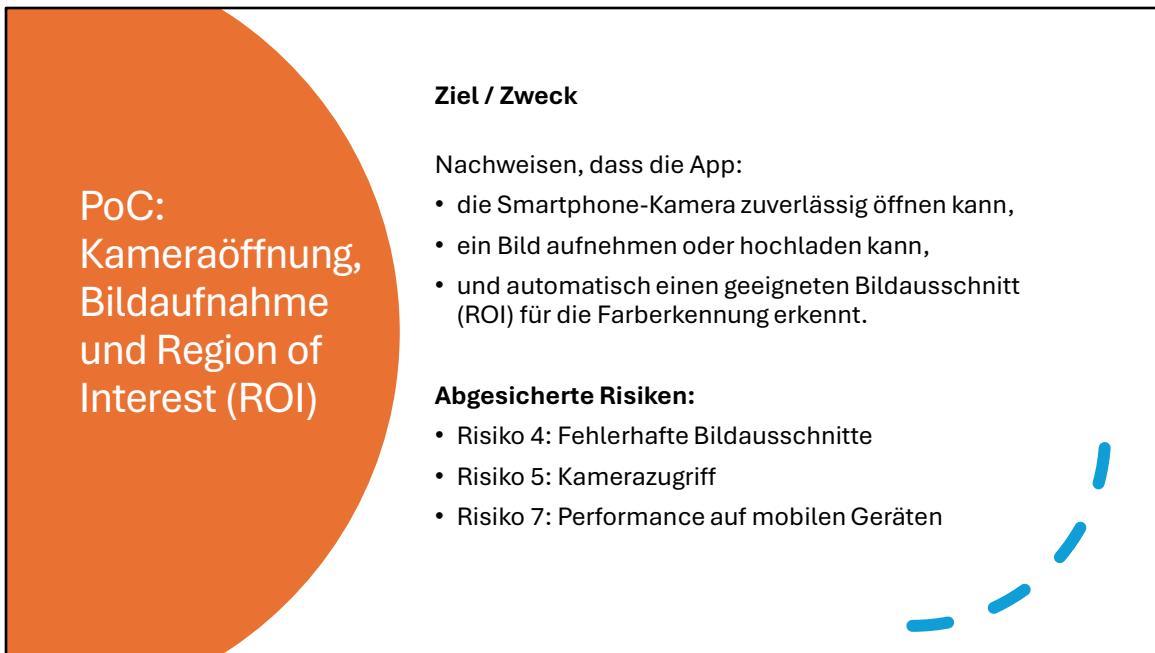






Diese wurden auf Basis der 3 Hauptbestandteile des Systems ReSort aufgeführt; Bild aufnehmen; Bild analysieren und Ergebnis verständlich, transparent und möglichst barrierefrei wiedergeben.

Risiko 3 würde den Rahmen des Projektes übersteigen und soll kein Bestandteil der technischen Umsetzung werden. Viel mehr soll der User kommunikativ darüber aufgeklärt werden, dass bspw. Spiegelglas nicht in Glascontainern entsorgt werden darf.



Dies ist ein PoC mit hoher Priorität.

Ist eine Aufnahme über die Kamera nicht möglich, so soll ggf. die Option über ein Upload des Bildes möglich sein.

Dieser Schritt ist essentiell denn wenn kein Bild; dann keine Analyse und Auswertung.

Ebenfalls war uns bei der Ausarbeitung wichtig, alle Risiken durch die PoC zu belegen bzw. stets einen Bezug zwischen einzelnen PoC und Risiken darzustellen und herzuleiten. Dieses PoC ist ein Beispiel dafür, da durch diesen Durchlauf 3 Risiken abgesichert werden sollen.

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

Im PoC wird überprüft:

- Funktioniert der Kamera-Zugriff stabil auf verschiedenen Geräten?
- Kann die Flasche korrekt in einem Frame positioniert werden?
- Wird ein automatischer oder manueller ROI zuverlässig erzeugt, der überwiegend die Glasfläche enthält?

**Ziel:**

- Ein sauberer ROI, der die Glasfläche erfasst und störende Hintergrundfarben minimiert.

Hier der Bezug zum letzten Audit;

Wie fotografiert man richtig? Wie kann man bei der Bildaufnahme bereits verhindern, dass störende Farbmischungen zu sehen sind und diese die Auswertung und Analyse negativ beeinträchtigen?

Unser Lösungsansatz ist hierbei ein vordefinierter ROI (Region of Interest); Ein vorgegebener Frame in dem bspw. Der Flaschenboden positioniert wird. Dies soll den relevanten Bereich abdecken und eine korrekte Analyse herbeiführen.

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

### Erfolgskriterien (PoC bestanden)

- Kamera öffnet auf  $\geq 3$  Geräten zuverlässig
- $\geq 85\%$  der Testbilder werden ohne Fehler aufgenommen / hochgeladen
- ROI enthält in mind. 80 % der Fälle überwiegend Glasfläche (ca.  $\geq 65\%$ )
- Gesamtdauer von Öffnen → ROI < 3 Sekunden

### Fail-Kriterien

- Kamerazugriff fehlerhaft oder instabil
- ROI ist häufig falsch (z. B. Hintergrund statt Glas)
- Bedienung ist zu komplex / UI unklar

### Fallbacks

- Bild-Upload statt Live-Kamera
- Manuelle ROI-Auswahl durch Nutzer
- Klarer Hinweis bei technischen Problemen („Bildaufnahme nicht möglich – Berechtigungen prüfen“)

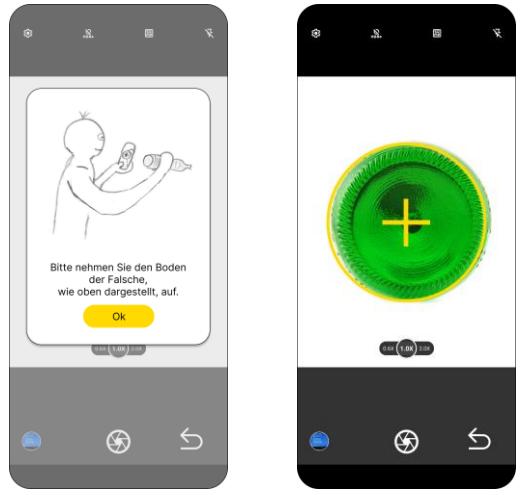
Bezug auf ROI;

Kommt es in der Testung zu einem Fail und der vordefinierte Frame reicht bspw. nicht aus, nimmt zu viele Hintergrundfaktoren auf oder funktioniert nicht, so soll es die Möglichkeit für eine manuelle Auswahl des ROI geben.

- Grundsätzlich haben wir in den PoC eine Reaktionszeit von 3 Sekunden angestrebt.

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

Wireframes



Diese Wireframes sollen kurz beispielhaft veranschaulichen, wie die Nutzung der Kamera aussehen könnte.

- Zu Beginn wird durch eine Darstellung der Anwender darin unterstützt ein möglichst gutes Bild von dem jeweiligen Flaschenboden zu schießen.
- Die Darstellung des ROI (Fadenkreuz + Kreis) soll eine zusätzliche Unterstützung sein und bei der weiteren Analyse helfen.

## PoC 2: Regelbasierte Farberkennung im HSV- Farbraum

### Ziel / Zweck

Nachweis, dass ein **einfacher, regelbasierter Algorithmus** anhand von HSV-Farbwerten zuverlässig zwischen: **Weißglas, Braunglas, Grünglas** unterscheiden kann.

### Abgesicherte Risiken:

- Risiko 1: Beleuchtungseinflüsse
- Risiko 2: Reflexionen
- Risiko 4: Unzureichender Bildausschnitt

Auch hier haben wir 3 unserer definierten Risiken mit abgedeckt.  
Auch dieses PoC ist für das System hoch priorisiert.

## PoC 2: Regelbasierte Farberkennung im HSV- Farbraum

### Testumfang

Aus dem ROI werden HSV-Werte berechnet und anhand fester Regeln klassifiziert:

- S niedrig + V hoch → Weißglas
- Hue 10–45° → Braunglas
- Hue 70–170° → Grünglas
- sonst → „unsicher“

Testbilder werden unter unterschiedlichen Lichtbedingungen aufgenommen, um die Robustheit der Regeln zu prüfen.

### HSV Bereiche:

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

Die Analyse und Auswertung soll anhand der erkannten Farben aus dem ROI erfolgen. Hierbei sollen die Werte in die fest vordefinierten Regeln übertragen und abgeglichen werden. Jeder Farbwert fällt in einen gewissen Bereich.

## PoC 2: Regelbasierte Farberkennung im HSV- Farbraum

### Erfolgskriterien (PoC bestanden)

- $\geq 85\%$  korrekte Farberkennung
- Unsicherheitsrate < 20 %
- Analysezeit pro Bild < 3 Sekunden
- Schwellenwerte nachvollziehbar und dokumentiert

### Fail-Kriterien

- Gesamterkennungsrate < 60 %
- starke Leistungseinbrüche unter bestimmten Lichtbedingungen
- Analysezeit > 3 Sekunden
- Schwellenwerte führen zu inkonsistenten Ergebnissen

### Fallbacks

- Vereinfachte Klassifikation: „hell“ vs. „dunkel“
- User erhalten bei Unsicherheit eine Auswahl: „Vermutlich Grün oder Braun – bitte auswählen.“
- Erweiterung durch zusätzliche Regeln



## Empfehlungen und Vision für die Zukunft

### Audit 1:

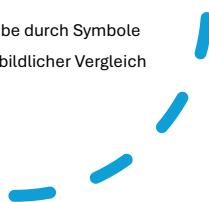
- Wie nutzen Blinde Smartphones?
- Wie verhält es sich mit Analphabeten und der Nutzung von Smartphones?

### Blinde

- Standortfinder für Glascontainer, mit audiobasierter Wegbeschreibung/-führung
- Glascontainer mit 3 unterschiedlichen akustischen Signalkombinationen für die einzelnen Container

### Analphabeten

- Funktionserweiterung, Container fotografieren -> Ausgabe durch Symbole
- Displayanzeige mit Namen des Containers abgleichen -> bildlicher Vergleich



Aus dem letzten Audit, bestanden noch ein paar Fragen, die wir hier schon einmal, aber auch später im Fazit nochmals behandeln.

Wie nutzen Blinde Smartphones?

Wie verhält es sich mit Analphabeten und der Nutzung von Smartphones?

Wir haben uns dazu ein paar Gedanken dazu gemacht.

Und uns schlussendlich entschieden, dass wir uns im Rahmen dieses Projektes nur auf eine bestimmte Stakeholder-Gruppe konzentrieren, nämlich hauptsächlich auf die Sehbehinderungen im Bereich der Farbsehschwächen.

Dennoch haben wir mögliche Weiterentwicklungen und Lösungsansätze für eine spätere Erweiterung des Programms erarbeitet.

Zur Unterstützung von vollständig Sehbehinderte lauten unsere Lösungsansätze wie folgt, dass ein Standortfinder für Glascontainer, mit audiobasierter Wegbeschreibung/-führung mit ins Programm integriert wird.

Weiter haben wir noch zwei weitere Lösungsansätze, die sich außerhalb des Programms befinden. Das in Zukunft Glascontainer mit 3 unterschiedlichen akustischen Signalkombinationen für die einzelnen Container ausgestattet

werden.

Und generell vielleicht die Entsorgungsbetriebe mit Supermärkten oder anderen stark frequentierten Orten Verträge abschließen auf den Geländen Glascontainer abzustellen.

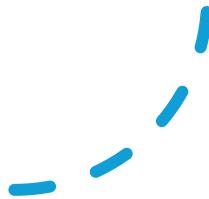
Zur Unterstützung von Menschen mit einer Lese-Rechtschreibschwäche war unsere Idee eine Funktionserweiterung zu implementieren, dass auch der Container photographiert werden kann und zusätzlich durch Symbole (wie z.B. ein Häkchen) erkennbar wird, ob der jeweilige Container, der Richtige ist.

Oder dass im Display gebeten wird das Ergebnis der Analyse mit den Namen des Containers abzugleichen, also die Worte bildlich mit einander zu vergleichen.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

## PoC 3&4

- PoC 3: Ergebnisausgabe, Transparenz und Barrierefreiheit
- PoC 4: Validierung regionaler Entsorgungsvorschriften (Gummersbach)



### PoC 3:

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.

- Hier liegt der Fokus auf der barrierefreien Ausgabe und Darstellung im Hinblick auf Menschen mit Farbsehschwäche. Wir haben uns Überlegt, wie man die Icons, Darstellungen oder auch Texte darstellt und visualisieren können, sodass die Barrierefreiheit und auch die Transparenz gegeben sind. Bspw. Klare und einfache Textausgaben, sowie erklärbare Empfehlungen und Begründungen warum z.B. die Flasche in den Grünglascontainer geworfen werden soll.
- Zukunftsvision: Auch Menschen mit stark eingeschränktem Sehvermögen- bis hin zur Erblindung soll barrierefreie Glasmülltrennung ermöglicht werden. Hier könnte das System so erweitern werden, dass mit haptischem Feedback (Vibration) und Audioausgaben- sowie Audio Anweisungen gearbeitet werden kann. Dies ist derzeit jedoch noch kein Bestandteil der technischen Umsetzung des Systems sondern eine grundsätzliche Erweiterungsmöglichkeit und Empfehlung.

#### PoC 4:

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.

- Wenn es auch kleine Abweichungen sind; es kommt immer wieder mal zu regionalen Änderungen und abweichungen der Glasentsorgungsrichtlinien. Diese können je nach Stadt individuell sein und sind daher nicht überall die selben.
- Um das Projekt und den Projektplan präzise zu halten, wird sich ReSort vorerst nur auf Gummersbach ( und die Entsorgungsrichtlinien der AWG Oberberg) beschränken
- Zukunftsvision: Man kann seinen Standort oder zumindest Stadt eingeben und die aktuellen Entsorgungsrichtlinien demnach berücksichtigen. Diese sollten dann auch regelmäßig aktualisiert werden.



Besonderer Fokus;

- Bildanalyse und richtig fotografieren um diese zu Unterstützen und sicheres Ergebnis zu erzielen
- Filterung zwischen Glas, welches nicht im Glascontainer entsorgt wird
- Keine Oberflächenanalyse zur matt oder Spiegel sondern vorerst lediglich kommunikativer Ansatz
- Möglichst Präzise gehalten; um Überlappung bzw. Zeitliche Kollision im Zeitplan zu verhindern und Rahmen des Projektes einzuhalten
- Kein kompletter Ausschluss von KI und diese als Option offen halten
- Thematik Barrierefreiheit; Transparent wie möglich bleiben und Erweiterungsmöglichkeiten auf Bedürfnisse von Menschen mit starker Sehschwäche und/ oder komplettem Sehverlust, wenn auch derzeit der Fokus auf Nutzern mit Farbsehschwäche liegt

# Technische Umsetzung

---

## Frontend (App)

---

### React Native mit Expo (TypeScript)

---

IDE: WebStorm

---

Eine Codebasis für Android & iOS

---

Vorteile: Schnell, modern, barrierefrei, offlinefähig

---

## Backend (Server)

---

### Python mit FastAPI

---

Aufgaben: Regelverwaltung, Containerdaten, optionale Farbanalyse

---

Vorteile: Einfach, performant, strukturiert, gut geeignet für PoC

---

## Struktur & Tooling

---

**Monorepo:** /app (Frontend) + /server (Backend)