



Übersicht

1. ReSort ROI
2. Confidence Wert
3. ReSort Farbanalyse
4. Bezug PoC
5. Testphase und Ergebnisse
6. Zukunftsvision

Übersicht

```
Nutzer:in  
↓  
Bildaufnahme  
(Kamera oder Bild-Upload)  
↓  
API-Endpunkt  
/api/v1/analyze  
↓  
Eingabevalidierung  
- Dateityp (image/*)  
- Dateigröße (<= 10 MB)  
- Dateiformat (jpg, png, webp)  
Region of Interest (ROI)  
- Standard-ROI (zentral)  
- optional: manueller ROI (Prozentwerte)  
↓  
Farbanalyse  
- BGR → HSV  
- Mittelwerte im ROI  
↓  
Regelbasierte Klassifikation  
- Weißglas  
- Braunglas  
- Grünglas  
↓  
Confidence-Berechnung  
(0.0 - 1.0)  
↓  
Qualitätsfilter  
(confidence ≥ min_confidence?)  
↓  
Recycling-Logik  
- Regionale Regeln (Gummersbach)  
↓  
Ergebnisausgabe  
- Glasfarbe  
- Confidence  
- Entsorgungsempfehlung
```

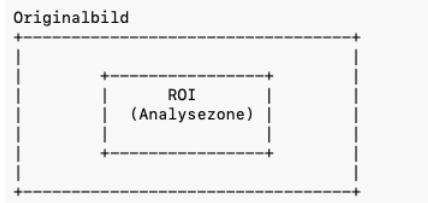
Große Übersicht zum derzeitigen System.

Viele Punkte bereits implementiert. Einige müssen noch optimiert werden.

Weitere Schritte werden derzeit geplant.

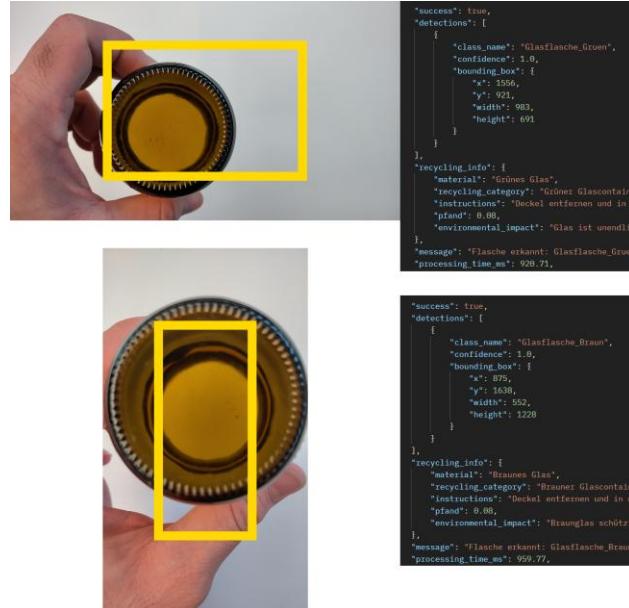
ReSort ROI

```
# Image Analysis
min_confidence: float = 0.6 # Mindest-Konfidenz für Farberkennung
roi_enabled: bool = True # ROI (Region of Interest) aktiviert
roi_x_percent: float = 0.25 # ROI startet bei 25% der Bildbreite
roi_y_percent: float = 0.20 # ROI startet bei 20% der Bildhöhe
roi_width_percent: float = 0.50 # ROI ist 50% der Bildbreite breit
roi_height_percent: float = 0.60 # ROI ist 60% der Bildhöhe hoch
```



- ROI beginnt bei 25 % der Bildbreite
 - ROI beginnt bei 20 % der Bildhöhe
 - ROI deckt 50 % der Breite
 - ROI deckt 60 % der Höhe
- Derzeit ist der ROI festgelegt und fällt ca. so aus wie auf der Skizze. Anhand dieser Ausrichtung wurden die Testbilder und die darauffolgende Dokumentation erstellt. Nur der Bereich des ROI wurde analysiert und bewertet.

ReSort ROI



Wie sich der ROI an das jeweilige Bild anpasst, zeigen wir hier kurz anhand von Testbildern näherungsweise durch eine manuelle Darstellung.

Durch diese Festlegung des ROI, wird tatsächlich gewährleistet, dass bei einer zentrierten Photographie, wie unten zu sehen ein besseres Ergebnis erzielt wird.
Mehr dazu bei den Testergebnissen.

ReSort ROI

- Der ROI ist relativ (in Prozent) definiert
- Diese Werte werden in absolute Pixelkoordinaten umgerechnet
- Vorteil: funktioniert unabhängig von der Bildauflösung
- Verhindert, dass der ROI außerhalb des Bildes liegt

```
56      # Berechne absolute Koordinaten
57      x = int(width * x_percent)
58      y = int(height * y_percent)
59      w = int(width * w_percent)
60      h = int(height * h_percent)
61
62      # Stelle sicher dass ROI innerhalb des Bildes liegt
63      x = max(0, min(x, width - 1))
64      y = max(0, min(y, height - 1))
65      w = min(w, width - x)
66      h = min(h, height - y)
67
```

Schützt vor: negativen Koordinaten, zu großen Ausschnitten, Laufzeitfehlern beim Zuschneiden.

Ungültige ROI könnte ansonsten zu Fehlern führen.

Confidence Wert

- Confidence = Basiswert + gewichtete Farbmerkmale

$$\text{Confidence} = (\text{saturation} / 100) * 0.6 + 0.4$$

- Confidence wird **regelbasiert pro Glasart** berechnet

- Jede Regel hat:

- einen **Basiswert**

- eine **gewichtete Bewertung von Farbmerkmalen**

- Wertebereich: **0.0 – 1.0**

- Zu niedrige Confidence- Ergebnis wird verworfen bzw. Fehlermeldung

Wurde hinzugefügt, um Testergebnisse möglichst zuverlässig zu generieren und Fehlerquote besser auszuschließen.

Ebenfalls war der Confidence-Wert beim Testen sehr wichtig und hat bei der Anpassung von Fehlermeldungen geholfen.

Confidence ist zusammengesetzt und je nach Glasfarbe anders berechnet.
0.0-1.0 liest sich in %. Also von 0 bis 100%.

Relevanter Bestandteil für unser Projekt, da Zuverlässigkeit vorausgesetzt werden muss.

ReSort Farbanalyse

- **Hue (28–90°)** → Grünbereich im HSV-Farbraum
- **Saturation > 20** heißt die Farbe ist ausreichend kräftig.
- leicht grünliche Töne werden ebenfalls berücksichtigt
- **Basiswert (0.4)** → Regel grundsätzlich
- **Zusatzwert** → je höher die Sättigung, desto höhere Sicherheit
- **Begrenzung auf max. 1.0** (also = 100 %)
- Rückgabe des Flaschentypen „**Glasflasche_Gruen**“
- Confidence zeigt, wie sicher die Entscheidung ist
- Ausgabe im Log als Prozentwert (nur Darstellung)

```
# 1. Grünes Glas
# Hue 28-90° (Grünbereich), mittlere bis hohe Sättigung
if 28 <= hue <= 90 and saturation > 20: # Erweitert für knapp-grüne Farben
    confidence = min(1.0, (saturation / 100) * 0.6 + 0.4) # Höhere Base-Konfidenz
    logger.info(f"→ Klassifiziert als: Glasflasche_Gruen (Konfidenz: {confidence:.2%})")
return 'Glasflasche_Gruen', confidence
```

Hier am Beispiel von Grünglas. Die Werte können variiieren und wurden durch das Testen angepasst.

Grün wird überwiegend zuverlässig erkannt.

-HSV ist weniger anfällig für wechselnde Lichtverhältnisse;

Bezug PoC

PoC	Status	Einschätzung
PoC 1 – Kamera, Bildaufnahme, ROI	Abgedeckt	vollständig umgesetzt
PoC 2 – Regelbasierte Farberkennung im HSV-Farbraum	Abgedeckt	vollständig umgesetzt
PoC 3 – Ergebnisausgabe, Transparenz und Barrierefreiheit	Teils abgedeckt	Im Backend vorhanden
PoC 4 – Regionale Entsorgung (Gummersbach)	Teils Abgedeckt	technisch umgesetzt
PoC 5 – Confidencewert & Ergebnisverwerfung	Neu	Aus Code ergeben
PoC 6 – API-Stabilität & Umgang mit Fehlern	Neu	Aus Code ergeben

Hinzugekommene PoCs

PoC 5 – Confidence & Qualitätsfilter

Vermeidung falscher Empfehlungen

Regelbasierte Ergebnissicherung

PoC 6 – API-Stabilität & Fehlerhandling

Dateityp-, Größen- und Formatprüfung

Saubere HTTP-Fehlercodes

Testphase und Ergebnisse

Nr.	Image	Blitz	falsch	Ausgabe				
1.				Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Gruen</u> Confidence: 0.9920163737486095				
2.				Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Gruen</u> Confidence: 1.0				
3.				Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Gruen</u> Confidence: 1.0				
4.		X		Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Gruen</u> Confidence: 0.6991993976212887				
26.								Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Braun</u> Confidence: 1.0
27.								Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Braun</u> Confidence: 1.0
5			X					Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Braun</u> Confidence: 0.5
29.								Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Braun</u> Confidence: 1.0
30.		X						Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Braun</u> Confidence: 0.5
31.			X					Flasche erkannt: <u>Glasflasche_Gruen/false</u> ->Glasflasche_Braun Confidence: 1.0

Es wurden 50 Bilder im Test 1 getestet:

- bei einem großen Teil der Testbilder wurde die **Glasflasche korrekt erkannt**, häufig mit einer sehr hohen Konfidenz von **0.9 bis 1.0**
- besonders bei grünen und braunen Glasflaschen unter guten Lichtbedingungen lieferte das System stabile und zuverlässige Ergebnisse
- in mehreren Fällen (weiß Glas) treten **Fehler oder Unsicherheiten** auf in einigen Tests wurde zwar eine Flasche erkannt die **Glasfarbe jedoch falsch bestimmt**, in diesen Fällen lag die Konfidenz oft im mittleren Bereich (ca. **0.5 bis 0.8**)

- 18 grüne -> davon alle richtig erkannt
- 14 braune ->davon 2 falsch, und eine nicht erkannt
- 14 weisse ->davon 2 erkannt, und der Rest nicht, Schwerpunkt liegt ganz klar bei weiß Glas

Testphase und Ergebnisse

- Beispiel für zu niedrige Konfidenz
- Bisher nur bei Weißglas aufgetreten

50.			X	Keine Flasche erkannt (Konfidenz zu niedrig)

Positiv hervorzuheben ist, dass das System mithilfe der **Konfidenzwerte** bereits eine wichtige Grundlage bietet, um unsichere Ergebnisse zu erkennen.

Testphase und Ergebnisse



Beispiel für Ergebnisverbesserung durch zentrierte Aufnahme des Glases:

- Erfolgsrate von 37,5% auf 87,5% gesteigert

Dateiname	weiß	grün	braun	weiß	grün	braun	nichts erkannt	Confidence	WAHR	FALSCH	Zeit (ms)
Legende: leicht/schwer = Hintergrundschwierigkeit; no-licht/licht = Raumlicht an/aus; no-blitz/blitz = Blitz an/aus; gefärbte Bildnamen - alte nicht zentrierte Bilder											
reale Farbe				ermittelte Farbe							Ergebnis korrekt
handy-leicht-boden-braun-licht-no-blitz			x		x				1	x	541,74
handy-leicht-boden-z-braun-licht-no-blitz			x			x			1	x	631,63

Es wurden im Test 2, 94 Bilder getestet, mit 70 Bildern im Innenraum und 24 Bildern im Außenbereich:

Dabei ist positiv hervorzuheben, dass das System durch zentrierte aufgenommene Bilder zu besseren Ergebnissen gelangt.

Dies ist in der Testphase bei Braunglas am deutlichsten zu erkennen:

- Testdurchlauf mit Bildern der Variante des oben gezeigten Bildes -> Erfolgsrate 37,5% (3 von 8 Bildern richtig)
- Testdurchlauf mit Bildern der Variante des unten gezeigten Bildes -> Erfolgsrate 87,5% (7 von 8 Bildern richtig)

Testphase und Ergebnisse

Zusammenfassung

Glasfarbe	Test 1 - Innenraum	Test 2 - Innenraum	Test 2 - Außenbereich	Ergebnis Gesamt
Weiβ	2/14 = ca. 14,29%	1/24 = ca. 4,1667%	2/8 = 25%	5/46 = ca. 10,87%
Grün	18/18 = 100%	24/24 = 100%	8/8 = 100%	50/50 = 100%
Braun	12/14 = ca. 85,71%	10/16 = ca. 62,5%	3/4 = 75%	25/34 = ca. 73,53%
				80/130 = ca. 61,54%
Braun (zentriert)	12/14 = ca. 85,71%	7/8 = 87,5%	3/4 = 75%	22/26 = ca. 84,62%
				77/122 = ca. 63,11%

Es wurden insgesamt 130 Bilder getestet, mit 110 Bildern im Innenraum und 24 Bildern im Außenbereich

Testphase und Ergebnisse

Zusammenfassung

PoC 2: Regelbasierte Farberkennung im HSV-Farbraum	Zielsetzung	Testergebnis
Erfolgskriterium:	$\geq 85\%$ korrekte Farberkennung	Nicht erfüllt, weil 85% nicht erreicht
Fail-Kriterium:	Gesamterkennungsrate < 60 %	Nicht erfüllt, weil 63,11% erreicht

Basierend auf diesen Ergebnissen ist das Fail-Kriterium vom PoC 2 nicht eingetroffen, doch wurde auch nicht das gesetzte Erfolgskriterium erreicht.

- Zusammenfassend zeigen die Tests, dass die Bilderkennung **funktionsfähig ist**, jedoch noch weiter verbessert werden muss.
- Insbesondere die Erkennung von weißem Glas sowie die Stabilität bei schwierigen Lichtverhältnissen sollten optimiert werden.
- Die Ergebnisse liefern eine wertvolle Grundlage, um das System gezielt weiterzuentwickeln und die Zuverlässigkeit der späteren App-Nutzung zu erhöhen.

Meilensteinreport

Projektziel: Regelbasierte Unterstützung bei der Glasentsorgung

Frühphase: Test eines KI-Ansatzes (YOLO)

Ergebnis: KI verworfen wegen Komplexität und geringer Transparenz

Umsetzung: ROI-basierte Farbanalyse im HSV-Farbraum

Ergänzt durch Confidence-Wert zur Ergebnisabsicherung

Ergänzung des Hinweises bzgl. Pfand

Aktueller Stand: Grün- und Braunglas stabil, Weißglas in Optimierung

KI nicht komplett ausgeschlossen

Meilensteinreport

```
"recycling_info": {  
    "material": "Grünes Glas",  
    "recycling_category": "Grüner Glascontainer",  
    "instructions": "Deckel entfernen und in den grünen Glascontainer werfen. Pfandflaschen zum Automaten bringen.",  
    "message": "Flasche erkannt: Glasflasche_Gruen",  
    "processing_time_ms": 77.15,  
    "timestamp": "2026-01-15T15:49:19.009552"
```

Hier erkennt man die derzeitige Ausgabe. Wichtig war hier im Bezug auf PoC, dass die Antwortzeit unter 3 Sekunden bleibt. Daher haben wir timestamp und processing_time integriert.

Weitere Optimierungen und Anpassungen sollen in der Frontend Entwicklung folgen. Ebenfalls sind die nächsten Schritte, eine Kamerafunktion einzubinden und durchzuführen, sodass ROI nicht fest sondern vom Nutzer manuell ausgewählt werden kann.

In erster Linie wird derzeit noch an der Optimierung der Glasflaschenerkennung (Überwiegend Weißglas) gearbeitet.

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

Bezug PoC

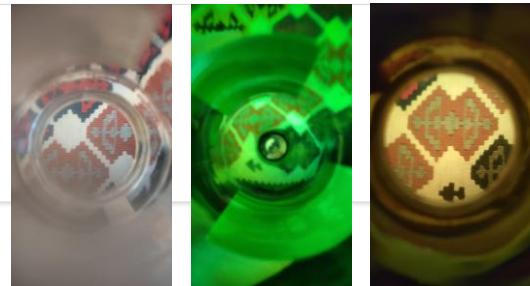
- **PoC 1 – Kamera, Bildaufnahme & ROI**
 - Bild-Upload über API
 - Standard-ROI + optionaler Custom-ROI
 - Performante und deterministische ROI-Berechnung
- **PoC 2 – Regelbasierte Farbanalyse (HSV)**
 - Umwandlung BGR → HSV
 - Mittelwertbildung im ROI
 - Feste Schwellenwerte für Weiß-, Braun- und Grünglas

Bezug PoC

- **PoC 3 – Ergebnisausgabe & Barrierefreiheit**
 - Klare textuelle Ergebnisse
 - Confidence-Wert zur Transparenz
 - Unsichere Ergebnisse werden verworfen
-
- **PoC 4 – Regionale Entsorgung (Gummersbach)**
 - Kontextbezogene Entsorgungsempfehlungen

Testphase und Ergebnisse

Beispiel mit Glas als Filter vor Kamera-Linse



Dateiname	weiß	grün	braun	weiß	grün	braun	nichts erkannt	Confidence	WAHR	FALSCH	Zeit (ms)
<i>Legende: leicht/schwer = Hintergrundschwierigkeit; nicht/licht = Raumlicht an/aus; no-blitz/blitz = Blitz on/aus; gefärbte Bildnamen - alte nicht zentrierte Bilder</i>	reale Farbe			ermittelte Farbe				Ergebnis korrekt			
handy-schwer-boden-filter-weis-licht	x					x		0,55158927	x		666,6
handy-schwer-boden-filter-gruen-flasche-licht		x			x			1	x		624,38
handy-schwer-boden-filter-braun-licht			x			x		0,9961413	x		787,39

Es wurden im Test 2 kurz, 6 Gläser mit je einem Bild so getestet, dass das Glas direkt vor die Linse gehalten wurde:

Dabei wurden die Farben Braun und Grün mit einer Confidence von 0,99 – 1.0, richtig ermittelt.

Leider wurde auch hierbei Weiß nicht erkannt bzw. falsch zugeordnet.