

BVT-Award 2026



YASKAWA

Robotergestützte Eiersortierung



Elias Modlmair

Sebastian Zintel

Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage und Zielsetzung	2
2. Lösungskonzept im Überblick	2
3. Mechanischer Aufbau und Werkzeugkonzept	3
4. Software & Programmstruktur.....	5
4.1 Roboterprogramme – modularer Aufbau	5
4.2 Kommunikations-Handshake (Roboter ↔ Arduino)	5
4.3 Arduino-Programm – Messwertaufbereitung und Störfestigkeit	5
5. Ergebnisse, Nutzen und Alleinstellungsmerkmal	6
6. Ausblick	6



SEBASTIAN ZINTEL
MECHATRONIK

ELIAS MODLMAIR
MECHATRONIK

1. Ausgangslage und Zielsetzung

In vielen kleineren und mittleren landwirtschaftlichen Betrieben wird die Sortierung von Hühnereiern noch manuell durchgeführt. In unserem Praxisfall fallen rund 900 Eier pro Tag an. Das Sortieren ist zeitaufwändig, monoton und führt je nach Routine und Tagesform zu schwankender Prozessqualität.

Ziel unserer Projektarbeit war es, diesen Arbeitsprozess zu automatisieren ohne den bestehenden Sortierplatz grundlegend zu verändern. Das System soll Eier einzeln aus 30er-Kunststoffhorden entnehmen, wiegen und nach Gewichtsklassen S/M/L/XL wieder ablegen. Während des Sortierens ist kein manueller Eingriff erforderlich.



Bisheriger Sortierplatz

Projektziele

- Automatisierung mit minimalen Änderungen am vorhandenen Arbeitsplatz
- Schonende Handhabung durch Einzelentnahme per Vakuum und kontrollierte Ablage
- Integrierte Gewichtserfassung am Werkzeug (keine Förder-/Wiegetechnik nötig)
- Modulare, wartungsfreundliche Programmstruktur (Roboterjobs + Arduino-State-Machine)
- Ressourcenschonend und wirtschaftlich: Umsetzung mit einem gebrauchten Industrieroboter – dadurch realistisch rentabel für den Landwirt
- Durchsatz: bis zu 300 Eier in einem Durchgang (gestapelte Eingangstrays)
- Einfacher Umbau vom Testaufbau zum fertigen Aufbau beim Landwirt

2. Lösungskonzept im Überblick

Kernidee: Ein 6-Achs-Industrieroboter übernimmt den kompletten Ablauf. Er greift ein Ei per Vakuum, fährt in eine definierte Wiegepose über der Pickposition und nutzt eine am Werkzeug montierte Wägeinheit. Ein Arduino wertet die Messdaten aus und meldet die Gewichtsklasse an den Roboter zurück. Der Roboter legt das Ei anschließend in die passende Zielhorde (S/M/L/XL) ab.

Besonderheiten

- Wiegen direkt am Greifer: kompakt, kurze Messstrecke, keine zusätzliche Fördertechnik
- Mehrzweck-Werkzeug: Vakuumgreifer für Eier + Pneumatikgreifer für Tray-Handling in einem Tool
- User-Frame-Konzept: verdrehte/versetzte Tray-Stapel können ohne Umprogrammieren verarbeitet werden
- Industriennahe Kommunikation über digitale I/Os mit definiertem Handshake
- Skalierbar: Sortieren ganzer Tray-Stapel, automatische Nachversorgung leerer Zieltrays aus Magazin

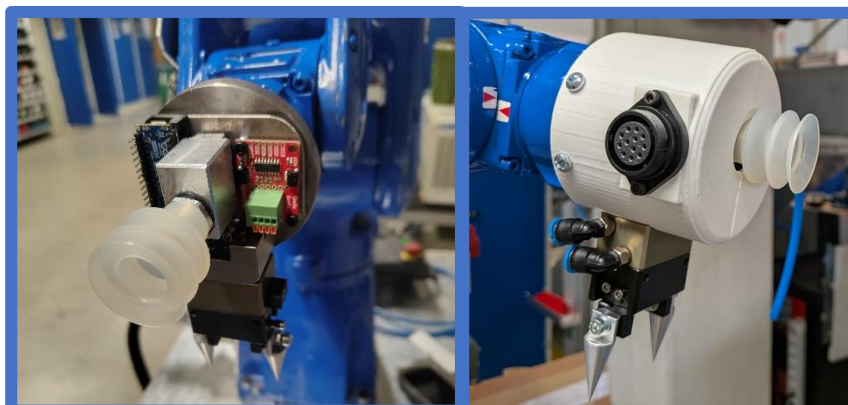
Trayhandling

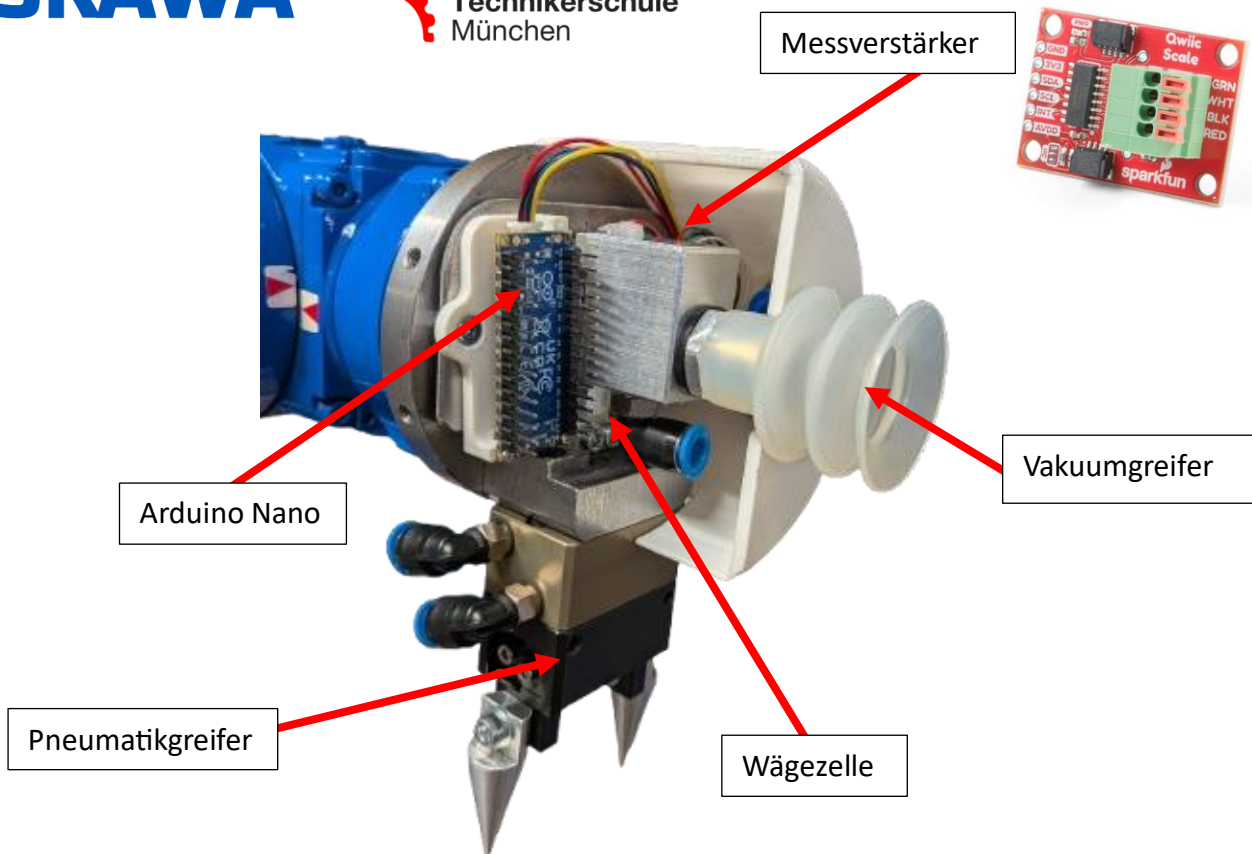


3. Mechanischer Aufbau und Werkzeugkonzept

Alle mechanischen Komponenten des Werkzeugaufbaus wurden von uns selbst konstruiert und gefertigt. Der Aufbau kombiniert Vakuumsauger, Wägezelle, Messverstärker (NAU7802) und Arduino in einer kompakten Einheit am Roboterflansch. Dadurch wird direkt „am Werkzeug“ gewogen, ohne zusätzliche Förder- oder Wiegetechnik.

Das Greifmodul ist als Multiwerkzeug ausgelegt: Neben dem Vakuumgreifer zur Einzelaufnahme der Eier kann ein Pneumatikgreifer Trays handhaben (leere Trays entfernen, neue Trays aufsetzen). Der Pneumatikgreifer ist so montiert, dass bei Bedarf nur die B-Achse (Achse 5) um 90° gedreht werden muss. Durch Steckverbindung und klare Trennung von Mechanik und I/O-Schnittstelle ist das Modul mit geringem Aufwand auf andere Robotermodelle und Hersteller übertragbar.





Komponenten (Auszug)

- Industrieroboter: Yaskawa GP7 mit Steuerung YRC1000-micro
- Vakuumsauger (Einzelentnahme) + Vakuumsensor (VAC_OK) an der Robotersteuerung
- Wägezelle (Kompaktmontage am Tool) + NAU7802 Messverstärker (I²C)
- Arduino Nano R4 Qwiic zur Messwertaufbereitung, Filterung und I/O-Kommunikation
- Pneumatikgreifer (Tray-Handling) über Magnetventil, Ansteuerung via Roboter-DO

Greifstrategie (robust bei Eierhöhen-Toleranzen)

Da Eier in der Höhe variieren können, fährt der Roboter von einer sicheren Top-Position kontrolliert nach unten und stoppt, sobald der Vakuumsensor ein dichtes Ansaugen meldet. Bleibt VAC_OK aus, wird der Platz als leer erkannt und der nächste Rasterplatz angesteuert. Das verhindert Kollisionen und erhöht die Prozesssicherheit.

Elektrische Verdrahtung (Spannungsversorgung Arduino und I/O Signale)



4. Software & Programmstruktur

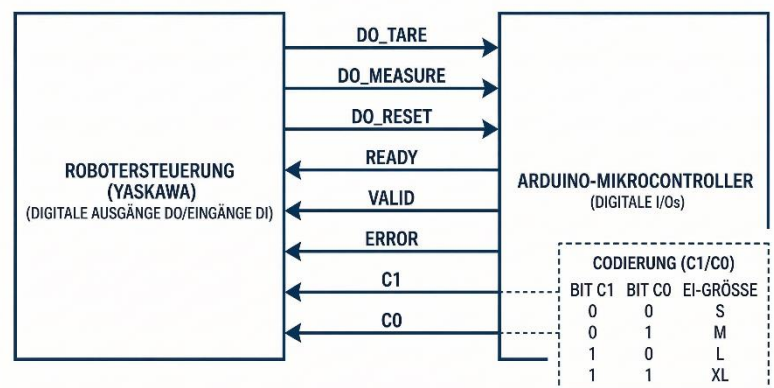
4.1 Roboterprogramme – modularer Aufbau

Die Roboterprogrammierung ist bewusst in kleine, klar testbare Jobs gegliedert. Dadurch lassen sich Teilfunktionen einzeln prüfen und später einfach erweitern (Tray-Stapel, Magazinlogik, zusätzliche Bearbeitungsschritte). Das Raster (5x6) wird über Shift-Logik adressiert, so dass pro Tray nur ein Referenzpunkt benötigt wird.

- PICK: Rasterposition anfahren, Suchfahrt nach unten bis VAC_OK
- WEIGH: TARE/MEASURE-Handshake auslösen und auf Ergebnis warten
- PLACE: Ablage in S/M/L/XL, inkl. Z-Offset für gestapelte Zieltrays
- STACK: Abarbeitung ganzer Eingangsstapel über Benutzereingabe (Trayanzahl)

4.2 Kommunikations-Handshake (Roboter ↔ Arduino)

Die Kommunikation zwischen Robotersteuerung und Wägeelektronik ist bewusst über digitale Ein-/Ausgänge realisiert. So bleibt die Schnittstelle industrienaah, robust und unabhängig von Netzwerk-Protokollen. Der Roboter löst TARE und MEASURE aus; der Arduino quittiert Bereitschaft und Ergebnis und sendet die Gewichtsklasse codiert zurück.



Bedienung: Die Teachbox wird später über ein I/F-Panel als einfaches Bedien- und Diagnoseelement genutzt (Start/Stop, Trayanzahl, Meldungen).

4.3 Arduino-Programm – Messwertaufbereitung und Störfestigkeit

Das Arduino-Programm führt vor jeder Messung ein Tare (Nullung) durch, mittelt Messwerte und gibt erst dann ein Ergebnis frei, wenn die Daten stabil sind. Ein Glitch-Filter qualifiziert die Eingangssignale, sodass EMV-Impulse (z. B. beim Servo-ON) keine Fehlmessungen auslösen. Kalibrierparameter werden im EEPROM gespeichert und bleiben nach Neustart erhalten.

5. Ergebnisse, Nutzen und Alleinstellungsmerkmal

Ergebnisse (Prototyp)

- Vollautomatisches Sortieren eines kompletten 30er-Trays (Raster 5×6)
- Abarbeitung eines gestapelten Eingangsstapels (bis zu 300 Eier)
- Automatische Gewichtsklassifizierung (S/M/L/XL) und Ablage in Zieltrays
- Automatisches Nachsetzen leerer Zieltrays aus Magazin und Stapeln bis zu 3 Ebenen je Klasse
- Robuste Fehlerbehandlung (leerer Platz, Mess-Timeout, Reset/Quittierung)

Nutzen für den landwirtschaftlichen Betrieb

Der Landwirt reduziert den täglichen Sortieraufwand deutlich und gewinnt Zeit für wertschöpfende Tätigkeiten. Die Sortierqualität wird reproduzierbar, da Gewichtsklassen automatisch und ohne Ermüdungseffekte eingehalten werden. Durch den Einsatz eines gebrauchten Roboters und den Verzicht auf komplexe Fördertechnik bleibt die Lösung wirtschaftlich und realistisch umsetzbar.

Alleinstellungsmerkmale

- Wiegen am Werkzeug: keine separate Wiegetechnik nötig
- Multiwerkzeug: Eiergreifen + Tray-Handling, modular und über Steckverbindung universell
- User-Frames pro Tray: sichere Verarbeitung verdrehter Stapellagen
- Industriennahe I/O-Schnittstelle mit Handshake
- Modulare Jobstruktur: nachvollziehbar, erweiterbar und wartbar

6. Ausblick

Als nächster Schritt wird der Aufbau beim Eierbauern in einem separaten Raum installiert. Dazu planen wir ein Sicherheitstor bzw. eine einfache Schutzumhausung, damit der Betrieb normgerecht und sicher erfolgen kann. Die Teachbox bleibt über ein I/F-Panel als Bedienoberfläche im Einsatz (Start, Trayanzahl, Meldungen).

Erweiterung: Mit geringem Aufwand soll zusätzlich das Stempeln der Eier automatisiert werden. Der Roboter nimmt dazu einen Eier-Stempel mit dem Sauger auf und stempelt die Eier gleichmäßig, bevor sie abgelegt werden.

Durch den modularen Werkzeugaufbau und das User-Frame-Konzept kann das System später auch auf andere Tray-Geometrien oder ähnliche Sortieraufgaben übertragen werden.

Kontakt / Projektteam: Sebastian Zintel – 01577 1583471 · Elias Modlmair – 0176 7246187