

# Proof of Concept

Die im Projekt identifizierten Risiken werden durch verschiedene Proof of Concept systematisch überprüft und soll in diesem Kontext ein spezifisches technisches oder nutzerbezogenes Risiko validieren und dadurch die Machbarkeit einzelner Komponenten nachweisen.

## PoC 1: Kameraöffnung, Bildaufnahme und Region of Interest (ROI)

### Spezifikation

Der PoC prüft, ob die Smartphone-Kamera zuverlässig aus der Anwendung heraus geöffnet werden kann, ein Bild aufgenommen werden kann und ob ein sinnvoller Bildausschnitt (Region of Interest, ROI) für die weitere Farbanalyse bereitgestellt werden kann.

Abgesicherte Risiken: Risiko 4 (Bildausschnitt), Risiko 5 (Kamerazugriff), Risiko 7 (Performance-Probleme auf mobilen Endgeräten)

### Beschreibung des Vorhabens

Das System soll es Usern ermöglichen, eine Glasflasche direkt mit der Smartphone-Kamera zu fotografieren oder alternativ ein vorhandenes Bild hochzuladen. Im Rahmen des PoC wird getestet:

- ob die Kamera über die Anwendung stabil geöffnet werden kann,
- ob die Flasche in einem vorgegebenen Rahmen (Frame) positioniert werden kann,
- ob ein automatischer oder manueller ROI zuverlässig festgelegt werden kann (z. B. zentraler Bildbereich oder vom User ausgewählter Ausschnitt).

Ziel ist es, am Ende ein Bildsegment zu erhalten, das überwiegend die Glasfläche enthält und sich für die Farbanalyse eignet, ohne dass Hintergrundinformationen (Farben und weitere Einflüsse) dominieren.

### Exit-Kriterien (PoC bestanden)

PoC gilt als erfolgreich, wenn:

- die Kamera auf mindestens 3 unterschiedlichen Geräten zuverlässig geöffnet werden kann,
- in mindestens 85 % der Tests ein Bild ohne Fehlermeldung aufgenommen oder per Upload geladen werden kann,
- der automatisch gewählte ROI in mindestens 80 % der Testfälle überwiegend (ca. 65 %) die Glasfläche enthält,
- die Zeit von „Kamera öffnen“ bis zum vorliegenden ROI unter 3 Sekunden bleibt.

## Fail-Kriterien

- die Kamera auf mehreren Testgeräten nicht geöffnet werden kann oder das System wiederholt Fehlermeldungen oder Abstürze erzeugt,
- der ROI häufig falsche Bereiche auswählt (z. B. überwiegend Hintergrund),
- die notwendige Interaktion für User zu komplex ist (unklare UI).

## Fallbacks

- Wenn der Kamera-Zugriff nicht möglich ist → Bild-Upload (z. B. aus der Galerie) als Alternativweg.
- Wenn der automatische ROI unzuverlässig ist → manuelle ROI-Auswahl (User markiert per Finger einen Ausschnitt).
- Wenn weder Kamera noch Upload funktionieren → klares Feedback: „Bildaufnahme aktuell nicht möglich – bitte Gerät/Berechtigungen prüfen“.

## PoC 2: Regelbasierte Farberkennung im HSV-Farbraum

### Spezifikation

Dieser PoC überprüft, ob ein einfacher, regelbasierter Algorithmus (auf Basis von HSV-Farbwerten) Glasflaschen zuverlässig als Weiß-, Braun- oder Grünglas klassifizieren kann.

Abgesicherte Risiken: Risiko 1 (Licht), Risiko 2 (Reflexionen), Risiko 4 (Bildausschnitt).

### Beschreibung des Vorhabens

Aus einem definierten ROI (z. B. zentraler Ausschnitt der Flasche) werden HSV-Farbwerte berechnet. Darauf aufbauend werden Durchschnittswerte für Farbton (Hue), Sättigung

(Saturation) und Helligkeit (Value) ermittelt. Anhand fester Schwellenwerte wird entschieden:

- niedrige Sättigung + hohe Helligkeit → Weißglas,
- Hue-Bereich 10–45° → Braunglas,
- Hue-Bereich 70–170° → Grünglas,
- alles andere → „unsicher“.

Zur Überprüfung werden Testbilder von Weiß-, Braun- und Grünglas unter verschiedenen Lichtbedingungen aufgenommen (Tageslicht, Kunstlicht, Schatten). Ziel ist es, zu zeigen, dass dieses einfache Regelwerk in realistischen Alltagssituationen tragfähig ist.

## Exit-Kriterien (PoC bestanden)

PoC gilt als erfolgreich, wenn:

- über alle Testfälle hinweg mindestens 85 % der Flaschen korrekt klassifiziert werden,
- die Unsicherheitsrate (nicht eindeutig zuordenbar) unter 20 % bleibt,
- die Analysezeit pro Bild (ROI → Ergebnis) auf einem aktuellen Smartphone < 3 Sekunden beträgt,
- die verwendeten Schwellenwerte dokumentiert und nachvollziehbar sind.

## Fail-Kriterien

- Erkennungsrate unter 60 % über alle Testfälle hinweg,
- starke Einbrüche der Erkennungsrate bei bestimmten Lichtbedingungen,
- Analysezeiten deutlich über 3 Sekunden,
- keine nachvollziehbare Beziehung zwischen Hue-Bereichen und Glasfarbe.

## Fallbacks

- Vereinfachte Klassifikation: zunächst nur Unterscheidung zwischen „hell“ (Weißglas) und „dunkel“ (Buntglas).
- User erhalten bei Unsicherheit eine Auswahl: „Vermutlich Grün oder Braun – bitte auswählen.“
- Optional spätere Erweiterung durch zusätzliche Regeln (z. B. Histogramme) oder späteres KI-Modell – aber nicht im PoC.

## PoC 3: Ergebnisausgabe, Transparenz und Barrierefreiheit

### Spezifikation

Dieser PoC prüft, ob die Analyseergebnisse so dargestellt werden können, dass User, einschließlich Personen mit Farbsehschwäche, die Informationen verstehen, ihnen vertrauen und sie praktisch anwenden können.

Abgesicherte Risiken: Risiko 6 (Akzeptanz/Verständlichkeit), indirekt Risiko 1 (Unklarheit bei schwierigen Fällen).

### Beschreibung des Vorhabens

Die Anwendung gibt das Ergebnis der Farberkennung in klarer, barrierefreier Form aus. Dazu gehören:

- textliche Empfehlung („Bitte in den Grünglascontainer einwerfen“),
- neutrales Symbol bzw. Icon, das nicht allein auf Farbe basiert,
- optional eine kurze Begründung („Farbton im Bereich 80–120° → Grünglas“),
- Kennzeichnung unsicherer Fälle („Analyse unsicher – bitte prüfen“).

In einem einfachen Usability-Test wird überprüft, ob Testpersonen die Ausgaben intuitiv verstehen und in der Lage sind, darauf basierend eine sinnvolle Entscheidung zu treffen.

### Exit-Kriterien (PoC bestanden)

Der PoC gilt als erfolgreich, wenn:

- alle Ausgaben technisch korrekt angezeigt werden (keine leeren oder widersprüchlichen Anzeigen),
- mindestens 80 % der Testpersonen die Empfehlung ohne weitere Erklärung richtig interpretieren können,
- unsichere Ergebnisse als solche erkennbar und nicht mit „sicheren“ Ausgaben verwechselt werden,
- Symbole und Texte auch für farbfeldsichtige Personen verständlich sind.

### Fail-Kriterien

- User verstehen in Tests die Ausgaben häufig falsch oder sind verunsichert,

- unsichere Ergebnisse werden wie sichere Ergebnisse wahrgenommen,
- die UI ist überladen oder unübersichtlich.

## Fallbacks

- Reduktion der Anzeige auf eine klarere, einfachere Struktur (z. B. nur eine Empfehlung + Icon).
- Ergänzung kurzer Hilfetexte oder Anmerkungen („Was bedeutet dieses Symbol?“).
- Bei Unsicherheit eher oberflächliche Formulierungen: „Vermutlich Grünglas – bitte im Zweifel lokale Entsorgungsregeln prüfen.“

## PoC 4: Validierung regionaler Entsorgungsvorschriften (Gummersbach)

### Spezifikation

Dieser PoC prüft, ob ReSort die für Gummersbach gültigen Entsorgungsregeln korrekt abbildet und darauf basierend präzise regionale Empfehlungen ausgeben kann. Er dient der Absicherung des Risikos, dass das System falsche oder missverständliche Hinweise liefert, wenn lokale Unterschiede nicht korrekt berücksichtigt werden.

Abgesichertes Risiko: Risiko 8 (Regionale Unterschiede in Entsorgungsvorschriften, Gummersbach).

### Beschreibung des Vorhabens

Für den PoC werden die offiziellen Entsorgungsvorgaben der AWG Oberberg in das System integriert. Anschließend werden verschiedene Testfälle (Weißglas, Braunglas, Grünglas, Trinkglas, Keramik, Mischglas usw.) durchgespielt. Der Fokus liegt auf der korrekten Umsetzung der Regeln, der richtigen Zuordnung zu den Containerfarben und der verständlichen Kommunikation von Ausnahmen und Sonderfällen. Dabei wird überprüft, ob die systemseitige Handlungsempfehlung immer mit den regionalen Vorgaben übereinstimmt.

### Exit-Kriterien (PoC bestanden)

Der PoC gilt als erfolgreich, wenn:

- alle hinterlegten Regeln vollständig mit den offiziellen Vorgaben übereinstimmen,

- in mindestens 80 % der Testfälle die korrekte regionale Empfehlung ausgegeben wird,
- Sonderfälle eindeutig und nachvollziehbar gekennzeichnet werden,
- mindestens 80 % der Testpersonen die Empfehlung ohne weitere Erklärung richtig interpretieren.

## Fail-Kriterien

- falsche oder widersprüchliche Empfehlungen in mehr als 10 % der Fälle,
- unvollständige Regelabbildung,
- unklare oder missverständlich formulierte Hinweise,
- User äußern Unsicherheit bei der Interpretation der Ausgaben.

## Fallbacks

- Reduktion auf klare Standardfälle und Ausgabe von Sicherheitshinweisen in Grenzfällen („Bitte lokale Entsorgungshinweise prüfen“),
- Integration eines Info-Bereichs mit Gummersbacher Regeln,
- Option zur Regionserweiterung für zukünftige Versionen.