

Risiken und Gegenmaßnahmen

Das Projekt ReSort ist mit einer Reihe technischer und nutzerseitiger Risiken verbunden, die sich auf die Stabilität, Ergebnisqualität und Nutzerakzeptanz des Systems auswirken können. Zur besseren Übersicht werden die Risiken im Folgenden einzeln aufgeführt und jeweils durch einen separaten Abschnitt mit passenden Gegenmaßnahmen ergänzt.

Risiko 1: Einfluss von Beleuchtung auf die Farberkennung

Unterschiedliche Lichtverhältnisse, etwa starkes Sonnenlicht, Schatten oder warmes Kunstlicht, können die gemessenen Farbwerte stark verfälschen bzw. beeinflussen. Da Glas transparente oder reflektierende Eigenschaften besitzt, verändern sich Farbton, Sättigung und Helligkeit je nach Lichtsituation. Dies kann zu Fehldetections führen, insbesondere bei Weißglas aufgrund seiner hohen Helligkeit und niedrigen Sättigung.

Gegenmaßnahmen:

Zur Minimierung dieses Risikos wird der HSV-Farbraum verwendet, da er weniger anfällig für Helligkeitsveränderungen ist. Zusätzlich werden Toleranzbereiche definiert, die Farbabweichungen ausgleichen. User des Systems erhalten Hinweise zur optimalen Bildaufnahme und die Testphase beinhaltet Bilder unter verschiedenen Beleuchtungssituationen.

Risiko 2: Starke Reflexionen verfälschen die Messung

Glas neigt aufgrund seiner Materialeigenschaften zu intensiven Glanzpunkten und Spiegelungen. Diese Reflexionszonen erzeugen Pixelwerte, die vom tatsächlichen Farbton der Flasche abweichen können. Dadurch kann die berechnete Durchschnittsfarbe unpräzise werden und die Farberkennung verfälschen.

Gegenmaßnahmen:

Das System filtert extreme Pixelwerte und berechnet Durchschnittswerte aus stabilen Farbregionen. Bildbereiche mit sehr hoher Helligkeit (z. B. starke Reflexionen) können reduziert in die Mittelwertberechnung einfließen oder ganz ausgeschlossen werden, um stabilere Farbwerte zu erhalten.

Risiko 3: Fehlklassifikation von nicht recyclingfähigem Spezialglas

Spezialglas wie Spiegelglas, Sicherheitsglas oder feuerfestes Glas unterscheidet sich optisch zum Teil nur geringfügig von regulären Flaschen. Da diese Glasarten jedoch nicht in Glascontainer gehören, birgt eine Fehlklassifikation Risiken für den Entsorgungs- und Recyclingprozess.

Gegenmaßnahmen:

Da die Erkennung von Spezialglas nicht Teil des technischen Umfangs ist, wird dieses Risiko hauptsächlich kommunikativ abgedeckt. Das System kann bei bestimmten Glasarten, wie Trinkgläser oder Porzellan, durch zusätzliche Hinweise oder Infotexte darauf aufmerksam machen, dass diese im Zweifel nicht in den Glascontainer gehören. Beispielbilder oder Kurzhinweise in der Anwendung unterstützen bei der Einordnung.

Risiko 4: Fehlerhafte Analyse durch unzureichende Bildausschnitte

Ein wesentliches Risiko entsteht, wenn das Objekt nicht vollständig im Bild erfasst wird oder Hintergrundfarben dominieren. In solchen Fällen wird der durchschnittliche Farbwert verfälscht, wodurch die Klassifikation unzuverlässig wird.

Gegenmaßnahmen:

Ein automatischer Region of Interest (ROI) stellt sicher, dass nur der relevante Bildbereich analysiert wird. Ein vordefinierter Frame ermöglicht zusätzlich Auto-Capture, sobald die Flasche korrekt positioniert ist. Eine interne Validierung prüft, ob der ROI mindestens zu 65 % Glasfläche enthält.

Risiko 5: Technische Probleme beim Kamera-Zugriff

Auf einigen Geräten oder Browsern kann der Zugriff auf die Kamera verweigert werden, etwa durch Berechtigungseinstellungen oder fehlende Unterstützung der MediaDevices-API. In solchen Fällen kann der Analyseprozess nicht gestartet werden.

Gegenmaßnahmen:

Ein früher PoC überprüft die grundlegende Funktionsfähigkeit des Kamera-Zugriffs. Falls dieser nicht möglich ist, steht ein Bild-Upload als Alternative bereit. Die Anwendung stützt sich auf standardisierte Web-APIs, um die Kompatibilität zu erhöhen.

Risiko 6: Niedrige Nutzerakzeptanz durch unklare Ergebnisse

Wenn Entscheidungen für User nicht nachvollziehbar sind oder Ergebnisse uneindeutig wirken, sinkt die Akzeptanz des Systems. Besonders für Menschen mit Farbsehschwäche sind rein farbliche Hinweise problematisch.

Gegenmaßnahmen:

Das System verwendet eine barrierefreie Darstellung aus Texten und neutralen Symbolen. Jede Entscheidung wird durch eine kurze technische Begründung erläutert, die Rückverfolgbarkeit gewährleistet. Unsichere Ergebnisse werden klar markiert oder erneut abgefragt.

Risiko 7: Performance-Probleme auf mobilen Endgeräten

Mobile Geräte besitzen unterschiedliche Leistungsniveaus. Die Bildverarbeitung kann zu Verzögerungen führen, insbesondere bei voller Bildauflösung oder leistungsschwachen Geräten.

Gegenmaßnahmen:

Die Analyse wird auf den ROI beschränkt, um die Datenmenge zu reduzieren. Es werden ressourcenschonende Algorithmen verwendet. Zudem wird die Ziel-Analysezeit von maximal drei Sekunden angestrebt und getestet.

Risiko 8: Regionale Unterschiede in Entsorgungsvorschriften (Gummersbach)

Ein zentrales inhaltliches Risiko ergibt sich aus den regional variierenden Entsorgungsvorschriften für Glas. Obwohl die grundlegende Trennung nach Weiß-, Braun- und Grünglas bundesweit etabliert ist, unterscheiden sich kommunale Vorgaben insbesondere bei Sonderfällen wie Mischglas, Porzellan, Keramik oder Trinkgläsern. Da ReSort zunächst im Kontext der Stadt Gummersbach eingesetzt werden soll, besteht das Risiko, dass das System Empfehlungen generiert, die nicht mit den lokal geltenden Regeln der AWG Oberberg übereinstimmen. Falsche Handlungsempfehlungen könnten die Akzeptanz des Systems beeinträchtigen oder zu Fehleinwürfen führen.

Gegenmaßnahmen:

Zur Minimierung dieses Risikos wird das System gezielt an die Entsorgungsrichtlinien der Stadt Gummersbach angepasst. Die regionalen Vorgaben werden vollständig erhoben, in der Anwendung hinterlegt und auf Aktualität überprüft. Zusätzlich werden Sonderfälle (z. B.

Trinkglas, Keramik) explizit gekennzeichnet und mit klaren textlichen Hinweisen versehen. Durch Nutzertests in der Region wird sichergestellt, dass die kommunikationsseitige Umsetzung verständlich ist und die Empfehlungen mit den tatsächlichen lokalen Vorschriften übereinstimmen.