

## **Handlungsleitfaden – KI\_Café**

**Vorhaben:** KI\_Café - Einführung entscheidungsunterstützender KI-Systeme in der Produktion

**Dok.Nr.:** EXP.01.00003.20

## Projektförderung

### Neues wagen in Zeiten des digitalen Wandels: Universität Bremen richtet einen INQA-Experimentierraum ein

Die digitale Transformation unserer Arbeitswelt stellt uns vor neue Herausforderungen. Mit den Lern- und Experimentierräumen fördert das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) unter dem Dach der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA) Projekte, in denen neue Lösungsansätze für eine sich stetig ändernde Arbeitswelt erprobt werden. Künstliche Intelligenz (KI) spielt in dem Transformationsprozess eine immer entscheidendere Rolle. Daher erweitert das BMAS die bestehende Förderrichtlinie „Zukunftsfähige Unternehmen und Verwaltungen im digitalen Wandel“ um den Handlungsschwerpunkt KI. Die erweiterte Förderrichtlinie legt einen Fokus auf den Einsatz und die Erprobung menschenzentrierter Anwendungen digitaler Systeme im betrieblichen Kontext, insbesondere KI. Dadurch sollen neue Ideen und Lösungen gefunden werden, die Unternehmen und ihre Beschäftigten effizienter arbeiten lassen und gleichzeitig soziale Innovationen mit sich bringen. Der Einsatz und die Erprobung innovativer KI-Anwendungen werden dabei im Einvernehmen mit den Sozial- und Betriebspartnern entwickelt.

Auch KI\_Café zählt zu den elf geförderten INQA-Projekten und hat einen Lern- und Experimentierraum eingerichtet, mit dem Ziel eine innovative Methode zur Einführung KI-basierter Assistenzsysteme, welche die Durchführung innerbetrieblicher Experimentierräume beinhaltet, zu erproben. Alle geförderten INQA-Experimentierräume verbindet die Ausrichtung, das Potenzial der Digitalisierung zu nutzen, den digitalen Wandel aktiv zu gestalten und dabei den Menschen und seine Fähigkeiten in den Mittelpunkt zu stellen.

INQA ist eine vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales ins Leben gerufene Initiative. Sie versteht sich als neutrale und nicht-kommerzielle Praxisplattform, die sich für die Gestaltung einer modernen Arbeitswelt mit attraktiven Arbeitsbedingungen für Arbeitgeber\*innen und Beschäftigte einsetzt und Unternehmen und Beschäftigte im Wandel der Arbeitswelt begleitet. Dabei legt sie den Fokus auf die Bereiche Führung, Gesundheit, Vielfalt und Kompetenz. INQA ist die relevante Praxisplattform für eine zukunftsfähige Arbeitskultur und neue Qualität der Arbeit in Deutschland. „INQA macht Arbeit besser!“

Weitere Informationen unter [www.inqa.de](http://www.inqa.de)

## Förderhinweis

Das Projekt KI\_Café – Einführung entscheidungsunterstützender KI-Systeme in der Produktion – wurde im Rahmen des Bundesprogramms Zukunftsfähige Unternehmen und Verwaltungen im digitalen Wandel (Lern- und Experimentierräume KI) des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) im Rahmen der Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA) zwischen dem 01.10.2020 und dem 31.03.2024 gefördert und durch das Bremer Institut für Strukturmechanik und Produktionsanlagen der Universität Bremen sowie der Focke & Co. GmbH & Co.KG und der Stubbe Dreh-, Fräs- und Feinwerktechnik GmbH bearbeitet.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Im Rahmen der Initiative:



Fachlich begleitet durch:



## Inhaltsverzeichnis

Einführung disruptiver Technologien .....	1
Beschreibung des Handlungsleitfadens.....	2
Methode KI_Café .....	3
Betriebliche Experimentierräume.....	5
Initiale Vorbereitungen zur Durchführung.....	5
Planung der Inhalte der Experimentierräume.....	6
Verwendete Exponate .....	7
Organisation der betrieblichen Experimentierräume .....	14
Festlegung des Platzbedarfs .....	14
Aufbau eines betrieblichen Experimentierraums .....	15
Personelle Anforderungen .....	16
Planung der Personalkapazitäten .....	16
Auswahl der Öffnungszeiten .....	17
Ankündigung der betrieblichen Experimentierräume.....	18
Vorbereitung der Experimentierräume .....	18
KI-Demonstrator .....	20
Auswahl des Anwendungsdemonstrators .....	20
Entwicklung des KI-Demonstrators .....	20
Funktionsweise des KI-Demonstrators .....	21
Werkzeugklassifizierung mittels Methoden des maschinellen Lernens .....	22
Datenverarbeitung .....	27

## **Einführung disruptiver Technologien**

Bei der Einführung einer disruptiven Technologie wie der Künstlichen Intelligenz (KI) in eine Unternehmung ist es wichtig, die Mitarbeiter\*innen von Beginn an einzubinden und umfassend über die Chancen und Risiken der Technologie zu informieren. Klassische Kommunikationsmittel wie Informationsbroschüren, Betriebsversammlungen und E-Mail-Rundschreiben sind dafür nicht geeignet, da sie nur ein begrenztes Feedback zulassen und die Belegschaft häufig vor vollendete Tatsachen stellen.

Im Projekt KI\_Café wurde eine neuartige, gleichnamige Einführungsmethode erprobt, die sowohl umfassende Informations- und Diskussionsmöglichkeiten für alle Beteiligten bietet, als auch die Entwicklung und Erprobung eines konkreten KI-Systems beinhaltet. Dafür werden eine betriebspartnerschaftliche Anforderungsdefinition, Systementwicklung und Praxisimplementierung eines KI-basierten Assistenzsystems mit wiederkehrenden unternehmensöffentlichen Informationsausstellungen, dem KI\_CaféLab, kombiniert.

Das Bremer Institut für Strukturmechanik und Produktionsanlagen an der Universität Bremen entwickelt und implementiert im Projekt gemeinsam mit zwei Anwendungspartnern aus dem produzierenden Gewerbe ein neuartiges, KI-basiertes System zur Beurteilung der Schneidenqualität von Fräswerkzeugen. Dieses wird die Mitarbeitenden an den Fräsmaschinen in die Lage versetzen, selbständig den Zustand eines Werkzeugs einzuschätzen und somit zu einer Entlastung der Werkzeugvoreinstellung beitragen.

Bei der Entwicklung werden alle Ebenen von den Maschinenbedienenden bis zu den Führungskräften einbezogen, um individuelle Bedürfnisse an das Gerät abzubilden und frühzeitig ein Verständnis für die Funktionsweise zu schaffen. Begleitend werden im KI\_CaféLab verschiedene Exponate rund um das Thema KI sowie der aktuelle Entwicklungsstand des neuen Beurteilungssystems ausgestellt. Alle Mitarbeiter\*innen der beteiligten Unternehmen sind eingeladen, die Exponate auszuprobieren sowie Fragen und Ideen mit den anwesenden Forschenden, Entwickler:innen und der Arbeitnehmerversammlung zu diskutieren.

## Beschreibung des Handlungsleitfadens

In diesem Handlungsleitfaden sind sämtliche zur Durchführung der Methode KI\_Café nötigen Informationen in kompakter Form dargestellt, um kleinen und mittleren Unternehmen sowie Handwerksbetrieben die unkomplizierte Anwendung der Methode KI\_Café zu ermöglichen.

Bezogen auf die Planung, Organisation und Durchführung der betrieblichen Experimentierräume werden die im Projektverlauf gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse differenziert dargestellt. Hierbei werden insbesondere die Unterschiede bei der Anwendung für kleine und mittlere Unternehmen verdeutlicht, die sich bei Punkten wie der Ankündigung der Experimentierräume, der Einbindung des Betriebsrats oder der Durchführung von Workshops zur Schulung der Mitarbeitenden ergeben.

Ein wesentliches Element des Handlungsleitfadens bildet ein Leitfaden zur Einführung KI-basierter, disruptiver Technologien im Kontext der Methode KI\_Café. Hierbei wird die eigenständige Erstellung einer Prüfwelle zur Klassifizierung von Werkzeugverschleiß als Anwendungsbeispiel gewählt, welches von der Zielgruppe verwendet werden kann. Hierzu werden die Entwicklungsdaten der Prüfwelle als Teil des Handlungsleitfadens veröffentlicht. Zusätzlich dazu werden die während der Implementierung des Anwendungsbeispiels gesammelten Erkenntnisse, insbesondere bezüglich der interdisziplinären Verknüpfung mit der Durchführung der Experimentierräume, dargestellt.

Die Methode KI\_Café lässt sich branchenunabhängig auf alle Anwendungsfälle anwenden, bei denen ein technologischer Veränderungsprozess in einem Unternehmen stattfindet. Die Nutzung des im Handlungsleitfaden veröffentlichten Anwendungsfalls, der Erkennung von Werkzeugverschleiß an Fräswerkzeugen, lässt sich unabhängig von der Region, besonders auf Unternehmen übertragen, die in der spanenden Fertigungsindustrie tätig sind.

## Methode KI\_Café

Bei der Methode KI\_Café handelt es sich um ein Konzept für die Einführung technologischer Veränderungsprozesse in Unternehmen, welches sich insbesondere an kleine und mittlere Unternehmen (KMU) richtet. Sie ist anwendbar auf alle Branchen und Unternehmen, in denen eine technische Veränderung eingeführt wird. Die Methode KI\_Café lässt sich hierbei besonders gut bei produzierenden Unternehmen anwenden. Die zentralen Bausteine der Methode KI\_Café und deren Wechselwirkungen sind in Abbildung 1 dargestellt.

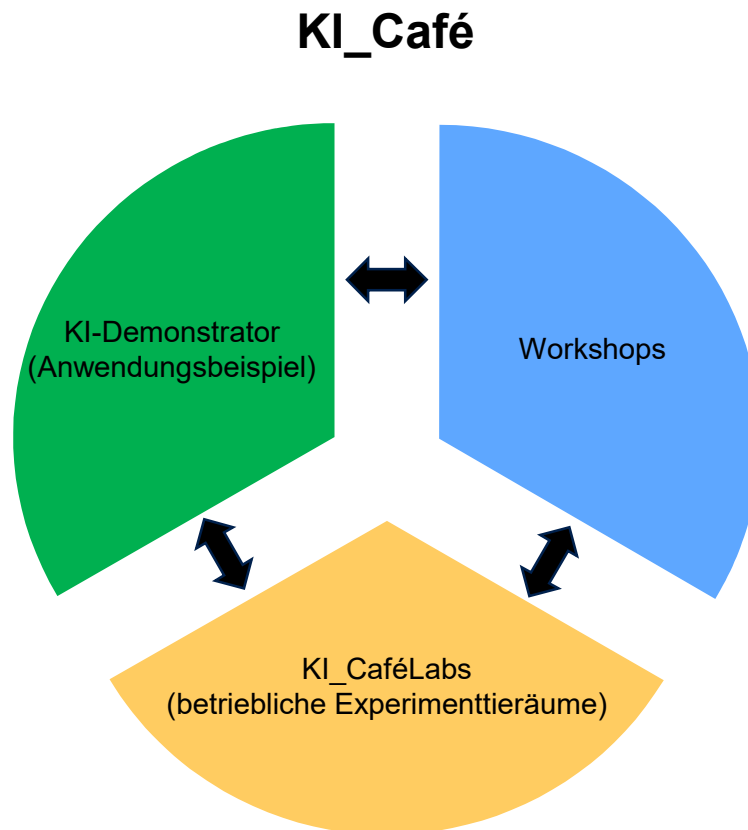


Abbildung 1: Zentrale Bausteine der Methode KI\_Café und deren Wechselwirkungen

Im Rahmen der Methode KI\_Café werden wiederkehrende Experimentierräume von Unternehmen veranstaltet. Die Experimentierräume werden direkt auf der Produktionsfläche errichtet, um den Mitarbeitenden ein niedrighschwelliges Lehr- und Lernangebot in Bezug auf die Einführung disruptiver KI-Technologien zu ermöglichen. Das Kernelement der Experimentierräume bildet das selbstständige Experimentieren mit KI-basierten Exponaten, welche die Einsatzmöglichkeiten von KI-Technologien im betrieblichen und privaten Alltag aufzeigen. Gleichzeitig dienen die Exponate als Einstiegspunkt für vertiefende Gespräche mit KI-Experten. Durch die Kombination aus einem spielerischen Einstieg in das Thema über die Exponate und Erläuterungen von KI-Anwendungen, werden Begeisterung sowie Verständnis für die neue Technologie geschaffen und Vorbehalte reflektiert.

Parallel zur Planung und Durchführung der betrieblichen Experimentierräume, wird im Kontext der Methode KI\_Café ein konkretes, KI-basiertes Anwendungsbeispiel mit unmittelbarem

Bezug zum beruflichen Alltag der Mitarbeitenden implementiert. Dieses Anwendungsbeispiel dient bei der Durchführung der Experimentierräume als Vehikel, um den Mitarbeitenden die Potenziale von KI-Systemen im eigenen Arbeitsalltag aufzuzeigen und bildet somit das Zentrum der Experimentierräume. Während des Einführungszeitraums der neuen KI-basierten Technologie, wird der jeweils aktuelle Entwicklungsstand des Anwendungsbeispiels auf den Experimentierräumen als Exponat ausgestellt. Das direkte Feedback der Mitarbeitenden bezogen auf den Entwicklungsprozess wird hierbei gesammelt, um die Anwendbarkeit des Systems auf die betrieblichen Gegebenheiten zu optimieren. Durch diesen interdisziplinären Entwicklungsansatz werden zudem die Transparenz des Entwicklungsprozesses sowie der Funktionsweise des Systems erhöht, wodurch Ängste in Bezug auf die Verwendung im Betrieb abgebaut werden.

Neben der Durchführung der Experimentierräume werden im Verlauf des Entwicklungsprozesses des Anwendungsbeispiels fortlaufend Workshops mit den Mitarbeitenden durchgeführt, die unter anderem dazu dienen, die Anforderungen an das System festzulegen. Durch diese Workshops können die späteren Nutzenden des Anwendungsbeispiels den Entwicklungsprozess aktiv mitgestalten.



## **Betriebliche Experimentierräume**

### **Initiale Vorbereitungen zur Durchführung**

Die Vorbereitung und Durchführung betrieblicher Experimentierräume stellt den Kernaspekt der Methode KI\_Café dar. Im Kontext der Planung des zeitlichen Ablaufs muss daher zunächst festgelegt werden wie viele betriebliche Experimentierräume in einem festzulegenden Zeitraum durchgeführt werden sollen.

Noch vor der Durchführung des ersten Experimentierraums sollte eine Mitarbeitendenbefragung durchgeführt werden, um die Erwartungen der Mitarbeitenden an die Experimentierräume zu erheben und diese entsprechend der Erwartungen ausrichten zu können. Im Rahmen dieser Mitarbeitendenbefragung kann außerdem erhoben werden, ob und in welchem Kontext sich Mitarbeitende bereits mit künstlicher Intelligenz befasst haben oder wo Ihnen diese bereits im Alltag begegnet. Bezogen auf die bei den Experimentierräumen verwendeten Exponate ist es von großer Bedeutung, frühzeitig zu ermitteln, welche Weiterbildungsformate sich die Mitarbeitenden wünschen. Ein Beispielfragebogen, wie er im Forschungsprojekt KI\_Café verwendet wurde, befindet sich im Anhang.

Um die Anzahl der geplanten Experimentierräume festlegen zu können, muss zunächst der Entwicklungszeitraum des einzuführenden KI-Systems betrachtet werden. Generell ist es sinnvoll die Durchführung der Experimentierräume mit den Meilensteinen der Entwicklung des KI-Systems zu koordinieren. In diesem Kontext bietet sich die Durchführung der betrieblicher Experimentierräume zu folgenden Zeitpunkten an:

### **Projektbeginn**

Die Durchführung eines Experimentierraums direkt zu Beginn der Entwicklung des KI-Demonstrators ist essenziell, um die Sichtbarkeit im Unternehmen zu erhöhen und frühzeitig die Begeisterung der Mitarbeitenden für die neue Technologie und für Anwendungen der künstlichen Intelligenz zu wecken. Zu Projektbeginn sind besonders Exponate geeignet, welche diese Anforderungen durch eine niedrigschwellige und verständliche Funktionsweise und durch ihren Bezug zum betrieblichen Alltag erfüllen. Zeitgleich bietet sich zu Projektbeginn die Möglichkeit eine Vielzahl von Bedürfnissen, Wünschen und Anforderungen der Mitarbeitenden an den Demonstrator aufzunehmen. Daher ist die Veranstaltung eines Experimentierraums zu Beginn der Entwicklung bestens dazu geeignet, diesen im Rahmen einer Anforderungsanalyse durchzuführen. Auf Basis der erhobenen Anforderungen kann anschließend ein Lastenheft erstellt werden, welches die Rückmeldungen der Mitarbeitenden beinhaltet.

### **Entwicklungsmeilenstein**

Während der Entwicklung des KI-Demonstrators kann es zu verschiedenen Zeitpunkten sinnvoll sein, einen betrieblichen Experimentierraum durchzuführen. Für konkrete Zeitpunkte sollte hierbei ein Abgleich mit den auf Basis eines Lastenheftes definierten Arbeitspaketen und deren zeitlicher Abfolge stattfinden. Ziel der betrieblichen Experimentierräume im Kontext der

Entwicklungsphasen des KI-Systems ist dann die Validierung einzelner Teilergebnisse durch die Mitarbeitenden sein. Hierbei ist es jedoch notwendig darauf zu achten, dass die Teilergebnisse dazu geeignet sind, als eigenständiges Exponat zu fungieren.

### **Einführung des KI-Demonstrators**

Zum Ende der Entwicklung des KI-Demonstrators ist eine Vorstellung des Systems im Rahmen eines betrieblichen Experimentierraums essenziell, um die Sichtbarkeit zu erhöhen und um die Einführung abzuschließen. In diesem Kontext können die Mitarbeitenden das System erproben. Im Rahmen dieser Erprobung bietet es sich an die vergangenen auf den KI-Demonstrator bezogenen Exponate erneut auszustellen. Hierdurch kann der gesamte Entwicklungsverlauf für die Besuchenden des betrieblichen Experimentierraums erneut anschaulich dargestellt werden. Diese Vorgehensweise erleichtert es den Besuchenden die vergangenen Durchführungen des betrieblichen Experimentierraums inhaltlich miteinander zu verknüpfen und erhöht somit die Transparenz des Einführungsprozesses des KI-Demonstrators.

### **Planung der Inhalte der Experimentierräume**

Die in den betrieblichen Experimentierräumen ausgestellten Exponate bilden einen Kernaspekt der Methode KI\_Café. Im Nachgang der Auswertung der Mitarbeitendenbefragung findet die Auswahl der Exponate statt. Hierbei eignet sich ein Brainstorming, in dem Ideen für mögliche Exponate zunächst gesammelt und anschließend besprochen sowie ausgewählt werden. Bei der Beurteilung der Exponate sind der Bezug zum konkreten Anwendungsfall, der Aufwand für die Umsetzung, die Kosten des Exponates, der Grad der Niedrigschwelligkeit und das Lernziel des Exponats zu beachten. Besonders wenn viele Exponate gewählt werden, ist es wichtig, dass diese für die Besuchenden selbsterklärend sind und kein Personal zur Erläuterung der Funktionsweise benötigt wird. Die Auswahl der Exponate findet hierbei vor jeder Durchführung eines betrieblichen Experimentierraums erneut statt. Einige der Exponate können bei späteren Experimentierräumen erneut verwendet werden. Hierbei ist es jedoch notwendig, dass ebenfalls neue Exponate hinzukommen.

Es hat sich gezeigt, dass die Mitarbeitenden das Gespräch mit dem Standpersonal gezielt suchen. Daher ist es sinnvoll für jedes Exponat im Vorfeld festzulegen, welche Botschaften vermittelt und welche Lernziele erreicht werden sollen. Zusätzlich dazu muss für jedes Exponat festgelegt werden, welche materiellen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden müssen. Dies bezieht sich insbesondere auf benötigte Hardwarekomponenten, aber auch auf den Platzbedarf des Exponats. Im Kontext dieser Planung muss vor der Durchführung des betrieblichen Experimentierraums ein Plan für die Anordnung der einzelnen Exponate auf der Ausstellungsfläche erstellt werden. Bei dieser Anordnung sind die Lernziele der einzelnen Exponate sowie der Grad der Niedrigschwelligkeit zu berücksichtigen. Auf diese Weise können die Besuchenden während des Besuchs des Experimentierraums kontinuierlich ihr Wissen aufbauen.

Die Nutzung frei verfügbarer Exponate bietet den Vorteil, dass die Mitarbeitenden diese auch nach der Veranstaltung weiterverwenden können.

### Verwendete Exponate

Bei der Durchführung der betrieblichen Experimentierräume im Projekt KI\_Café wurden verschiedenste Exponate ausgestellt. In Abbildung X ist eine Kollage abgebildet, welche einige Exponate zeigt. Die Exponate werden im Folgenden beschrieben.

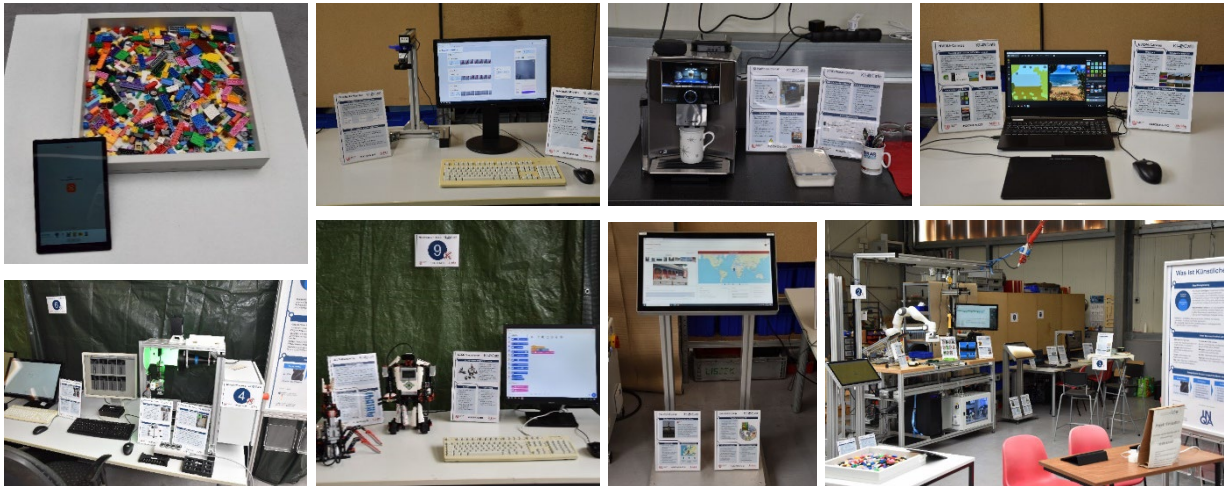


Abbildung 2: Kollage einiger Exponate

### Brickit

Beim Exponat Brickit handelt es sich um eine Anwendung, welche für Android und iOS-Geräte kostenfrei verfügbar ist. Durch die im Smartphone oder Tablet verbauten Kamera wird ein Haufen Lego-Steine fotografiert. Auf Basis des aufgenommenen Bildes werden die im Bild befindlichen Steine mittels eines bildverarbeitenden KI-Modells erkannt. Die App schlägt der Nutzer:in im Folgenden eine Auswahl an Bauanleitungen vor, die mit den erkannten Steinen gebaut werden können. Die Besuchenden des sollen die Funktionsweise sowie förderliche und hinderliche Faktoren bei der Nutzung automatisierter Bildverarbeitung erkennen.

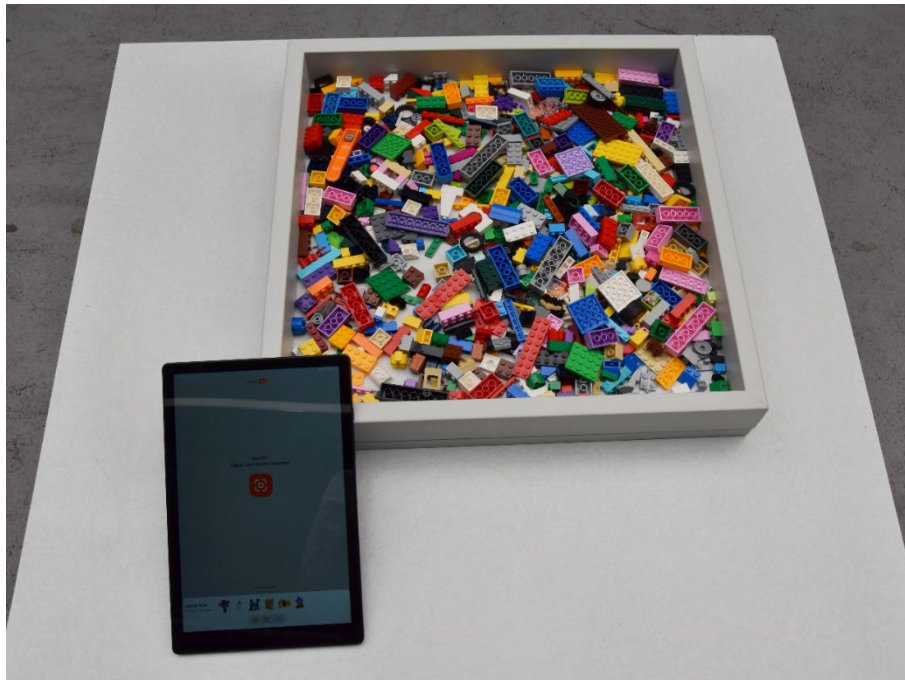


Abbildung 3: Brickit

### Smarte Kaffeemaschine

Durch die Kopplung eines Amazon Echo Dot mit einer WLAN-fähigen Kaffeemaschine, kann die Nutzung von Spracherkennung an einem einfachen Anwendungsbeispiel erläutert werden. Die Besuchenden sollen die Funktionsweise KI-basierter Spracherkennung verstehen und erkennen, dass die Nutzung bestimmter Schlagworte für eine erfolgreiche Informationsverarbeitung notwendig ist.

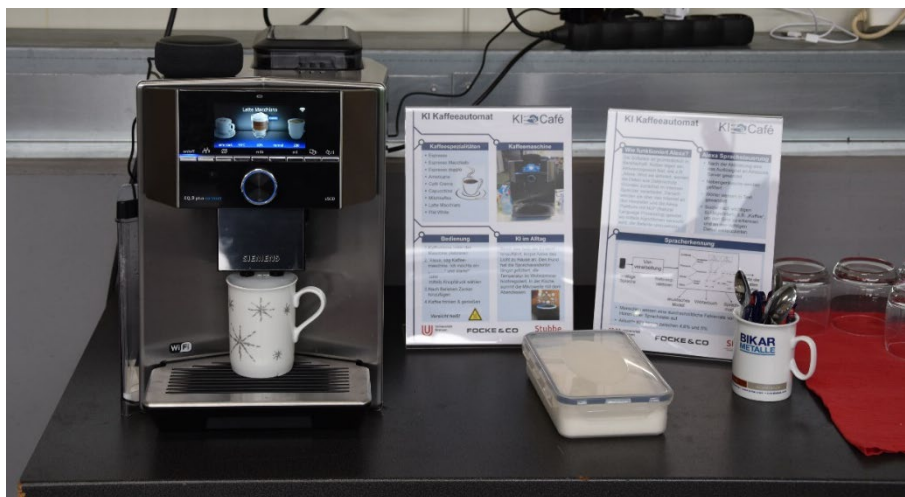


Abbildung 4: Amazon Echo Dot mit gekoppelter Kaffeemaschine

### Open AI GPT

Chat GPT ist ein frei zugängliches KI-Textmodell, welches dazu genutzt wird Texte auf Basis einer Eingabe zu generieren. Durch die Interaktion mit diesem Exponat können die Besuchenden eigene Erfahrungen im Umgang mit einem textbasierten KI-Modell machen und zeitgleich eigenen Kompetenzen im Umgang mit einer neuartigen KI-Technologie entwickeln.



Abbildung 5: Chat PGT und Stable Diffusion

### Stable Diffusion

Stable Diffusion ist ein frei zugänglicher KI-basierter Text zu Bild Generator, welcher auf Basis eines Eingabetextes ein Bild generiert. Im Umgang mit Stable Diffusion konnten die Besuchenden eigene Erfahrungen im Umgang mit KI-basierten Bildgeneratoren sammeln. Durch die direkte Erstellung des Ausgabebildes ist es den Besuchenden möglich, den Zusammenhang zwischen bestimmten Eingabemustern und dem entstehenden Bild zu erkennen und so die Stärken und Schwächen des KI-Modells zu identifizieren.

### Teachable Machine

Das Exponate Teachable Machine ist frei im Internet zugänglich und ermöglicht es den Besuchenden in drei einfachen Schritten ein bildbasiertes KI-Modell zu erstellen und zu erproben. Über eine am Computer angeschlossene Webcam werden zunächst Bilder verschiedener Handgesten nacheinander aufgenommen. Anschließend wird ein KI-Modell automatisch trainiert und ist im Nachgang in der Lage die Handgesten voneinander zu unterscheiden. Durch das spielerische Experimentieren mit diesem Exponat lernen die Besuchenden an einem einfachen Anwendungsbeispiel, wie wichtig die Eingabedaten für die Performanz von KI-Modellen sind.

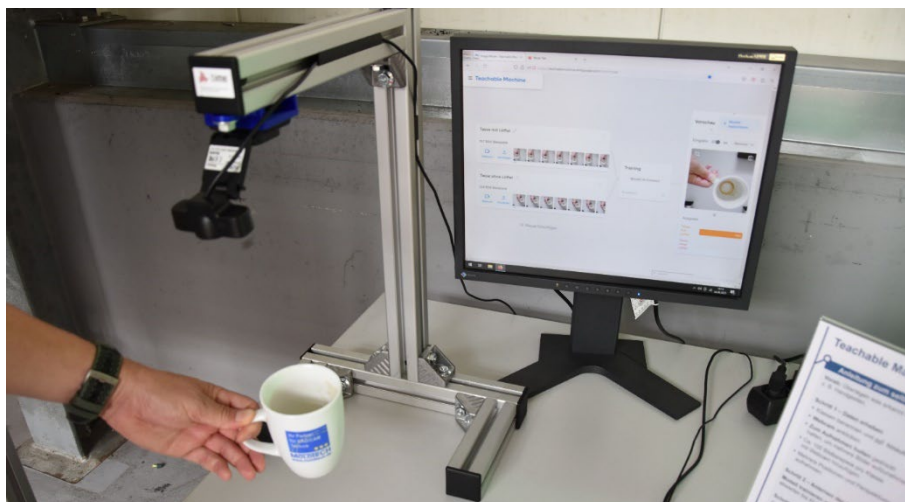


Abbildung 6: Teachable Machine

## Nvidia Canvas

Bei dem frei zugänglichem Exponat Nvidia Canvas können die Besuchenden durch ein Touchpad rudimentäre Zeichnungen erstellen, welche durch ein KI-Modell in ein Ausgabebild umgewandelt werden. Hierbei wird von den Nutzenden definiert, welche Striche im Eingabebild bestimmte Objekte oder Landschaften darstellen sollen.



Abbildung 7: Nvidia Canvas

## Quick draw!

Quick draw! Ist ein frei im Internet zugängliches Exponat bei dem der Nutzer dazu aufgefordert wird verschiedene Objekte zu zeichnen. Diese Zeichnung wird anschließend von einem KI-Modell analysiert und erkannt. Im Anschluss wird eine Übersicht über die gezeichneten Objekte dargestellt. Zusätzlich dazu werden die zwei Objekte dargestellt, welche dem gezeichneten Objekt für das KI-Modell ähneln. Hierdurch ist es den Nutzenden möglich, zu erkennen auf Basis welcher Daten das KI-Modell angelernt wurde. Die Relevanz der verwendeten Datenlage wird somit anschaulich dargestellt.



Abbildung 8: Quick draw!

### Werkzeugzuordnung

Dieses Exponat wurde im Kontext der Entwicklung des Anwendungsdemonstrators erstellt und ermöglicht es den Nutzenden Bilder von Fräswerkzeugen nach ihrem Verschleißzustand zu klassifizieren. Nach der Klassifizierung der Bilder durch die Nutzenden teilt das Exponat mit, zu welchem Klassifizierungsergebnis das verwendete KI-Modell gekommen ist und wie die zugrundeliegende Experteneinschätzung ist.

Dieses Exponat ermöglicht es den Besuchenden in einem spielerischen Anwendungsbeispiel selbst zu erfahren, welche Herausforderung die Klassifizierung von Werkzeugverschleiß an Fräswerkzeugen darstellt.

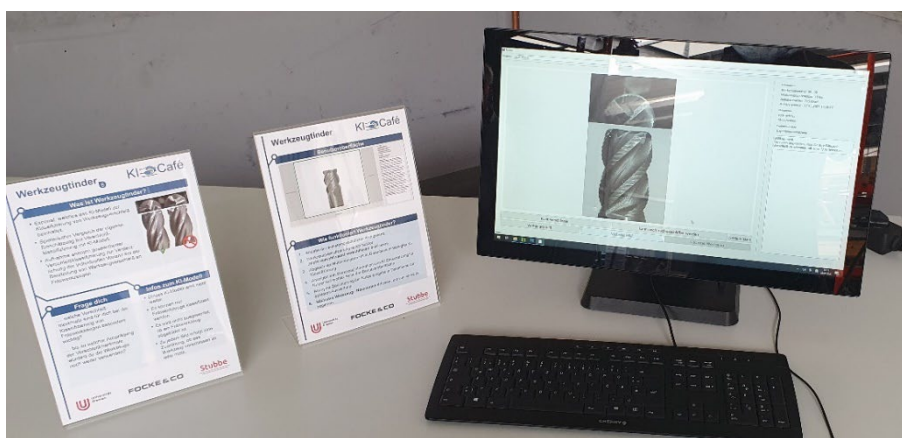


Abbildung 9: Werkzeugzuordnung

## Kollaborativer Roboter

Bei diesem Exponat können die Besuchenden ein kleines Getriebe, welches aus 3D-gedruckten Bauteilen besteht gemeinsam mit einem kollaborativen Roboter montieren. Der Roboter greift hierzu einige der benötigten Bauteile aus Pufferplätzen und hält diese in den Montagebereich, sodass eine ergonomische Montage für die Nutzenden möglich ist. Die Besuchenden können bei diesem Exponat die Funktionsweise kollaborativer Roboter selbst erfahren und den Umgang mit solchen Systemen lernen.



Abbildung 10: Kollaboratives Montageszenario

## Hololens 2

Durch die Nutzung einer Hololens 2, kann die Nutzung und die Potenziale von Augmented Reality anschaulich erläutert und für den Nutzer dargestellt werden. Als Anwendungsbeispiel wurde hierbei die CAD-Konstruktion des KI-Demonstrators gewählt. Durch das Erfahren von Augmented Reality im Kontext eines betrieblichen Anwendungsfalls konnten die Nutzenden weitere Anwendungsmöglichkeiten im eigenen Betrieb identifizieren.



Abbildung 11: Augmented Reality mittels Hololens 2



## Halbautomatisierte Bildaufnahmevorrichtung

Mittels einer halbautomatisierten Bildaufnahmevorrichtung werden Bilddaten von Fräswerkzeugen erhoben, welche für das Training von KI-Modellen genutzt werden können. Dieses Exponat vermittelt den Besuchenden die Vorgehensweise bei der Erstellung des KI-Modells zur Klassifizierung von Verschleiß an Fräswerkzeugen. Hierdurch wird ein wichtiger Teil des Entwicklungsprozesses transparent und für die Besuchenden anschaulich dargestellt.

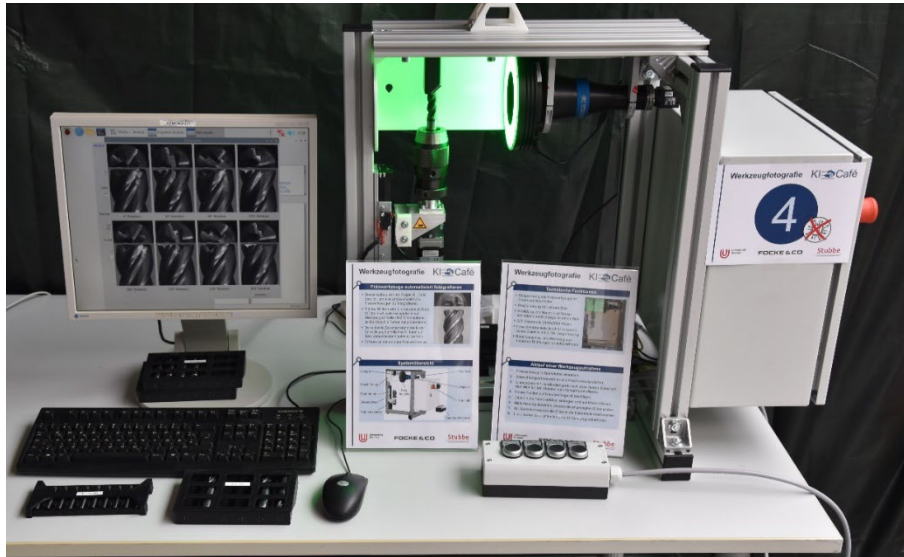


Abbildung 12: halbautomatisierte Bildaufnahmevorrichtung

## KI-Demonstrator

Der KI-Demonstrator stellt das zentrale Exponat der letzten Durchführung des betrieblichen Experimentierraums dar. Während der Durchführung des Experimentierraums wurde die Funktionsweise des KI-Demonstrators anschaulich dargestellt und konnte von den Besuchenden beobachtet werden.



Abbildung 13: KI-Demonstrator

## Organisation der betrieblichen Experimentierräume

Nach der Festlegung der Exponate für die betrieblichen Experimentierräume kann mit der Organisation der für die Durchführung benötigten Ressourcen begonnen werden. Von besonderer Relevanz sind hierbei die Erstellung eines Konzepts für die Anordnung der Exponate in dem betrieblichen Experimentierraum sowie der hierfür benötigte Platz. Damit die Exponate möglichst niedrigschwellig und ohne Vorkenntnisse verwendet werden können, ist es sinnvoll für jedes Exponat einen Aufsteller zu erstellen auf dem die Funktionsweise und das Lernziel des Exponats erläutert werden. Neben solchen materiellen Ressourcen müssen ebenfalls personelle Ressourcen berücksichtigt werden.

Bei der Erstellung des Konzepts zur Anordnung der Exponate in dem betrieblichen Experimentierraum müssen die individuellen Lernziele der einzelnen Exponate berücksichtigt werden. Es hat sich gezeigt, dass die Besuchenden des Experimentierraums dazu neigen, der Reihe nach von einem Exponat zu benachbarten Exponaten zu gehen. Durch eine bewusste Anordnung der Exponate kann so die während des Besuchs des Experimentierraums erreichte Lernkurve optimiert werden. Hierdurch wird der Lerneffekt für die Besuchenden nachhaltig verbessert.

## Festlegung des Platzbedarfs

Zur Festlegung des Platzbedarfs auf der Produktionsfläche muss die Anzahl der geplanten Exponate, deren individueller Platzbedarf sowie deren Zugänglichkeit berücksichtigt werden. Neben dem für die Exponate notwendigen Platzbedarf muss genügend Platz für die Besuchenden des betrieblichen Experimentierraums einkalkuliert werden. Hierfür ist eine Abschätzung der zu erwartenden Anzahl der Besuchenden in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße notwendig. Es empfiehlt sich einige Stehtische auf der genutzten Fläche

zu verteilen, um einen zusätzlichen Anlaufpunkt für Expertengespräche mit den Besuchenden zu schaffen. Um eine gute Übersicht über den betrieblichen Experimentierraum zu gewährleisten und um sicherzustellen, dass die für Diskussionen nötige Nähe gegeben ist, sollte die Fläche des Experimentierraums nicht zu groß gewählt werden.

Darüber hinaus sind die betrieblichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Es sollte eine Fläche gewählt werden, die einerseits zentral gelegen und für viele Mitarbeitende gut zu erreichen ist und andererseits so liegt, dass die betrieblichen Abläufe nicht behindert werden.

### **Aufbau eines betrieblichen Experimentierraums**

Ein betrieblicher Experimentierraum muss für die Besuchenden klar als solcher erkennbar sein. Um sicherzustellen, dass die Besuchenden die Exponate in der angedachten Reihenfolge nutzen, ist es sinnvoll einen zentralen Ein- und Ausgang festzulegen. Es bietet sich an, an dem Ein- und Ausgang Poster zu platzieren, welche kurze Informationen zu den Exponaten in der ausgestellten Reihenfolge enthalten. Die Grundfläche des Experimentierraums sollte durch die Exponate selbst und gegebenenfalls durch die Verwendung dezenter Absperrbänder deutlich gemacht werden. Im Vergleich zur Verwendung von Trennwänden besteht hierbei weiterhin die Möglichkeit den Experimentierraum von allen Seiten einzusehen. In Abbildung 14 ist der Aufbau des betrieblichen Experimentierraums KI\_CaféLab in einem Kleinbetrieb abgebildet.



*Abbildung 14: Übersicht der Anordnung der Exponate in einem Kleinbetrieb*

Zu jedem Exponat wird ein Aufsteller im DIN A4-Format erstellt auf dem erläutert wird, wobei es sich bei dem Exponat handelt und was die technische Funktionsweise des Exponats im Kontext des Anwendungsbereichs ist. Zudem findet sich auf dem Aufsteller eine Anleitung zur selbstständigen Nutzung des Exponats. Viele der Exponate erfordern Eingabegeräte wie Maus und Tastatur. Für diese Exponate wird neben dem Tisch, auf dem Sie sich befinden ebenfalls ein Stuhl bereitgestellt, um den Besuchenden das Nutzen der Exponate bequem zu

ermöglichen. Neben den Anforderungen an die Hardware einzelner Exponate muss berücksichtigt werden, dass einige Exponate einen Internetanschluss benötigen. Der Zugang zum Internet muss bereits in der Planungsphase bedacht werden. Sollten im Unternehmen spezielle Anforderungen an den Datenschutz oder die Einrichtung des Internetzugangs bestehen, müssen die zuständigen Akteur:innen frühzeitig in die Planung und Durchführung des betrieblichen Experimentierraums eingebunden werden, um die nötige Infrastruktur zu schaffen.

## **Personelle Anforderungen**

### **Einbindung betrieblicher Experimentierräume im Unternehmen**

Die Anwendung der Methode KI\_Café zur Durchführung betrieblicher Experimentierräume und zur Einführung eines KI-basierten Anwendungsdemonstrators ist mit dem Einsatz von Personal für die Planung, Organisation und Durchführung verbunden. Hierbei zeigt sich, dass die Personalplanung aber auch die Umsetzung der Methode KI\_Café abhängig von der Unternehmensgröße gestaltet werden muss. Große Unterschiede für die Durchführung eines solchen Projektes in einem Großunternehmen bzw. Kleinunternehmen ergeben sich insbesondere bei der Einbindung von Führungsebenen, Betriebsrat und sonstigen Schlüsselpositionen, wie z. B. Sicherheits- oder Datenschutzbeauftragt:innen. Während in einem kleinen Unternehmen in der Regel viele Funktionen in Personalunion ausgeführt werden, sind in einem großen Unternehmen viele Stakeholder einzubinden und ein umso breiteres Interessensspektrum abzudecken.

Die Einbindung dieser Stakeholder ist für die erfolgreiche Durchführung des Experimentierraums von großer Bedeutung, da dieser parallel zum Tagesgeschäft des Unternehmens durchgeführt werden muss und es zu keiner Beeinträchtigung des Tagesgeschäfts kommen darf. Durch eine optimale Einbindung der Stakeholder können die Ziele des betrieblichen Experimentierraums KI\_CaféLab besser erreicht werden. In diesem Kontext bietet es sich an, die Stakeholder an einem gesonderten Termin, abseits der eigentlichen Öffnungszeiten des Experimentierraums dazu einzuladen, diesen selbst zu besuchen. Dies ermöglicht es den Stakeholdern, sich einen besseren Eindruck von der Durchführung und von den Potenzialen der Methode KI\_Café für das eigene Unternehmen zu verschaffen.

### **Planung der Personalkapazitäten**

Bei der Personalplanung muss auch das Personal berücksichtigt werden, welches in den betrieblichen Experimentierräumen als Ansprechpartner für die Mitarbeitenden des Unternehmens zur Verfügung steht. Es ist vorgesehen, dass diese Aufgabe von Mitarbeitenden des Unternehmens durchgeführt wird. Dieser Ansatz bietet den wesentlichen Vorteil, dass die Besuchenden ihr eigenes Kollegium erkennen und somit der Einstieg in Gespräche rund um KI und die ausgestellten Exponate erleichtert wird. Bei der Auswahl der Mitarbeitenden die als Ansprechpersonen fungieren müssen die Öffnungszeiten und die Arbeitszeiten der Personen berücksichtigt werden. Je nach Unternehmensgröße, der zu

erwartenden Anzahl der Besuchenden und der ausgestellten Exponate ist die Anzahl der Ansprechpersonen so zu wählen, dass zu jedem Zeitpunkt ausreichend Personen im betrieblichen Experimentierraum anwesend sind. Es hat sich gezeigt, dass es besonders in mittleren Unternehmen sinnvoll ist diese Anzahl so zu wählen, dass für jedes Exponat zu jedem Zeitpunkt eine Ansprechperson zur Verfügung steht. Die Einbindung von Auszubildenden für diese Aufgabe wird von den Mitarbeitenden positiv aufgenommen, da hierdurch die Zukunftsträchtigkeit KI-basierter Technologien sowie der Fokus des eigenen Unternehmens auf dieses Thema verdeutlicht wird.

Hierbei ist es sinnvoll einen Schichtplan für die Arbeitszeiten im betrieblichen Experimentierraum KI\_CaféLab zu erstellen, der mit dem Tagesgeschäft des entsprechenden Mitarbeitenden abgestimmt ist.

### **Auswahl der Öffnungszeiten**

Grundsätzlich sieht die Methode KI\_Café vor, dass alle Mitarbeitenden eines Unternehmens einen niedrighschwelligem und gleichwertigen Zugang zu dem betrieblichen Experimentierraum erhalten. Je nach Auslastung des Tagesgeschäfts, während der Durchführung des betrieblichen Experimentierraums, kann es sich jedoch ergeben, dass nicht alle Mitarbeitenden den betrieblichen Experimentierraum besuchen können. Daher sollte in der Planungsphase der Experimentierräume berücksichtigt werden, wie viele Mitarbeitende den Experimentierraum besuchen können.

Neben der Berücksichtigung des Tagesgeschäfts spielt bei der Planung der Öffnungszeiten des betrieblichen Experimentierraums die Unternehmensgröße und das verwendete Schichtmodell eine große Rolle. Für einen gleichwertigen Zugriff aller Mitarbeitenden auf den Experimentierraum müssen die Öffnungszeiten so festgelegt werden, dass diese unabhängig von ihrer Schicht daran teilnehmen können. Hierbei eignen sich zwei verschiedene Ansätze zur Auswahl der Öffnungszeiten. Beim ersten Ansatz werden die täglichen Öffnungszeiten so festgelegt, dass eine Überschneidung zwischen den Schichten stattfindet. Somit ist es Mitarbeitenden mehrerer Schichten möglich am betrieblichen Experimentierraum KI\_CaféLab teilzunehmen. Eine weitere Möglichkeit ist es, die Dauer des KI\_CaféLab über mehrere Wochen verteilt festzulegen, sodass während der Durchführung ein Schichtwechsel stattfindet.

Der betriebliche Experimentierraum KI\_CaféLab ist grundsätzlich darauf ausgelegt, dass die Mitarbeitenden diesen ohne vorherige Anmeldung besuchen können. Bei der Durchführung hat sich gezeigt, dass dieses Konzept von den Mitarbeitenden mit Begeisterung aufgenommen wird. Je nach Unternehmensgröße und den im Unternehmen üblichen Pausenzeiten kann es dazu kommen, dass es zu einer temporär erhöhten Anzahl der Besuchenden zu bestimmten Zeiten kommt. Es ist denkbar diesem Effekt entgegenzuwirken, indem den Mitarbeitenden im Vorfeld verschiedene Zeitslots zugewiesen werden.

## **Ankündigung der betrieblichen Experimentierräume**

Damit ein Unternehmen und insbesondere dessen Mitarbeitende von den betrieblichen Experimentierräumen profitieren können, ist es unerlässlich die Veranstaltung mit genügend zeitlichem Vorlauf anzukündigen. Während diese Ankündigung in Kleinstbetrieben auf einem schwarzen Brett und durch die Kommunikation der Mitarbeitenden untereinander passieren kann, müssen in mittleren Unternehmen weitere Kommunikationsmittel gewählt werden. Hier eignet sich das Versenden von E-Mails und die Nutzung des Intranets.

Beim Versenden der Einladung muss davon ausgegangen werden, dass die Mitarbeitenden nicht wissen, worum es sich beim betrieblichen Experimentierraum KI\_CaféLab handelt. Daher muss hier bereits Begeisterung geschaffen werden, indem das Kernkonzept dargestellt wird. Zusätzlich müssen auf der Einladung Kerninformationen wie der Zeitraum der Durchführung, die Öffnungszeiten und der Ort angegeben werden. Sofern aufgrund von unternehmensinternen Gegebenheiten entschieden wird, dass Mitarbeitenden Zeitslots zugewiesen werden, sind diese hier ebenfalls bereits mit anzukündigen.

## **Vorbereitung der Experimentierräume**

Um die Mitarbeitenden, die im betrieblichen Experimentierraum KI\_CaféLab als Ansprechpersonen für die Besuchenden fungieren für ihre Aufgabe vorzubereiten, ist die Durchführung von Vorbereitungsworkshops notwendig. Die Vorbereitungsworkshops werden als Workshopreihe durchgeführt. Bei einem initialen Workshop werden zunächst die verschiedenen Exponate sowie deren Lernziele, Anwendungsgebiete und Funktionsweisen erläutert. Dieser Workshop kann zur Vereinfachung der Organisation des Workshops online durchgeführt werden. Bei Kleinstunternehmen ist es gegebenenfalls sinnvoll bereits diesen Workshop in Präsenz durchzuführen. Dieser initiale Workshop sollte zeitnah, spätestens drei Wochen vor dem Beginn der Durchführung des betrieblichen Experimentierraums KI\_CaféLab, durchgeführt werden. Dies bietet den Teilnehmenden die Gelegenheit sich gedanklich mit den Exponaten auseinanderzusetzen und sich vertieft mit den Exponaten zu beschäftigen.

Die Ziele des ersten Workshops sind hierbei wie folgt gegliedert:

1. Verständnis der Lernziele der Exponate
2. Verständnis der Funktionsweise der Exponate
3. Verständnis der Anwendungsbereiche der Exponate
4. Nutzung des Exponats oder ähnlicher Anwendungen außerhalb des betrieblichen Experimentierraums

Im direkten Vorfeld der Durchführung des betrieblichen Experimentierraums wird ein weiterer Workshop durchgeführt. Zur Durchführung dieses Workshops muss der Experimentierraum bereits aufgebaut und die Exponate in Betrieb genommen sein. Das Ziel dieses letzten Workshops ist es, dass sich die Teilnehmenden im Detail mit der Funktionsweise der Exponate befassen. Der Workshop soll Sie in die Lage versetzen die Funktionsweise und die Lernziele

der Exponate selbstständig erläutern zu können und die Exponate im Falle einer Störung wieder in Betrieb nehmen zu können.

#### Ziele des zweiten Workshops

1. Festigung der im ersten Workshop erlernten Kenntnisse
2. Verständnis der Notwendigkeit technischer Hilfsmittel
3. Verständnis der Handhabung der technischen Hilfsmittel

Die Anzahl des für die Betreuung der Experimentierräume einzuplanenden Personals ergibt sich aus der erwarteten Anzahl an Besuchenden sowie der Auswahl der Exponate, dem daraus abgeleiteten „Betreuungsaufwand“ und den betrieblichen Rahmenbedingungen. Das einzuplanende Personal setzt sich zusammen aus dem Projektteam, welches den KI-Demonstrator entwickelt und zusätzlichen Mitarbeitenden.

## **KI-Demonstrator**

### **Auswahl des Anwendungsdemonstrators**

Bei der Auswahl des Anwendungsdemonstrators ist es von hoher Relevanz, dass für die Besuchenden des betrieblichen Experimentierraums der Bezug zum beruflichen Alltag klar erkennbar ist. Im Forschungsprojekt KI\_Café wurde ein KI-basiertes Assistenzsystem zur Klassifizierung von Verschleiß von Fräswerkzeugen als Anwendungsdemonstrator gewählt. Aufgrund der Vielzahl an Unternehmen in Deutschland, die sich mit der Bearbeitung von Werkstücken befassen, ist durch die Wahl dieses Anwendungsfalls eine breite Transferierbarkeit der Projektergebnisse gegeben.

Der Prozess der Werkzeugbeurteilung wird in kleinen und mittleren Unternehmen häufig von den Maschinenbedienenden oder vom Personal in der Werkzeuginstandhaltung durch Inaugenscheinnahme vorgenommen. Die Einführung eines KI-basierten Assistenzsystems in einem interdisziplinären Entwicklungsprozess hilft diesen Mitarbeitenden dabei den Zustand von Fräswerkzeugen objektiver zu ermitteln. Hierdurch wird der Arbeitsalltag der Beschäftigten nachhaltig verbessert.

Durch den unmittelbaren Bezug des KI-Demonstrators zum betrieblichen Alltag der Beschäftigten, können die Potenziale von KI-Systemen im betrieblichen Umfeld verdeutlicht werden. Hierdurch wird die Erleichterung des eigenen Arbeitsalltags plausibel und anschaulich dargestellt. Die Erfahrung der KI\_CaféLabs hat gezeigt, dass besonders die Exponate zum Schaffen von Begeisterung geeignet sind, die einen unmittelbaren Bezug zum betrieblichen Alltag aufweisen.

### **Entwicklung des KI-Demonstrators**

Bei der Entwicklung des KI-Demonstrators nimmt die interdisziplinäre Zusammenarbeit einen hohen Stellenwert ein. Das Experten- und Domänenwissen der Mitarbeitenden, welche mit dem KI-Demonstrator arbeiten werden, spielt hierbei eine große Rolle. Es essentiell Partizipations- und Weiterbildungsformate zu schaffen, welche es ermöglichen das benötigte Wissen über den Anwendungsfall kontinuierlich in den Entwicklungsprozess einzubringen. Aus diesem Grund werden im Rahmen der Entwicklung des KI-Demonstrators im Kontext der Methode KI\_Café wiederkehrende Workshops mit den Mitarbeitenden durchgeführt.

Die Ziele der einzelnen Workshops sind individuell festzulegen und richten sich nach dem aktuellen Stand der Entwicklung des KI-Demonstrators. Bereits in der Projektplanung können einzelne Arbeitspakete festgelegt werden, bei deren Bearbeitung sich die Durchführung von Workshops anbietet. Ein Beispiel hierfür ist die initiale Erhebung von Anforderungen an den KI-Demonstrator durch die Mitarbeitenden, die nach der Entwicklung mit dem Demonstrator arbeiten.

Die Entwicklung des KI-Demonstrators im Kontext der Methode KI\_Café richtet sich ebenfalls nach der geplanten Anzahl von Durchführungen des betrieblichen Experimentierraums KI\_CaféLab. Der aktuelle Entwicklungsstand des KI-Demonstrators sollte zu den



Durchführungen als Exponat ausgestellt werden, um die Transparenz des Entwicklungsprozesses zu erhöhen. Durch diesen Ansatz besteht außerdem die Chance Feedback zum aktuellen Entwicklungsprozess zu erhalten und die Ideen und Anmerkungen der Besuchenden bei den weiteren Entwicklungsarbeiten zu berücksichtigen.

### Funktionsweise des KI-Demonstrators

Der KI-Demonstrator ist als Assistenzsystem zur Klassifizierung von Werkzeugverschleiß konzipiert und in Abbildung 15 dargestellt. Das Grundgerüst des Prüfstandsmodulators besteht aus Aluminiumprofilen und weist eine Grundfläche von 1200x800 mm auf, was den exakten Maßen einer Europalette entspricht. Hierdurch und durch die verbauten Schwerlastrollen wird die Transportierbarkeit des KI-Demonstrators erleichtert. Um Werkzeuge zu klassifizieren, werden diese zunächst manuell in einen dafür vorgesehenen Puffer eingelegt. Das Programm zur Klassifizierung der Werkzeuge kann anschließend vom Bedienenden über eine Benutzeroberfläche gestartet werden, welche die weiteren mechatronischen Komponenten ansteuert. Ein Roboter entnimmt die Werkzeuge anschließend einzeln aus dem Puffer und positioniert diese vor einer Kamera. Diese Kamera nimmt anschließend mehrere Bilder des Werkzeugs auf. Zwischen jeder Bildaufnahme wird das Werkzeug durch den Roboter um 45 ° rotiert, um die gesamte Mantelfläche des Werkzeugs abzubilden. Nach der Bildaufnahme werden die Bilder an ein KI-Modell weitergeleitet, welches die Klassifizierung der Werkzeugbilder vornimmt. Abschließend wird das Klassifizierungsergebnis jedes Werkzeugs über die Benutzeroberfläche an den Bedienenden weitergegeben.



Abbildung 15: Ausstellung des KI-Demonstrators in dem betrieblichen Experimentierraum KI\_CaféLab

## Gehäuse

Das Gehäuse der Werkzeugprüfzelle ist aus Aluminiumprofilen gefertigt und weist inklusive der verbauten Schwerlastrollen eine Höhe von 2289 mm auf. Die Grundfläche der Werkzeugprüfzelle beträgt 1215 x 770 mm. Die Arbeitsfläche der Werkzeugprüfzelle ist auf einer Höhe von 911 mm montiert. Die Höhe des Arbeitsraums beträgt 1310 mm. Die Seiten des Arbeitsraums sind zur Arbeitssicherheit mit Plexiglaspaneelen ausgestattet, sodass der Roboter im Betrieb keine Gefahr für die Bedienenden darstellen kann. Jeweils ein einer Quer- und Längsseite befinden sich eine Tür, welche zum Bestücken der Werkzeugprüfzelle, zur Interaktion mit dem Roboter und zur Wartung des Systems geöffnet werden können. Diese Türen sind mit einer Sicherheitsschaltung versehen, die das Robotersystem stoppt, sobald eine der Türen geöffnet wird. An der Oberseite der Werkzeugprüfzelle befindet sich eine Lampe, welche zur Beleuchtung des Arbeitsraums dient. Die technische Zeichnung des Gehäuses befindet sich im Anhang.

## Lagerplätze

In der Prüfzelle sind zwei Lagerplätze montiert, in die die Werkzeuge abgelegt werden können. Jeder Lagerplatz verfügt über zwölf kreisförmige Ausschnitte mit einem Innendurchmesser von 58 mm. Bei der Betrachtung der technischen Zeichnung der Lagerplätze ist darauf zu achten, dass jeweils drei Ausschnitte entfernt wurden, um Platz einzusparen.

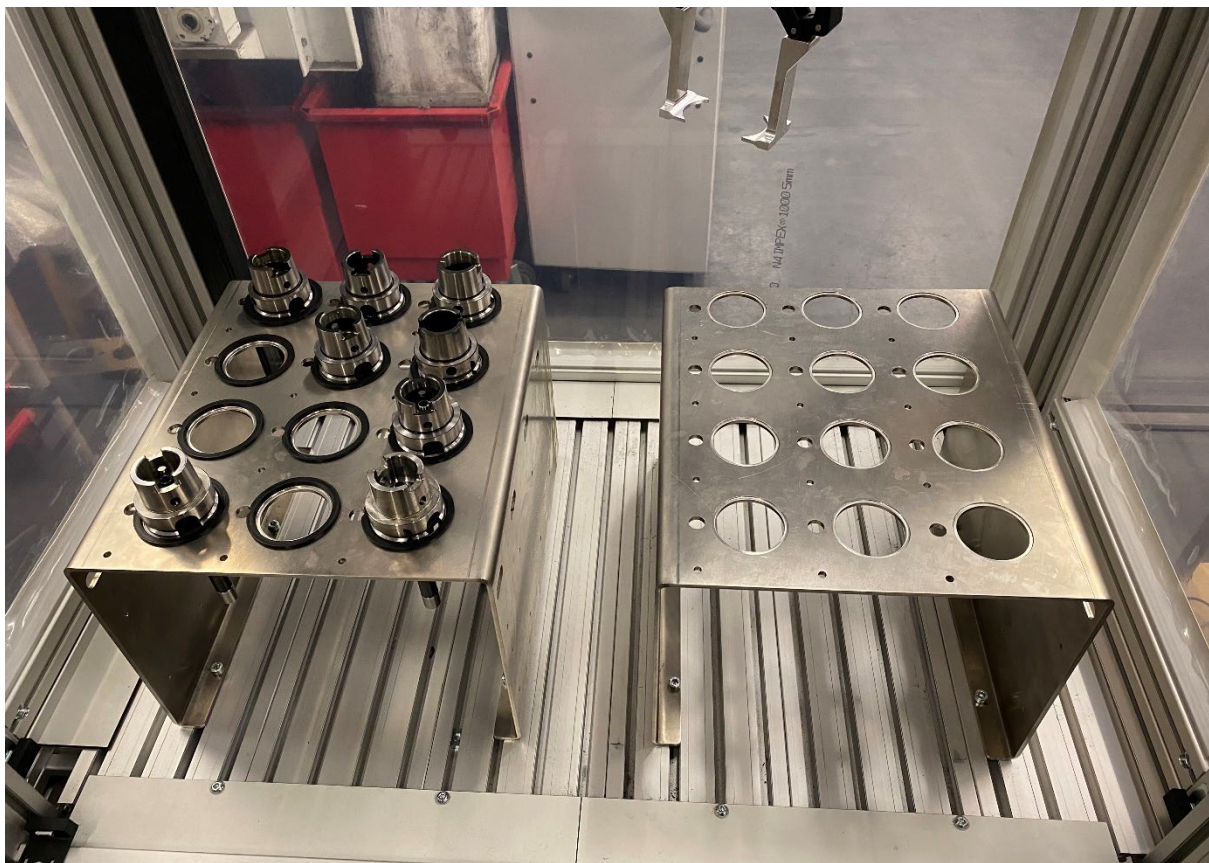


Abbildung 16: In der Werkzeugprüfzelle montierte Puffersysteme.

## IndustriePC

Zur Ansteuerung der mechatronischen Komponenten und zur Ausführung der Software ist in der Werkzeugprüfzelle ein Industriecomputer C6930 der Firma Beckhoff verbaut.

## Monitor

Die Werkzeugprüfzelle ist mit einem Monitor ausgestattet, der zur Interaktion des Bedieners mit der Benutzersoftware dient. Hierbei handelt es sich um den Touchscreen-Monitor TD2223 der Firma ViewSonic mit einer Auflösung von 1920 x 1090 Pixel und einer Bildschirmdiagonale von 21.5 Zoll.

## UR5 Roboter

Zur Automatisierung des Prüfprozesses wird der kollaborative Roboter UR5 der Firma universal Robots verwendet. Der UR5 verfügt über 6 rotierende Gelenke und hat eine Reichweite von 850 mm bei einer Traglast von 5 kg. Sämtliche Gelenke können mit einer Rotationsgeschwindigkeit von 180°/s um jeweils 360° in positive und negative Richtung gedreht werden. Der Schaltkasten des UR5 verfügt über jeweils 16 digitale Ein- und Ausgänge sowie über jeweils 2 analoge Ein- und Ausgänge. Der Schaltkasten ist unter der Arbeitsfläche der Werkzeugprüfzelle verbaut.

Über ein Teach panel kann der Roboter angesteuert werden. Diese befindet sich ebenfalls unter der Arbeitsfläche der Werkzeugprüfzelle und kann über einen Touchscreen-Monitor mit einer Auflösung von 1280 x 800 Pixel bedient werden.



Abbildung 17: UR5 der Firma Universal Robot

Der UR5 verfügt über einen elektrisch angesteuerten Greifer. Dieser ist mit Greifbacken ausgestattet die eigens dafür angefertigt sind, in die Nut der Werkzeugaufnahmen fassen zu können. Somit können die Werkzeuge gehandhabt werden.

## Greifsystem

Der Roboter ist mit adaptiven, elektrischen Greifsystem 2F-85 der Firma Robotiq ausgestattet. Das Greifsystem verfügt über einen Hub von 85 mm und eine Greifkraft von 20 – 235 N. Die Nutzlast bei formschlüssigem Greifen und bei Reibschluss beträgt 5 kg. Die Positionsauflösung an der Fingerspritze des Greifers beträgt 0,4 mm. Das System schließt mit einer Geschwindigkeit von 20 – 150 mm/s. Es wird über das Kommunikationsprotokoll Modbus RZU (RS-232) angesteuert und verfügt über die IP-Schutzklasse IP40.



Abbildung 18: Greifsystem 2F-85 der Firma Robotiq

## Greiffinger

Zur Handhabung der Fräswerkzeuge inklusive deren Werkzeugaufnahmen wurden Greiffinger konstruiert und gefertigt. In Abbildung 19 ist ein einzelner Greiffinger abgebildet. Die Greiffinger werden an das Greifsystem montiert und zur formschlüssigen Handhabung der Werkzeugaufnahmen. Hierzu greifen die Greiffinger mittels einer runden Kontaktfläche in eine

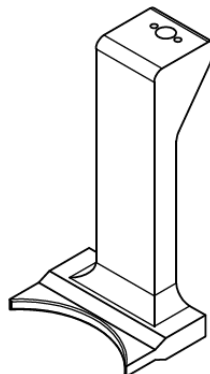


Abbildung 19: Technische Darstellung eines Greiffingers

Nut, welche sich in den Werkzeugaufnahmen befindet. Eine technische Zeichnung der Greiffinger befindet sich im Anhang.

## Werkzeugklassifizierung mittels Methoden des maschinellen Lernens

Die Grundlage des KI-Modells, welches den Prüfstands-demonstrator dazu befähigt den Verschleiß an Fräs Werkzeugen zu klassifizieren bildet ein Bilddatensatz. Zur Erhebung dieses Bilddatensatzes wurden verschiedene Fräs Werkzeuge, welche in der Fertigung verwendet wurden, zunächst von Experten ihrem Zustand nach eingeordnet. Die beiden hierbei verwendeten Zustände geben an, ob das Werkzeug verschlissen ist und nicht mehr verwendet werden kann oder ob das Werkzeug nicht verschlissen ist und daher noch weiterverwendet werden kann.

Von diesen Fräs Werkzeugen wurden mittels einer teilautomatisierten Bildaufnahmevorrichtung Bilder aufgenommen. Diese Bildaufnahmevorrichtung ist in Abbildung 20 dargestellt.

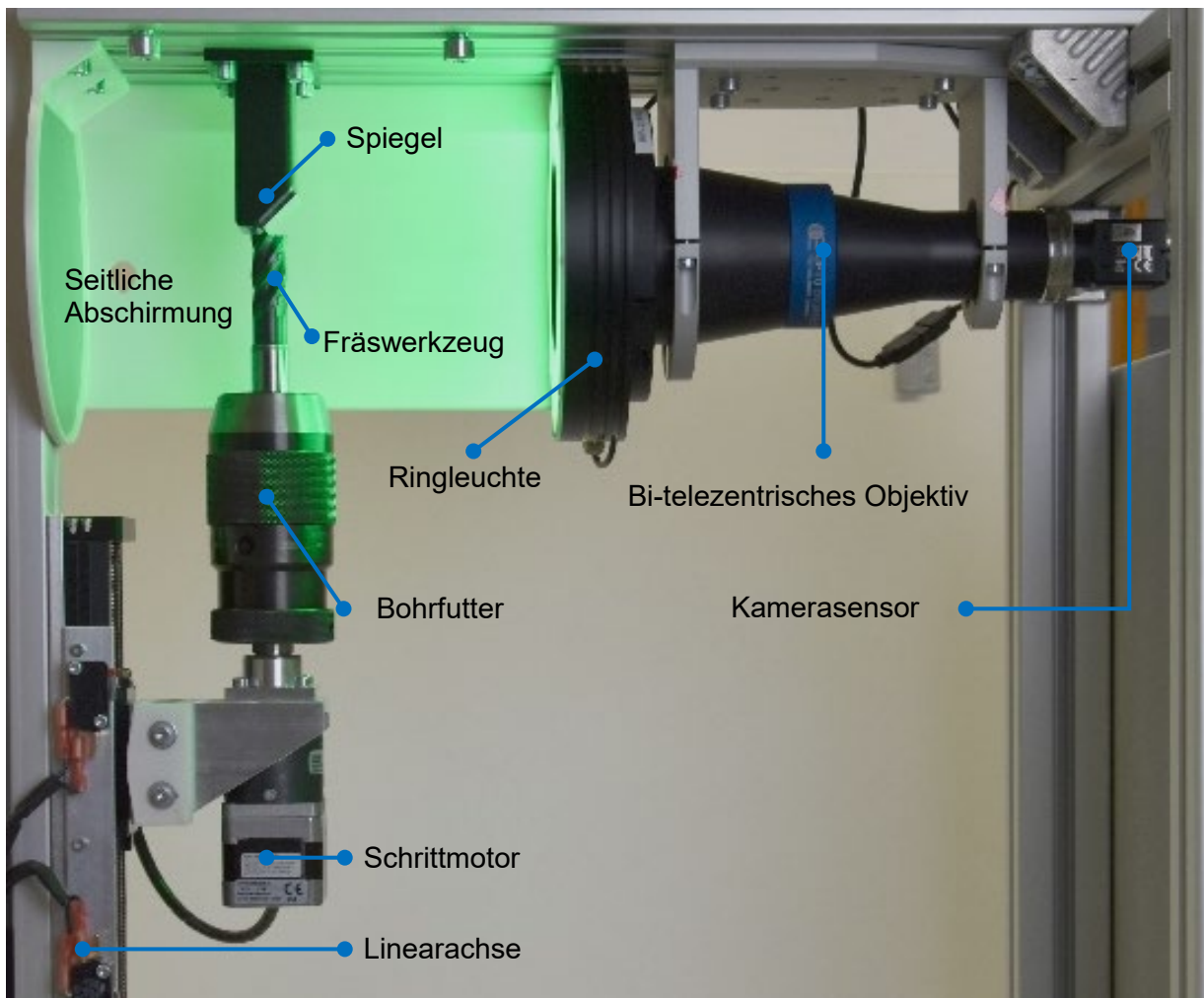


Abbildung 20: Bildaufnahmevorrichtung mit den einzelnen Teilkomponenten

Die Bildaufnahmevorrichtung verfügt über ein Bohrfutter, welches es ermöglicht Fräs Werkzeuge unterschiedlicher Durchmesser zentriert einzuspannen. Das Bohrfutter kann über einen Schrittmotor um die eigene Achse rotiert werden, wodurch es möglich ist Aufnahmen der gesamten Mantelfläche der Fräs Werkzeuge zu erstellen. Die Bildaufnahmevorrichtung verfügt über eine Linearachse, welche es ermöglicht die Ausrichtung der Fräs Werkzeuge in der Höhe an einen Spiegel anzupassen, der an Oberseite der Vorrichtung montiert ist. Dieser Spiegel ist um  $45^\circ$  zum Kamerasensor geneigt, der sich auf

der rechten Seite der Abbildung befindet. Durch diese Neigung und Positionierung der Fräswerkzeuge unterhalb des Spiegels kann sowohl die zum Kamerasystem gerichtete Mantelfläche eines Fräswerkzeugs als auch die dazugehörige Stirnseite gleichzeitig abgebildet werden, ohne dass eine Rotation des Werkzeugs oder des Kamerasystems notwendig ist.

Zur Beleuchtung der Fräswerkzeuge wurde eine Ringleuchte verwendet. Die Ringleuchte beleuchtet die Fräswerkzeuge mit einer diffusen Beleuchtung. Eine Konzeptdarstellung des Strahlengangs ist in Abbildung 21 dargestellt.

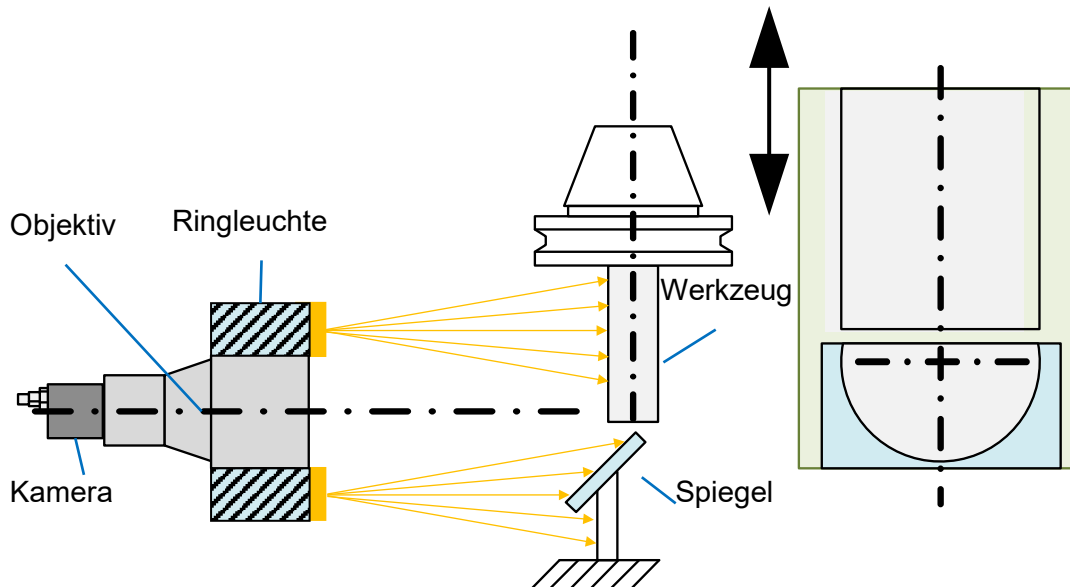


Abbildung 21: Konzeptdarstellung des Strahlengangs

Die Aufnahme der Bilder erfolgt durch eine Omron STC-MBS500U3V Kamera mit einer Auflösung von 2448x2048 Pixel. Die Kamera wird in Kombination mit einem bi-telezentrischen Objektiv der Firma opto engineering verwendet. Durch die Nutzung des Objektivs ist eine Aufnahme der Bilder ohne perspektivische Verzerrung möglich. In Abbildung 22 ist ein Bild eines Fräswerkzeugs dargestellt, welches mit der halbautomatisierten Bildaufnahmevorrichtung aufgenommen wurde.



Abbildung 22: Bild eines mittels der halbautomatisierten Bildaufnahmevorrichtung aufgenommenen Fräswerkzeugs

## Datenverarbeitung

Durch die Aufnahme verschiedener Fräswerkzeuge entsteht unter Verwendung der halbautomatisierten Bildaufnahmevorrichtung ein Bilddatensatz, welcher die Grundlage für die Verwendung von bildbasierten Methoden des maschinellen Lernens bildet. Dieser Bilddatensatz wird zur weiteren Verwendung zunächst in drei Teildatensätze aufgeteilt. Bei diesen Teildatensätzen handelt es sich um den Trainings-, den Validierungs- und den Testdatensatz.

Der Trainingsdatensatz wird von einem KI-Modell verwendet, um zu lernen wie der Verschleiß an Fräswerkzeugen klassifiziert werden kann. Das KI-Modell sieht sich hierbei jedes im Trainingsdatensatz enthaltene Bild mehrfach an und lernt so zu erkennen, anhand welcher Merkmale ein Fräswerkzeug in die Klassen *verschlissen* und *nicht verschlissen* eingeordnet werden kann. Wichtig ist hierbei, dass dem KI-Modell bekannt ist, welches Bild welcher Klasse zuzuordnen ist. Die Anpassung des KI-Modells erfolgt durch eine Veränderung der internen Parameter des KI-Modells.

Der Validierungsdatensatz wird zur Überwachung des Trainingsfortschritts verwendet. Da die Validierungsdaten sich von den Daten des Trainingsdatensatzes unterscheiden, bietet dieser ein gutes Maß für die Beobachtung der Performanz des KI-Modells während der Trainingsphase.

Der Testdatensatz dient zur endgültigen Leistungsbewertung des KI-Modells nach Abschluss der Trainingsphase. Wie beim Validierungsdatensatz sind die Daten des Testdatensatzes nicht im Trainingsdatensatz enthalten, um die Testergebnisse nicht zu verfälschen. Im Gegensatz zur Trainingsphase klassifiziert das KI-Modell die Testdaten selbstständig, ohne das bekannt ist, welches Werkzeug vom Experten wie klassifiziert wurde.

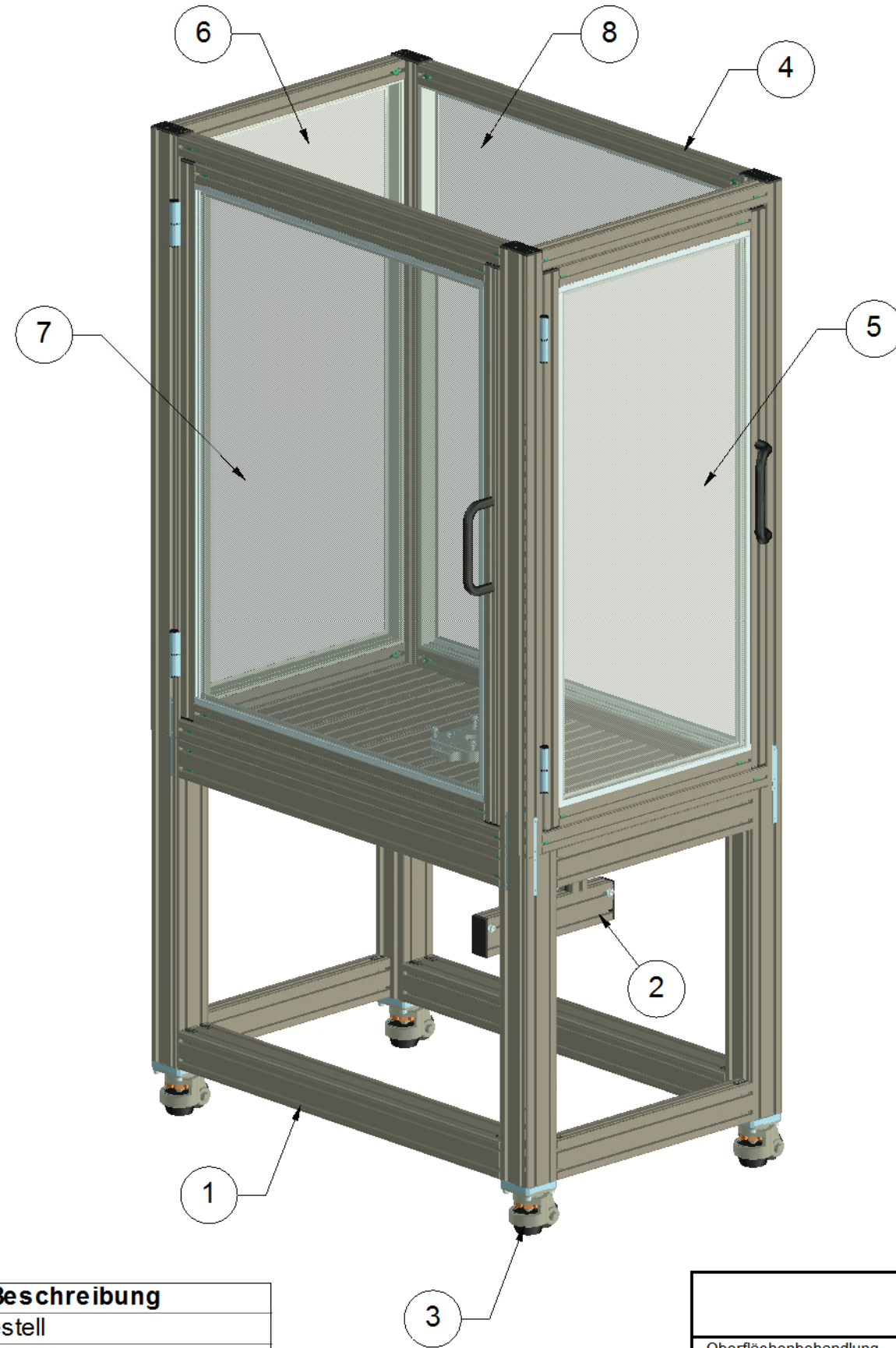
Nach dem Abschluss der Trainingsphase kann das fertig trainierte KI-Modell softwaretechnisch in den KI-Demonstrator integriert werden.

## **Veröffentlichung der technischen Daten des KI-Demonstrators**

Die technischen Zeichnungen des KI-Demonstrators befinden sich im Anhang. Der verwendete Programmcode kann unter folgendem Link abgerufen werden:  
[https://github.com/papenberg-bime/KI\\_Cafe.git](https://github.com/papenberg-bime/KI_Cafe.git)



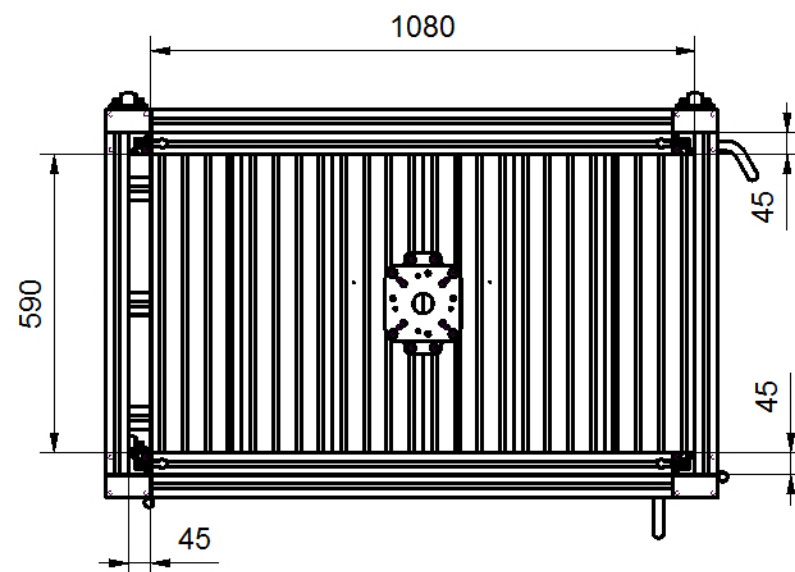
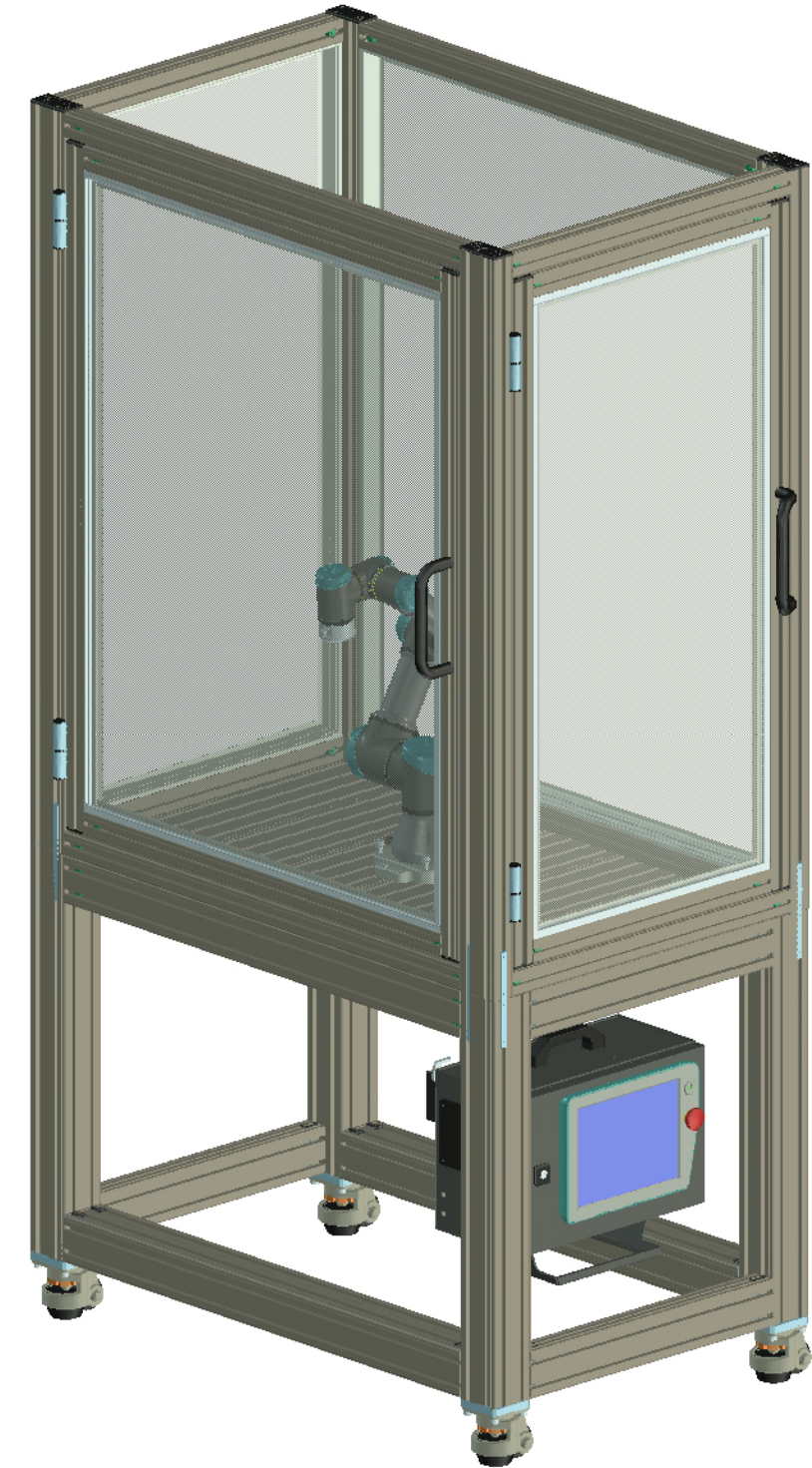
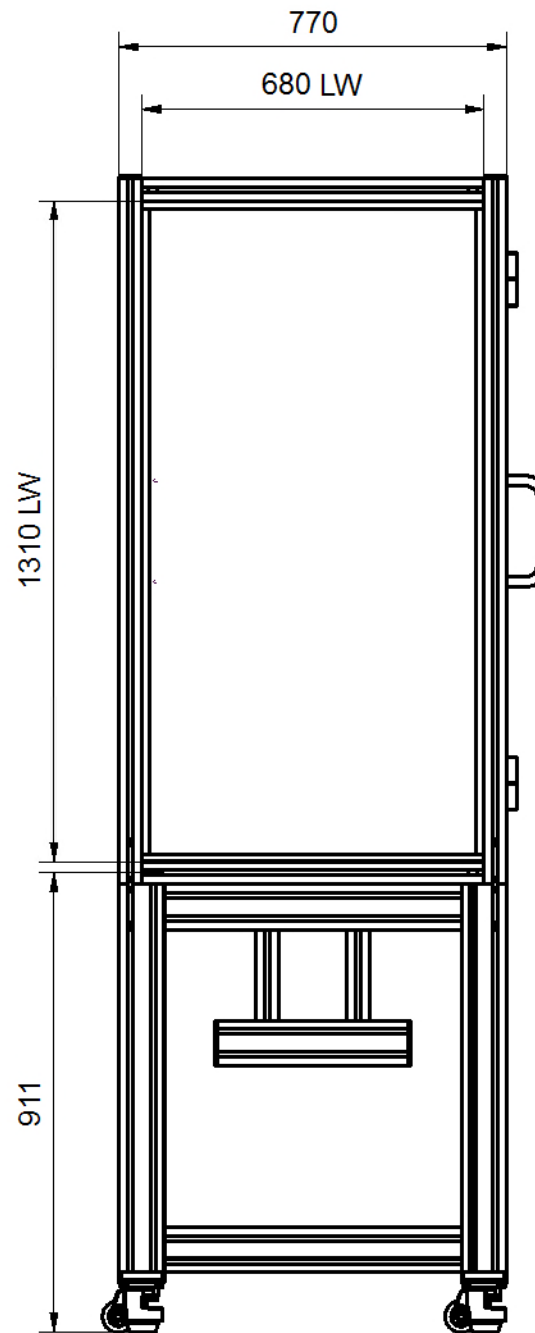
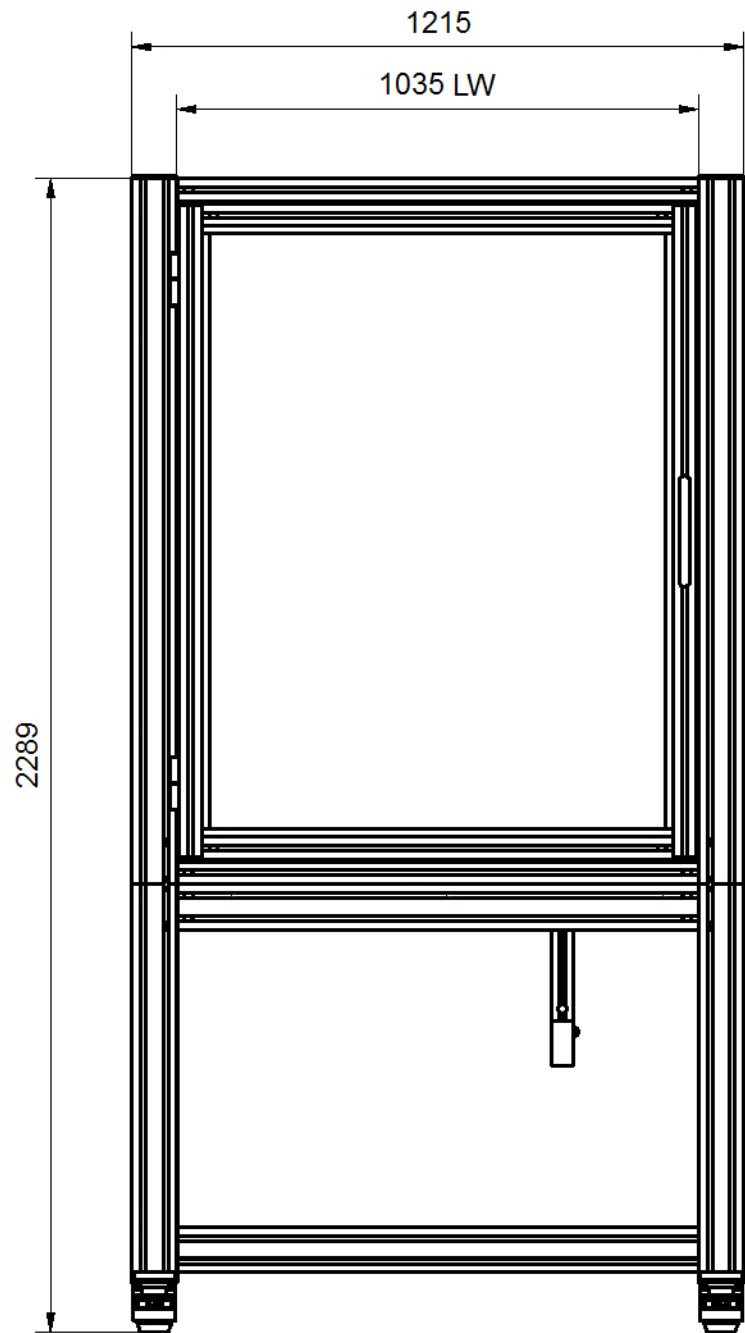
Diese Zeichnung darf weder vervielfältigt noch Dritten zugänglich gemacht werden.



Pos.	Artikelnummer	Anzahl	Beschreibung
1	12005-3-00-00-0	1	Robotergestell
2	12005-0-03-00-0	1	Aufhängung Steuerung
3	12005-0-01-00-0	1	Heberollen Ø63 H104 500kg
4	12005-3-20-00-0	1	Aufbau
5	12005-3-21-00-0	1	Tür
6	12005-3-22-00-0	1	Schutzscheibe
7	12005-0-28-00-0	1	Seitentür
8	12005-0-27-00-0	1	Schutzscheibe

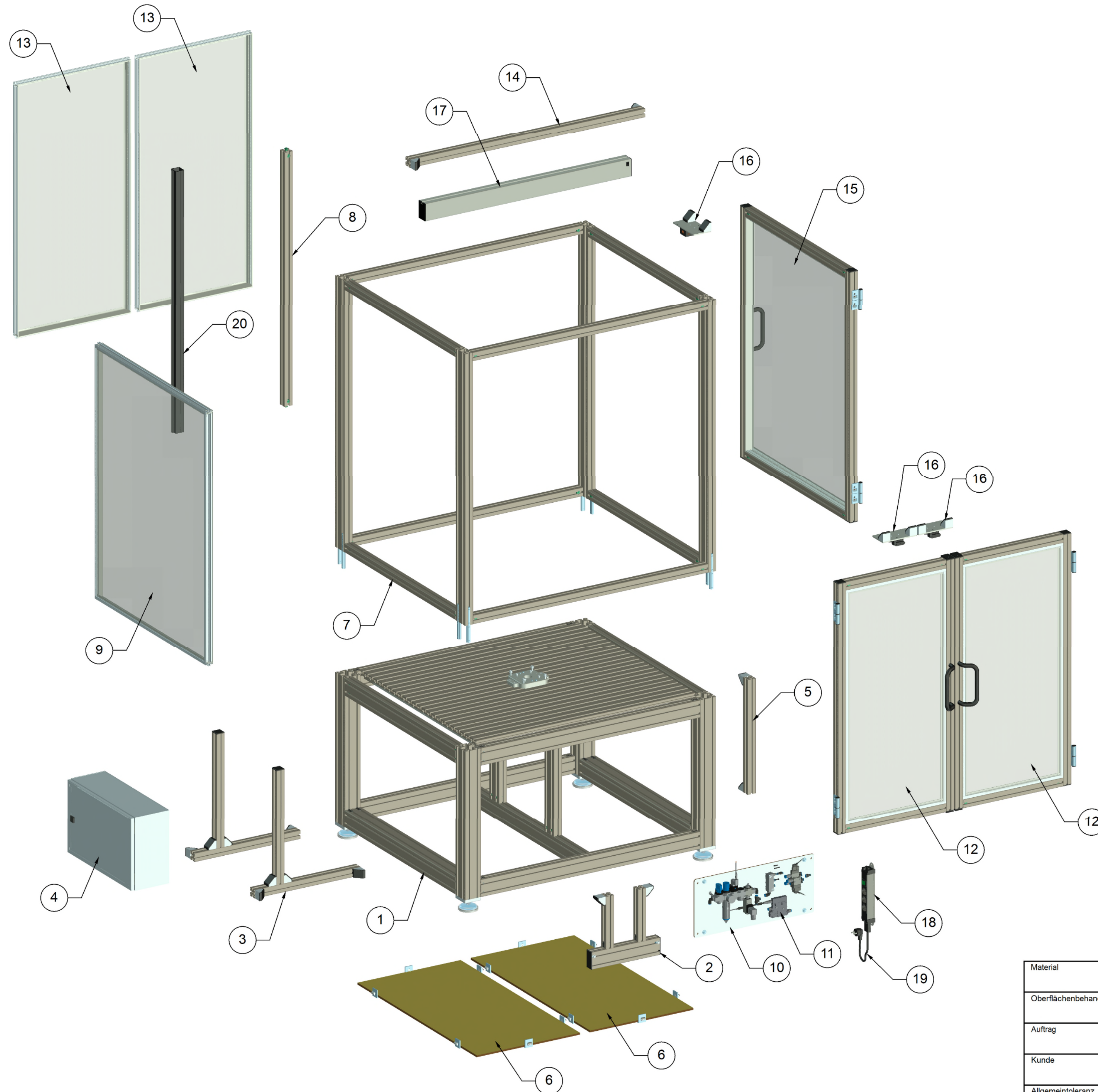
		Kontrolldatum	Massstab	<b>Roboter-Einhausung mit Heberollen - Baugröße 3</b>	
Oberflächenbehandlung		Datum	Name		
		Gez. 26.11.2017	RP	Artikelnummer	Anzahl
		Geän.		12113-2-10-00-0	
		<b>JUGARD+KÜNSTNER GmbH</b> Weidentalstraße 45 90518 Altdorf Telefon 09187-936690		Teile-/ Zeichnungsnummer	Index
				12113-2-10-00-0	
				Kunden-Zeichnungsnummer	Blatt
					1 / 1
				Datei:	A3
				12113-2-10-00-0_Roboter-Einhausung BG 3.icd	
		toleranz ISO 2768 - m			

Diese Zeichnung darf weder vervielfältigt noch Dritten zugänglich gemacht werden.



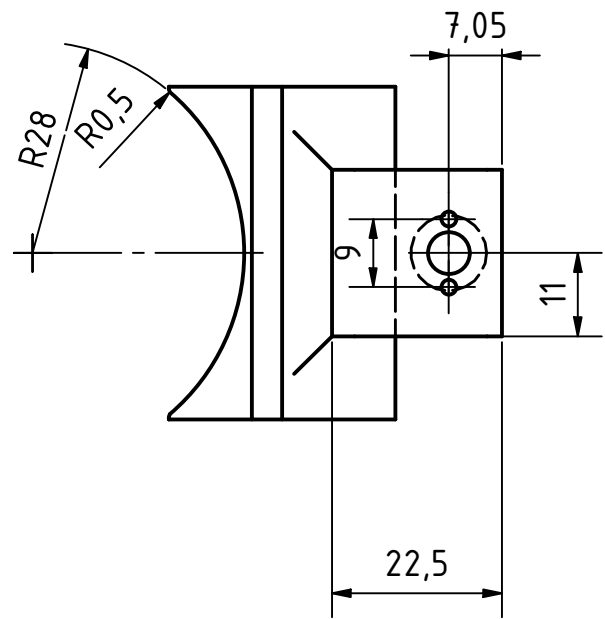
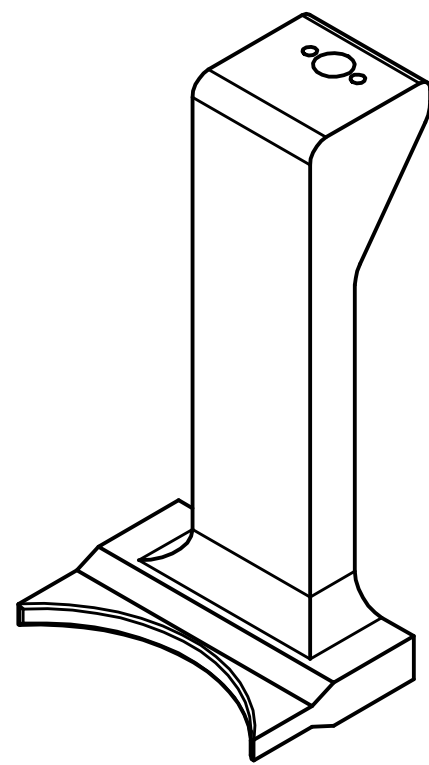
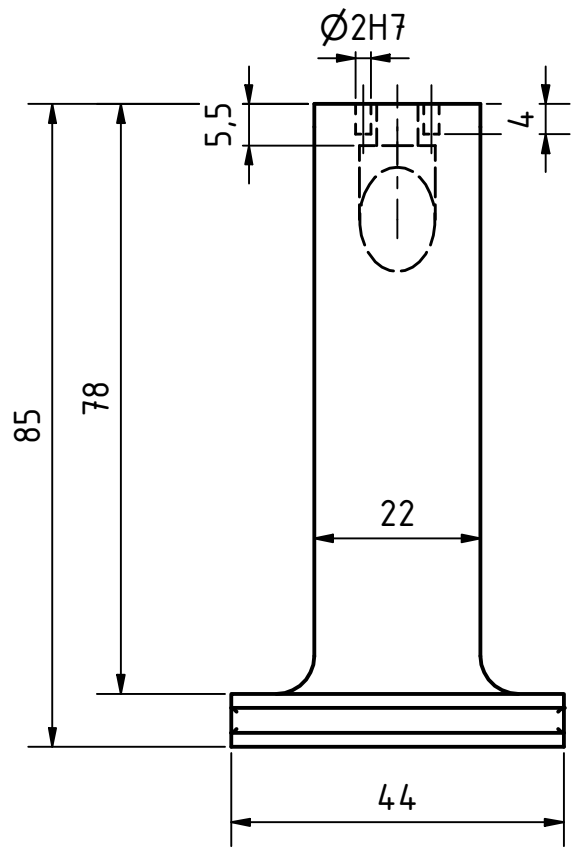
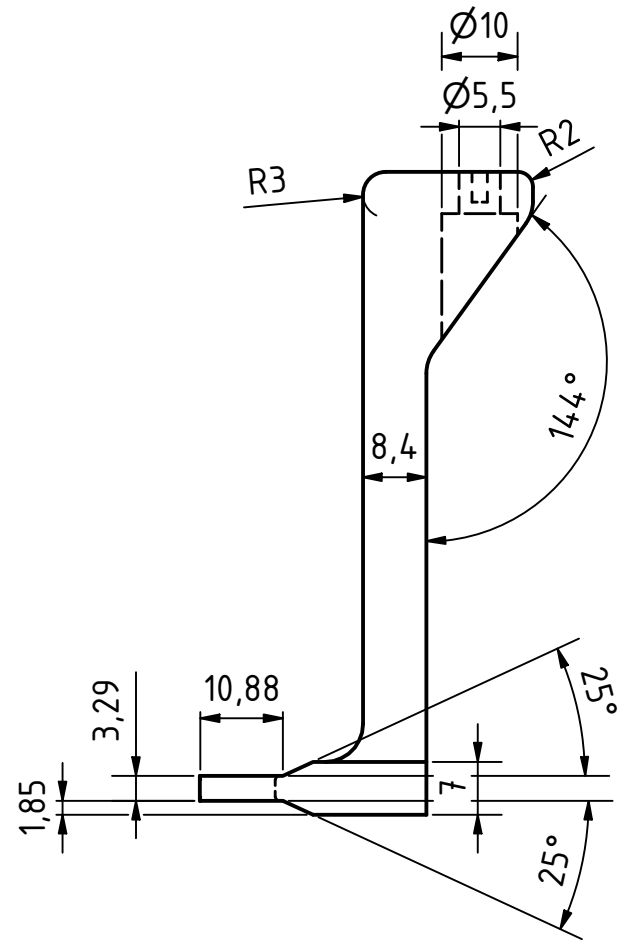
	Kontrolldatum	Masstab	<b>Roboter-Einhausung mit Heberollen - Baugröße 3</b>	
	Datum	1 : 15		
Oberflächenbehandlung	Gez. 26.11.2017	Name RP	Artikelnummer	Anzahl
	Geän.		12113-2-10-00-0	
	<b>JUGARD+KÜNSTNER GmbH</b> Weidentalstraße 45 90518 Altdorf Telefon 09187-936690		Teile-/ Zeichnungsnummer	Index
			12113-2-10-00-0	
			Kunden-Zeichnungsnummer	Blatt
				1 / 1
toleranz ISO 2768 - m			Datei:	A3
			12113-2-10-00-0_Roboter-Einhausung BG 3.icd	

Pos.	Artikelnummer	Anzahl	Beschreibung
1	12005-2-00-00-0	1	Robotergestell
2	12005-0-03-00-0	1	Aufhängung Steuerung
3	12005-0-51-00-0	1	Schaltschrankbefestigung
4	12005-0-50-00-0	1	Schaltschrank (Installation nach Aufwand)
5	12005-0-14-00-0	1	Unistrebe
6	12005-0-19-00-0	2	Einlegeboden
7	12005-2-20-00-0	1	Aufbau
8	12005-0-25-00-0	1	Vertikalstrebe
9	12005-0-27-00-0	1	Schutzscheibe
10	12005-0-60-00-0	1	Pneumatikkomponenten
11	12005-0-65-00-0	1	Vakuumkomponenten
12	12005-2-21-00-0	2	Tür
13	12005-2-22-00-0	2	Schutzscheibe
14	12005-2-29-00-0	1	Strebe Beleuchtung
15	12005-0-28-00-0	1	Seitentür
16	12005-0-54-00-0	3	Türschalter komplett
17	6530823	1	Systemleuchte LED-WS-48W-L1150mm-dimmbar
18	65305551	1	Steckdosenleiste 3D AS inkl. Halbleche
19	6530100	1	Zuleitung 5m WST und Erdungskabel mit Öse
20	6850010	1	Kabelkanal 45x45-10 L = 1350

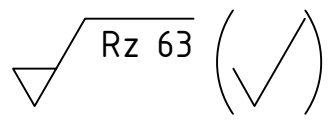


revidiert nach Dritten zugänglich gemacht

Material	Kontrolldatum	Massstab	<b>Robotergestell Baugröße 2</b>	
Oberflächenbehandlung	Datum	Name		
Auftrag	Gez. 23.02.2017	RP	Artikelnummer	Anzahl
Kunde	Geän.		12112-0-00-00-0	
Allgemeintoleranz	ISO 2768 - m		Teile-/ Zeichnungsnummer	Index
			12112-0-00-00-0	
			Kunden-Zeichnungsnummer	Blatt
				1 / 1
			Datum	A2
			12112-0-00-00-0_Robotergestell_Baugröße_2_Exp.icd	



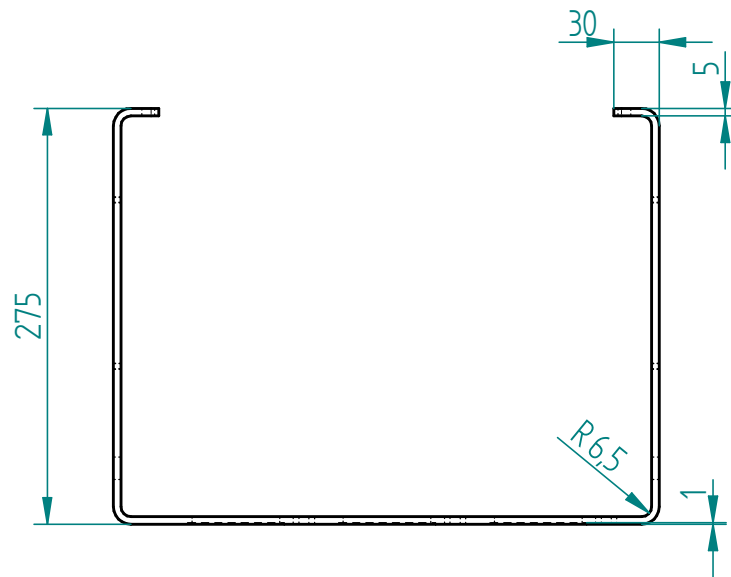
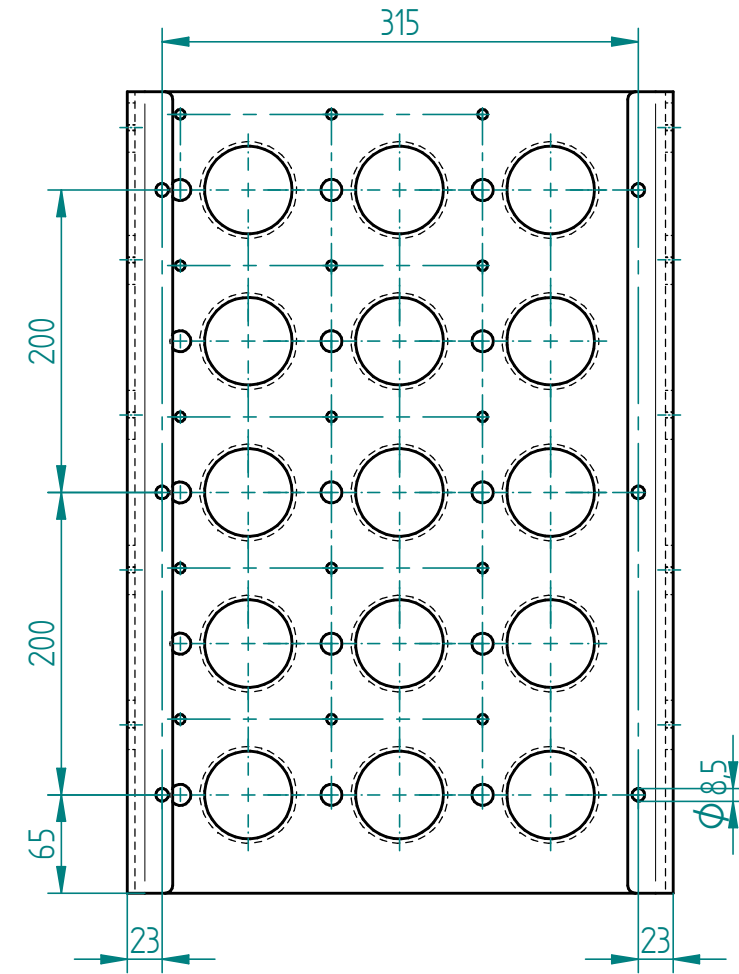
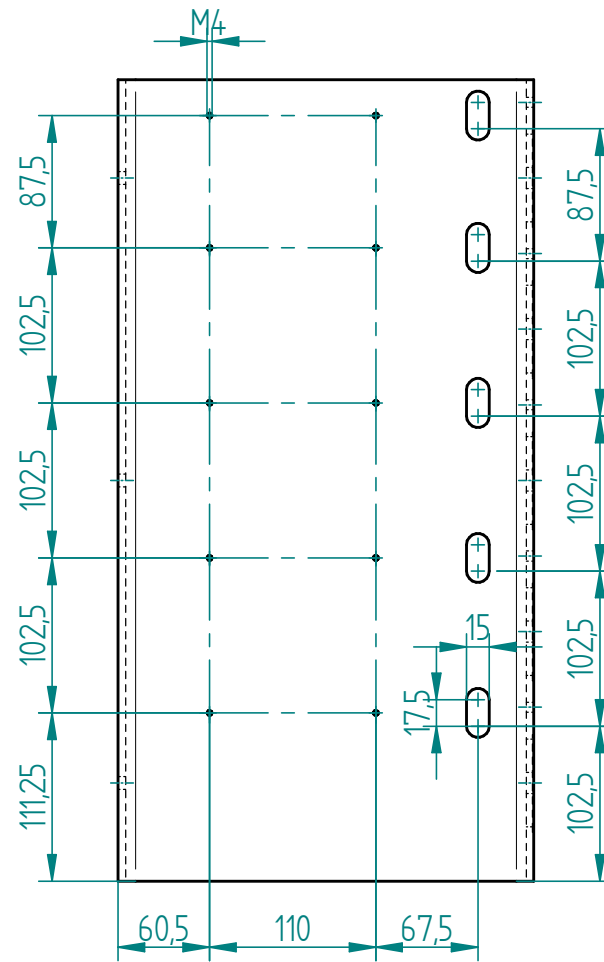
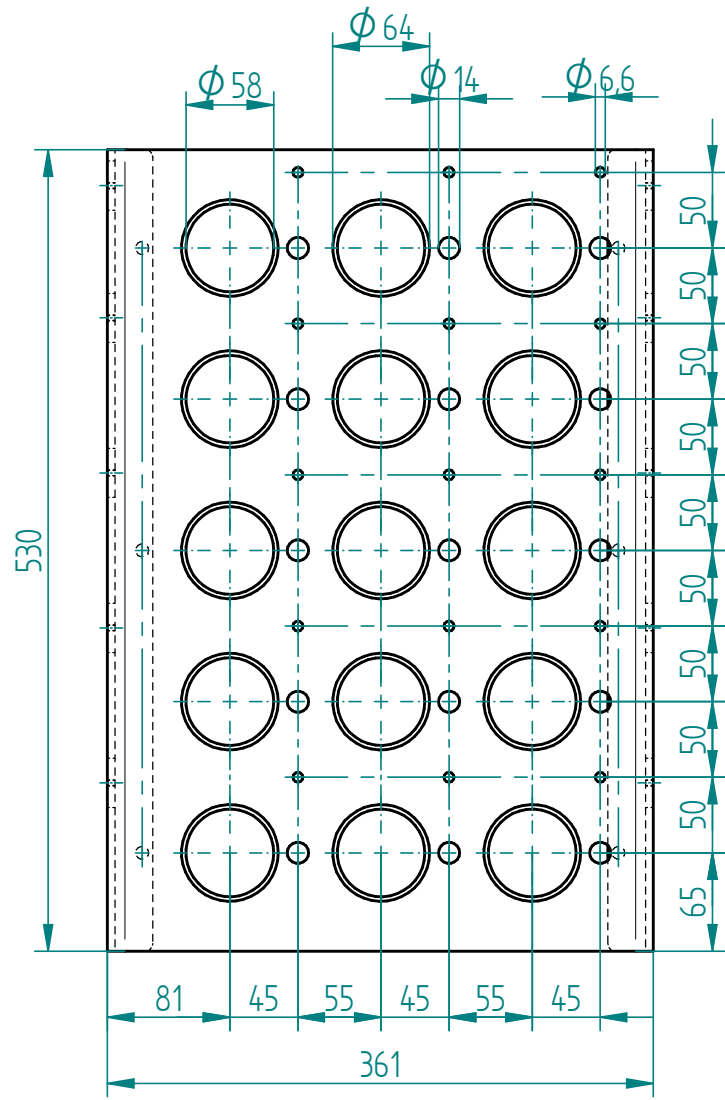
nicht bemaßte Fasen 0,5x45°  
 nicht bemaßte Radien R5



Allgemeintoleranz ISO 2768 - mk			Oberfläche ISO 1302	Maßstab <b>1:1</b>
				Werkstoff <b>3.535 EN-AW-ALMg3</b>
			Datum 19.02.2022	Name Enis Koca
			Kontroll	
			Norm	
				Benennung <b>Greiffinger</b>
Status	Änderungen	Datum	Name	<b>1</b> A3

Strictly confidential - The reproduction, distribution and utilization of this document as well as the communication of its contents to others without explicit authorization is prohibited.  
 Offenders will be held liable for the payment of damages. All rights reserved in the event of grant of a patent, utility model or design.

Erste Ausführung für Kom.:
Klass.-KB:
Masse:
Oberfläche:
Rohteil:



Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 - mK		Vorbehandlung	
$\sqrt{w} = \sqrt{R_z 63}$ $\sqrt{x} = \sqrt{R_z 16}$ $\sqrt{y} = \sqrt{R_z 6,3}$ $\sqrt{z} = \sqrt{R_z 2,5}$		Beschichtung	
Tolerierung nach ISO 8015		Nachbehandlung	
Nicht bemaßte Kanten DIN ISO 13715		Werkstoff	
$\swarrow +0,4$ $\searrow -0,3$		Kennung	
Tag     Name		Bezeichnung	
Gez.		Werkstoff	
Verw.		Blatt	
		Benennung	
		Maßstab	
		Zeichnungs-Nr.	
		DIS-Nr.	
		Mat.-Nr.	
		Arbeitsplan ähnlich:	
Zust.	Änderungen	Datum	Name

**FOCKE & CO**  
VERDEN · GERMANY

D

# Feedbackbogen

KI\_Café-Lab



Liebe Teilnehmende,

Ihre Aussagen helfen dabei, Veranstaltungen dieser Art passgenauer auf bestehende Interessen zuzuschneiden. Bitte beantworten Sie die untenstehenden Fragen und äußern Wünsche, Anregungen und Kommentare.

Diese Daten werden anonymisiert ausgewertet. Eine Teilnahme ist freiwillig.

	++	+	0	-	--
Die Veranstaltung erschien mir gut organisiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Inhalte wurden anschaulich und verständlich dargestellt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Mischung der Exponate hat mir gut gefallen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Betreuenden waren kompetent	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Meine Fragen wurden gut beantwortet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mit meinen Vorkenntnissen wurde ich gut abgeholt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Veranstaltung hat mir Spaß gemacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte neue Sachen lernen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Veranstaltung war geeignet, um mir das Thema KI näher zu bringen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Bezug zum Arbeitsumfeld war erkennbar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde die Veranstaltung weiterempfehlen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich würde eine vergleichbare Veranstaltung wieder besuchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

++: stimme voll zu    +: stimme zu    0: teils/ teils    -: stimme eher nicht zu    --: stimme gar nicht zu

**Wünsche, Anregungen, Kommentare oder einfache ein netter Gruß**

---

---

---

---

# Was ist Künstliche Intelligenz?

## Begriffsabgrenzung



**Künstliche Intelligenz** bezeichnet Computerprogramme, welche menschenähnliche Vorgehensweisen zur Problemlösung nutzen. KI-Programme sind auf eine einzige Aufgabe spezialisiert. Ein KI-Programm welches der menschlichen Intelligenz ähnelt gibt es nicht.

**Maschinelles Lernen** ist ein Oberbegriff für Computerprogramme, welche Wissen aus großen Datenmengen extrahieren und zur Lösung einer festgelegten Aufgabe dienen.

**Starke KI:** Nachbildung des menschlichen Denkens zur Lösung universeller Probleme (noch nicht realisierbar)

**Schwache KI:** Spezialisierte Expertensysteme mit eingegrenztem Aufgabenbereich (bereits verfügbar)

KI  Café

Ein Kooperationsprojekt von



[www.bime.de](http://www.bime.de)

**FOCKE & CO**

[www.focke.com](http://www.focke.com)

**Stubbe**

Feinwerktechnik und Maschinenbau GmbH

[www.stubbe-bremen.de](http://www.stubbe-bremen.de)

## Arten des maschinellen Lernens

### Überwachtes Lernen

Lernen des Zusammenhangs von Eingabedaten und Zielwert

**Beispiel:** Erkennen handgeschriebener Adressen auf Briefen

**Vorteil:** Interpretation der Ergebnisse ist einfach

**Nachteil:** Ungenaue Eingabedaten führen zu schlechtem Ergebnis

### Unüberwachtes Lernen

Lernen und Erkennen von Mustern in Eingabedaten ohne Zielwert

**Beispiel:** persönliche Produktempfehlungen auf Amazon

**Vorteil:** Datenbeschaffung ist einfach

**Nachteil:** Expertenwissen zur Interpretation der Ergebnisse nötig

### Verstärkendes Lernen

Lernen durch Belohnung und Bestrafung ohne Eingabedaten

**Beispiel:** „Computer“-Gegner in Computerspielen

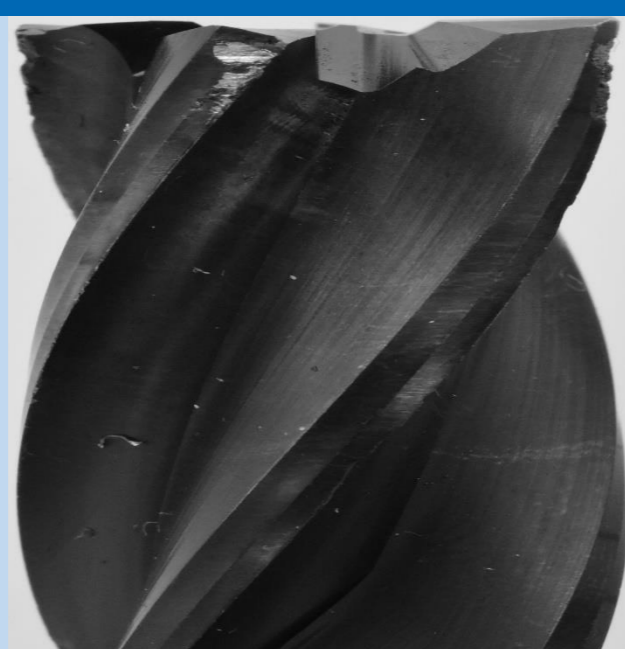
**Vorteil:** Benötigt keine Eingabedaten

**Nachteil:** Benötigt mathematisches Verständnis der Aufgabe

## Beispielhafter Entwicklungsablauf beim überwachten Lernen

### Eingabedaten

Eingabe:



Zielwert: Verschlissen

### KI-Training

- Anwendung von KI-Algorithmen
- Mustererkennung
- Modellerstellung
- Wiederholte Modellanpassung

### KI-Modell

- Einsatzbereites KI-Programm nach KI-Training
- Prognose von Zielwert für eine Eingabe

### Prognose

*Verschlissen mit 90 % Sicherheit*

*Weiter verwendbar mit 10 % Sicherheit*

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Im Rahmen der Initiative:



Fachlich begleitet durch:

Gesellschaft für soziale Unternehmensberatung mbH

**gsub**



# Willkommen im KI Café

## Das Projekt KI\_Café

### Hintergrund

- Wandel der Arbeitswelt durch Digitalisierung
- Einzug KI-basierter Technologien in immer mehr Produkten im Haushalt und der Arbeitswelt
- Mangel an geeigneten Kommunikations- und Lernkonzepten für komplexe Technologien



### Vorgehen

- KI\_CaféLab zum niedrigschwelligen Erfahren und Erleben von KI-basierten Systemen
- Entwicklung eines KI-Demonstrators mit unmittelbarem Bezug zum betrieblichen Alltag
- Veröffentlichung eines Handlungsleitfadens mit Hinweisen zur Einführung und allen Details für das Konzept KI\_Café und den Aufbau und Betrieb des KI-Demonstrators

## Die Zusammenarbeit



- Fachwissen über Künstliche Intelligenz
  - Exponate für KI\_Café
  - Projektkoordination
- [www.bime.de](http://www.bime.de)

**FOCKE & CO**

- Fachwissen über Werkzeugbeurteilung
  - Praktische Erprobung des KI-Demonstrators
- [www.focke.com](http://www.focke.com)

**Stubbe**

Feinwerktechnik und Maschinenbau GmbH

- Fachwissen über Werkzeugbeurteilung
  - Praktische Erprobung des KI-Demonstrators
- [www.stubbe-bremen.de](http://www.stubbe-bremen.de)

**ibbw**

consult GmbH

- Externe Evaluation der Projektergebnisse
  - Befragung der Mitarbeitenden
- [www.ibbw-consult.de](http://www.ibbw-consult.de)

## Das KI\_CaféLab

### Ziele

1. Aufzeigen des Zusammenspiels von Mensch und Algorithmus
2. Begeisterung für KI wecken
3. Ängste gegenüber KI-Technologien abbauen
4. Grundverständnis für KI-Technologien schaffen
5. Missverständnisse abbauen
6. Fehlerursachen und deren Auswirkungen erkennen
7. Erfahren und Verstehen des KI-Demonstrators

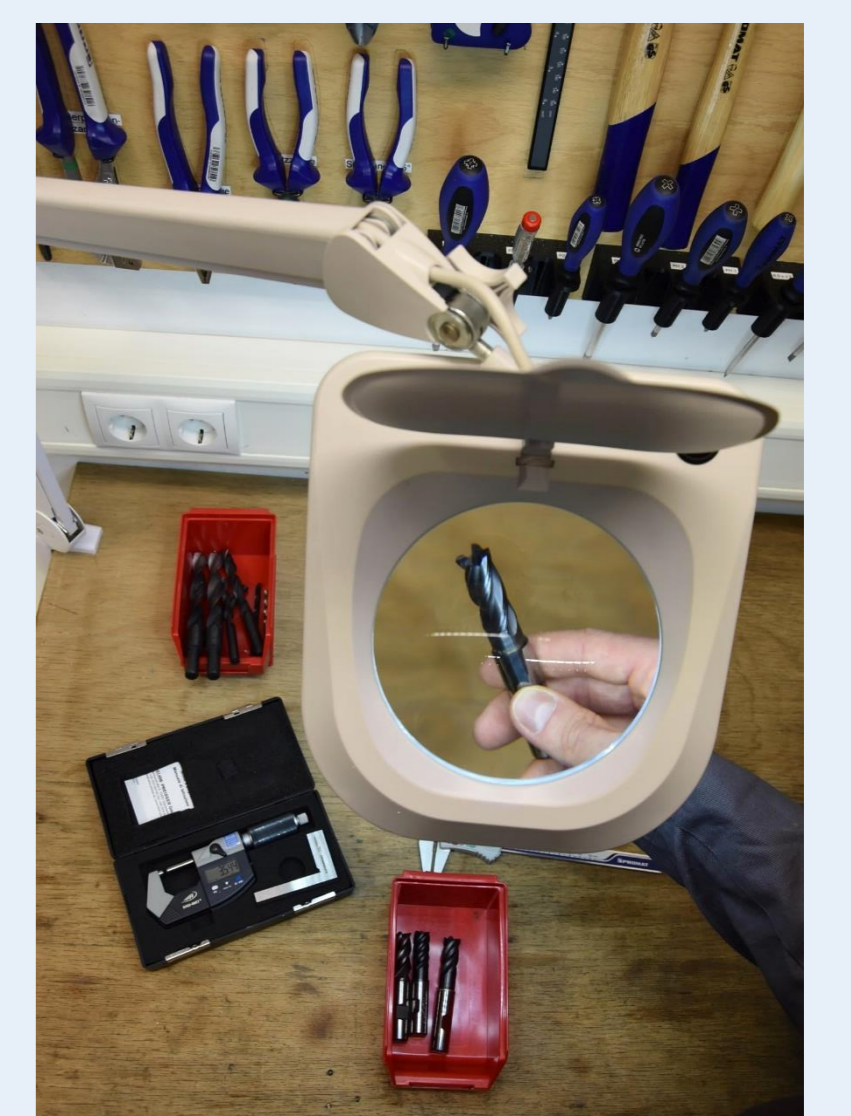
### Zeitplan

- KI\_CaféLab 1-3**
- KI\_CaféLab #1**  
Herbst 2021
- KI\_CaféLab #2**  
Herbst 2022
- KI\_CaféLab #3**  
Sommer 2023

## Der KI-Demonstrator

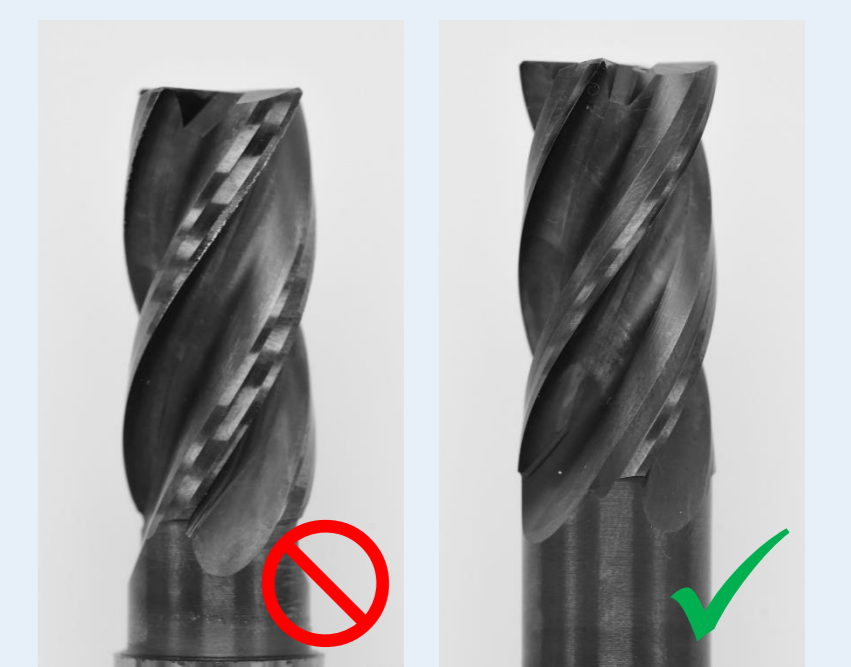
### Ausgangssituation

- Manuelle Klassifizierung des Werkzeugverschleißes
- Variierende Ergebnisse durch subjektive Einschätzung



### Lösungsansatz

- Entwicklung eines KI-basierten Prüfgeräts zur Werkzeugklassifizierung
- Anforderungsdefinition und Ideenfindung in interdisziplinären Workshops
- Erprobung in der Fertigung bei zwei Unternehmen



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Im Rahmen der Initiative:



Fachlich begleitet durch:

Gesellschaft für soziale  
Unternehmensberatung mbH

**gsub**





## Was ist Chat GPT?

GPT ist die Abkürzung für *Generative Pre-trained Transformer*. Chat GPT ist ein KI-Modell, welches eine viele verschiedene Texte verarbeitet hat. Dadurch ist Chat GPT in der Lage einfache Fragen zu beantworten und mit Menschen über ein Chatfenster zu interagieren.

### Das sagt Chat GPT über sich selbst:

„Ich bin nicht in der Lage, im Internet zu surfen oder andere Medien wie Fernsehshows oder Filme zu konsumieren, sondern kann nur auf den Text zugreifen, auf den ich trainiert wurde. Mein Ziel ist es, Benutzern zu helfen, indem ich schnelle, präzise und hilfreiche Antworten auf ihre Fragen liefere.“

## Stell mir eine Frage

MA Was ist KI?



KI steht für künstliche Intelligenz. Es bezieht sich auf die Entwicklung von Computerprogrammen und -systemen, die in der Lage sind, Aufgaben auszuführen, die normalerweise menschliche Intelligenz erfordern. Die Idee hinter der KI ist, dass Computerprogramme und -systeme so entwickelt werden können, dass sie lernen, Entscheidungen zu treffen und Probleme zu lösen, ohne dass menschliches Eingreifen erforderlich ist. Dabei werden Techniken wie maschinelles Lernen, neuronale Netze und statistische Methoden verwendet, um Muster in Daten zu erkennen und Vorhersagen zu treffen. KI hat Anwendungen in vielen Bereichen wie der Automatisierung von Fertigungsprozessen, der medizinischen Diagnose, der Spracherkennung, der Bilderkennung und vielen anderen.



## Stable Diffusion erklärt

Stable Diffusion ist ein KI-Modell welches auf Basis einer Texteingabe ein dazu passenden fotorealistisches Bild erzeugt. Hierzu hat Stable Diffusion gelernt, wie bestimmte Objekte aussehen und ist in der Lage diese in einem erzeugten Bild zu kombinieren. Stable Diffusion benötigt allerdings die menschliche Kreativität zum Erzeugen der Bilder.

## Stable Diffusion nutzen

Tippe in das Eingabefeld beliebige Wörter ein, um kreative Bilder zu erzeugen. Wenn du ein Minus vor ein Wort setzt, wird dieses Wort in dem Ausgabebild nicht genutzt.

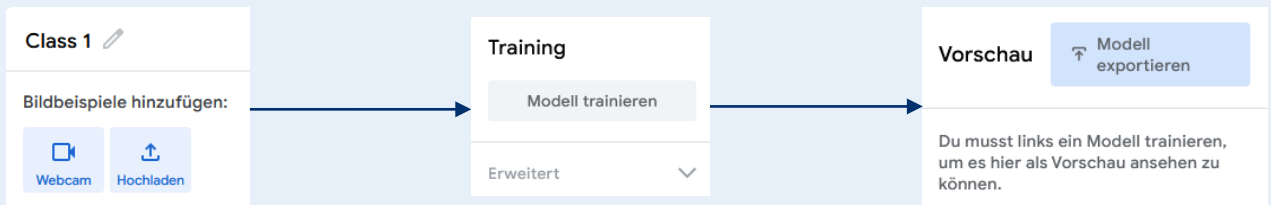
Als Beispiel: Katze als Ritter oder Astronaut auf einem Pferd.

## Beispielbilder



## Ein Tool um ein KI-Modell selbst zu bauen

- Teachable Machine ist ein niedrighschwelliges, frei verfügbares, webbasiertes Tool, welches es ermöglicht, ein KI-Modell selbstständig zu erstellen. Hierzu werden keine Vorkenntnisse benötigt.
- Das in drei Schritten erstellte KI-Modell kann unterschiedliche Objekte oder Gesten, die als sogenannte Klassen bezeichnet werden, auf Basis von Bilddaten voneinander unterscheiden.



## Wie funktioniert Teachable Machine?

### Schritt 1 – Datenerhebung

Zunächst müssen Bilddaten der zu unterscheidenden Klassen aufgenommen werden, anhand derer das KI-Modell lernen kann.

### Schritt 2 – Anlernen des KI-Modells

Das KI-Modell lernt die Klassen zu unterscheiden, indem es deren Unterscheidungsmerkmale erkennt.

### Schritt 3 – Nutzung des angelernten KI-Modells

Die KI muss bei jedem Bild entscheiden, welcher Klasse es zuzuordnen ist. Die KI gibt hierbei für jede Klasse in Prozent an, wie sicher sie sich ist.

## Anleitung zum selbstständigen Ausprobieren

**Vorab:** Überlegen was erkannt werden soll, z. B. Handgesten.

### Schritt 1 – Daten erheben

- Klassen benennen und ggf. **hinzufügen**.
- **Webcam** anklicken.
- **Zum Aufnehmen halten** gedrückt halten, um mehrere Bilder aufzunehmen.
- Ca. 100 Bildbeispiele pro Klasse mit Webcam hinzufügen.
- Mehrere Positionen und Perspektiven aufnehmen.

### Schritt 2 – Anlernen der KI


**Modell trainieren** anklicken und abwarten bis KI fertig gelernt hat.

### Schritt 3 – Nutzen der angelernten KI

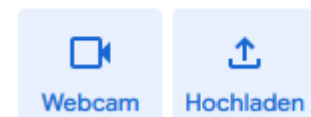
Gesten oder Objekte in die Kamera halten und beobachten was erkannt wird.

- KI muss jedes Bild einer Klasse zuordnen.
- Prozentuale Ausgabe gibt Konfidenz an.

### Schritt 1

Class 1 

Bildbeispiele hinzufügen:



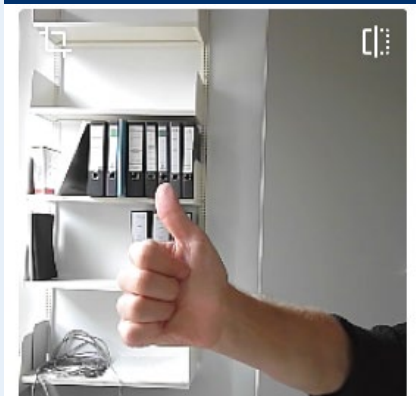
⊕ Klasse hinzufügen

Zum Aufnehmen halten

### Schritt 2

Modell trainieren

### Schritt 3



Ausgabe

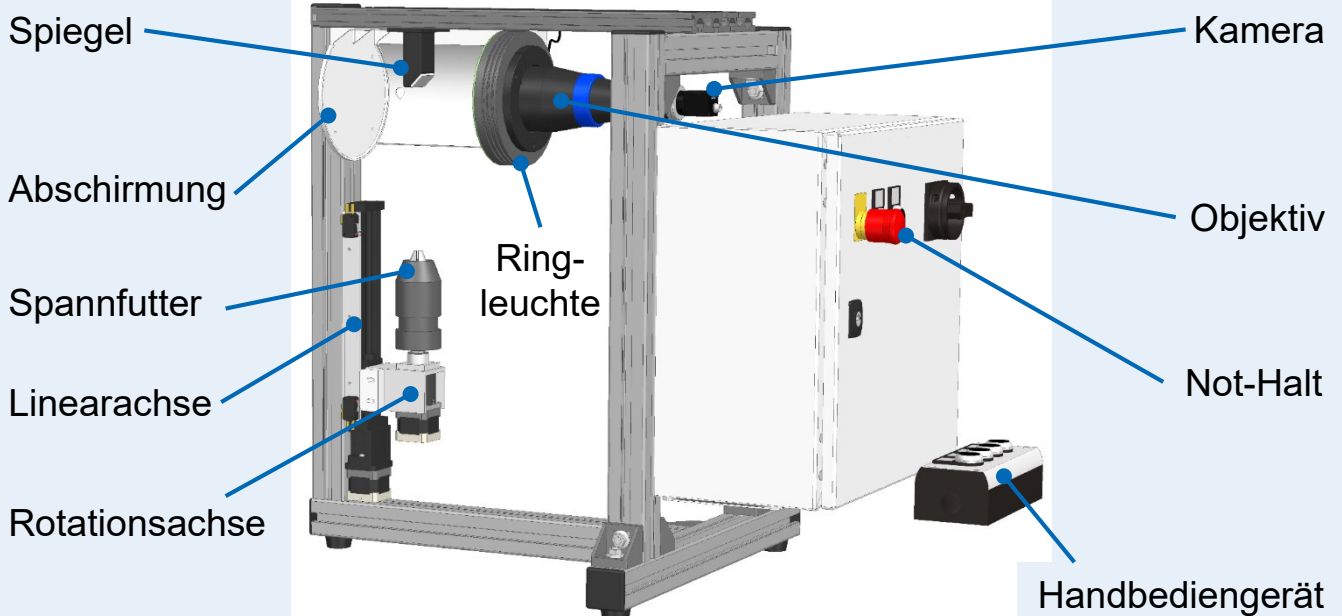


## Fräswerkzeuge automatisiert fotografieren

- Zur automatisierten Fotografie von Fräswerkzeugen wurde ein Versuchsstand entwickelt.
- Dieser wird benutzt, um eine große Anzahl von Fräswerkzeugen zu fotografieren.
- Mit den Bildern wird die KI trainiert, welche in der Werkzeugprüfzelle (WZP) die automatische Verschleißerkennung übernimmt.
- Das gleiche Verfahren zur automatisierten Fotografie der Fräswerkzeuge wird auch in der WZP selbst verwendet.
- **Lass' selbst ein paar Fräswerkzeuge fotografieren!**

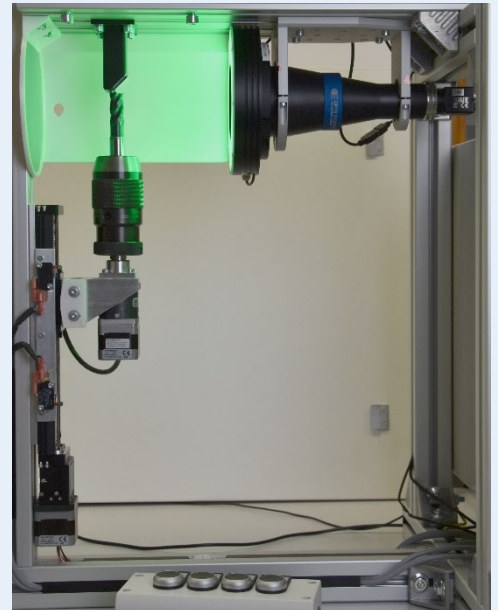


## Systemübersicht des Versuchsstands



## Technische Funktionen

- Einspannung des Fräswerkzeugs im Bohrmaschinenfutter
- Positionierung mit Linearachse
- Abbildung von Haupt- und Nebenschneiden durch Spiegel in einem Bild
- 2/3" Sensor mit 2448x2048 Pixeln
- Hohe Schärfentiefe durch bi-telezentrisches Objektiv mit 0,184 Vergrößerung
- Rotationsachse, um Werkzeug aus mehreren Richtungen aufzunehmen

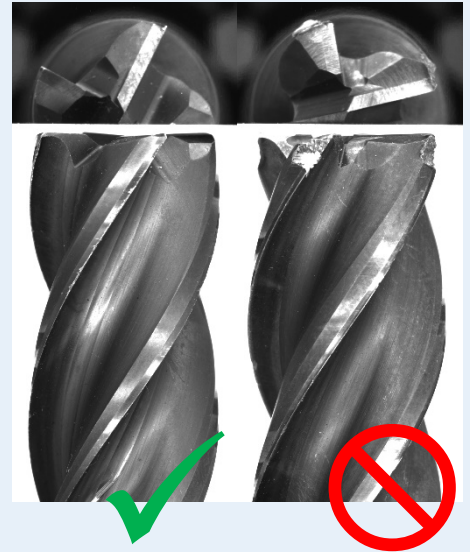


## Ablauf einer Werkzeugaufnahme

1. Fräswerkzeug in Spannfutter einsetzen.
2. Beleuchtungsart auswählen und *Positionierung* starten.
3. Linearachse mit Handbediengerät nach oben fahren. Dabei auf dem Monitor den Abstand zum Spiegel kontrollieren.
4. Finale Position auf Handbediengerät bestätigen.
5. Daten in die Formularfelder eintragen und auf *Weiter* klicken.
6. Bilderfassung abwarten, danach die angezeigten Bilder prüfen.
7. Mit *Speichern* werden die Bilder in die Datenbank übernommen.
8. Linearachse nach unten fahren und Werkzeug entnehmen.

## Was ist die Werkzeugzuordnung?

- Exponat, welches das KI-Modell zur Klassifizierung von Werkzeugverschleiß beinhaltet.
- Spielerischer Vergleich der eigenen Einschätzung bei Verschleißklassifizierung mit KI-Modell.
- Aufnahme anonym gespeicherter Verschleißklassifizierung zur Verdeutlichung der individuellen Varianz bei der Beurteilung von Werkzeugverschleiß an Fräswerkzeugen.



## Frage dich

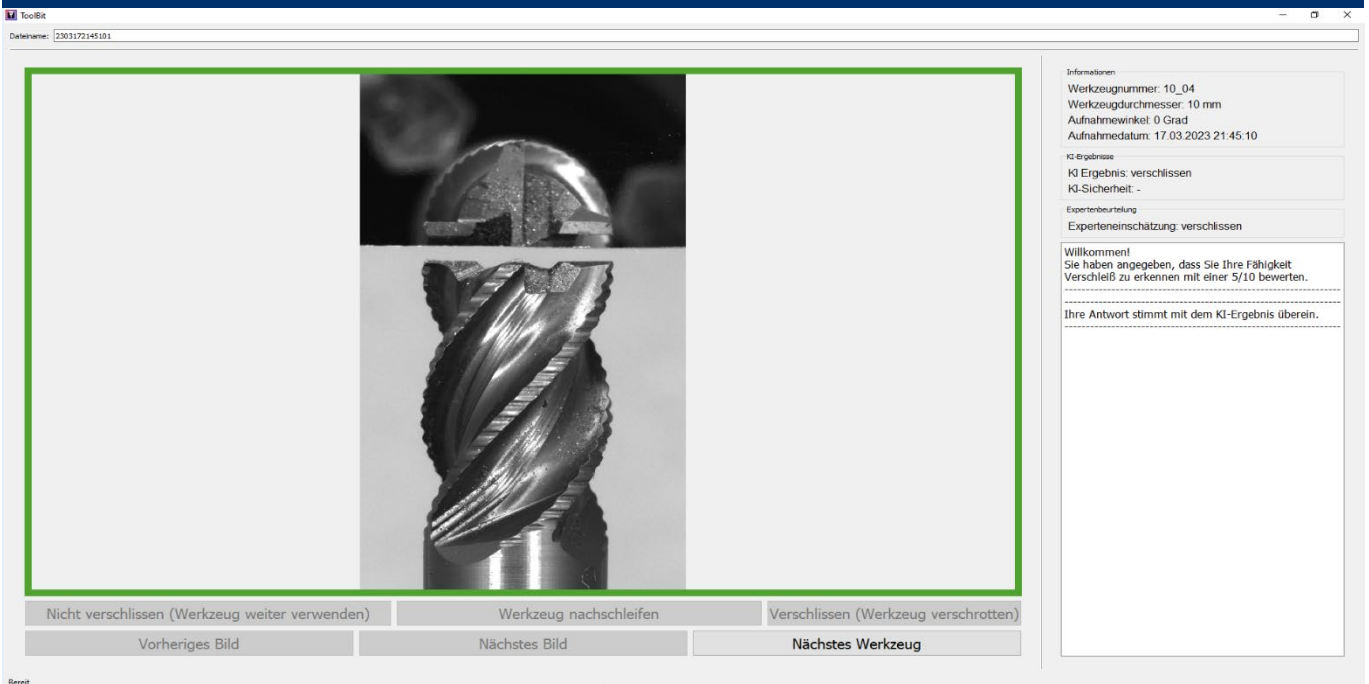
... welche Verschleißmerkmale sind für dich bei der Klassifizierung von Fräswerkzeugen besonders wichtig?

... bis zu welcher Ausprägung der Verschleißmerkmale würdest du die Werkzeuge noch weiter verwenden?

## Infos zum KI-Modell

- Dieses KI-Modell lernt nicht weiter.
- Es können nur Fräswerkzeuge klassifiziert werden.
- Es wird nicht ausgewertet, ob ein Fräswerkzeug abgebildet ist.
- Zu jedem Bild erfolgt eine Zuordnung, ob das Werkzeug verschlissen ist oder nicht.

## Benutzeroberfläche



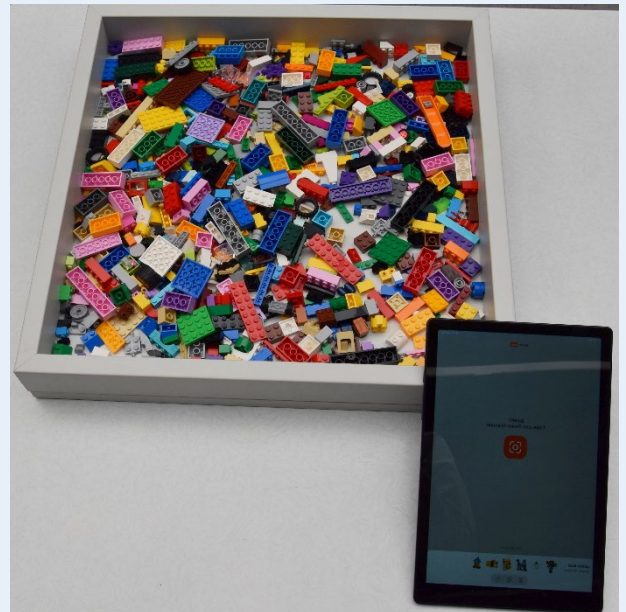
## Wie funktioniert die Werkzeugzuordnung?

1. Angabe der selbsteingeschätzten Kompetenz
2. Wechsel zwischen Ansichten des Werkzeugs durch anklicken von **Vorheriges Bild/ Nächstes Bild**
3. Werkzeugklassifizierung durch Nutzer (**nicht verschlissen/ nachschleifen/ verschlissen** anklicken)
4. Anzeigen von Werkzeuginformation und KI-Einschätzung für Nutzer auf rechter Seite der Benutzeroberfläche
5. Anonyme Speicherung der Nutzereingabe in Datenbank zur späteren Auswertung
6. **Nächstes Werkzeug / Neustarten** drücken, um von vorne zu beginnen



## KI unterstützt beim Suchen und Finden

- Mit der App *Brickit* kannst du einen Haufen Legosteine scannen und dir kreative Bauanleitungen vorschlagen lassen.
- Eine KI analysiert die Steine im Bild und sucht in einer Datenbank nach passenden Bauanleitungen.
- Während des Bauens werden die Positionen der benötigten Steine im Haufen markiert.



## Frage dich...

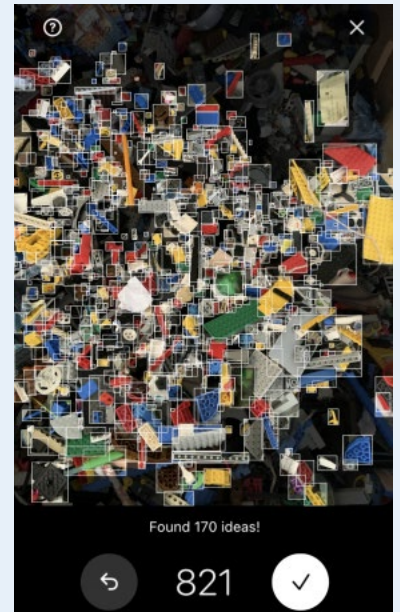
- ... wie hat die App gelernt, die Steine voneinander zu unterscheiden?
- ... wieso erkennt die App einige Steine nicht, obwohl sie da sind?
- ... wieso erkennt die App einige Steine falsch?
- ... wofür könnte eine solche Funktion im eigenen Arbeitsumfeld hilfreich sein?

## Übertragbarkeit

- Mittels KI können Objekte und Muster in Bildern erkannt und zugeordnet werden, für die eine analytische Objekterkennung nur mit sehr viel Aufwand erstellt werden kann.
- Nutzbar ist dies z. B. für das
- Zählen von Gegenständen bei der Inventur im Lager
  - Finden von Gegenständen in einem unsortierten Regal

## Hintergrundwissen

- Für die Erkennung der Steine wird ein neuronales Netz eingesetzt, welches trainiert wurde, die häufigsten Steinformen zu erkennen.
- Mittels 3D-Modellen von Legosteinen wurden virtuell zufällige Haufen erzeugt, bei denen jeder Stein bekannt ist.
- Mit sehr vielen Bildern von diesen Haufen und dem gespeicherten Wissen über die Identität der Steine wurde die KI trainiert.
- Die Bauanleitungen werden (ohne KI) in einer Datenbank im Internet gesucht.



## Bedienungsanleitung

1. Starte die App Brickit, wenn sie noch nicht läuft
  2. Tippe auf das Legosteinsymbol in der Fußzeile
  3. Folge den Anweisungen auf dem Bildschirm
  4. Wähle ein Modell aus, welches du bauen möchtest.
  5. Mit einem Tipp auf das Foto mit den gescannten Steinen, wird es vergrößert dargestellt.
  6. Du kannst auf die Steine tippen, um dir die Position im Haufen anzeigen zu lassen.
- Hinweis: Die App unterscheidet keine Farben

