálek</i>	

Schließen

Bild 4.3.10 Arbeitsdokumentation für die neue Produktionsaufgabe – Anforderungsschein auf Material (3/6)

Arbeitsinventar

<i>Werkzeuganforderung</i>			
Arbeiter: Já	Teil ID: 14	Datum: 5/12/2019	
Tech. F. ID: 889-31-150_11	Operation ID: Bolzen 1		
Werkzeug		Zyklusanzahl	
72 Klemmdrehhalter 95 Grad (T-S-PCLNR2020K09)		1	
Angenommen von: Horálek		<i>Horálek</i>	
Zurück zu:			

Schließen

Bild 4.3.11 Arbeitsdokumentation für die neue Produktionsaufgabe – Anforderungsschein auf Werkzeuge (4/6)

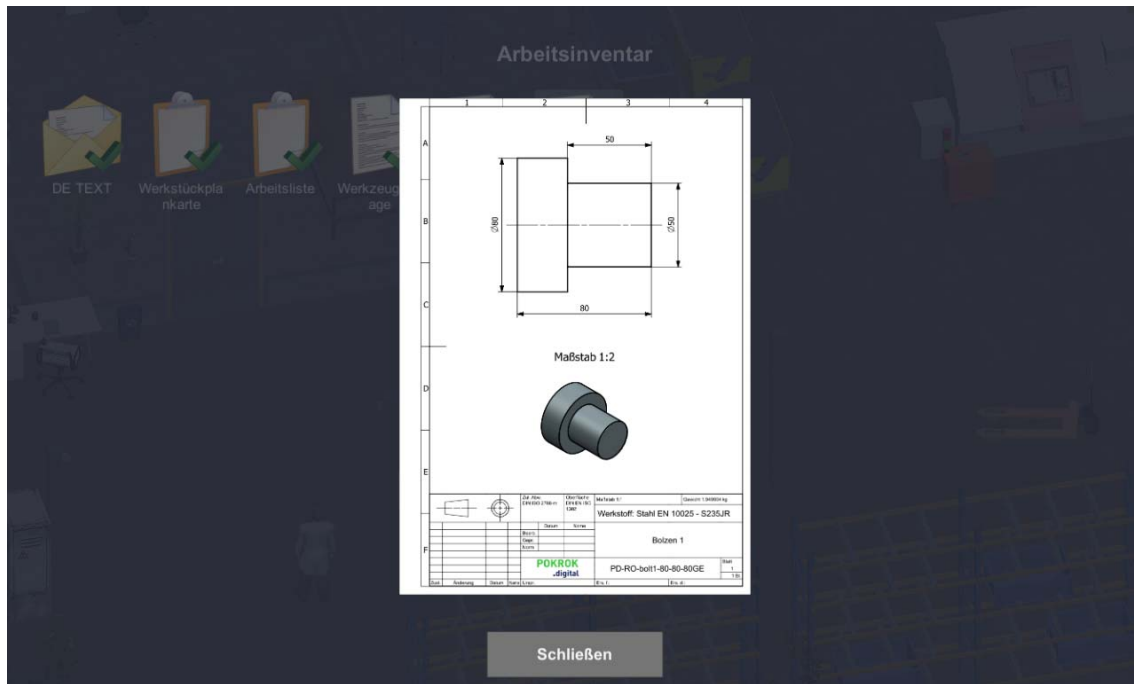


Bild 4.3.12 Arbeitsdokumentation für die neue Produktionsaufgabe – Zeichnung (5/6)

Die realen Produktionsdokumente werden um die Szenarioregeln ergänzt (**Bild 4.3.13**) Die Szenarioregeln hängen mit dem vorbereiteten Simulationsmodell zusammen.

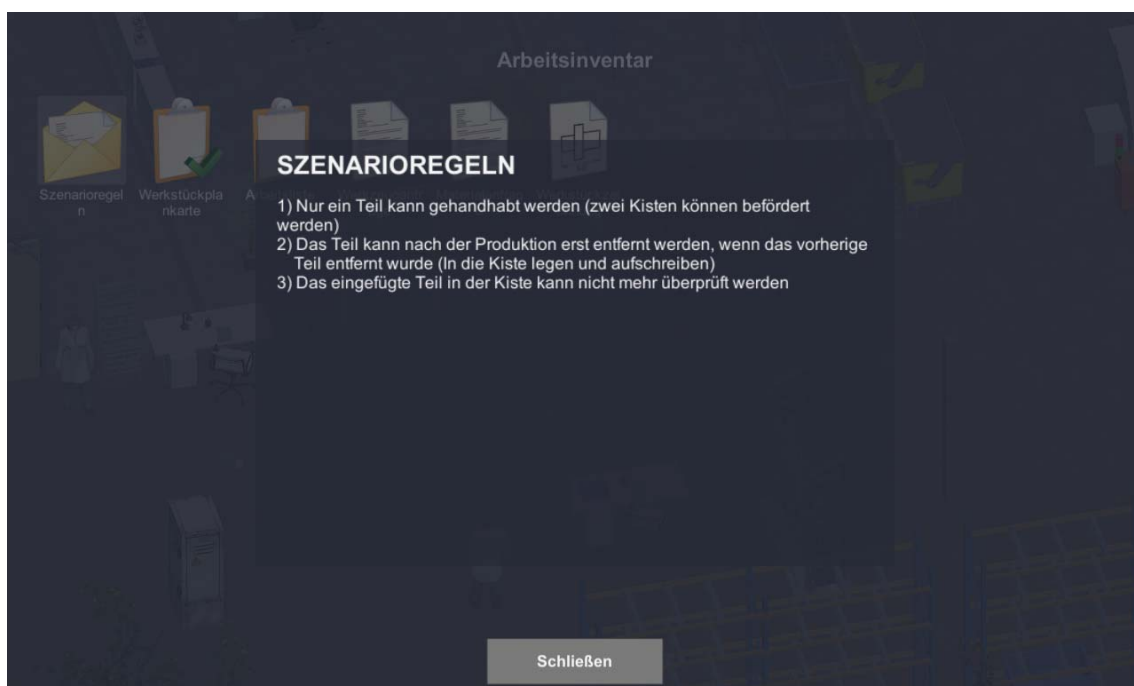


Bild 4.3.13 Arbeitsdokumentation für die neue Produktionsaufgabe – Regeln des Simulationsszenarios (6/6)

Wenn alle Dokumente gelesen werden, werden diese mit einem grünen Haken markiert.

(**Bild 4.3.14**) Der 2. Schritt – Dokumentation lesen – wurde vollendet.

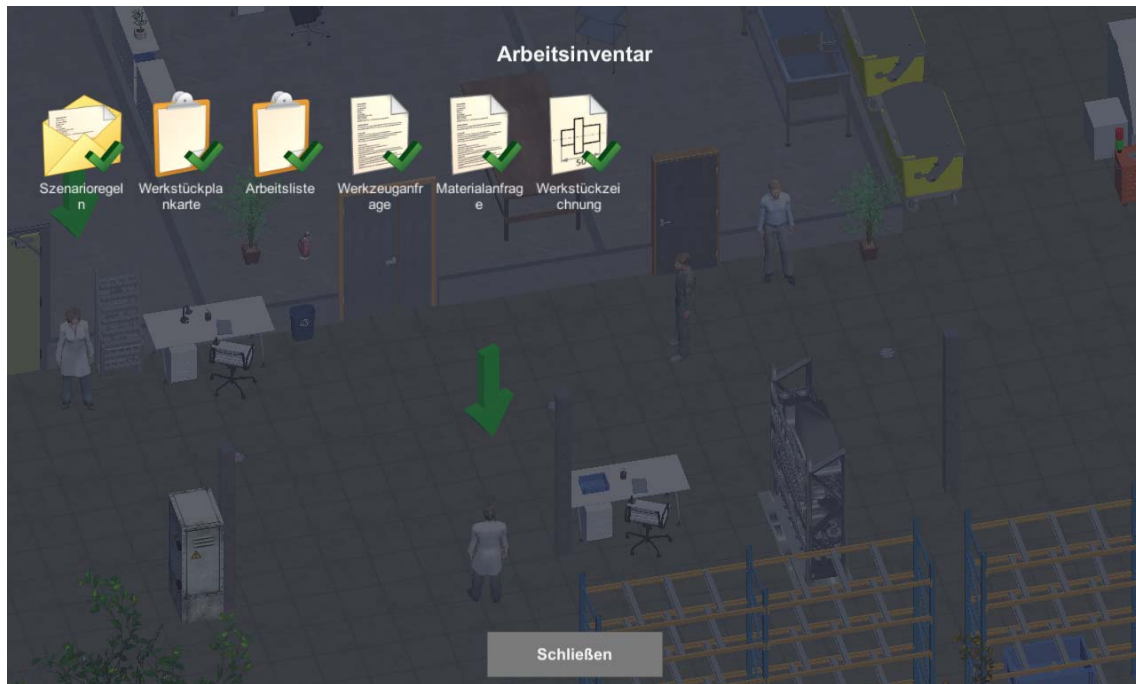


Bild 4.3.14 Inventar – Gelesene Dokumente (6/6).

Gemäß diesen Dokumenten muss der Arbeiter alle Werkzeuge und Material sortieren, kontrollieren und vorbereiten. Er muss ebenfalls seinen Arbeitsplatz kontrollieren sowie vorbereiten, um die Produktionaufgaben durchführen zu können. Die Reihenfolge und die Weise der Durchführung der zugewiesenen Aufgaben hängt im Wesentlichen von den individuellen Entscheidungen des Nutzers ab. In der Musteraufgabe versuchen wir, die Aufgaben gemäß der Reihenfolge in der Aufgabenliste zu erfüllen.



Bild 4.3.15 Aufgabenliste – Werkzeuge holen und kontrollieren

Gemäß der Aufgabenliste auf **Bild 4.3.15** müssen nun die Werkzeuge geholt und kontrolliert werden. Die Werkzeuge befinden sich bei dem Werkzeugmacher.

3. Schritt – Werkzeuge holen und kontrollieren

Aufgrund des Anforderungsscheines auf Werkzeuge kann der Arbeiter die für die Durchführung der zugewiesenen Produktionsaufgabe notwendigen Werkzeuge von dem Werkzeugmacher holen. Der Anforderungsschein berechtigt den Werkzeugmacher dazu, die Werkzeuge für die Produktion auszugeben, also dem Arbeiter diese für die Produktion zu übergeben.



Bild 4.3.16 – Dialog mit dem Werkzeugmacher

Der Vorgang ist ähnlich wie im Dialog mit dem Meister. Der Arbeiter geht zu dem Werkzeugmacher in den linken Bereich der Werkstatt und fängt an, mit ihm einen Dialog zu führen. (**Bild 4.3.16**). In dem Dialog bittet der Arbeiter den Werkzeugmacher um die Werkzeuge gemäß dem Anforderungsschein auf Werkzeuge. Durch die Übergabe des Anforderungsscheines (Kopie) auf Werkzeuge dem Werkzeugmacher übernimmt der Metallbearbeiter die Verantwortung für diese Werkzeuge sowie für alles andere, was ihm zugewiesen wird (Ausstattung, Vorrichtungen, Arbeitsplatz etc.) Es ist also im Interesse der beiden Mitarbeiter, dass die ausgegebenen Werkzeuge mit der technologischen Vorschrift übereinstimmen.

Es kommt oft zu Verwechslungen aus dem Grunde der aktuellen Unerreichbarkeit des vorgeschriebenen Werkzeuges, z.B. weil das Werkzeug gerade beschädigt ist oder momentan woanders gebraucht wird. Allerdings spielt der menschliche Faktor oft eine wichtige Rolle (Inkonsequenz, Unaufmerksamkeit etc.) Deshalb gehört die Kontrolle der kommissionierten Werkzeuge zu üblichen Prozessen. In unserer Musteraufgabe wird die Kontrolle der Werkzeuge mit Hilfe des folgenden Dialogfensters durchgeführt (**Bild 4.3.16**).

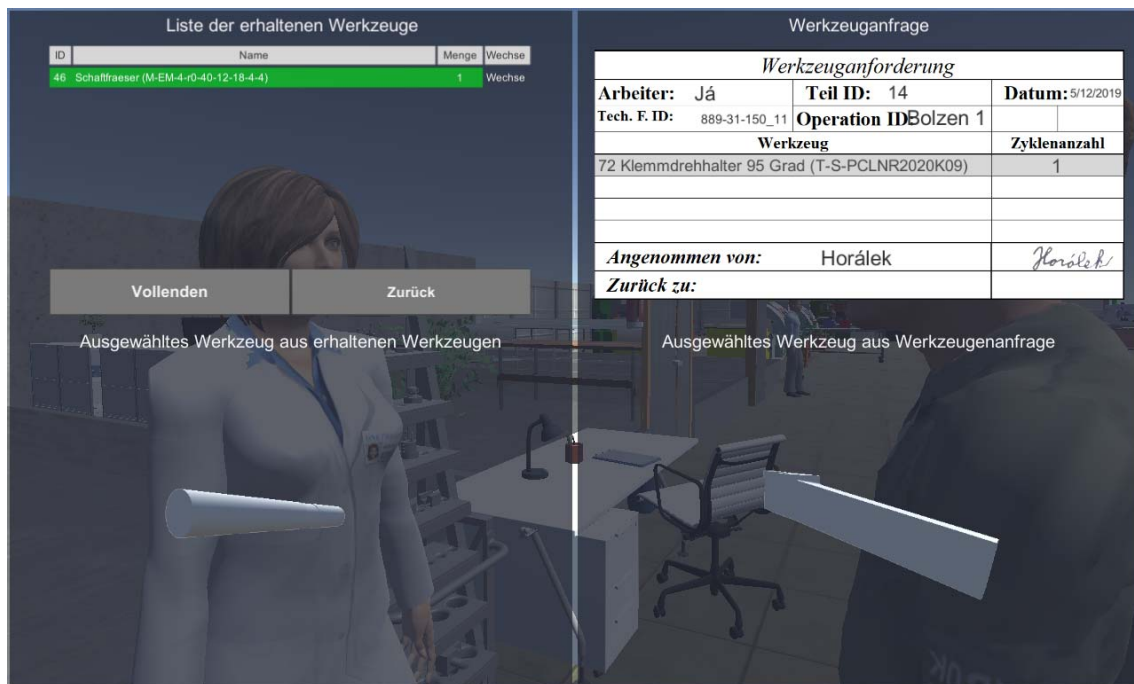


Bild 4.3.17 Dialog über die Kontrolle der von dem Werkzeugmacher erhaltenen Werkzeuge

Zu Verwechslungen kommt es auch in unserem Spiel. Seien Sie also konsequent und kontrollieren Sie das Material und die Werkzeuge, die Sie übernehmen. Nach Bedarf können Sie mit Hilfe der Taste „Umtauschen“ die richtigen Werkzeuge anfordern. Auf dem **Bild 4.3.17** ist ein falsch kommissioniertes Werkzeug zu sehen. Es wurde ein Bohrer kommissioniert, siehe das Modell in dem linken unteren Bereich, der als Wendelbohrer (D-TD-2,5-p130-43-14-14-2-2,5) bezeichnet ist, Menge – 1 Stück. Auf dem Anforderungsschein in dem rechten Bereich wurde allerdings ein Klemmdrehhalter 95 Grad (T-S-PCLNR2020K09) angefordert. Es handelt sich um einen Fall, in dem es notwendig ist, das Werkzeug umzutauschen.

Durch das Klicken mit der linken Maustaste (LMB) auf „Umtauschen“ in dem linken oberen Teil des Dialogs (**Bild 4.3.17**) kommen wir in das folgende Dialogfenster (**Bild 4.3.18**). Dieses Fenster hat drei Bereiche. In dem linken Bereich ist das aktuelle Werkzeug, das wir umtauschen wollen. In dem mittleren Bereich gibt es eine Liste der vorhandenen Werkzeuge. Aus dieser Liste wählen wir das neue Werkzeug gemäß der Information auf dem Anforderungsschein auf Werkzeuge, der sich unter der Liste befindet. In dem rechten Bereich finden wir die Information über das Werkzeug, das wir für den Umtausch ausgewählt haben. Durch das Klicken LBM auf die Taste „Umtauschen“ (unten in dem mittleren Bereich) (**Bild 4.3.18**) wird das Werkzeug umgetauscht.

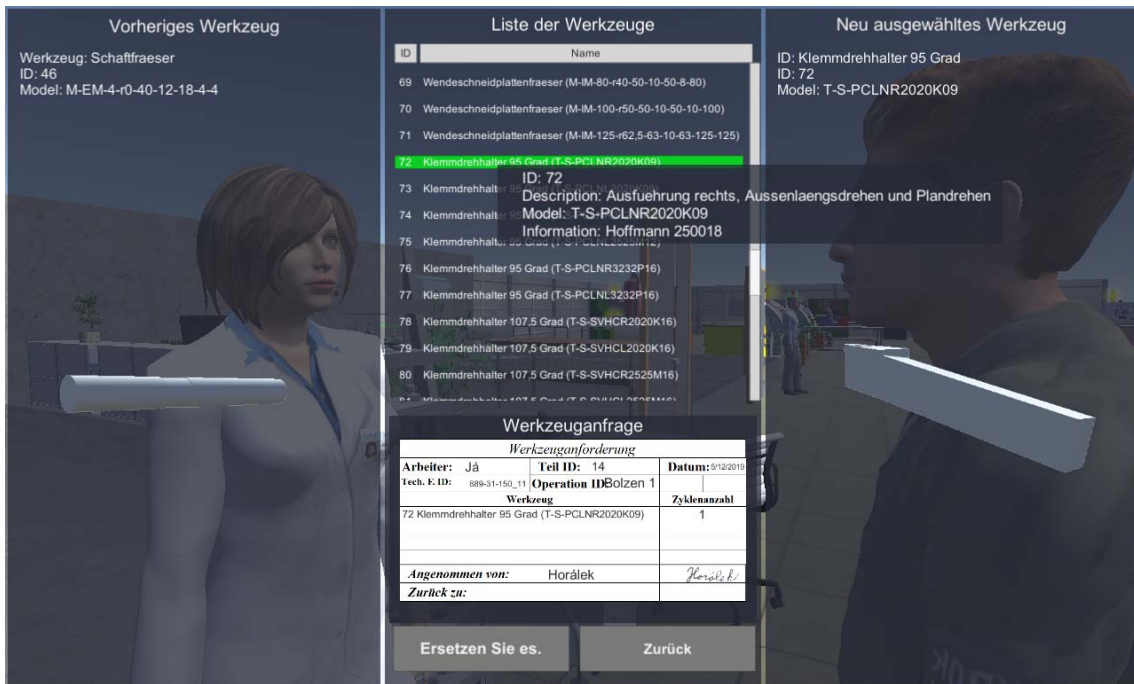


Bild 4.3.18 Dialog über den Umtausch des Werkzeuges

Anm. – Ein Werkzeug gleicher Klasse, jedoch unterschiedlicher Parameter kann bedingt akzeptiert werden. Ein alternatives Werkzeug gleicher Klasse beeinflusst die Wahrscheinlichkeit, dass ein Ausschuss produziert wird. Bei einem Werkzeug unterschiedlicher Klasse wird jedes Mal der Umtausch des Werkzeuges verlangt. (**Bild 4.3.19**).

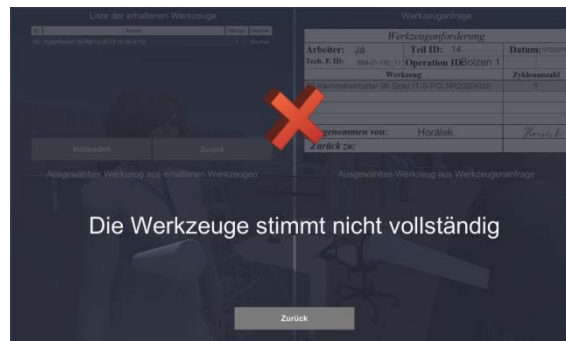


Bild 4.3.19 Reaktion der Simulation, wenn ein Werkzeug anderer Klasse übernommen wird, als gemäß dem Anforderungsschein gefordert wurde

Nach dem Umtausch des Werkzeuges muss erneut die Kontrolle durchgeführt werden (**Bild 4.3.20**). In unserem Fall entsprechen die von dem Werkzeugmacher kommissionierten Werkzeuge dem Anforderungsschein auf Werkzeuge, den wir von dem Meister bekommen haben. Deshalb können wir die Werkzeuge übernehmen.

4. Schritt – Uhrzeit der Einrichtung – Start eintragen

Sobald der Dialog mit dem Werkzeugmacher beendet wird, besitzen wir den Kleinladungsträger (weiterhin nur KLT) mit unseren Werkzeugen. Als Nächstes muss die aktuelle Uhrzeit des Anfangs der Einrichtung in die Arbeitskarte eingetragen werden (**Bild 4.3.20**). Die Arbeitskarte ist ein Bestandteil der Dokumentation im Inventar.



Bild 4.3.20 Der Metallbearbeiter mit Werkzeugen und die Aufgabenliste – Uhrzeit der Einrichtung - Start

Die Uhrzeit des Anfangs der Einrichtung wird nach der Öffnung des Dokumentes im Inventar des Arbeiters (**Bild 4.3.21**) in die Arbeitskarte eingetragen. Die Angabe in das Feld „Uhrzeit der Einrichtung – Start“ und „Gesamtzeit – Start“ wird durch das Klicken LMB in das Feld „Uhrzeit der Einrichtung - Start“ in die Arbeitskarte durchgeführt. In unserem Fall wurde die Uhrzeit 6:02 eingetragen.



Bild 4.3.21 Arbeitskarte im Inventar – Einrichtung - Startuhrzeit eintragen

In diesem Augenblick ist in unserem Beispiel die 4. Aufgabe der Aufgabenliste bereits erfüllt.

5. Schritt – Werkzeug in der Maschine einrichten

Sobald die Uhrzeit eingetragen wird, ist der Arbeitsplatz für die Produktion des Produktionsloses vorzubereiten. In der Aufgabenliste steht als erste aktive Aufgabe – Einrichtung der Maschine (**Bild 4.3.22**)



Bild 4.3.22 – Aufgabenliste – Einrichtung der Werkzeuge in der Maschine

Jetzt kommt die Zeit, da wir den Bereich vor den Büros verlassen. Wir gehen an die Maschine. Die in dem Produktionsplan des Werkstückes vorgeschriebene Drehmaschine Gildemeister CTX alpha 300 befindet sich etwa mitten in der 3D Darstellung (**Bild 4.3.23**).



Bild 4.3.23 Werkstatt in der 3D Szene – Die Drehmaschine Gildemeister CTX alpha 300.

Sobald die Maschine mit der linken Maustaste markiert wird, wählen wir im Kontextmenü die Aufgabe: „Werkzeug einrichten“ (**Bild 4.3.23**).

Der Arbeiter geht an die Drehmaschine und fängt mit der Einrichtung an. Die Zeitdauer für die Einrichtung wurde gemäß dem Maschinentyp und dem Spannmittel im Rahmen des ersten Spielszenarios der Produktionsplanung definiert. Es kommt die Zeit, die Beschleunigung des Simulationsspiels mit Hilfe der Taste für beschleunigtes Abspielen in dem linken unteren Bereich des Spielfensters zu nutzen. Der von dem Nutzer aktivierte beschleunigte Zeitverlauf wird im Bereich bei der Uhr angezeigt; in dem linken oberen Bereich des Bildschirms als Symbol des beschleunigten Abspielens 50x/250x (**Bild 4.3.24**).

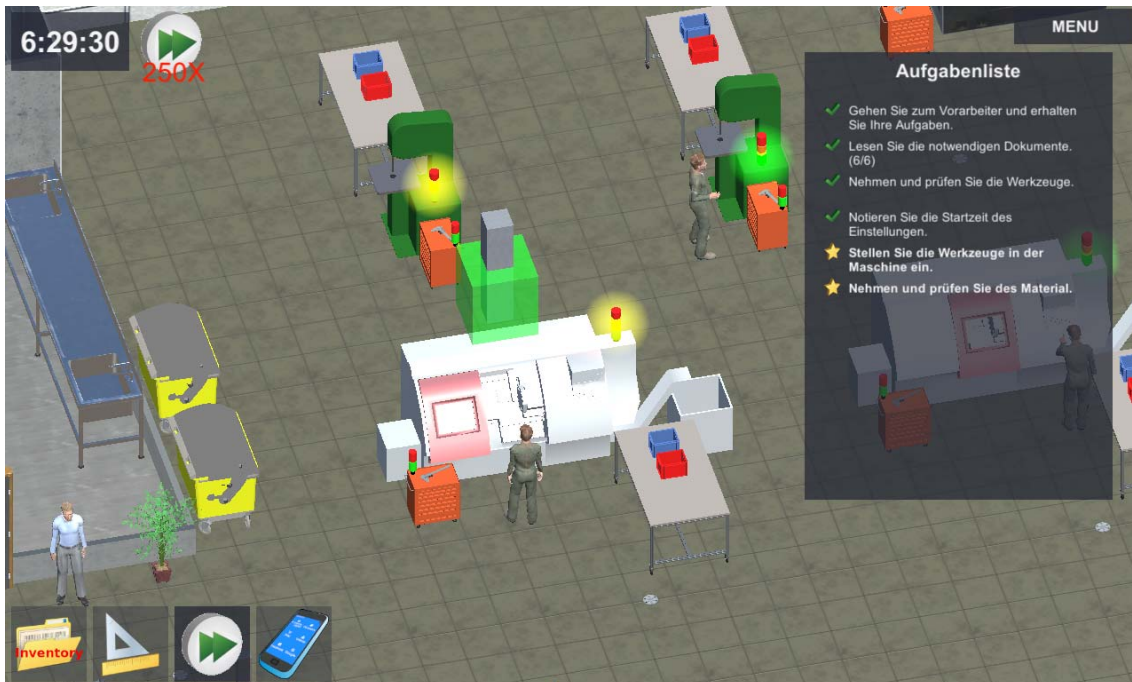


Bild 4.3.24 Die grüne Säule, die den Arbeitsablauf mit der definierten Zeitdauer bezeichnet

6. Uhrzeit der Einrichtung – Beendigung eintragen

Tragen Sie die Uhrzeit der Beendigung der Einrichtung (**Bild 4.3.25**) ein. Dieser Schritt ist ähnlich wie der Schritt 4, in dem der Anfang der Einrichtung der Maschine in die Arbeitskarte eingetragen wurde. Der Vorgang ist gleich.



Bild 4.3.25 Aufgabenliste – Tragen Sie die Uhrzeit der Beendigung der Einrichtung ein

7. Schritt – Material übernehmen und kontrollieren



Bild 4.3.26 – Aufgabenliste – Einrichtung der Werkzeuge in der Maschine

Die nächste Aufgabe in der Liste – Material holen und kontrollieren (**Bild 4.3.26**). Diese Aufgabe ist ähnlich wie die Aufgabe im Schritt 3 – Werkzeuge übernehmen und kontrollieren. Material befindet sich bei dem Lageristen. Der Metallbearbeiter findet ihn links von dem Lagerregal im Bereich vor den Büros (**Bild 4.3.26**).

Der Arbeiter kann aufgrund des Anforderungsscheines auf Material das für die Erfüllung der Produktionsaufgabe zugewiesene Material im Lager (beim Lageristen) anfordern. Die Kontrolle erfolgt wieder durch einen Dialog. Links – das kommissionierte Material; rechts – der Anforderungsschein (Bild 4.3.27).

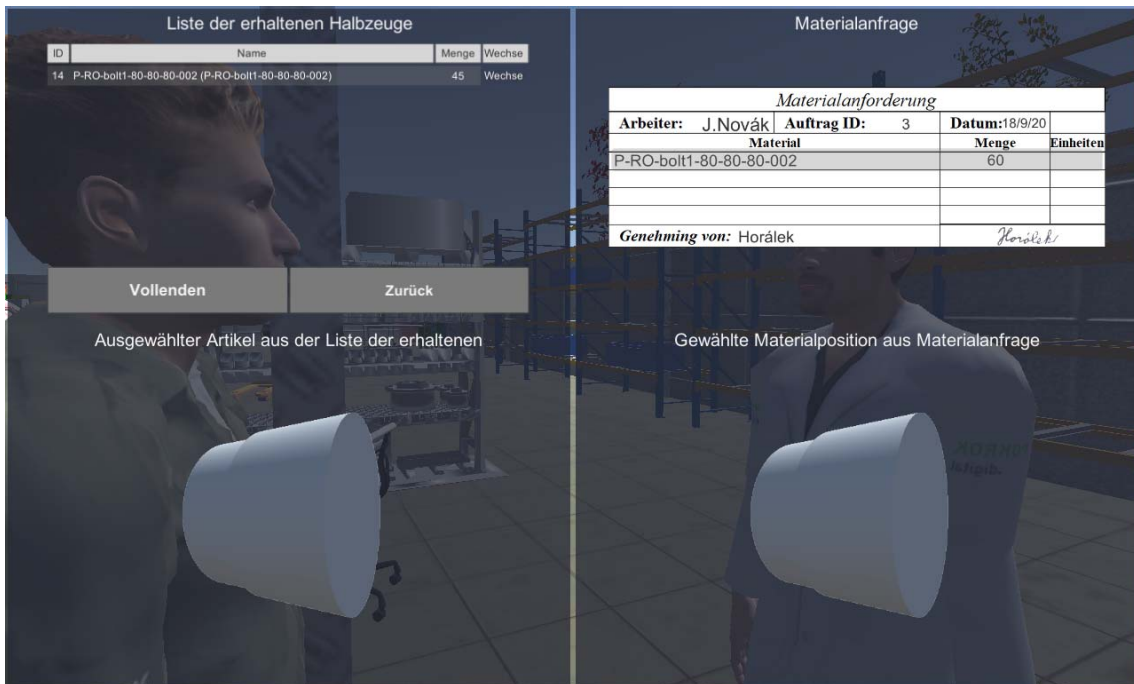


Bild 4.3.27 Dialog für die Kontrolle des Materials von dem Lageristen

In unserer Musteraufgabe wurde das entsprechende Material kommissioniert, jedoch falsche Menge: 45 Stück. Auf dem Anforderungsschein steht „60 Stück“. In dem linken Bereich muss die Stückzahl geändert werden (Bild 4.3.27).

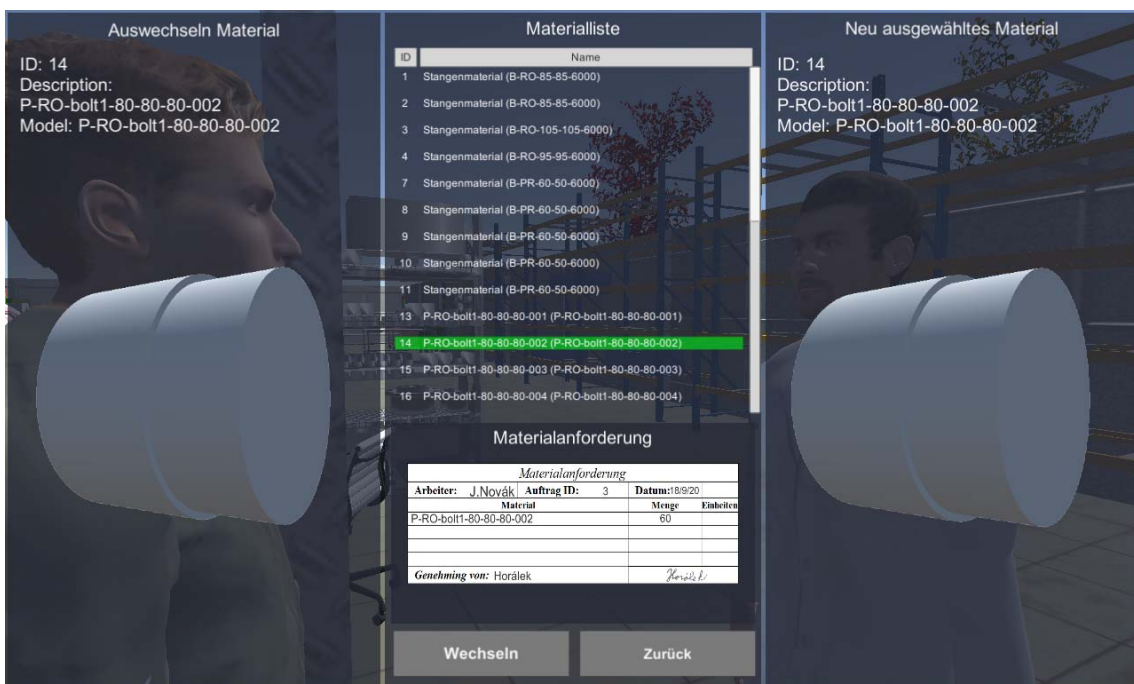


Bild 4.3.28 Dialog über den Umtausch der Rohteile im Lager

Auch hier geschehen häufig Fehler bei der Auslagerung. Falls nötig, kann auch der Typ des Rohteiles umgetauscht werden, und zwar mit Hilfe der Taste „Umtauschen“ und des Dialogs über den Umtausch der Rohteile gemäß dem Anforderungsschein (**Bild 4.3.28**).

8. Schritt – Material auf den Arbeitsplatz bringen

Der letzte Schritt im Rahmen der Vorbereitung des Arbeitsplatzes besteht darin, dass die vom Lageristen erhaltenen Rohteile auf den Arbeitstisch gebracht werden, der sich an der zugewiesenen Drehmaschine befindet. Um den KLT für Material/Rohteile platzieren zu können, muss der Arbeiter das Kontextmenü des Arbeitstisches nutzen (**Bild 4.3.29**).



Bild 4.3.29 Aufgabenliste – Material auf den Arbeitsplatz bringen

9. Schritt – Produktion – Start eintragen

Sobald das Material auf den Arbeitstisch an der Drehmaschine gelegt wird, wird die nächste Aufgabe aktiviert. Bevor die Arbeit angefangen wird, muss die Uhrzeit dieses verfolgten Ereignisses in die Arbeitskarte eingetragen werden. (**Bild 4.3.30**).



Bild 4.3.30 Aufgabenliste – Produktion – Startuhrzeit eintragen

Der Metallbearbeiter kennt sich schon aus, es handelt sich um eine für ihn bekannte Tätigkeit mit der Dokumentation, wie im Falle der Arbeitskarte. Man muss nur das richtige Feld im Dokument für den Eintrag finden (**Bild 4.3.31**).

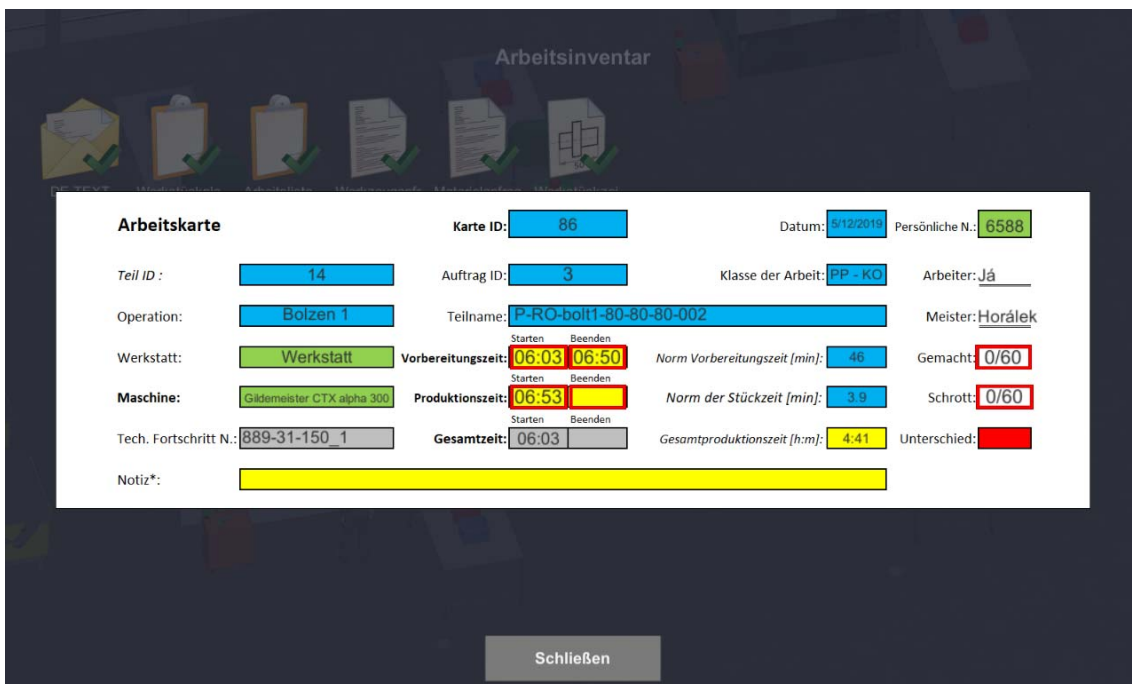


Bild 4.3.31 – Arbeitskarte im Inventar – Produktion – Startuhrzeit eintragen

10. Schritt – Material aus dem Kleinladungsträger für Material/Rohteile herausnehmen

Sobald die Uhrzeit eingetragen wird, wird der Arbeiter mit dem grünen auf den Kleinladungsträger für Material/Rohteile zeigenden Pfad weitergeführt (**Bild 4.3.32**). In der Aufgabenliste folgt die Anweisung „Nehmen Sie das Material aus dem Kleinladungsträger heraus“.



Bild 4.3.32 Aufgabenliste – Nehmen Sie das Material aus dem KLT heraus. Kontextmenü – „Nehmen Sie das Material heraus“

11. Material in die Maschine einfügen

Die weiteren Anweisungen in der Aufgabenliste schließen logischerweise an. Es ist gut, diese aufmerksam zu verfolgen (**Bild 4.3.33**). In der Aufgabenliste ist die Anweisung: „Fügen Sie das Material in die Maschine ein“.



Bild 4.3.33 Aufgabenliste - Fügen Sie das Material in die Maschine ein. Kontextmenü der Maschine – „Material einfügen“

Sobald das Material in die Maschine eingefügt wird, nutzen wir das Kontextmenü der Maschine wie bei der Einrichtung der Werkzeuge (**Bild 4.3.33**)

12. Schritt – Produktion des Teiles

Das aufgespannte Rohteil muss bearbeitet werden. Die Werkzeugmaschine (CNC) wird mit Hilfe des Kontextmenüs der Maschine – Produktion (**Bild 4.3.34**) in automatischen Betrieb gesetzt. In der Aufgabenliste gibt es die Anweisung „Produzieren Sie ein neues Teil“.



Bild 4.3.34 – Aufgabenliste – Produzieren Sie ein neues Teil. Kontextmenü der Maschine „Produktion“

Besonders bei den ersten Teilen ist der Anfang des automatischen Betriebs zu kontrollieren, z. B. die richtige Aufspannung.

13. Schritt – Das bearbeitete Teil aus der Maschine herausnehmen



Bild 4.3.35 Aufgabenliste – Nehmen Sie das bearbeitete Teil aus der Maschine heraus

Das bearbeitete Teil ist aus der Maschine herauszunehmen. Um das bearbeitete Teil herausnehmen zu können, nutzen wir das Kontextmenü der Maschine – „Produkt herausnehmen“ (**Bild 4.3.35**). In der Aufgabenliste befindet sich die Anweisung „Nehmen Sie das produzierte Teil aus der Maschine heraus“.

14. Qualitätskontrolle

Im Rahmen unseres Beispiels halten wir uns an die Aufgabenliste. Zuerst fügen wir das Teil in die Kontrollvorrichtung ein. Dazu nutzen wir im Kontextmenü den Arbeitsplatz der Qualitätskontrolle – „Teil einfügen“ (**Bild 4.3.36**)



Bild 4.3.36 – Aufgabenliste – Kontrollieren Sie die Qualität. Kontextmenü der Kontrolle – „Fügen Sie das Teil ein“

Die Messung des Teiles beginnen wir durch das Kontextmenü des Arbeitsplatzes der Qualitätskontrolle – „Messen“ (**Bild 4.3.37**).



Bild 4.3.37 Aufgabenliste – Kontrollieren Sie die Qualität. Kontextmenü der Kontrolle – „Messen Sie“

Bemerken Sie auf den Bildern oben (**Bild 4.3.35**, **Bild 4.3.36**, **Bild 4.3.37**), dass dem Arbeiter in verschiedenen Situationen unterschiedliche mit einem Stern bezeichnete Möglichkeiten zur Verfügung stehen. In einem Augenblick sind gleichzeitig mehrere erreichbar.

15. Schritt – Produktion eines weiteren Teiles

Im Rahmen der Musteraufgabe halten wir uns an die Reihenfolge der Aufgaben in der Aufgabenliste (**Bild 4.3.38**). Daher nehmen wir nun weiteres Material/Rohteil aus dem KLT und gemäß dem **Bild 4.3.39** fügen wir dieses in die Drehmaschine ein.



Bild 4.3.38– Aufgabenliste – Nehmen Sie das Material/Rohteil aus dem KLT heraus



Bild 4.3.39 – Aufgabenliste – Fügen Sie das Material/Rohteil in die Maschine ein

In Bezug auf die Regeln der Simulation darf man nicht vergessen, dass in einem Augenblick lediglich mit einem Stück (Teil/ Rohteil) manipuliert werden kann.



Bild 4.3.40 – Aufgabenliste – Produzieren Sie ein neues Teil

Gemäß der ersten noch nicht erfüllten Aufgabe in der Aufgabenliste sollten wir auf die Beendigung der Produktion warten (**Bild 4.3.41**). Statt des Wartens könnten wir z.B. ein weiteres produziertes Teil guter Qualität eintragen oder ein kontrolliertes Teil aus der Kontrollvorrichtung herausnehmen. Im Rahmen dieser Musteraufgabe warten wir jedoch.



Bild 4.3.41 Aufgabenliste – Warten Sie, bis die Produktion zu Ende ist

16. Erstes Teil – Tätigkeit beenden

Der Arbeiter hat nun den Bearbeitungszyklus an dem zweiten Teil beendet. In der Kontrollvorrichtung befindet sich allerdings immer noch das erste produzierte, bereits kontrollierte Teil (**Bild 4.3.42**).

Deswegen nehmen wir das erste Teil vom Arbeitsplatz der Qualitätskontrolle und legen dieses in den KLT für Fertigteile hinein, der auf dem Arbeitstisch an der Drehmaschine steht (**Bild 4.3.43**).



Bild 4.3.42 Aufgabenliste – Nehmen Sie das Teil vom Arbeitsplatz der Qualitätskontrolle

Um das kontrollierte 1. Teil in den KLT für die richtig gefertigten Teile (OK) hineinzulegen, nutzen wir das Kontextmenü des KLTs, das sich in der unmittelbaren Nähe der Maschine befindet (**Bild 4.3.43**)



Bild 4.3.43 Aufgabenliste – Legen Sie das Produkt in den KLT für Fertigteile hinein

Es bleibt übrig, das Fertigteil (**Bild 4.3.44**) einzutragen. Gewöhnlich notieren die Arbeiter z.B. Striche in einen Notizblock und erst am Ende der Schicht tragen sie die Gesamtzahl in die Arbeitskarte ein. Man kann die Gesamtzahl auch nach der Beendigung des Auftrags eintragen.



Bild 4.3.44 Aufgabenliste – Tragen Sie das produzierte Teil ein

Bei der modernen Führung wird z.B. die Stundenleistung an der Shopfloor-management - Tafel notiert. In der Übereinstimmung mit der Philosophie Industry 4.0 werden oft IT-Mittel für die On-line – Überwachung der Produktion verwendet – z.B. PLC oder Barcodes. Im Rahmen unserer Simulation klicken wir auf das Feld „Produziert“ auf der Arbeitskarte im Inventar, wo automatisch 1 Stück zugezählt wird (**Bild 4.3.45**).

Arbeitsinventar

Arbeitskarte		Karte ID:	86	Datum:	5/12/2018	Persönliche N.:	6588
Teil ID:	14	Auftrag ID:	3	Klasse der Arbeit:	PP - KO	Arbeiter:	Já
Operation:	Bolzen 1	Teilname:	P-RO-bolM-80-80-80-002		Meister:	Horálek	
Werkstatt:	Werkstatt	Vorbereitungszeit:	Starten 06:03 Beenden 06:50	Norm Vorbereitungszeit [min]:	48	Gemacht:	1/60
Maschine:	Gildemeister CTX alpha 300	Produktionszeit:	Starten 06:53 Beenden	Norm der Stückzeit [min]:	3.9	Schrott:	0/60
Tech. Fortschritt N.:	889-31-150_1	Gesamtzeit:	Starten 06:03 Beenden	Gesamtproduktionszeit [h:m]:	4:41	Unterschied:	
Notiz*:							

Bild 4.3.45 Arbeitskarte – Eintrag der produzierten Stückzahl

17. Schritt – Zweites Teil – Tätigkeit fortsetzen

Die Qualitätskontrolle des vorigen Teiles war durchgeführt und dies wurde nachher in die Dokumentation eingetragen. Währenddessen wurde die automatische Bearbeitung des weiteren Teiles an der Drehmaschine abgeschlossen. Gemäß den Anweisungen in der Aufgabenliste ist das bearbeitete Teil aus der Maschine herauszunehmen (**Bild 4.3.46**).



Bild 4.3.46 – Aufgabenliste - Nehmen Sie das produzierte Teil aus der Maschine heraus

Wir haben dafür das Kontextmenü der Maschine verwendet (**Bild 4.3.46**)

Gemäß der Aufgabenliste wird auch eine pflichtfreie Qualitätskontrolle durchgeführt. Der Arbeiter fügt das bearbeitete Teil in die Kontrollvorrichtung ein (**Bild 4.3.47**).



Bild 4.3.47 – Aufgabenliste – Kontrollieren Sie die Qualität des Teiles

18. Schritt – Drittes Teil – Tätigkeit anfangen

Die Werkzeugmaschine ist nun frei, der Arbeiter hat freie Hände (**Bild 4.3.48**), deshalb verfolgen wir die Produktionskontinuität und fangen die Bearbeitungsarbeit an dem dritten Teil an.



Bild 4.3.48 Aufgabenliste – Nehmen Sie das Material/Rohteil aus dem KLT heraus

Wir fügen das Rohteil in die Werkzeugmaschine ein, indem wir das Kontextmenü der Drehmaschine nutzen (**Bild 4.3.49**).



Bild 4.3.49 – Aufgabenliste – Fügen Sie das Material in die Maschine ein

Die nächste Aufgabe in dem Schritt 18 ist die Produktion des dritten Teiles – Start (**Bild 4.3.50**).



Bild 4.3.50 – Aufgabenliste – Produzieren Sie ein neues Teil

Obwohl wir in diesem Augenblick die Möglichkeit haben, die Qualitätskontrolle des zweiten Teiles durchzuführen, verfolgen wir die Strategie der Erfüllung der ersten aktiven mit einem Stern bezeichneten Aufgabe (**Bild 4.3.51**).



Bild 4.3.52 Aufgabenliste – Warten Sie, bis die Produktion zu Ende ist

Nach der Beendigung des automatischen Betriebs der CNC Drehmaschine setzen wir die Qualitätskontrolle des vorigen Teiles fort (**Bild 4.3.52**).

19. Zweites Teil – Tätigkeit beenden

Das Szenario bietet nun die einzige aktive mit einem Stern bezeichnete Aufgabe an (**Bild 4.3.52**). Bevor wir die Arbeit am dritten Teil begonnen haben, hatten wir das zweite Teil in der Kontrollvorrichtung aufgespannt. Für die Qualitätskontrolle nutzen wir nun das Kontextmenü des Arbeitsplatzes mit der Wahl „Messen Sie“ (**Bild 4.3.52**).



Bild 4.3.52 Aufgabenliste – Kontrollieren Sie die Qualität

Das Teil wird jetzt aus der Kontrollvorrichtung herausgenommen, die sich auf dem Arbeitsplatz der Qualitätskontrolle befindet. Dies kann mit Hilfe des Kontextmenüs durchgeführt werden (**Bild 4.3.53**).

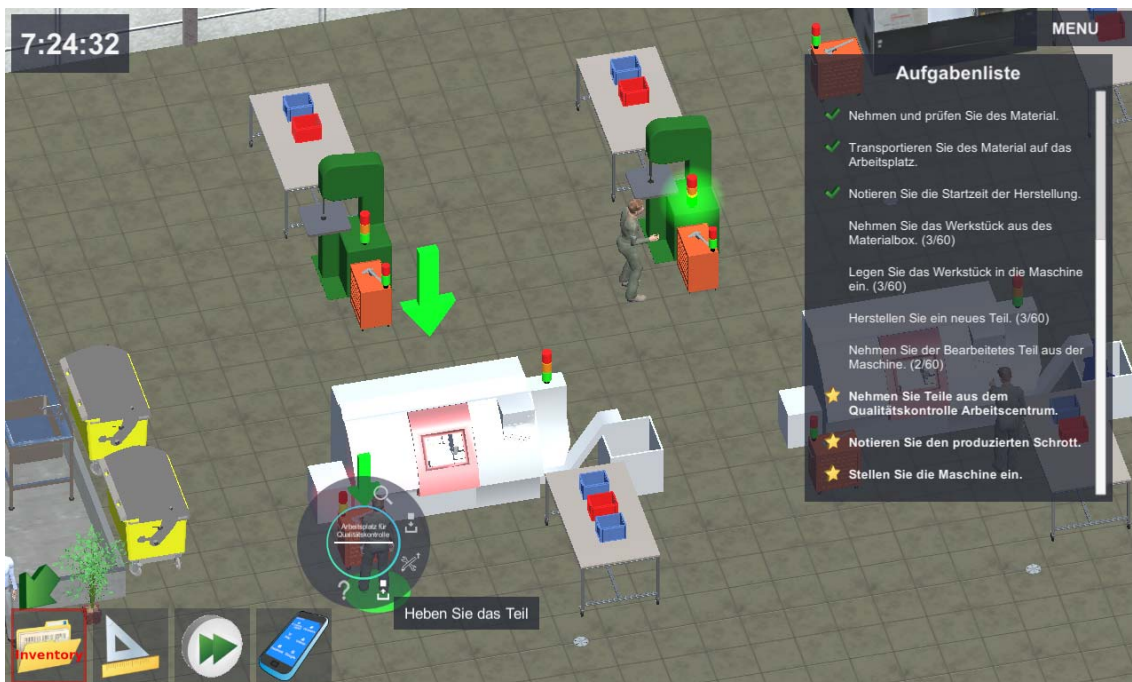


Bild 4.3.53 Aufgabenliste – Nehmen Sie das Teil vom Arbeitsplatz der Qualitätskontrolle

Das zweite Teil wurde als ein NOK („not OK“) Teil erkannt, d.h. „Ausschuss“. Diese Teile sind in einen speziellen roten KLT hineinzulegen. Sobald der Ausschuss in den KLT für Ausschüsse hineingelegt wird, nutzen wir das Kontextmenü des roten KLTs (**Bild 4.3.54**).



Bild 4.3.54 Aufgabenliste - Das NOK Teil in den KLT für Ausschüsse hineinlegen

Heutzutage werden die meisten Arbeiter aufgrund ihrer Leistungsfähigkeit bewertet. Der Zeitaufwand sowie die Leistungsfähigkeit sind entweder in elektronischer Form oder in Papierform zu erheben (**Bild 4.3.55**).



Bild 4.3.55 Aufgabenliste – Tragen Sie den produzierten Ausschuss ein

Die NOK Werkstücke müssen ebenfalls in Evidenz gehalten werden. Die Anzahl der OK und NOK Teile muss letztendlich mit dem gemäß dem Anforderungsschein ausgegebenen Material übereinstimmen. Sonst käme es zu Unstimmigkeiten in der Buchhaltung - bezüglich des Eigentums der Gesellschaft.

Arbeitskarte

Karte ID: 86 Datum: 5/12/2019 Persönliche N.: 6588

Teil ID: 14 Auftrag ID: 3 Klasse der Arbeit: PP - KO Arbeiter: Já

Operation: Bolzen 1 Teilname: P-RO-bolt1-80-80-80-002 Meister: Horálek

Werkstatt: Werkstatt **Vorbereitungszeit:** 06:03 06:50 *Norm Vorbereitungszeit [min]:* 46 Gemacht: 1/60

Maschine: Gildemeister CTX alpha 300 **Produktionszeit:** 06:53 *Norm der Stückzeit [min]:* 3.9 Schrott: 1/60

Tech. Fortschritt N.: 889-31-150_1 **Gesamtzeit:** 06:03 *Gesamtproduktionszeit [h:m]:* 4:41 Unterschied:

Notiz*:

Schließen

Bild 4.3.56 Arbeitskarte - Ausschüsse

In unserer Simulation werden die NOK Teile im Feld „Ausschüsse“ in der Arbeitskarte in Evidenz gehalten (**Bild 4.3.56**).

20. Drittes Teil – Tätigkeit fortsetzen

Wir nehmen das dritte bearbeitete Teil aus der Maschine heraus (**Bild 4.3.57**).



Bild 4.3.57 Aufgabenliste – Tragen Sie den produzierten Ausschuss ein

In unserer Musteraufgabe machen wir eine Ausnahme und erfüllen zuerst die letzte aktive Aufgabe „Richten Sie die Maschinen ein“ (**Bild 4.3.58**). Diese Aktivität hängt nämlich mit der bereits früher festgestellten schlechten Qualität des zweiten Teiles zusammen. Die Maschinen in der Simulation produzieren schlechte, durch die schlechte Einrichtung verursachte Qualität. Sobald irgendwelche Abweichungen in der Qualität des Teiles entdeckt werden, sind die Maschinen umzurichten. Falls dies nicht durchgeführt wird, werden weiterhin nur noch Ausschüsse produziert.



Bild 4.3.58– Aufgabenliste – Richten Sie die Maschine ein

Für die erneute Einrichtung der Maschine wegen der schlechten Qualität nutzen wir das Ikon in dem Kontextmenü „Maschine einrichten“ (**Bild 4.3.58**).

Die Produktion des dritten Teiles hatten wir vor der Beendigung der Qualitätskontrolle des zweiten Teiles begonnen. Das zweite Teil wurde nachher als Ausschuss erkannt. Es ist zu erwarten, dass auch das dritte Teil Qualitätsabweichungen aufweisen wird, denn wir haben die Umrichtung der Maschine erst nach der Beendigung der Bearbeitung dieses Teiles durchgeführt. Auf dem **Bild 4.3.59** ist das erwartete Ergebnis der Qualitätskontrolle des dritten Teiles zu sehen.



Bild 4.3.59 Ergebnis der Qualitätskontrolle des dritten Teiles

Die letzte aktive Aufgabe nach der durchgeführten Qualitätskontrolle sagt uns: „Tragen Sie den produzierten Ausschuss ein“ (**Bild 4.3.59**).

Nach der Durchführung aller vorgeschriebenen Aufgaben bezüglich des dritten Teiles wird der Simulationsmodus geändert.

21. Simulierte beschleunigte Produktion

Sobald die ersten drei Teile beendet werden, wird die Simulation aus zeitlichen Gründen auf einen beschleunigten Modus umgeschaltet. Die üblichen Produktionsprozesse laufen im Hintergrund ab, während der Bildschirm schwarz ist. Der Arbeiter wird nur im Falle einer außergewöhnlichen Situation informiert (**Bild 4.3.60**).

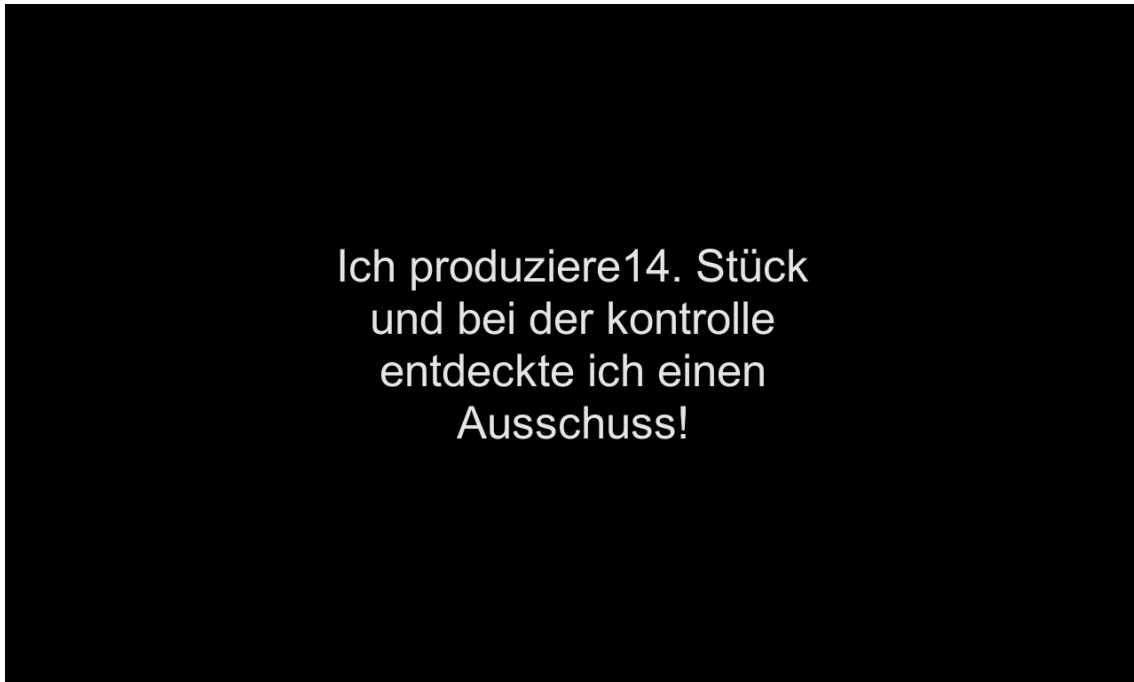


Bild 4.3.60 Ein außergewöhnlicher Vorfall – schlechte Qualität entdeckt

Falls ein Ausschuss auf dem Arbeitsplatz der Qualitätskontrolle entdeckt wird, sind folgende drei Schritte durchzuführen: das Teil muss in den roten KLT hineingelegt werden, die schlechte Qualität muss in die Arbeitskarte eingetragen werden und die Maschine muss umgerichtet werden. (**Bild 4.3.61**).



Bild 4.3.61 Außergewöhnlicher Vorfall – drei Schritte im Falle der entdeckten schlechten Qualität

Diese drei Schritte können in beliebiger Reihenfolge durchgeführt werden. Sobald diese drei Schritte beendet werden, setzt die Simulation im beschleunigten Modus im Hintergrund fort. Sobald alle Vorfälle in Ordnung gebracht werden, wird früher oder später die Produktion beendet (**Bild 4.3.62**).

Produktion Beendet

Bild 4.3.62 Produktion beendet

Die Produktion ist zu Ende, nun muss der Arbeitsplatz in Ordnung gebracht werden und die uns zugewiesene Arbeit übergeben werden.

22. Schritt – Zugewiesene Arbeit beenden

Man darf wieder mal nicht vergessen, die verfolgten Angaben in die Arbeitskarte einzutragen (**Bild 4.3.63**).



Bild 4.3.63 Aufgabenliste – Tragen Sie die Uhrzeit der Beendigung der Produktion ein

Sobald die Uhrzeit der Beendigung der Produktion in das einschlägige Feld in der Arbeitskarte eingetragen wird, wird die Gesamtzeit der Produktion automatisch mit der für die Produktion eines Produktionsloses entsprechenden Zeitnorm (4 Stunden 41 Minuten) verglichen. Die festgestellte Differenz des Zeitaufwandes wird in das rote Feld „Differenz“ eingetragen. In dem Musterfall wurden drei Ausschüsse entdeckt und die Verzögerung beträgt 5 Stunden und 6 Minuten. (Bild 4.3.64).

Arbeitskarte

Karte ID: 86 Datum: 5/12/2019 Persönliche N.: 6588

Teil ID: 14 Auftrag ID: 3 Klasse der Arbeit: PP - KO Arbeiter: Já

Operation: Bolzen 1 Teilname: P-RO-bolt1-80-80-80-002 Meister: Horálek

Werkstatt: Werkstatt Vorbereitungszeit: 06:03 06:50 Norm Vorbereitungszeit [min]: 46 Gemacht: 55/60

Maschine: Glöckmeister CTX alpha 300 Produktionszeit: 06:53 14:05 Norm der Stückzeit [min]: 3.9 Schrott: 5/60

Tech. Fortschritt N.: 889-31-150_1 Gesamtzeit: 06:03 14:05 Gesamtproduktionszeit [h:m]: 4:41 Unterschied: 8:07

Notiz*: [Empty yellow field]

Schließen

Bild 4.3.64 Arbeitskarte – Beendigung der Arbeit

Anm. In das Feld „Anmerkung“ wird gewöhnlich z.B. die Begründung der Verzögerung und der Entstehung der schlechten Qualität aufgeführt, um die etwaigen Ursachen auswerten zu können sowie die Korrekturmaßnahmen zu treffen. In der Simulation wird das Feld nicht ausgefüllt.



Bild 4.3.65 Aufgabenliste – Nehmen Sie Werkzeuge aus der Maschine heraus

Durch das Kontextmenü „Nehmen Sie Werkzeuge aus der Maschine heraus“ werden die Werkzeuge herausgenommen und die Maschine gereinigt (**Bild 4.3.65**).



Bild 4.3.66 Aufgabenliste – Nehmen Sie den KLT mit Fertigteilen

Sobald die Arbeit an der Maschine beendet wird und die Maschine in den ursprünglichen Zustand hergestellt wird, ist es notwendig, den Arbeitsplatz aufzuräumen und die Fertigprodukte ins Lager zu bringen. Dies wird durch das Kontextmenü – KLT für Fertigteile - durchgeführt (**Bild 4.3.66**).



Bild 4.3.67 Aufgabenliste – Bringen Sie die Werkzeuge dem Werkzeugmacher zurück und die Werkstücke ins Lager

Die Werkzeuge und Werkstücke werden an die im Werkzeugraum bzw. Lager arbeitenden Kollegen übergeben (**Bild 4.3.67**). Normalerweise sollte wieder die Verantwortung für die Sachen zwischen den Mitarbeitern übertragen werden, genauso wie dies erfolgte, als das Material geholt worden war.

In der Musteraufgabe sind diese Schritte in Bezug auf die Ähnlichkeit sowie der Zeitaufwand in Form eines kurzen Dialogs vereinfacht worden (**Bild 4.3.68**, **Bild 4.3.69**).



Bild 4.3.68 Übergabe der Werkzeuge – ein vereinfachter Dialog



Bild 4.3.69 Übergabe der produzierten Teile – ein vereinfachter Dialog

Im unserer Musteraufgabe wurden wir vom Meister beauftragt. Daher übergeben wir die fertige Arbeit an den Meister. Wir geben ihm die entsprechende Dokumentation und die ausgefüllte Arbeitskarte

zurück (dies erfolgt in Form eines vereinfachten Dialogs - **Bild 4.3.70**). Wir führen auch die Auswertung der Statistik durch (**Bild 4.3.71**).

Während der Übergabe der Arbeit an den Meister informieren wir ihn über alle außergewöhnlichen Ereignisse – z.B. über entstandene Ausfallzeiten sowie andere Verzögerungsursachen, über produzierte Ausschüsse sowie die Gründe dafür. Es ist möglich, verschiedene Einwände zu erheben, z.B. gegen die zugewiesenen Werkzeuge, Vorrichtungen und Schnittbedingungen. Man kann gegen die Normzeiten oder die Normen bezüglich des Materialverbrauchs widersprechen. Man kann natürlich auch Verbesserungsvorschläge besprechen.



Bild 4.3.71 Arbeit übergeben – ein vereinfachter Dialog

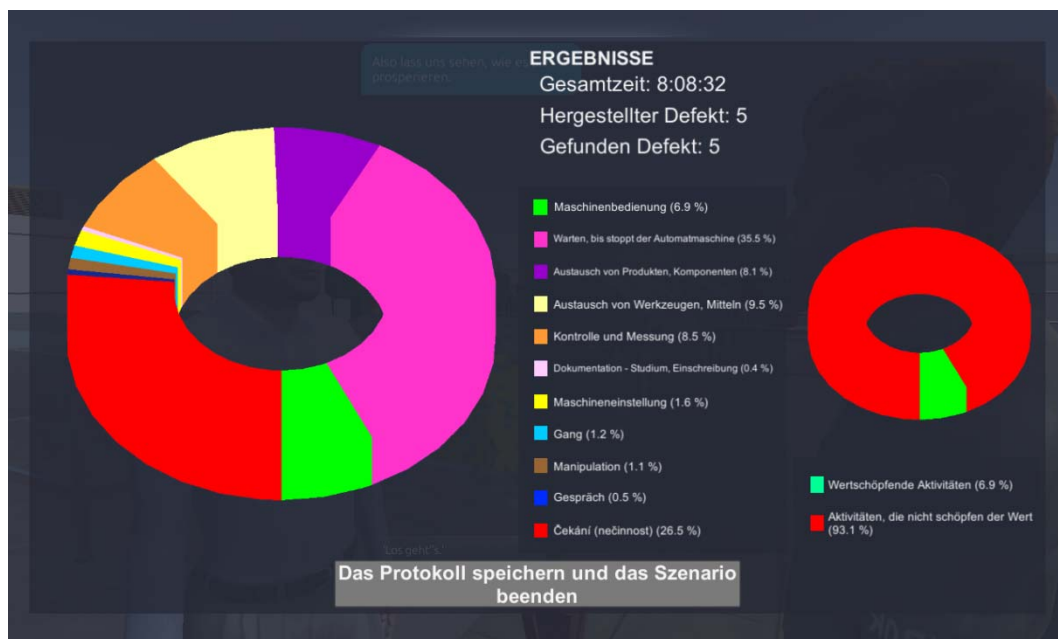


Bild 4.3.72 – Arbeit übergeben – Auswertung der Statistik

Die Statistiken und Ausgänge (Outputs) aus diesem Szenario dienen als Unterlagen für weitere Szenarios, auf die Sie sich in der Zukunft freuen können. Nach der Auswertung der Statistik erfolgt die Beendigung des Szenarios und dieser Musteraufgabe.

Und nun liegt es an Ihnen, wie Sie mit diesem Szenario umgehen.

Also viel Vergnügen und viele neue Erkenntnisse und Erfahrungen damit.

4.4 Multimedia- und Hilfssystem

4.3.1 Wörterbuch

Im Rahmen des Simulationsspiels kann der Benutzer die Konfiguration der Reihenfolge für die einzelnen Vorgangsabläufe sowie die Planung und Errichtung der Produktionsabschnitte für die Teile testen, einschließlich der finalen Teileproduktion. Das Simulationsspiel finden die Benutzer auf folgender Internetseite: <http://pokrok.tul.cz/index.php?page=download>, wo jeder Benutzer mit PC- und Internetanschluss Zugriff auf dieses Simulationsspiel hat. Im Rahmen dieses Simulationsspiels wird der Benutzer auf unterhaltsame Weise über die wesentlichen Produktionsorganisationsebenen informiert. Auf der offiziellen Projektseite befindet sich zu Informationszwecken auch eine Werkzeugliste mit Angaben zu den einzelnen Werkzeugen, einschließlich der Schneidgeschwindigkeit und der maximalen Vorschübe.

Nach Abschluss des Simulationsspiels kann der Benutzer seine fehlenden Informationen im technischen Wörterbuch ergänzen, welches auf folgender Internetseite zur Verfügung steht: <http://pokrok-glossary.fsi.ujep.cz>. Im technischen Wörterbuch sind die einzelnen technischen Begriffe erklärt und beschrieben, wobei diese hier in alphabetischer Reihenfolge angeordnet sind. Mit diesen Begriffen kann der Benutzer die neuen Termini erlernen, welche er sich im Rahmen des Simulationsspiels angeeignet hat.



POKROK .digital

Europäische Union. Europäischer Fonds für regionale Entwicklung. Evropská unie. Evropský fond pro regionální rozvoj.

SN CZ
Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg VA / 2014 – 2020

cz | en | de

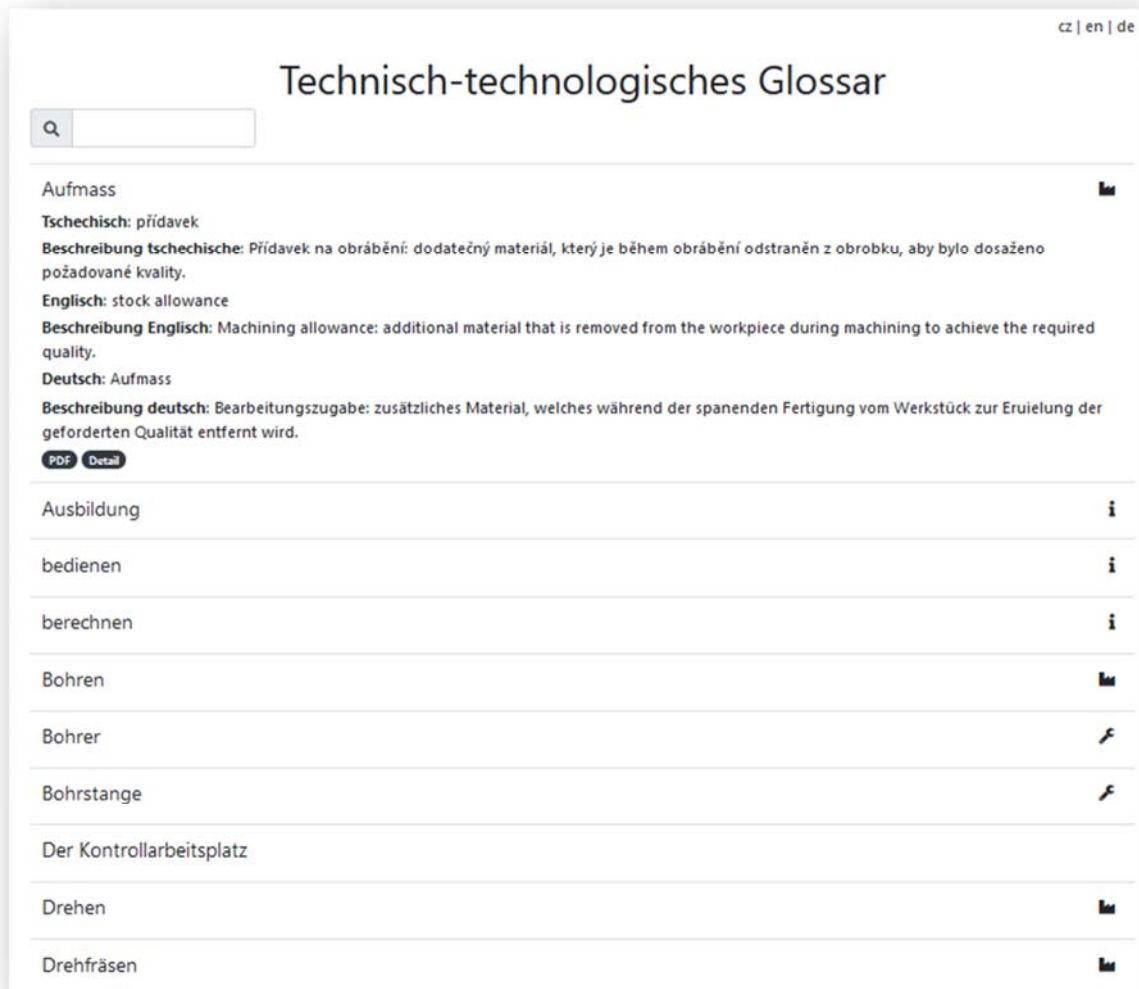
Technisch-technologisches Glossar

Q

3-Backen-Futter	🔊 i
4-Backen-Futter	🔊
Anfasen	🔊
Anwendung	i
Arbeitseingriff ae	🔊
Arbeitsgang	🔊
Arbeitsplatz	🔊 🔊 i
Arbeitsstufe	🔊 i
Arbeitstisch	
Aufbau	i

Im technischen Wörterbuch stehen dem Benutzer 110 Begriffe zur Verfügung, welche ihm bereits während des Simulationsspiels dienlich sein können. Nachdem der Benutzer den gesuchten technischen Begriff angeklickt hat, wird ihm dieser auf Tschechisch, Englisch und Deutsch angezeigt. Klickt der Benutzer auf die Spalte Detail, werden ihm alle erforderlichen Informationen zum konkreten technischen Begriff angezeigt.

Bei Bedarf sowie zum besseren Verständnis werden die betreffenden Begriffe in den jeweiligen Sprachen auch detaillierter beschrieben. Die jeweiligen technischen Begriffe können auch in einer PDF-Datei gefiltert werden, wo sie bei Bedarf gedruckt bzw. wo Unklarheiten sowie Anmerkungen zur anschließenden Klärung notiert werden können. Des Weiteren kann man hier auch seine erhaltenen Informationen bestätigen.



Bei Bedarf kann der Benutzer alle technischen Begriffe in eine Excel-Tabelle exportieren, damit er diese gleich zur Hand hat. Auf der Online-Seite für das Wörterbuch mit den technischen Begriffen kann der Benutzer über das Suchfenster auch einzelne Begriffe suchen. Dadurch wird die Suche des gewünschten Begriffs beschleunigt.

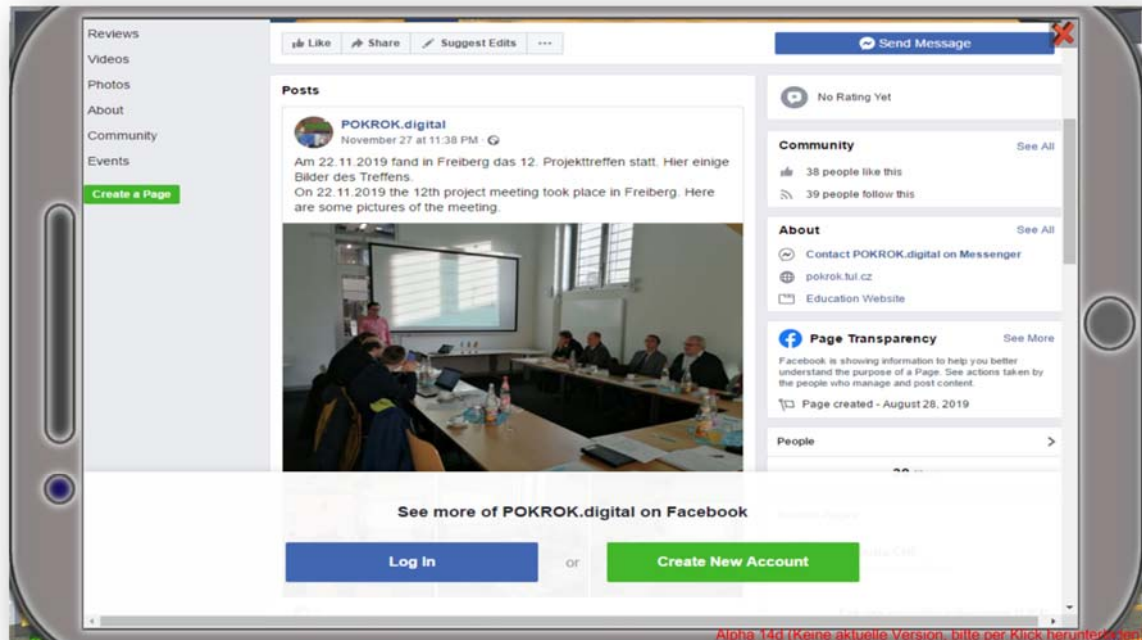
Bei Bedarf kann das technische Wörterbuch auch von der tschechischen Version auf die englische bzw. deutsche Version umgestellt werden. Diese Wahlmöglichkeit ist vor allem für ausländische Benutzer geeignet.

Technisch-technologisches Glossar

Drehzahl	
Durchführung	i
Eilgang	
Eine Arbeitskiste	
Einzahnfräser	
ermitteln	i
Fahrrad	i
Fakultät	i
Fertigteil	i
Fertigungsprozess	i

4.3.2 Facebook

Von der offiziellen Projektseite kann der Benutzer zur Facebook-Seite wechseln. Hier werden in fortlaufender Reihenfolge interessante Informationen zum Projektverlauf angezeigt. Auf der Seite wird der Benutzer über die stattgefundenen Aktionen informiert, einschließlich der Fotodokumentationen von den einzelnen Meetings und Konferenzen.



Zu Beginn wird der Benutzer auf der Seite über das erste Treffen im Rahmen des Projekts informiert, welches im Mai 2017 in Ústí nad Labem stattgefunden hat und welches der Auftakt für den ganzen Prozess war. Danach hat das nächste Treffen stattgefunden - das Ergebnis dieses Treffens war der erste Schritt im Rahmen des Projekts. Anschließend hat ein informativer Workshop stattgefunden und von der Implementierungskommission der Lead Partner wurden die neuen Vorschläge besprochen. Danach haben sukzessive die weiteren Treffen stattgefunden und mit einer Hochgeschwindigkeits- bzw. Thermokamera wurden an der Universität Ústí nad Labem Videos gedreht. Im Rahmen der nächsten Treffen wurde eifrig über die Verbesserungsarbeiten diskutiert und im Ergebnis stand die erste Pilotversion. Die Pilotversion wurde von Studenten der Universität Ústí nad Labem getestet. Anschließend wurden die einzelnen Verbesserungen im Simulationsspiel implementiert, und die finale Form des Simulationsspiels war fertig.

Auf der Facebook-Seite steht auch eine Präsentation zur Verfügung, welche die einzelnen Projektentwicklungsschritte demonstriert. Der Benutzer kann sich auch konkrete Fotos von den Meetings und Workshops ansehen. Des Weiteren kann der Benutzer von der betreffenden Seite auch zur offiziellen YouTube-Seite des Projekts wechseln. Hier stehen einzelnen Videos von den wichtigsten Produktionsabläufen zur Verfügung. Diese Videos sollen zum besseren Verständnis des gesamten Prozesses beitragen.

Anschließend kann der Benutzer von der Facebook-Seite z. B. zur Projekt- und den Partnerwebseiten wechseln - konkret auf folgende Seiten:

TUD: https://tu-dresden.de/.../abteil.../copy_of_ekf-energieeffizienz

TUL: <http://pokrok.tul.cz>

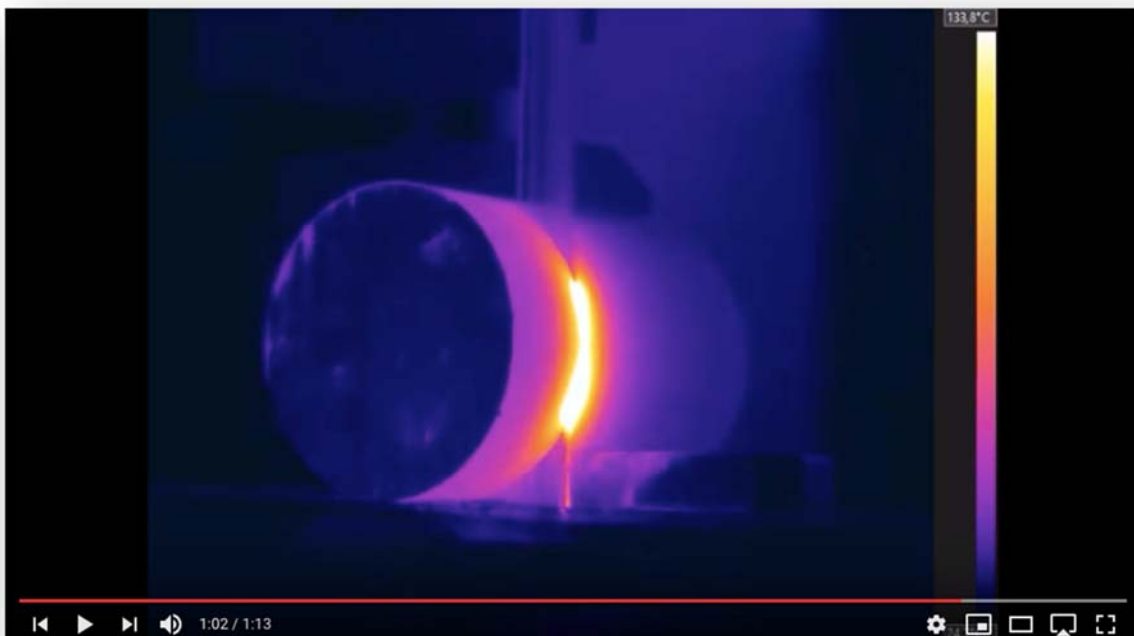
TUBAF: <https://tu-freiberg.de/fakult4/imkf/forschung/pokrok-digital>

4.3.3 Youtube

Nachdem der Benutzer das technische Wörterbuch durchgearbeitet hat, kann er zur YouTube-Seite wechseln und sich hier die einzelnen technologischen Vorgänge visuell aneignen bzw. sich ausgewählte Beispiele aus dem Simulationsspiel ansehen. Die einzelnen Videos im Rahmen des Projekts stehen auf folgender Internetseite zur Verfügung:

<https://www.youtube.com/channel/UCeKNQJpSMBPbGlbqWOxDr0A>

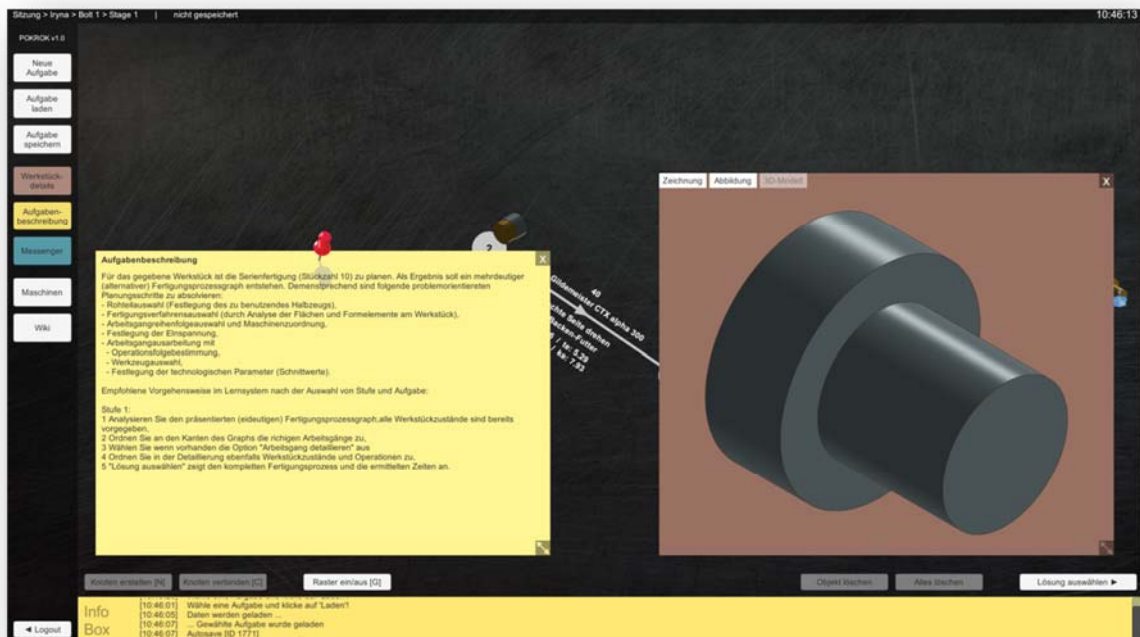
Auf dieser Seite kann sich der Benutzer mit konkreten Vorgängen vertraut machen, die während des Simulationsspiels angesprochen wurden. Diese Videos sind vor allem geeignet, um sich die jeweiligen Aufgaben und Tätigkeiten im Simulationsspiel real vorstellen zu können. Sie sind dem Benutzer zur besseren Orientierung im gesamten Prozess dienlich und ergänzen seine fehlenden Kenntnisse. Die Videos können auch als Lehrmaterial verwendet werden, wenn die Benutzer ihre unzureichenden Informationen ergänzen möchten.



In den Videos ist der Schneide-, Fräs-, Bohr- und Drehprozess von Material dargestellt und die Benutzer werden mit den jeweiligen Abläufen vertraut gemacht - vom Einspannen des Materials bis zum finalen Produkt. Die Videos zu Demonstrationszwecken wurden mit einer Hochgeschwindigkeits- oder Thermokamera aufgenommen, welche beim Schneidprozess verwendet wurde.

Zu den einzelnen Videos sind Informationen verfügbar, welche Kamera, Maschine und welches Werkzeug verwendet wurde sowie des Weiteren über die Bearbeitungsart und den verwendeten Werkstoff. Beim Schneidprozess sind auch Informationen zur Schneide- und Vorschubgeschwindigkeit verfügbar. Auf der Seite kann sich der Benutzer konkrete Beispiele ansehen, wie Stahl 17349 und die Aluminiumlegierung AlMg03 gedreht, gebohrt und gefräst wird.

Des Weiteren kann sich der Benutzer auf der Seite auch die Demonstration des Simulationsspiels ansehen. Diese Demonstration dient zur anschaulichen Darstellung des jeweiligen Prozesses und macht den Benutzer mit dem gesamten Produktionsprozess vertraut.



Im Rahmen dieser Demonstration wird der Benutzer vom Anmeldeprozess über die Auswahl des Szenarios bis zu den Maschinen und der Werkstatt geführt. Des Weiteren werden ihm die Aufgaben und Tätigkeiten anschaulich dargestellt und er wird auch über die erreichten Ergebnisse informiert. Auf diese Weise erhält der Benutzer eine Vorstellung über den Ablauf der einzelnen Vorgänge, welche erforderlich sind, damit das finale Produkt entsteht.