

# Erstellen einer Laufzeitanwendung zur Objekterkennung



Whitepaper

**KEBA**<sup>®</sup>  
Automation by innovation.

# Einleitung

In diesem Whitepaper erklären wir Ihnen, wie Sie eine visuelle KI-Anwendung auf einer KEBA-Steuerung **mit unserem neuen industriellen KI-Erweiterungsmodul AE 550 erstellen können**.

Die Erstellung einer visuellen KI-Anwendung besteht im Großen und Ganzen aus zwei Schritten. Zunächst muss das Modell trainiert werden, damit es die richtigen Objekte im eingegebenen Bild erkennt. **Diesen Schritt haben wir bereits in einem Whitepaper beschrieben**. In einem zweiten Schritt muss die Laufzeitanwendung erstellt werden, die das trainierte Modell ausführt und dann die Ergebnisse korrekt interpretiert und in unserer SPS-Anwendung einsetzt. Zum Trainieren des Modells sind Grundkenntnisse der KI erforderlich, aber die Erstellung der Laufzeitanwendung ist eine reine Programmieraufgabe. Dank der tiefen Integration des KI-Stacks in die KEBA-Steuerung sind keine speziellen KI-Kenntnisse erforderlich, um eine solche Anwendung zu erstellen.

Die offene KEBA-Steuerungsplattform bietet zwei Möglichkeiten, eine solche Anwendung zu erstellen. Einerseits **kann die Anwendung direkt im IEC-Code entwickelt werden, d. h. in KeStudio**. Mit speziellen Funktionsblöcken ist diese Aufgabe ein Kinderspiel. Die Anwendung kann jedoch auch in C/C++ oder Python entwickelt werden und über eine API direkt mit dem KI-Beschleuniger kommunizieren.

## AE 550

Das AE 550 ist ein leistungsstarkes, kompaktes Hardware-Inferenz-Beschleunigungsmodul, das als Erweiterungsmodul direkt an eine KEBA-Steuerung der C5-Serie angeschlossen werden kann. Es ist für die anspruchsvollen Anforderungen moderner industrieller Anwendungen konzipiert. Es verfügt über eine offene Architektur, die eine äußerst flexible Integration und Anpassung ermöglicht. Dank der Echtzeitfähigkeit wird die sofortige Verarbeitung und Reaktion sichergestellt, was für zeitkritische Vorgänge entscheidend ist. Datenhoheit und Sicherheit haben Vorrang und gewährleisten, dass alle Daten mit den höchsten Schutzstandards verarbeitet werden.



Abbildung 1 – KeControl CP520/C mit KI-Erweiterungsmodul AE 550 (links eingesteckt)

Der große Unterschied zu anderen industriellen KI-Beschleunigern in industriellen Rechnern oder Steuerungen ist die nahtlose Integration in die KEBA Steuerung. Dadurch können KI-Aufgaben direkt aus dem SPS-Code heraus durchgeführt werden. Dieser für die industrielle Langzeitverfügbarkeit konzipierte Beschleuniger ist robust und zuverlässig und damit eine nachhaltige Wahl für langfristige Projekte. Er arbeitet außerdem energie- und kosteneffizient, sodass die Betriebskosten bei gleichbleibend hoher Leistung verringert werden können.

Die Vorteile der tiefen Integration der KI und Visualisierung lassen sich sehr gut am Beispiel einer modernen Roboterverpackungslösung beschreiben. In einer solchen Anwendung werden bei den derzeit auf dem Markt verfügbaren Lösungen bis zu drei verschiedene Steuerungen und industrielle Rechner installiert. Zunächst einmal ist eine Robotersteuerung nötig, um die Kommissionierroboter zu steuern. Darüber hinaus ist für die Visualisierung ein Kamerasystem oder ein industrieller Rechner erforderlich, sodass eventuell eine visuelle Qualitätskontrolle durchführt und dem Roboter die Koordinaten der zu entnehmenden Objekte bereitgestellt werden können. Schließlich ist auch eine SPS erforderlich, um alle anderen Sensoren zu verbinden und die Benutzerschnittstelle zu bilden sowie den Anwendungsprozess zu steuern.

All diese Systeme müssen dabei mit Parametern versehen bzw. programmiert werden. Dies erfordert häufig völlig unterschiedliche Tools von verschiedenen Herstellern, da der Anbieter des Bildverarbeitungssystems meist weder eine Robotersteuerung noch eine SPS anbietet und umgekehrt. Hinzu kommt, dass es kaum Spezialisten gibt, die sich mit allen Systemen gleichermaßen auskennen. Daher sind für die Inbetriebnahme oder Wartung einer Anlagenanwendung in der Regel verschiedene Personen nötig.

Dank **Kemro X, der Plattform für industrielle Automatisierung von KEBA**, ist nur eine Steuerung erforderlich, die SPS, Robotik und alle KI-Funktionen bündelt. Darüber hinaus können mit nur einem einzigen Tool alle Systemkomponenten programmiert werden. Das erleichtert den Anwendern die Bedienung und den Anwendungsingenieuren die Programmierung des Systems. Außerdem verringert sich der Zeitaufwand für die Schulung neuer Mitarbeiter.

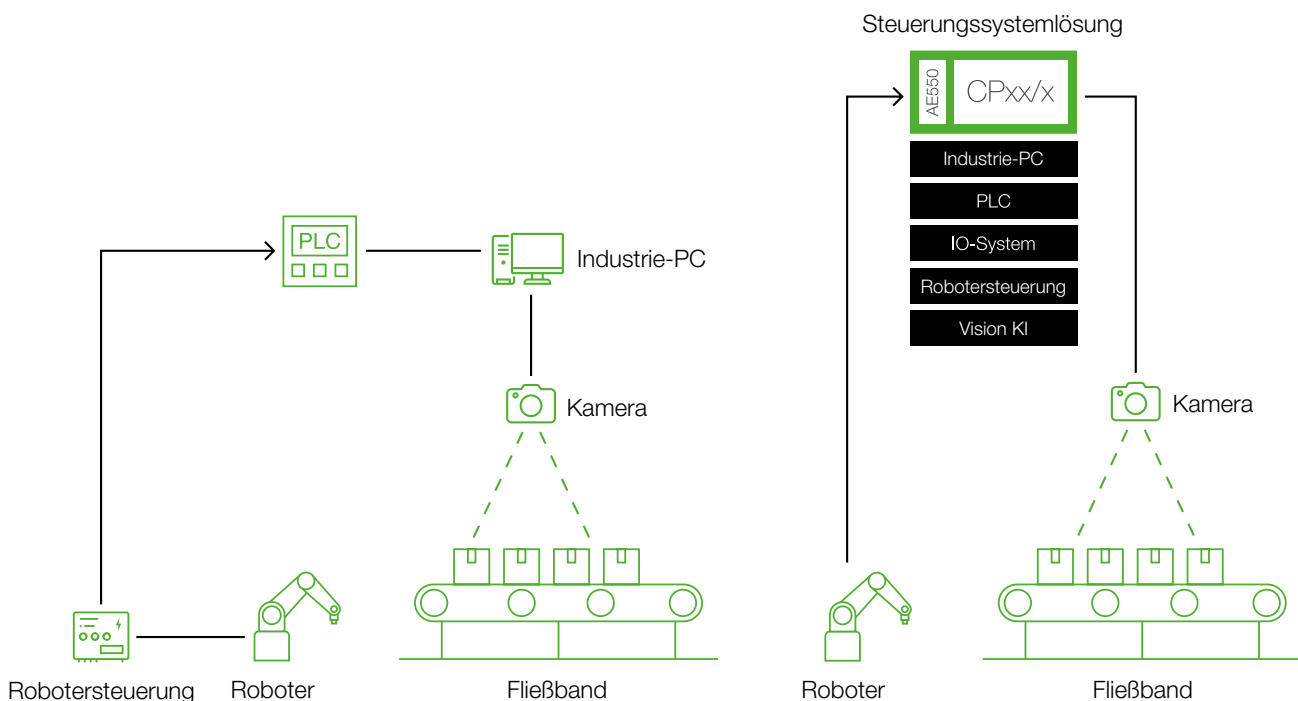


Abbildung 2 – Vergleich einer herkömmlichen Lösung zur Visualisierung und Steuerung mit Kemro X

# Verarbeitungsschritte in einer KI-Laufzeitanwendung

Nachdem wir nun die Vorteile des KI-Erweiterungsmoduls von KEBA kennen, sehen wir uns jetzt an, wie eine KI-Laufzeitanwendung erstellt wird. Eine KI-Anwendung besteht wie fast jede grundlegende Anwendung aus drei Hauptschritten: Eingabe, Verarbeitung und Ausgabe. Zur Eingabe können verschiedene Quellen herangezogen werden, z. B. Audiodaten, Videos oder Zeitreihenwerte. Sensorbasierte Zeitreihenwerte eignen sich gut für Aufgaben wie die vorausschauende Wartung, während Audiodaten beispielsweise dazu verwendet werden können, eine sprachgesteuerte Benutzeroberfläche zu realisieren. Die Eingabedaten müssen in der Regel bereits vor der Verwendung aufbereitet werden. Häufig müssen Bilder zusammengeschnitten und Sensor- oder Audiodaten gefiltert werden.

Die vorverarbeiteten Daten werden dann an das KI-Modell gesendet, wo die sogenannte Inferenz – das Ausführen – beginnt. Dies bezeichnet die Auswertung des bereits trainierten Modells zur Vorhersage von Ergebnissen aus den eingegebenen Daten. Das ist die eigentliche KI-Aufgabe: Der Rest der Anwendung dient lediglich zur Vor- und Nachbereitung der Daten für diese Aufgabe. Bei Videodaten erfolgt die Inferenz auf dem KI-Erweiterungsmodul. Die Inferenz aus Sensordaten (außer Bild- oder Videodaten) erfordert in der Regel keine hohe Rechenleistung und kann daher direkt auf der CPU des Controllers ausgeführt werden. Für diese weniger rechenintensiven Anwendungen ist das KI-Modul in der Regel nicht erforderlich. Die Ergebnisse müssen nach Abschluss der Modellinferenz noch nachbearbeitet werden, damit sie in der Hauptanwendung verwendet oder gespeichert und einem Benutzer präsentiert werden können.

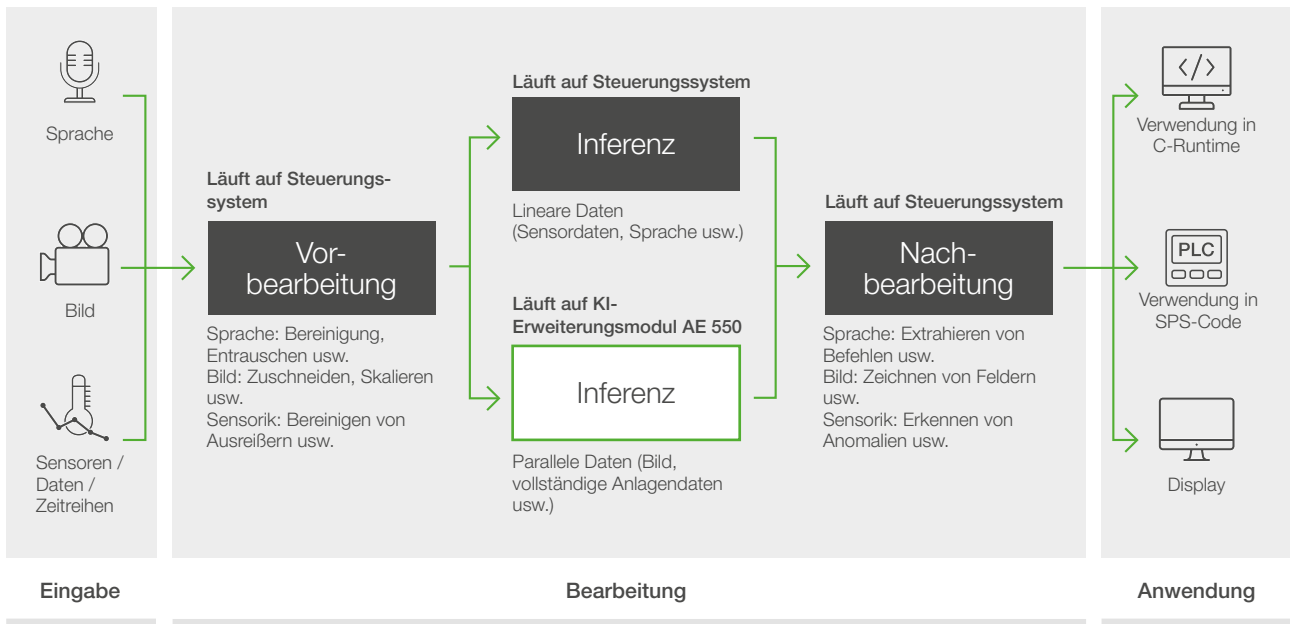


Abbildung 3 – Verarbeitungsschritte in einer KI-Laufzeitanwendung. Die Sensor- bzw. Visualisierungsdaten werden vor der Verwendung aufbereitet. Bei nicht datenintensiven Aufgaben erfolgt die Inferenz direkt auf der CPU der Steuerung, während Visualisierungsdaten von der beschleunigten Inferenz auf dem KI-Erweiterungsmodul profitieren können (grüner Kasten). Die Ergebnisse der Inferenz werden nachbearbeitet und an die Hauptanwendung gesendet.

# Erstellen einer Anwendung zur Objektverfolgung

---

Bei der Entwicklung einer KI-Anwendung besteht der erste Schritt darin, das Problem zu benennen und zu analysieren, das mit der Anwendung gelöst werden soll. In unserem Anwendungsfall in der Robotik sollen Pralinen erkannt und ihre Position auf einem Förderband über die Zeit verfolgt werden. Während dieses Vorgangs ist es natürlich auch möglich, eine optische Qualitätskontrolle der Pralinen durchzuführen.

Ist dies gewünscht, muss beim Trainieren des Modells jedoch darauf geachtet werden, dass für den Trainingsalgorithmus gute und schlechte Pralinen bereitgestellt werden. Ist das Problem bekannt, können eine Modellkategorie und ein Modell ausgewählt werden, die zur Lösung des Problems verwendet werden sollen.

## Auswählen und Trainieren des KI-Modells

Da Pralinen auf einem Bild erkannt werden sollen, ist ein Modell zur Objekterkennung notwendig. Ein solches KI-Modell ermöglicht es, verschiedene Objekte zu erkennen, auf die es zuvor trainiert wurde.

## Auswählen der Kamera- und Rechenhardware

Als Nächstes muss eine geeignete Kamera für die Anwendung ausgewählt werden. Dabei kann es sich um eine 2D- oder 3D-Kamera handeln. Danach müssen die Lichtverhältnisse angepasst werden, um die Bildqualität und -genauigkeit zu verbessern. Visuelle KI-Modelle sind sehr viel unempfindlicher gegenüber wechselnden Lichtverhältnissen als herkömmliche visuelle Algorithmen, aber auch sie benötigen eine einigermaßen konstante Beleuchtung, um zuverlässige Ergebnisse liefern zu können. Die Visualisierung mit Kemro X unterstützt dabei unabhängig vom Kamerahersteller eine Vielzahl von Kameras, die entweder über USB oder Ethernet angeschlossen werden können.

Die Kamera kann also vom Benutzer ausgewählt werden. Haben Sie keine ausreichenden Kenntnisse in diesem Bereich, unterstützt Sie KEBA bei der Auswahl und Konfiguration von Kameras für verschiedene Anwendungsfälle gern. Für unseren Anwendungsfall haben wir uns für eine industrielle RGB-Ethernet-Kamera mit einer Auflösung von 720 x 540 Pixeln und bis zu 290 Bildern pro Sekunde entschieden. Da wir in unserem Fall keine optische Qualitätskontrolle durchführen müssen, können wir eine Kamera mit einer geringeren Auflösung verwenden. Die niedrigere Auflösung ermöglicht es uns, mehr Bilder pro Sekunde über die Ethernet-Schnittstelle zu übertragen. Aufgrund der vielen Bilder pro Sekunde wären mit diesem Kameraaufbau selbst Hochgeschwindigkeitsanwendungen möglich. Das KI-Modul ist natürlich auch in der Lage, ein Modell zur Objekterkennung mit dieser Geschwindigkeit auszuführen. Werden nicht so viele Bilder pro Sekunde benötigt, kann dies einfach in den Kameraeinstellungen geändert werden. Bei dieser Kamera haben wir uns für ein Objektiv mit einer festen Brennweite von 16 mm entschieden. Damit kann der relevante Teil des Förderbandes überwacht werden.

Danach muss entschieden werden, welche C5-Steuerung verwendet werden soll. Je nach erforderlicher Rechenleistung muss eine geeignete Steuerung ausgewählt werden. Wird später festgestellt, dass die benötigte Rechenleistung nicht ausreicht, kann ganz einfach auf eine leistungsstärkere Version umgestiegen werden. Generell gilt: Je mehr Bildverarbeitungsoperationen durchgeführt werden müssen, desto mehr Rechenleistung wird für die Steuerung benötigt. Für eine einfache Anwendung wie in unserem Beispiel ist eine Steuerung mit mittlerer Rechenleistung völlig ausreichend. Zu Demonstrationszwecken verwenden wir in diesem Fall eine KeControl CP507/C mit einem 4-Kern-Intel-Atom-Prozessor und 4 GB RAM. Diese Steuerung verfügt über ausreichend Rechenleistung, um sowohl die KI- als auch die SPS- und Robotikfunktionen abzudecken.

## Erstellen einer KI-Vision-Pipeline

Nach der Auswahl der Hardware und des KI-Modells kann jetzt die Vision-Pipeline erstellt werden. Die Pipeline ist der Prozess, der mit jedem einzelnen Bild aus dem Kamera-Stream durchgeführt wird. Die Konfiguration der Pipeline wird direkt in **KeStudio** durchgeführt.

Es gibt für alle erforderlichen Operationen Funktionsblöcke, deren Parameter einfach einzustellen sind und die nach der Verknüpfung mit einer Sequenz die Pipeline bilden. Jetzt erläutern wir die Vision-Pipeline aus unserem Beispiel ausführlicher.

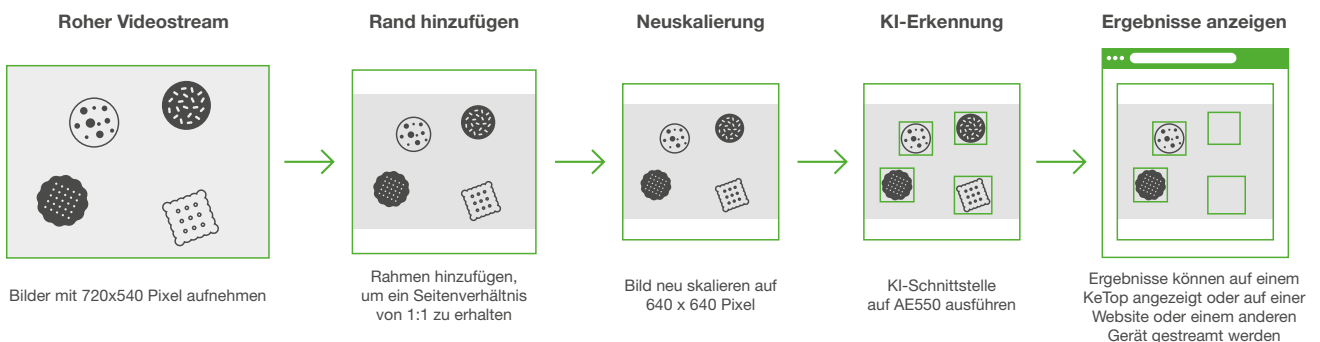


Abbildung 4 – Schritte der Bildverarbeitung und KI-Inferenz in der Pipeline

Am Anfang jeder Pipeline steht das Einlesen der Rohbilddaten von der Kamera. Die Kameraeinstellungen wie Bildgröße, Belichtung, Fokus usw. können in einem vom Kamerahersteller bereitgestellten Tool oder direkt in KeStudio vorgenommen werden. In unserem Beispiel übertragen wir die Bilder direkt im RGB-Format mit 720 x 540 Pixeln von der Kamera. Die Kamera kann auch über einen digitalen Eingang ausgelöst werden. Wir haben die Kamera mit einem digitalen Ausgang unserer Steuerung verbunden. Damit kann die Kamera direkt über das SPS-Programm ausgelöst werden und die Bilder zu dem von der Echtzeitanwendung ausgelösten Zeitpunkt empfangen.

Im folgenden Schritt wird das Bild vorverarbeitet. Mögliche Bearbeitungsschritte sind hier das Zuschneiden oder Skalieren der Bilder oder das Konvertieren in ein anderes Pixelformat, wenn die Kamera das gewünschte Format nicht unterstützt. Rechenintensive Operationen werden durch den integrierten Grafikprozessor automatisch in die Steuerung ausgelagert, um CPU-Rechenleistung zu sparen. In unserem Beispiel müssen wir dem Bild einen Rahmen hinzufügen, um es im Verhältnis 1:1 darstellen zu können, und es dann auf die Größe von 640 x 640 Pixel skalieren (die von unserem KI-Modell als Eingabegröße benötigt wird).

Die Objekterkennung wird dann mit dem bereits bearbeiteten Kamerabild durchgeführt. Dazu werden das Bild und das damit verknüpfte KI-Modell an das KI-Erweiterungsmodul gesendet. Die KI-Modelle können einfach mit KeStudio in die Steuerung geladen werden. Sie werden dann dem entsprechenden Funktionsblock im Programm zugewiesen.

Fall gewünscht kann das Ergebnis der Erkennung auf einem Bedienfeld oder einer Website angezeigt werden. Videos können direkt in der Steuerung gespeichert werden. Das ist natürlich nur möglich, wenn genügend Speicherplatz zur Verfügung steht. In der Regel wird dies jedoch nicht gemacht, da Videos schnell mehrere 100 MB Speicherplatz benötigen können. Das hängt aber auch von der Auflösung und den Bildern pro Sekunde der Videos ab. Diese Funktion wurde zu Analyse- bzw. Dokumentationszwecken hinzugefügt, um kurze Auszüge zu speichern.

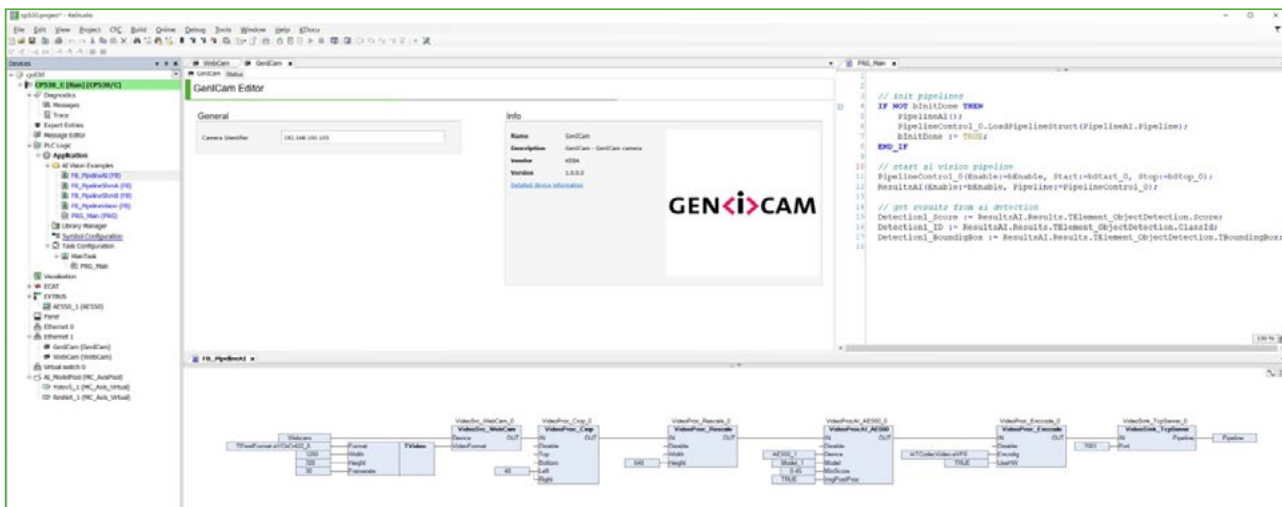


Abbildung 5 – Erstellung einer Vision- und KI-Pipeline direkt in KeStudio. Die Kameras werden im Gerätebaum der Anwendung (links und linkes oberes Fenster) konfiguriert. Vision-Pipelines können einfach mit einem Editor für Funktionsblöcke (unteres Fenster) erstellt werden und die Ergebnisse können direkt im IEC-Code (oberes linkes Fenster) verwendet werden.

## Verwenden der KI-Ergebnisse in der Hauptanwendung

Nach der Erstellung der Vision-Pipeline kann sie in der Hauptanwendung eingesetzt werden. Zur Verwaltung der Vision-Pipeline steht ein separater Funktionsblock zur Verfügung. Das kann ganz einfach über textbasierten Code in KeStudio erledigt werden. Die Ergebnisse der KI-Erkennung können auch mit einem Funktionsblock ausgelesen werden. Damit kann der Anwender direkt im SPS-Code auf die Positionen der Objekterkennung zugreifen und diese in der Anwendung nutzen, um z. B. die Objekte durch den Roboter greifen zu lassen. Die Visualisierung mit Kemro X und das KI-Erweiterungsmodul unterstützen auch mehrere Pipelines gleichzeitig, um verschiedene Aufgaben ausführen zu können.

## Fazit

Die Erstellung einer Laufzeitanwendung zur Objekterkennung mit dem KEBA KI-Erweiterungsmodul AE 550 wird durch die tiefe Integration in die Steuerung Kemro X vereinfacht. Der Prozess umfasst das Trainieren des Modells, die Auswahl einer geeigneten Kamera und Steuerung, die Konfiguration der Vision-Pipeline, die für die Interaktion mit der Kamera verwendet wird, und das KI-Modul. Am Ende wird die Vision-Pipeline in die Hauptanwendung integriert. Dieser Schritt ermöglicht den einfachen Zugriff auf die KI-Erkennungsergebnisse über SPS-Code-Funktionsblöcke. Diese Integration vereinfacht die Entwicklung und erhöht die Funktionalität von industriellen Anwendungen.

## Haben Sie Fragen?

Vereinbaren Sie einen Termin. Unsere Expert:innen finden gemeinsam mit Ihnen die optimale Lösung, die perfekt auf Ihr Unternehmen zugeschnitten ist.

**Ihr Ansprechpartner:**

Stefan Fischereeder  
 Produktmanager Industrial AI  
 ✉ fsd@keba.com ☎ +43 732 7090 22723

## News & Blog



Aktuelle Neuigkeiten,  
 Pressemeldungen  
 und interessante Fakten:  
[www.keba.com/ia-blog-ai](http://www.keba.com/ia-blog-ai)



**KEBA Industrial Automation GmbH**

Reindlstraße 51, 4040 Linz/Austria, Telefon +43 732 7090-0, keba@keba.com

**KEBA Group weltweit**

China / Deutschland / Großbritannien / Indien / Italien / Japan / Niederlande / Österreich  
Rumänien / Schweiz / Serbien / Südkorea / Taiwan / Tschechische Republik / Türkei / USA

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



Automation by innovation.