IDEA-Box XXL: Mit intuitiver Mensch-Roboter-Interaktion Automatisierung hautnah erleben

Th. Pospiech[1], M. Gysin[1]

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag beschreibt einen Demonstrator für eine Anwendung mit Mensch-Roboter-Interaktion (MRI). Der MRI-Demonstrator wurde für den TechDay 2025 entwickelt und ermöglicht den Teilnehmenden die Anfertigung eines individualisierten Giveaways mittels Lasergravur. Ziel des Demonstrators ist es, Menschen aktiv in den Automatisierungsprozess einzubinden und insbesondere junge Zielgruppen für technische Anwendungen zu begeistern.
Die Steuerung sämtlicher Komponenten erfolgt über eine IDEA-Box mit integriertem Industrie-PC. Ein Stäubli TX60 Industrieroboter wird dabei mithilfe einer SpaceMouse als Eingabegerät bedient. Der MRI-Demonstrator vereint klassische Automatisierungs-, Kommunikations- und Positioniertechnik mit Robotik sowie einem digitalen Zwilling und ist speziell für den Einsatz in der Lehre an Hochschulen für angewandte Wissenschaften konzipiert. Der MRI-Demonstrator soll auch als Anregung für andere Hochschulen und Institutionen dienen und diese zum Nachbau oder zur Weiterentwicklung eigener Konzepte motivieren.

Stichwörter

Mensch-Roboter-Interaktion, Telemanipulation von Industrieroboter und digitaler Zwilling

1 Einleitung

In den vergangenen Jahren haben sich die Autoren intensiv mit der Integration von Industrierobotern in industrielle Produktionsanlagen sowie mit unterschiedlichen Automatisierungskonzepten beschäftigt. In [1] werden die Integrationsmöglichkeiten verschiedener Robotersysteme dargestellt. Die Arbeiten [2] und [3] befassen sich mit der manuellen und kollisionsfreien Telemanipulation von Industrierobotern auf Basis eines digitalen Zwillings.
Der Beitrag stellt einen Demonstrator vor, der intuitive Mensch-Roboter-Interaktion mit industrieller Automatisierung verbindet. Für den TechDay 2025 soll er Teilnehmenden ermöglichen, personalisierte Giveaways selbst herzustellen. Der Ansatz bindet Menschen bewusst in den Prozess ein und soll besonders junge Menschen für Automatisierung und Robotik begeistern.

1.1 Interesse an Technik durch Mitmach-Effekt wecken

In den vergangenen Jahren ist ein deutlicher Rückgang der Neueinschreibungen in technischen Studiengängen zu verzeichnen. Der TechDay verfolgt das Ziel, diesem Trend entgegenzuwirken, indem er die Labore und Forschungseinrichtungen der Hochschule Heilbronn für die Öffentlichkeit zugänglich macht. Insbesondere in der Automatisierungstechnik laufen Prozesse typischerweise ohne menschliches Zutun ab, was eine Herausforderung darstellt, um das Interesse der Besucherinnen

[1] Hochschule Heilbronn, Fakultät Technik, Max-Planck-Str. 39 in 74081 Heilbronn

Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +

und Besucher zu wecken. Nach Ansicht der Autoren reicht ein Demonstrator, der lediglich erklärt wird und betrachtet werden kann, hierfür nicht aus. Sie sind zudem überzeugt, dass ein sechsachsiger Industrieroboter aufgrund seiner vielfältigen Bewegungsmöglichkeiten einen attraktiven Blickfang darstellen kann. Allerdings muss die Bedienungskomplexität auf ein Minimum reduziert werden, um eine abschreckende Wirkung auf Teilnehmende zu vermeiden. Die zentrale Aufgabe besteht daher darin, einen teilautomatisierten Demonstrator zu entwickeln, der die Robotik anschaulich präsentiert und eine unkomplizierte Bedienung für alle ermöglicht.

1.2 Industrietaugliche MRI-Anwendung

Industrieroboter operieren typischerweise entlang vorab definierter Trajektorien und bewegen sich zu festgelegten Zielpositionen. Moderne KI-basierte Verfahren sowie intelligente Pfadplanungsalgorithmen ermöglichen zwar eine automatische Generierung der Bewegungsbahn, jedoch bleibt die zugrunde liegende Aufgabe des Roboters bekannt. Problematisch wird dieses Paradigma in Situationen, die nicht vorhersehbar sind und somit nicht Bestandteil der Trainings- oder Planungsgrundlage der KI waren. Ein solches Szenario kann beispielsweise durch einen Crash innerhalb einer Produktionsmaschine entstehen, bei dem Produkte oder Verpackungsmaterialien im Arbeitsraum des Roboters verbleiben und entfernt werden müssen. Aus produktionstechnischen oder sicherheitsrelevanten Gründen ist ein Öffnen des Maschineninnenraums in diesem Fall nicht zulässig. In derartigen Ausnahmefällen stoßen autonome Systeme an ihre Grenzen, da keine valide Entscheidungsgrundlage vorliegt. Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie ein Industrieroboter in unstrukturierten und nicht vorab modellierten Situationen effizient, intuitiv und zugleich kollisionsfrei durch einen menschlichen Operator gesteuert werden kann, um menschliche Entscheidungsfähigkeit mit der Präzision robotischer Systeme zu kombinieren.

Dieser MRI-Demonstrator dient auch dazu, eine potenzielle Lösung für den Einsatz im industriellen Umfeld aufzuzeigen.

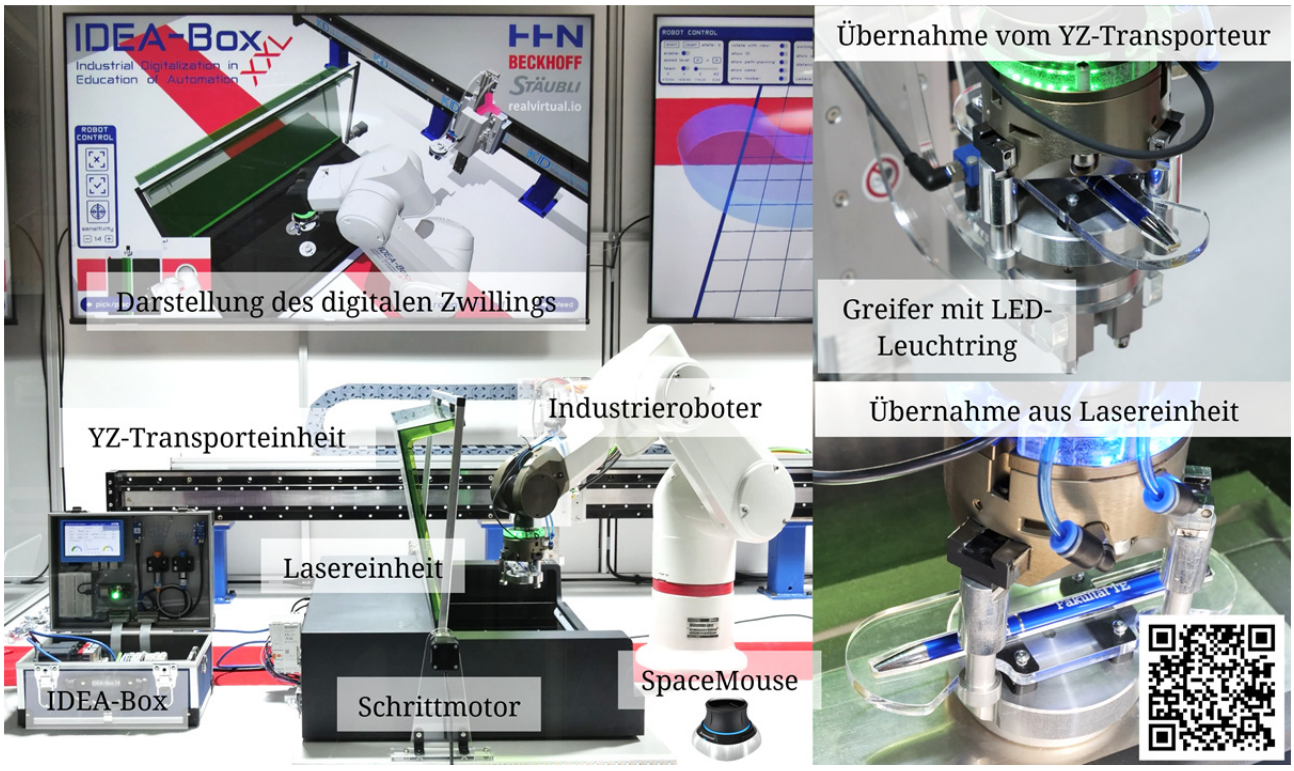


Bild 1: IDEA-Box XXL MRI-Demonstrator: Bestückung der Lasereinheit zum Gravieren eines Kugelschreibers
Film zum Demonstrator: https://youtu.be/9KXGrKKhB2g oder über QR-Code im Bild.

Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +

2 Vorstellung des MRI-Demonstrators

In diesem Kapitel wird der MRI-Demonstrator mit seinen verwendeten Komponenten und den realisierten Funktionen vorgestellt. Bevor hierzu auf die technischen Details näher eingegangen wird, soll nachfolgend zunächst eine allgemeine Beschreibung zeigen, wie der Mensch als Teil des „Produktionsprozesses“ integriert worden ist. Das Bild 1 zeigt Ausschnitte des MRI-Demonstrators zum Lasergravieren von verschiedenen Rohlingen, die nach der Bearbeitung als individualisiertes Produkt von den Besuchenden mit nach Hause genommen werden können.

2.1 Beschreibung des teilautomatisierten Produktionsprozesses

Nachfolgend wird der Prozess zur Herstellung des individualisierten Giveaways detailliert beschrieben. Die Besucher wählen zunächst einen von vier Rohlingen aus und platzieren diesen in einen speziell entwickelten Bauteilträger.

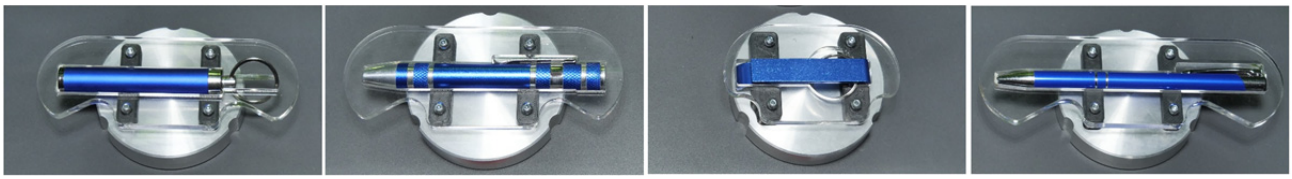


Bild 2: Rohlinge im Bauteilträger (v. l. n. r.): Lampe, Multifunktionswerkzeug, Flaschenöffner, Kugelschreiber

Anschließend wird der Bauteilträger händisch auf die Vorrichtung des XY-Transportsystems (siehe Bild 1 im Hintergrund) eingelegt und die Start-Schaltfläche auf dem Display betätigt. Die Transporteinheit fährt zur Abholposition des Roboters, sofern sich dieser nicht im Verfahrweg befindet. Nachdem die Transporteinheit an der Abholposition angekommen ist, kann der Industrieroboter über einen Controller von den Besuchenden frei im definierten Arbeitsraum bewegt werden.

In Bild 1 (rechts oben) ist die Entnahme des Bauteilträgers mit dem Roboter zu sehen. Die Kombination aus Bauteilträger und dem Drei-Finger-Greifer des Roboters toleriert eine Positionierungenauigkeit von ca. 3 mm. In Anbetracht der Entfernung von Bediener zur Abholposition und unter der Berücksichtigung, dass die Sicht durch den Roboter teilweise eingeschränkt ist, erscheint es unmöglich den Bauteilträger mit dem Roboter kollisionsfrei aufzunehmen. Mithilfe des digitalen Zwillings und der darin enthaltenen Zentrierfunktion kann aber nicht danebengegriffen werden (siehe Kapitel 3.2). Nachdem der Bauteilträger aufgenommen worden ist und der Roboter die Zentrierzone verlassen hat, kann er innerhalb des definierten Arbeitsraums frei bewegt werden. Die Besuchenden transportieren den Bauteilträger mithilfe des Industrieroboters selbstständig zur bzw. in die Lasereinheit.

Auch für das Absetzen des Bauteilträgers unterstützt der digitale Zwilling. Die automatische Zentrierfunktion positioniert den Bauteilträger exakt auf die korrekte Position zum späteren Gravieren. Der Deckel der Lasereinheit schließt sich automatisch, nachdem der Roboter aus dem Bereich der Lasereinheit bewegt worden ist. Anschließend wird der Rohling individualisiert, indem über das Display der zu gravierender Text eingegeben wird, der Laser startet dann automatisch. Nachdem der Laser die Gravur fertiggestellt hat, öffnet sich der Deckel und der Bauteilträger kann aus der Lasereinheit zum Transportsystem mithilfe des Industrieroboters wieder zurück „getragen“ werden. Damit Kollisionen ausgeschlossen werden, ist während des Öffnens und des Schließens die Roboteransteuerung blockiert. Das Transportsystem befördert das individualisierte Produkt zur Entnahmestation und die Besuchenden können ihr Giveaway entgegennehmen.

Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +

2.2 Verwendete elektrische Hardwarekomponenten

In diesem Unterkapitel werden die verwendeten Hardwarekomponenten aus dem Bereich der Automatisierungstechnik näher vorgestellt. Das nachfolgende Bild zeigt die elektrischen Hauptkomponenten und deren Vernetzung:

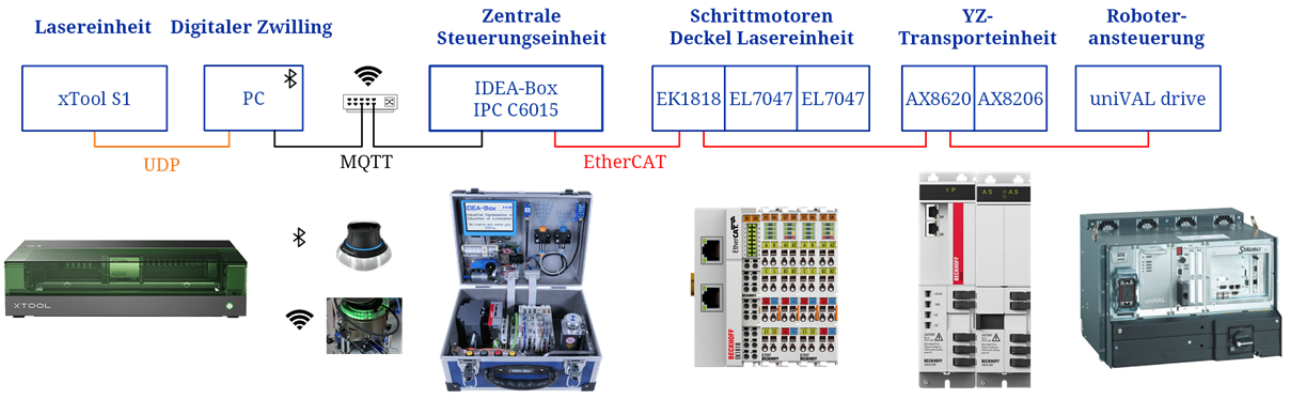


Bild 3: Elektrische Komponenten und deren Vernetzung (ohne Standard-PC für den digitalen Zwilling)

Aus steuerungstechnischer Sicht stellt die IDEA-Box, bzw. der darin verbaute Industrie-PC von der Firma Beckhoff (IPC C6050), das Herzstück des Demonstrators dar. Der IPC arbeitet als sog. Soft-SPS und vernetzt außerdem sämtliche Komponenten miteinander. Für die Funktionseinheiten mit erhöhten Echtzeit-Anforderungen kommuniziert der IPC über EtherCAT. Für die Kommunikation mit dem PC (digitaler Zwilling) sowie dem RGB-LED-Ring im Greifer wird MQTT verwendet (auf die Darstellung eines notwendigen Brokers wird im Bild 2 verzichtet). Des Weiteren kommuniziert der PC direkt mit der Lasereinheit über UDP via USB sowie mit dem Controller (hier: SpaceMouse) zum Steuern des Industrieroboters über Bluetooth.

2.3 Verwendete Software und Entwicklungsumgebungen

Wie im vorherigen Kapitel bereits erwähnt, ist die zentrale Steuerungseinheit ein IPC der Firma Beckhoff. Dieser IPC arbeitet als Soft-SPS und wurde im vorliegenden Fall mit der Entwicklungsumgebung TwinCAT 3 und in der Programmiersprache Strukturierter Text programmiert. Da die Robotersteuerung über uniVAL drive erfolgt, ist keine zusätzliche Programmiersprache oder weitere Entwicklungsumgebung erforderlich.

Der digitale Zwilling wird auf einem handelsüblichen PC betrieben und mithilfe der plattformübergreifenden Software-Engine Unity implementiert. Zur Umsetzung der interaktiven 3D-Echtzeitinhalte wird innerhalb von Unity das Framework realvirtual.io verwendet.

Für das Lasergravieren der Texteingaben wird die Software LightBurn eingesetzt. Diese ermöglicht die Ansteuerung der Lasereinheit über einfache, per UDP übertragene Kommandos. Dadurch kann dieser Bearbeitungsschritt nach erfolgter Texteingabe vollständig automatisiert ausgeführt werden. Wie in einem späteren Abschnitt gezeigt wird, ist für die Kommunikation mit der Lasereinheit ein schlankes Node-RED-Programm zwischengeschaltet.

3 Funktionelle Beschreibung des teilautomatisierten Prozesses

In diesem Kapitel wird der teilautomatisierte Prozess funktional beschrieben. Darüber hinaus werden die spezifischen Bereiche dargestellt, in denen der digitale Zwilling einen wesentlichen Mehr-

Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +

wert für die MRI bietet. Die Struktur des Kapitels orientiert sich am modularen Aufbau der Software sowie an den damit verbundenen implementierten Funktionalitäten.

3.1 YZ-Transporteur

Der YZ-Transporteur bewegt sich standardmäßig zwischen zwei definierten Positionen. Die erste Position dient dem Bedienpersonal zum Auflegen und Entnehmen von Werkstücken, während die zweite Position als Übergabepunkt an den Industrieroboter fungiert. Im SPS-Programm werden die Bewegungsvorgänge durch verhältnismäßig einfache PLCopen-Funktionsbausteine realisiert (MC_MoveAbsolute). Das Starten einer Bewegung von einer zur anderen Position erfolgt über Betätigung der entsprechenden Schaltfläche auf dem Display. Während des Verfahrens des Transporteurs ist eine Bewegungssteuerung des Industrieroboters nicht möglich. Des Weiteren kann der Transporteur nicht gestartet werden, wenn sich der Roboter in der Bewegungsbahn befindet. Diese Überprüfung erfolgt im digitalen Zwilling.

3.2 Steuerung des Industrieroboters

Die grundlegenden Konzepte zur Telemanipulation von Industrierobotern wurden bereits in [2] und [3] systematisch beschrieben. Im folgenden Unterkapitel wird erläutert, wie diese Ansätze auf den vorliegenden Anwendungsfall übertragen werden können.

Ein digitaler Zwilling fungiert in diesem Zusammenhang als Sollwertgenerator, Überwachungsinstanz sowie als Methode zur Visualisierung. Bild 4 veranschaulicht den digitalen Zwilling als zentrale Einheit.

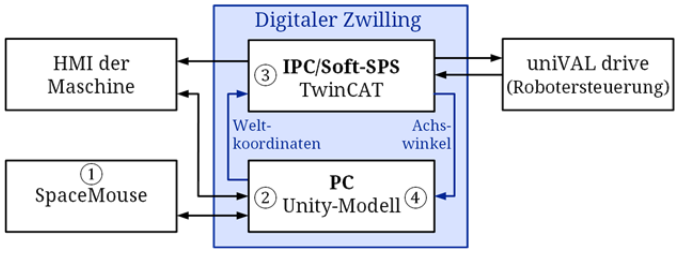


Bild 4: Konzept digitaler Zwilling als Sollwertgenerator, Überwachungsinstanz und Visualisierungsmethode

① Mit der analogen SpaceMouse von 3Dconnexion steuert der Bediener die Soll-Geschwindigkeit eines virtuellen Punktes im 3D-Raum des digitalen Zwillings.

② Die Sollwerte werden eingelesen und als Geschwindigkeitsdaten an den digitalen Zwilling übertragen. Daraus lassen sich absolute Positionen berechnen, anhand derer ein virtueller Punkt im 3D-Raum bewegt werden kann. Es sei angemerkt, dass hinsichtlich der Steuerung über die SpaceMouse sämtliche Freiheitsgrade des Industrieroboters theoretisch abgedeckt werden. Um die Bedienung jedoch zu vereinfachen, ist die Sollwertvorgabe auf die Geschwindigkeitskomponenten in X-, Y- und Z-Richtung beschränkt, d. h. eine Änderung der Orientierung ist nicht vorgesehen.

Die Geschwindigkeitsvorgaben werden im digitalen Zwilling zunächst auf Maximalwerte überprüft und gegebenenfalls begrenzt, bevor sie in absolute Positionen umgerechnet werden. Die Positionsbegrenzung erfolgt grafisch über ein CAD-ähnliches Schalenmodell, das im vorliegenden Fall aus einzelnen Ebenen besteht. Das Unity-Programm akzeptiert Sollwerte nur, wenn der virtuelle Punkt innerhalb dieses Modells bleibt. Auf diese Weise werden Kollisionen sowie Überschreitungen des Arbeitsraums vermieden.

Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +

Wie bereits eingangs erwähnt, ist es nahezu unmöglich, den Industrieroboter bzw. den virtuellen Punkt ohne zusätzliche Hilfsmittel so zu positionieren, dass der Drei-Finger-Greifer den Bauteilträger sicher aufnehmen kann (vgl. Bild 1, rechte Seite). Dies liegt nicht an der Präzision der Steuerung, sondern daran, dass das eigentliche Ziel, beispielsweise die Abholposition auf dem YZ-Transporteur, für den Bediener nicht bzw. nur mit Hindernissen einsehbar ist. Zur Unterstützung wurde daher eine Zentrierfunktion implementiert: Der virtuelle Punkt des TCP muss lediglich in die entsprechende Zone bewegt werden, die beispielsweise durch einen Zylinder einfach definiert werden kann. Befindet sich der virtuelle Punkt innerhalb dieser Zone, kann der Bediener den Punkt nur noch entlang der Z-Achse verfahren. Bild 5 verdeutlicht diesen Sachverhalt.

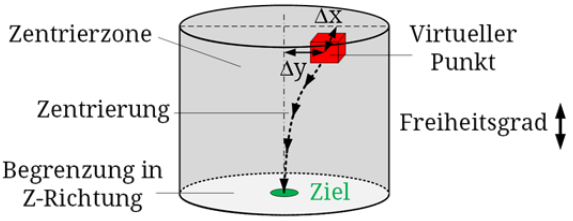


Bild 5: Verdeutlichung der Zentrierfunktion

Damit sich der Industrieroboter nicht selbstständig bewegt, erfolgt die Zentrierung ($\Delta x \rightarrow 0$ und $\Delta y \rightarrow 0$) in Abhängigkeit der Bewegung entlang der Z-Achse. Zusätzlich wird über den unteren Boden des Zylinders eine Begrenzung implementiert, sodass auch entlang der Z-Achse keine Kollision auftreten kann. Beim Erreichen dieser Begrenzung wird ein Ereignis ausgelöst; in diesem Fall öffnet oder schließt sich der Greifer des Industrieroboters, abhängig vom aktuellen Zustand.
Auch das Öffnen und Schließen des Deckels der Lasereinheit wird über sogenannte Funktionszonen im digitalen Zwilling gesteuert. Befindet sich der virtuelle Punkt innerhalb einer entsprechenden Zone oder erreicht diese, wird ein Ereignis ausgelöst. Die Funktionszonen liegen außerhalb des Schwenkbereichs des Deckels. Während sich der Deckel bewegt, ist die Steuerung des Industrieroboters blockiert, um Sicherheitsrisiken und Kollisionen zu vermeiden.

③ Der digitale Zwilling kommuniziert mit dem IPC mit MQTT über einen Broker. Hierbei werden die Positionsdaten des virtuellen Punktes, der den TCP des Industrieroboters repräsentiert, und das Auslösen der Ereignisse ausgetauscht. Auch wenn MQTT eine performante Kommunikationsmöglichkeit darstellt, genügt es den Anforderungen deterministischer Echtzeitkommunikation nicht. Es ist möglich, dass während des Streamens von Daten (vor allem über das Internet) Verzögerungen von 60-70 ms auftreten können, d. h. der Jitter ist groß. Aus diesem Grund müssen die Sollwerte für den Industrieroboter entsprechend aufbereitet werden. Mit einem PT_2-Filter und einer hierbei eingestellten Filterzeitkonstanten von 100 ms wird ein sehr guter Kompromiss zwischen einer ruhigen Bewegung und einem kurzen Nachlaufverhalten des Industrieroboters erreicht. Die Bedienenden nehmen die durch das Filter verlängerte Reaktionszeit des Industrieroboters nahezu nicht wahr.

Nach dem Filtern der TCP-Positionsdaten erfolgt die inverse Transformation für den 6-Achs-Industrieroboter (TX60 von der Firma Stäubli). Das Gerät uniVAL drive ist keine klassische Robotersteuerung, vielmehr eine Art Gateway bzw. Achsverstärker für die sechs Servomotoren in der Robotermechanik. Das uniVAL drive wird demnach nicht programmiert, sondern erwartet Achs-Sollwerte für die jeweiligen Gelenkwinkel des Industrieroboters. Demnach muss die Umrechnung der Positionsdaten des TCPs in die entsprechenden sechs Achswinkel auf dem IPC erfolgen, bevor diese dann über EtherCAT deterministisch und in Echtzeit an das uniVAL drive kommuniziert werden. Auch wenn die inverse Transformation für diesen Roboter-Typ mathematisch nicht trivial ist, stellt die Berechnung für den IPC keine Herausforderung dar (siehe auch [1]).

Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +

④ Für die Darstellung des realen Abbildes erhält der digitale Zwilling seine Daten vom IPC über MQTT. Dazu gehören neben den unterschiedlichen Positionsdaten der motorisch betriebenen Mechaniken Zustände des Greifers oder auch das Ergebnis der Arbeitsraumüberwachung. Mithilfe von virtuellen Antrieben (realvirtual.io) und dem kinematisierten CAD-Modell wird die Realität mit dem digitalen Zwilling wiedergegeben.

3.3 Öffnen und schließen der Lasereinheit

Wie zuvor erwähnt, erfolgt das „Triggern" zum Öffnen und Schließen der Lasereinheit über den digitalen Zwilling. Da die Lasereinheit ab Werk nicht über einen motorisierten Mechanismus für diesen Zweck verfügt, werden zwei Schrittmotoren (Nema 17 mit Getriebe) und die Deckelklappe mittels eines Bügels miteinander verbunden. Beide Schrittmotoren erhalten für die Positionieraufgabe zeitgleich einen MC_MoveAbsolute-Befehl auf 110 Grad für das Öffnen und 0 Grad zum Schließen. Im geschlossenen Zustand werden die Schrittmotoren nicht bestromt. Da die Schrittmotoren nicht mit einem Drehgeber betrieben werden, bietet dies im Falle eines möglichen Schrittverlustes zwei Vorteile: Zum einen fällt die Deckelklappe aufgrund ihrer Gewichtskraft sanft zu, falls das Positionierziel nicht erreicht wird. Auf der anderen Seite werden sämtliche mechanischen Spannungen abgebaut, wenn die Deckelklappe im geschlossenen Zustand über den Endanschlag hinaus positioniert werden würde. Angemerkt sei an dieser Stelle, dass es sich hierbei um eine rein theoretische Absicherung handelt. In der Praxis ist, vor allem durch den Einsatz des Getriebes, kein Schrittverlust aufgetreten.

3.4 Integration und Automatisierung der Lasereinheit

Wie schon zuvor erwähnt, steuert nicht die Herstellersoftware der Lasereinheit das Gravieren, sondern das Programm LightBurn. LightBurn wurde speziell zur Bedienung von Lasern und Lasercuttern entwickelt und ist für zahlreiche Geräte bzw. deren verbaute Controller kompatibel – dazu zählt auch der hier verwendete Desktoplaser xTool S1. LightBurn bietet gegenüber der Herstellersoftware xToolStudio den entscheidenden Vorteil, dass ein Programm- bzw. Funktionszugriff von außen möglich ist. Der Funktionsumfang ist hierbei nicht groß, reicht aber für den vorliegenden Anwendungsfall, das Gravieren eines variablen Textes, aus. Bei der Umsetzung sind folgende Schritte zu berücksichtigen: Für jeden unterschiedlichen Rohling ist ein separates LightBurn-Projekt anzulegen. Innerhalb des Projekts muss die Position des Gravurfeldes definiert werden. Darüber hinaus ist dem Gravurfeld die Eigenschaft eines variablen Textes zuzuweisen und der jeweilige Text aus einer CSV-Datei einzulesen. Mit diesen grundlegenden Einstellungen können Zeichenketten, die außerhalb von LightBurn erstellt wurden, automatisiert auf verschiedene Objekte graviert werden. Das nachfolgende Bild zeigt eine Möglichkeit, wie LightBurn von extern über UDP angesprochen werden kann:

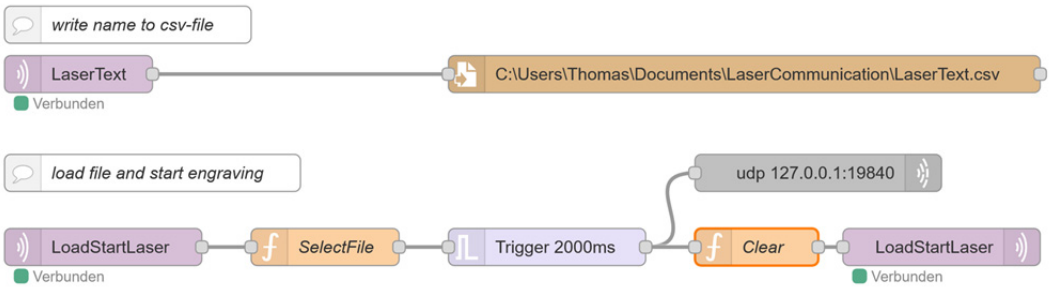


Bild 6: Flow in Node-RED für das automatisierte Gravieren eines variablen Textes aus einer CSV-Datei

Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +

Im oberen Teil des Flows wird über MQTT der zu gravierende Text empfangen und in einer CSV-Datei abgespeichert, unabhängig davon, welcher Rohling graviert werden soll. Im unteren Teil wird der eigentliche Prozess gestartet. Sobald das Topic „LoadStartLaser" eines der vier vordefinierten Namen enthält, wird das entsprechende LightBurn-Projekt geladen und anschließend zwei Sekunden gewartet. Das bedeutet, dass der Node „Trigger 2000ms" das empfangene Signal unmittelbar an den Laser über UDP versendet und nach zwei Sekunden das „START"-Kommando folgt. Die zwei Sekunden reichen für das Laden des Projektes vollkommen aus. Abschließend wird das Topic „LoadStartLaser" über den Funktions-Node „Clear" gelöscht, sodass auf einen neuen Laserauftrag gewartet werden kann.

4 Fazit

Der Name IDEA-Box steht für Industrial Digitalization in Education for Automation [4]. Das „XXL“ steht im übertragenen Sinne für die Skalierung der Lehre vom Hörsaal auf die praktische Anwendung mit Industriekomponenten. Den Autoren ist es wichtig, diese Bereiche der klassischen Automatisierungs-, Kommunikations- und Positioniertechnik sowie der Robotik und des digitalen Zwillings mithilfe eines Demonstrators zu vereinen – speziell für die Lehre an einer Hochschule für angewandte Wissenschaften. Der Demonstrator soll auch als Anregung für andere Institutionen dienen und diese zum Nachbau oder zur Weiterentwicklung eigener Konzepte motivieren.

Während des TechDay 2025 wurden ca. 100 individualisierte Objekte graviert. Die Teilnehmenden zeigten Begeisterung und Freude beim Steuern des Roboters, obwohl die meisten zuvor nicht wussten, was ein Industrieroboter oder ein digitaler Zwilling überhaupt ist. Interessant waren die Beobachtungen beim Umgang mit der SpaceMouse, also dem eigentlichen Controller des Industrieroboters. Im Gegensatz zum Mixed-Reality-Spiel PiCoPlace [3], bei dem die Besucher sofort nach Erhalt eines handelsüblichen Gamepads loslegen, als wäre es die normalste Sache der Welt, betrachteten sie die SpaceMouse zunächst neugierig und zögerlich. Bewusst wurde auf eine detaillierte Erklärung des Controllers verzichtet, sodass für weitere Anwendungen ein Eindruck bezüglich der Intuitivität gewonnen werden konnte. Die ersten Bewegungen des Industrieroboters waren vorsichtig und verhältnismäßig langsam, doch bereits nach einer kurzen Eingewöhnungsphase waren die Besuchenden in der Lage, den Industrieroboter selbstständig und sicher zu bewegen. Interessant zu beobachten war auch der Umgang mit dem Sachverhalt, dass die Abholposition des Bauteilträgers mit Rohling nicht direkt einsehbar ist. Dabei wurden die Teilnehmenden indirekt dazu angeregt, mit dem digitalen Zwilling zu arbeiten, denn auf dem Monitor war dieser Bereich sichtbar – die Blicke der Besuchenden gingen hin und her. Die Zentrierfunktion des digitalen Zwillings – eine Funktion, die dafür sorgt, dass der Roboter immer in einem sicheren Arbeitsbereich bleibt und man zum Ziel geführt wird – hat dazu beigetragen, Ängste vor Fehlbedienung abzulegen. Ab diesem Zeitpunkt wurde die SpaceMouse häufig am „Anschlag“ betrieben und den Besuchenden ging es nicht mehr schnell genug - das Vertrauen zur Technik war aufgebaut. Einige Besucher empfanden beim Gravieren des Textes eine größere Sorge, versehentlich einen Tippfehler zu machen, als beim Bedienen des Industrieroboters. Der Demonstrator ist derzeit darauf ausgelegt, von einer einzelnen Person bedient zu werden, und an diesem Konzept wird auch zukünftig festgehalten. Ein entscheidender Faktor für die hohe Akzeptanz bei den Teilnehmenden ist das „selbstproduzierte“ Giveaway, das dazu beiträgt, dass Wartende geduldig bleiben und dem aktuellen Bedienenden aufmerksam zuschauen. Während des Betriebs wird oft eine zentrale Frage gestellt, die das Interesse der Teilnehmenden zeigt: Wie funktioniert das eigentlich alles?

Die Frage, ob das kontrollierte Bewegen eines 6-Achs-Industrieroboters kinderleicht sein kann, wird nach dem TechDay mit einem klaren Ja beantwortet – Beleg: der jüngste Roboterbediener war gerade mal vier Jahre alt [5].

Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +

5 Literatur

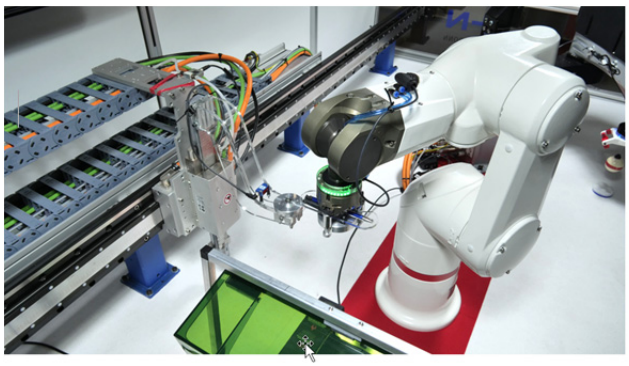
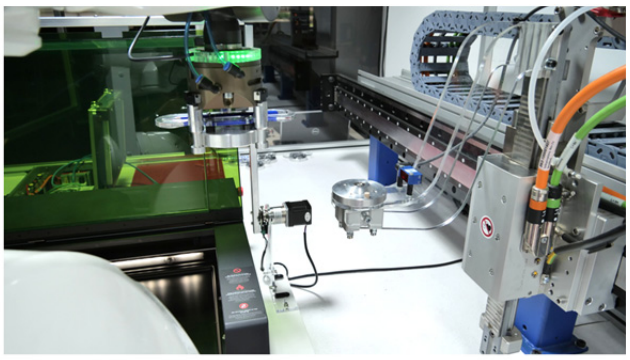
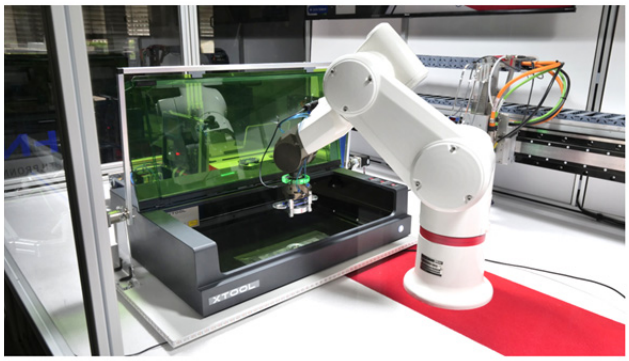
[1] Pospiech Th., Loose T.; Effizienz durch Skalierbarkeit: „Integrierte Robotik“ in Produktionsmaschinen; 16. AALE-Konferenz in Heilbronn, 2019

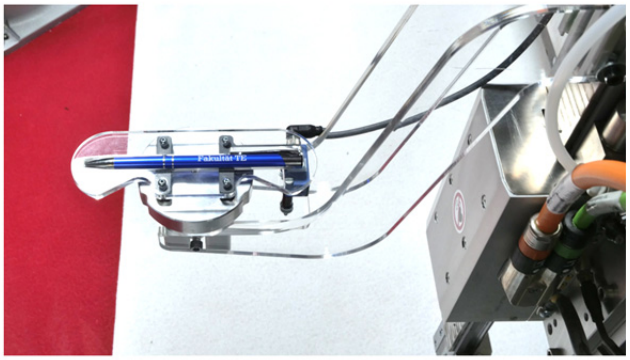
[2] Pospiech Th., Gysin M.; Moderne Methode zur manuellen und kollisionsfreien Telemanipulation von Industrierobotern basierend auf einem digitalen Zwilling; 20. AALE-Konferenz in Bielefeld, 2024

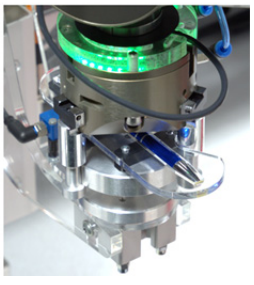
[3] Pospiech Th., Gysin M.; PiCoPlace - ein Mixed-Reality-Game zur Demonstration der Telemanipulation eines Industrieroboters; 21. AALE-Konferenz in Dresden, 2025

[4] Pospiech Th., Wittenberg C., Gysin M., Bauer B.; IDEA-Box Industrial Digitalization in Education of Automation out of the box; 19. AALE-Konferenz in Luxemburg, 2023
LinkedIn-Post der Hochschule Heilbronn (abgerufen am 25.09.2025): https://www.linkedin.com/posts/hhn-heilbronn_hhn-hochschuleheilbronn-technik-activity-7362050394874675200-wqSf?utm_source=social_share_send&utm_medium=member_desktop_web&rcm=ACoAAEAm10oBPCzv7DMBinfN-Ss5vLKjpBwD0AM

6 Weitere Bilder / Anhang





Open Access. © 2026 Th. Pospiech, M. Gysin
This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. +