

Effiziente Beckenreinigung mit Strömungserzeugern

Entwicklung von visuell und wissensbasiert
geführten Strahlaggregaten

HST Anwendertreffen
Maschinen und Anlagen 2017

Peter Kern
TH Köln
peter.kern@th-koeln.de

„ Entwicklung von visuell und wissensbasiert geführten Strömungs- und Strahlaggregaten (Injektoren) zur Durchmischung, Einmischung und Reinigung von Behältern und Becken unterschiedlicher Bautypologie “

Innovative Technologien der Bildverarbeitung und der darauf
aufbauenden Regelungsverfahren wurden erstmalig in
Regenbecken erprobt.

Die Projektergebnisse führten zu
dem Produkt IntelliGrid



Ausgangssituation

- Becken müssen nach einem Regen kontrolliert, ggf. gereinigt und Ablagerungen entfernt werden.
- Bisher wurden Schwenk-Strahljets über vorbestimmte Reinigungsabläufe gesteuert
- Dies führte zu guten Reinigungsergebnissen. Jedoch wurden bereits saubere Bereiche unnötigerweise mitgereinigt.

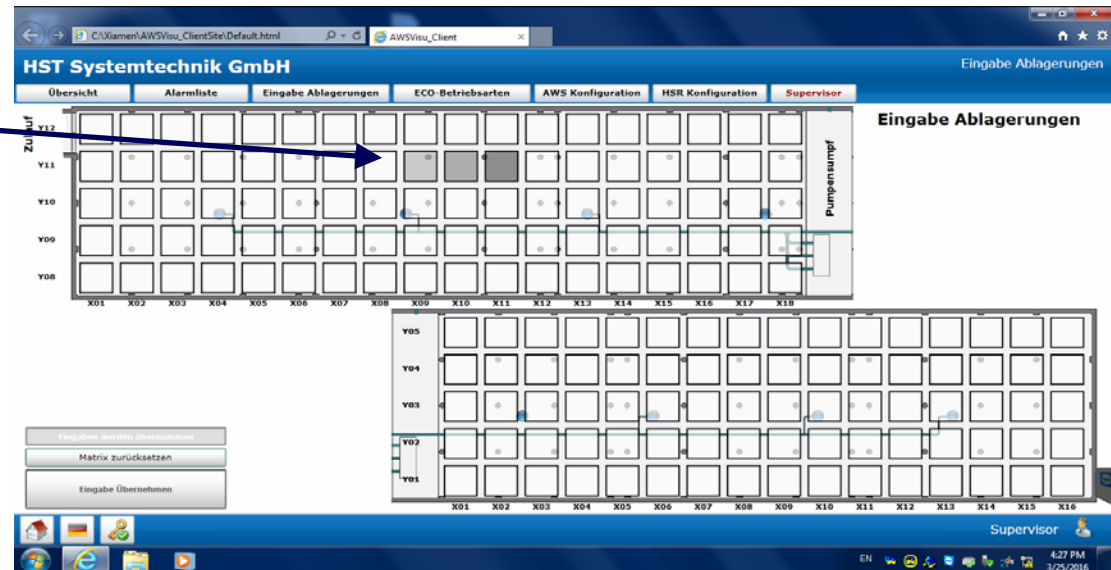


Ausgangssituation

- Möglich typische Ablagerungsbereiche sind heute schon manuell zu markieren.
- Dadurch wird bereits gezielt auf Basis von Erfahrungswerten gereinigt.

Typische
Ablagerungsbereiche

- Aus dem angegebenen Muster errechnet die Software ein Spülprogramm



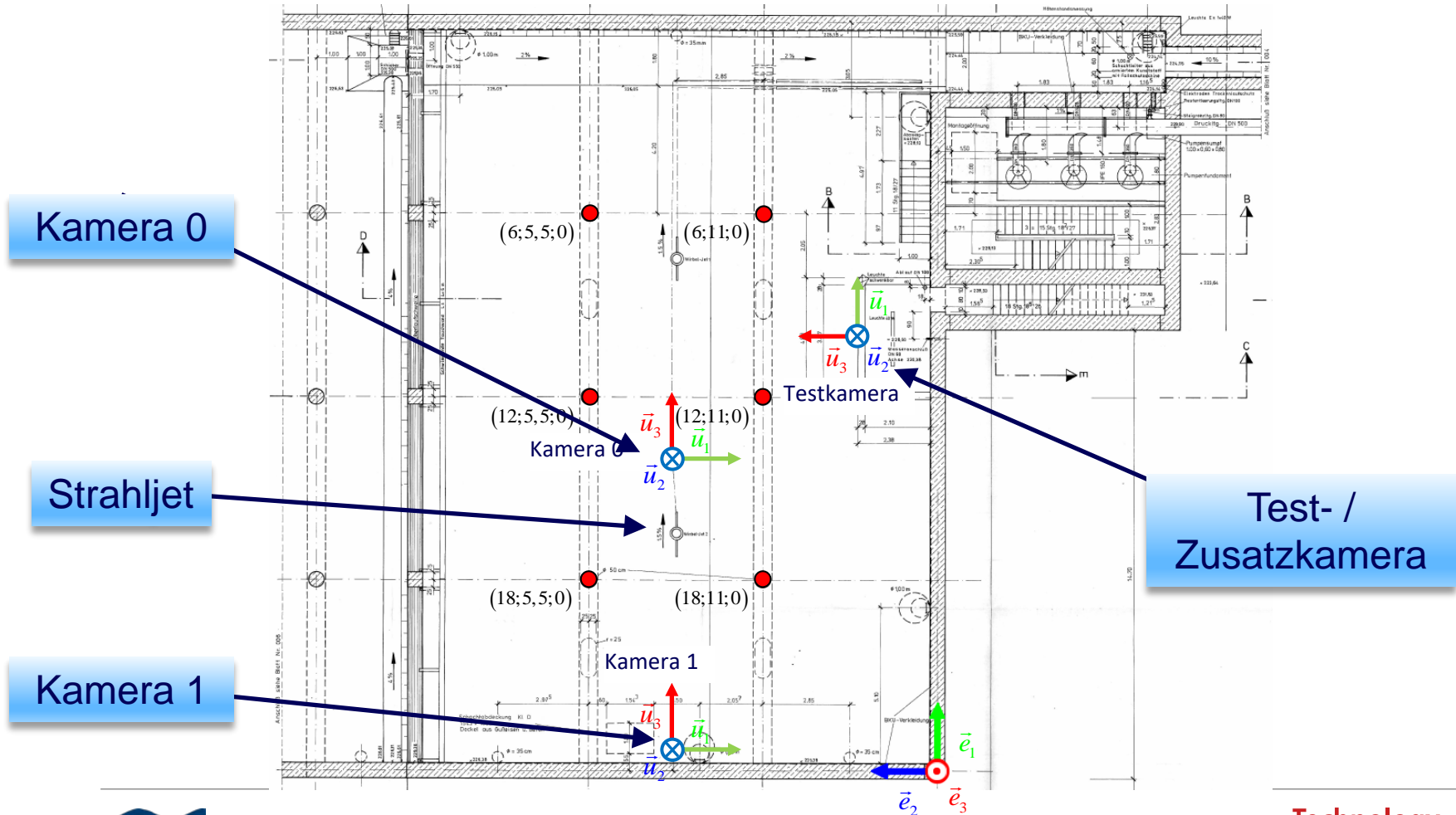
Projektidee / Projektziele

- Erweiterung des Spülsystems um eine aktive optische Verschmutzungserkennung
- Verarbeitung der Daten mit Hilfe von Image Processing Algorithms
- Gezielte Reinigung und Entfernung der Ablagerungen auf Basis der erkannten Verschmutzungen
- Mit den weiteren Zielen:
 - Verbesserung der Reinigungsleistung
 - Verminderung des Anlagenverschleiß
 - Reduzierung des Energieverbrauches
 - Reduzierung des Wartungsaufwandes



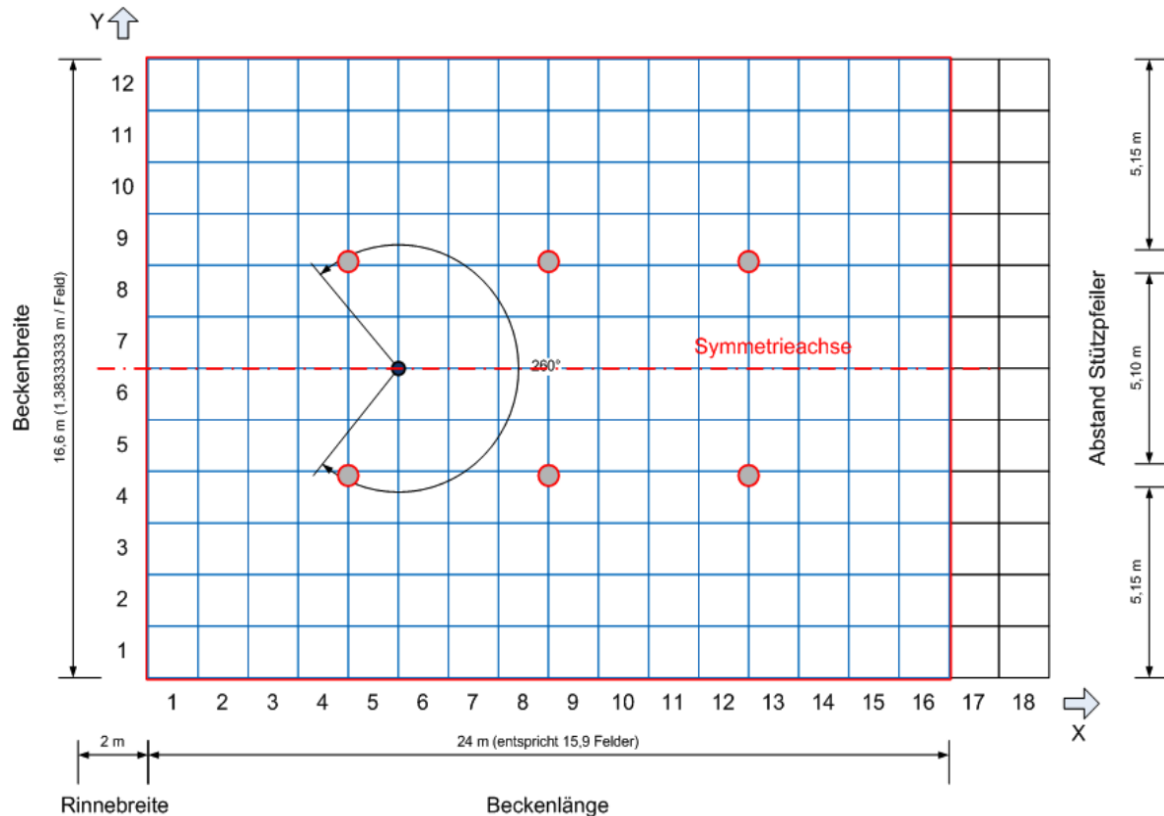
Durchführung / Installation der Kameras

- Zum Test wurde ein Becken in Siegen ausgewählt
- Insgesamt wurden drei Kameras inklusive Beleuchtung installiert.



Durchführung / Abstrahierte Ansicht des Testbecken

- Beckengröße 24m x 16,6m
- Säulen blockieren teilweise Sicht und Wasserstrahl.
- Raster deutet definierte Bereiche an



Herausforderungen

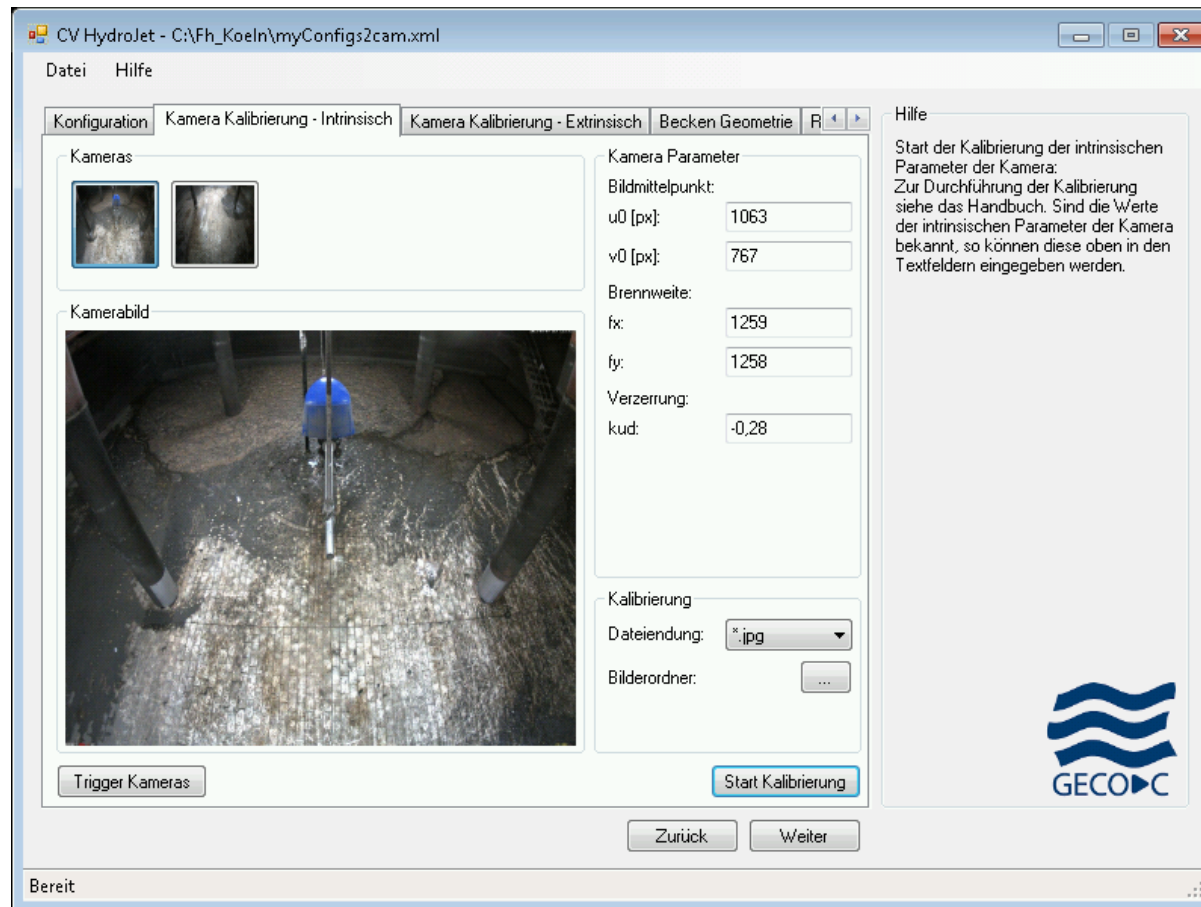
- Unterscheidung von Schmutz und Beckenboden
- Änderung des Aussehens und der Farbe des Belages durch Trocknung
- Ausleuchtung
 - Farbtemperatur
 - Schatten
 - Reflexionen
- Ansatz: Auswahl und Test verschiedener Algorithmen zur Bildauswertung.



- Intrinsische Kamera-Kalibrierung (wie viele Pixel pro cm?)
- Entfernung von Verzerrungen durch die Optik
- Extrinsische Kalibrierung
(Übereinbringen des Bildes mit der realen Welt)
- Markierung von Strukturen, welche mit Schmutz verwechselt werden könnten.
- Anpassen der Algorithmen zur Schmutz-Detektion (Filtereinstellung)

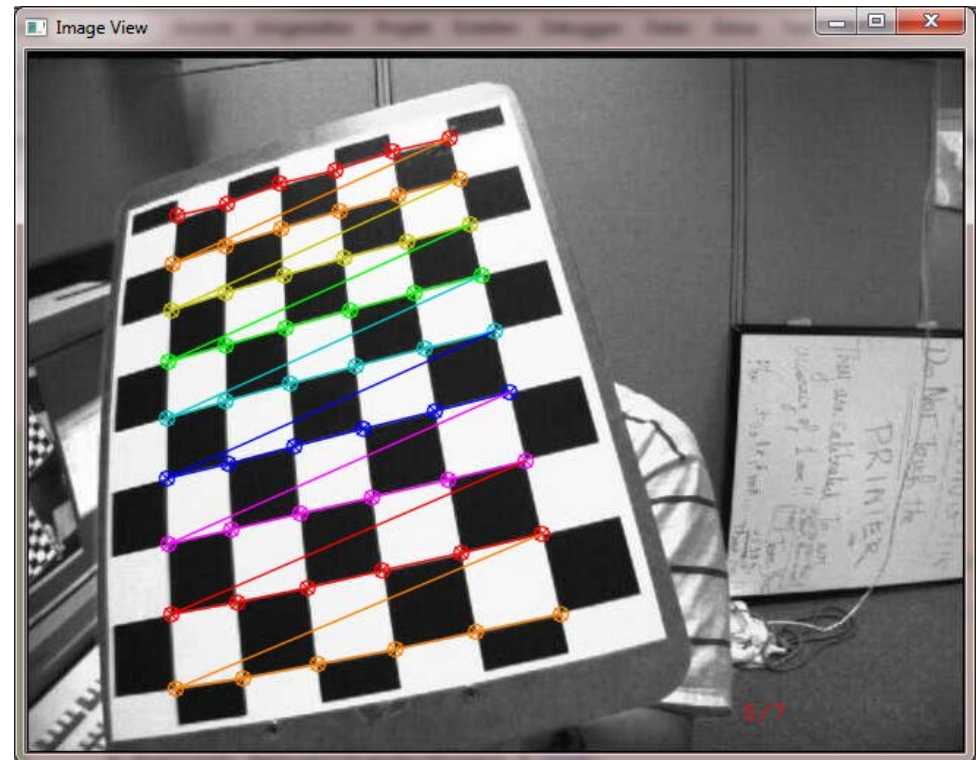
Kalibrierung – Intrinsische Kalibrierung

- Zunächst muss die Software konfiguriert werden, um zu wissen, wie groß die Objekte sind, welche sie sieht (Pixel pro cm)



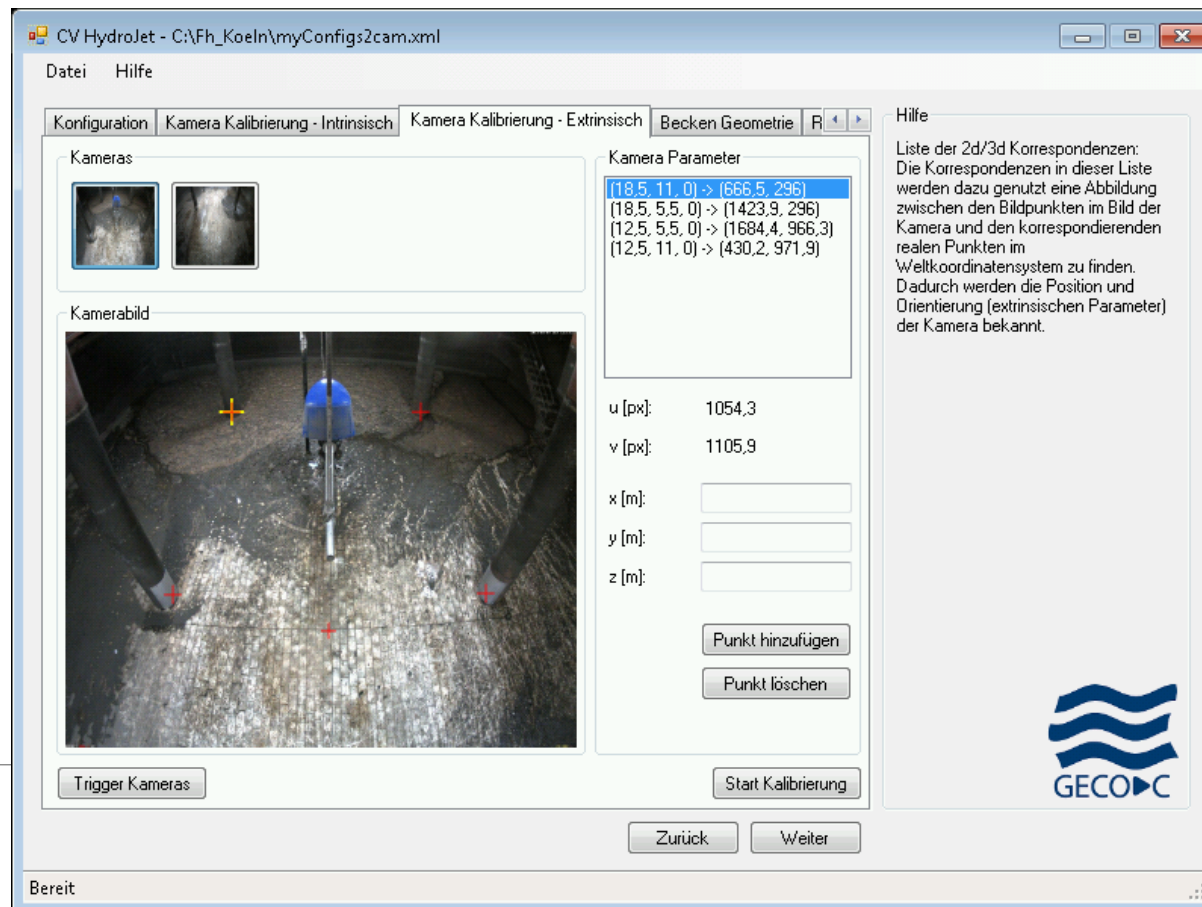
Kalibrierung – Entfernung von Verzerrungen

- Dieser Vorgang ist von der Kamera bzw. deren Optik abhängig und muss nicht jedes mal vor Ort durchgeführt werden (einmal für den Kamertyp).



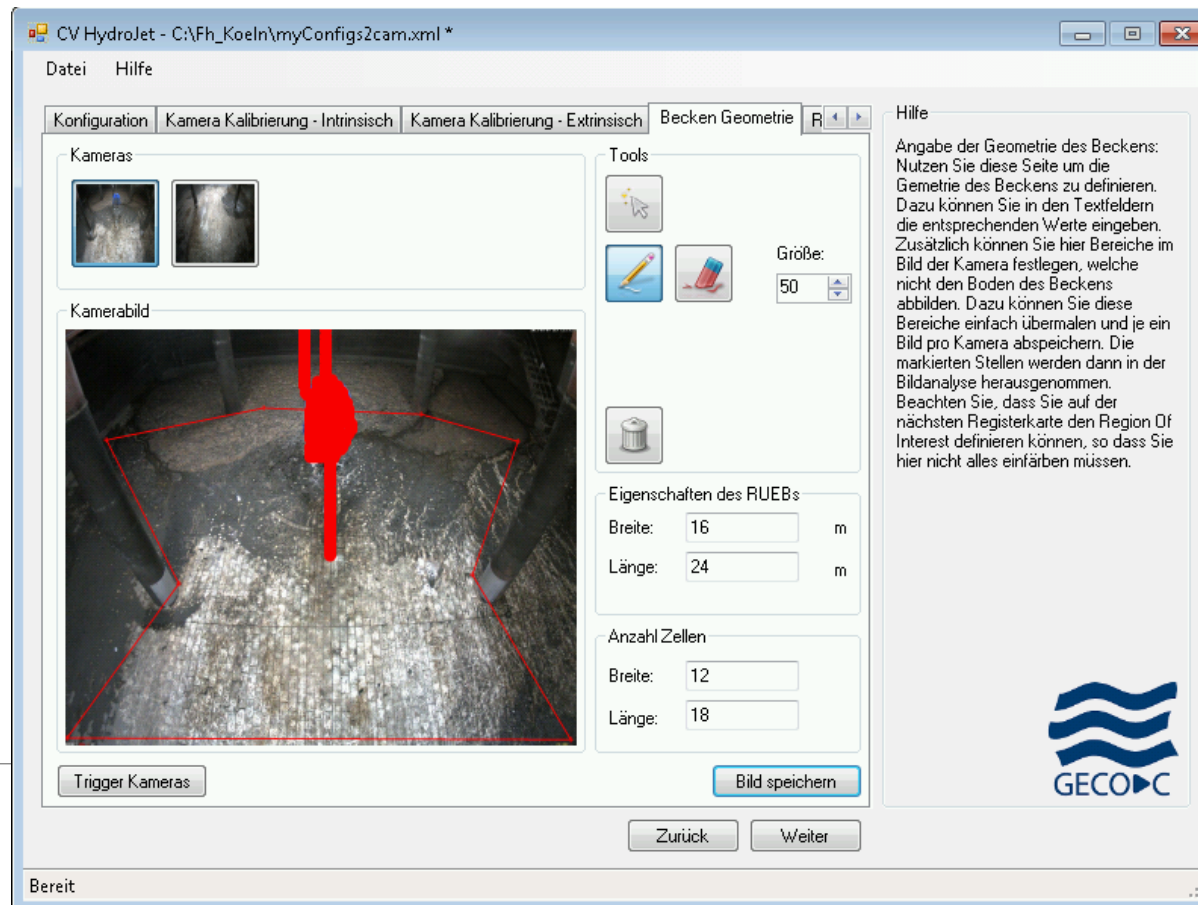
Extrinsische Kalibrierung

- Zusammenführen des Kamerabildes mit der realen Welt
- Bei diesem Vorgang werden Punkte im Bild mit Punkten im Becken überein gebracht.



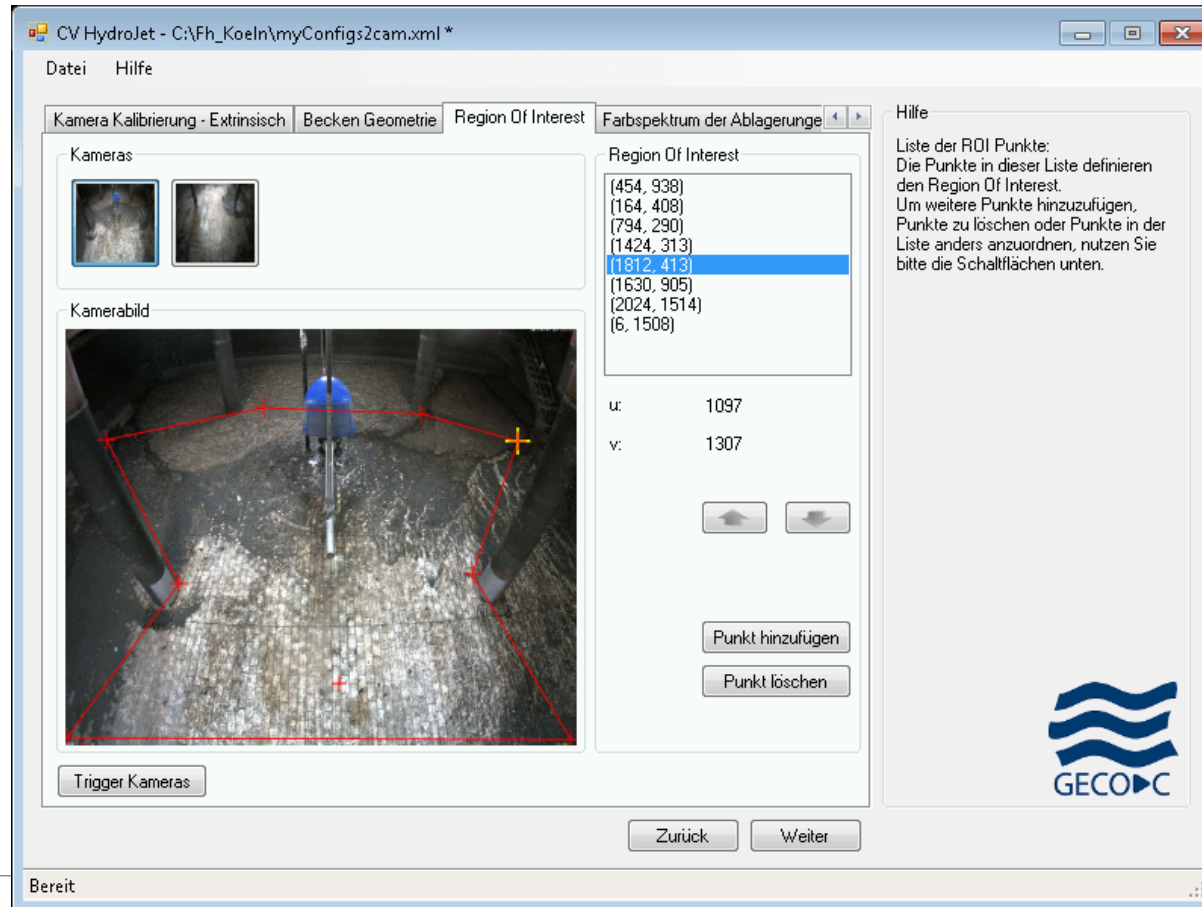
Beckengeometrie und Elimination von baulichen Strukturen

- Angabe der Größe des Beckens
- Einteilung des Rasters (Anzahl gewünschter Zellen)
- Elimination von Strukturen, die als Schmutz erkannt werden könnten:
Hier der Strahljet selber.



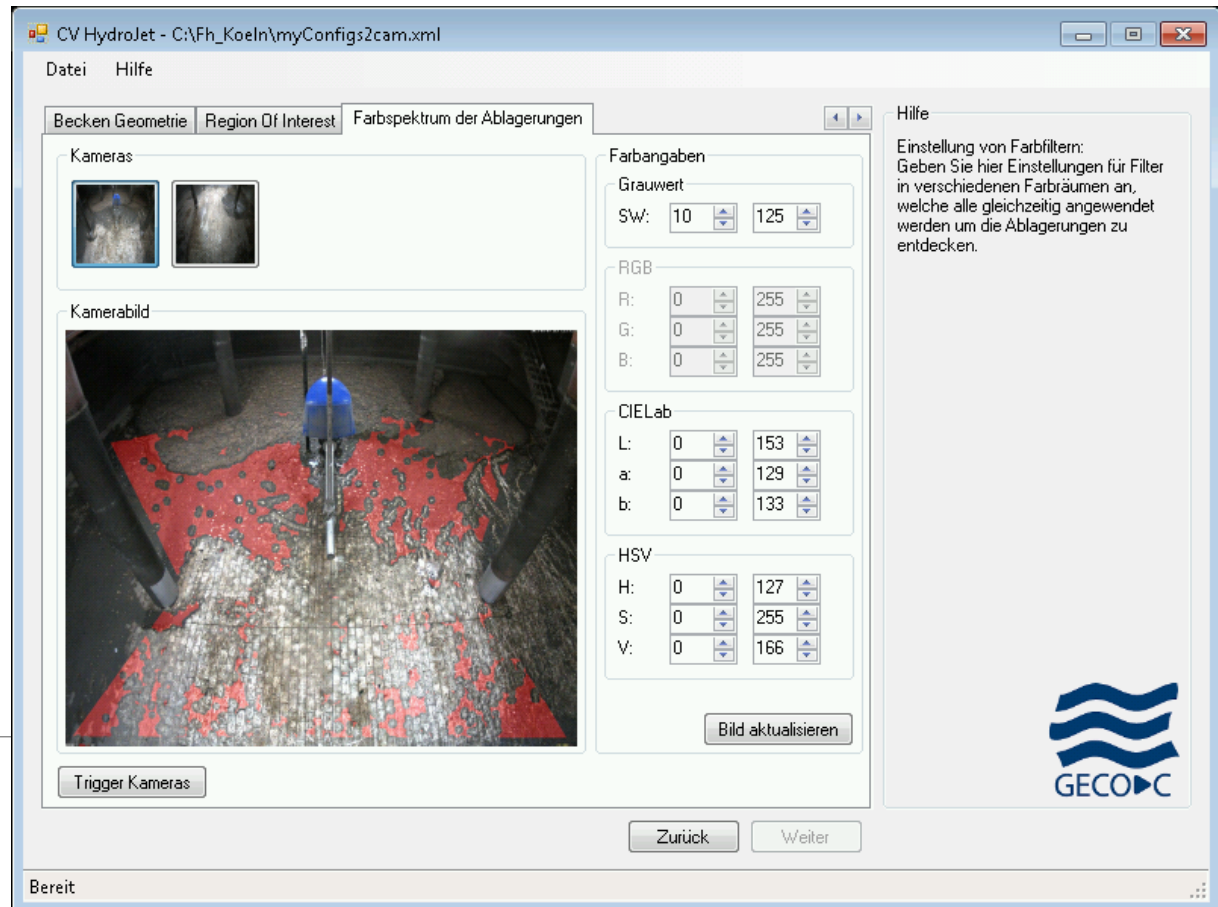
Einstellen des relevanten Bereich (Region of Interest)

- Durch Markierung im Bild wird der Bereich festgelegt.
- Dies ist für beide Kameras durchzuführen.
- Die Bilder werden vom Algorithmus „verschnitten“.



Einstellung der Filter zur Schmutzerkennung

- Als am robustesten haben sich verschiedene Schwellwert-Filter für die Farbräume CIE Lab und HSV herausgestellt.
- Damit kann man die Farbe und Helligkeit des Schmutzes definieren.
- Die Filter sind und verknüpft, so dass die aktivierten jeweils alle Bildbereiche ansprechen müssen. (Vermeidung, dass z.B. Schatten oder Reflexionen erkannt werden).

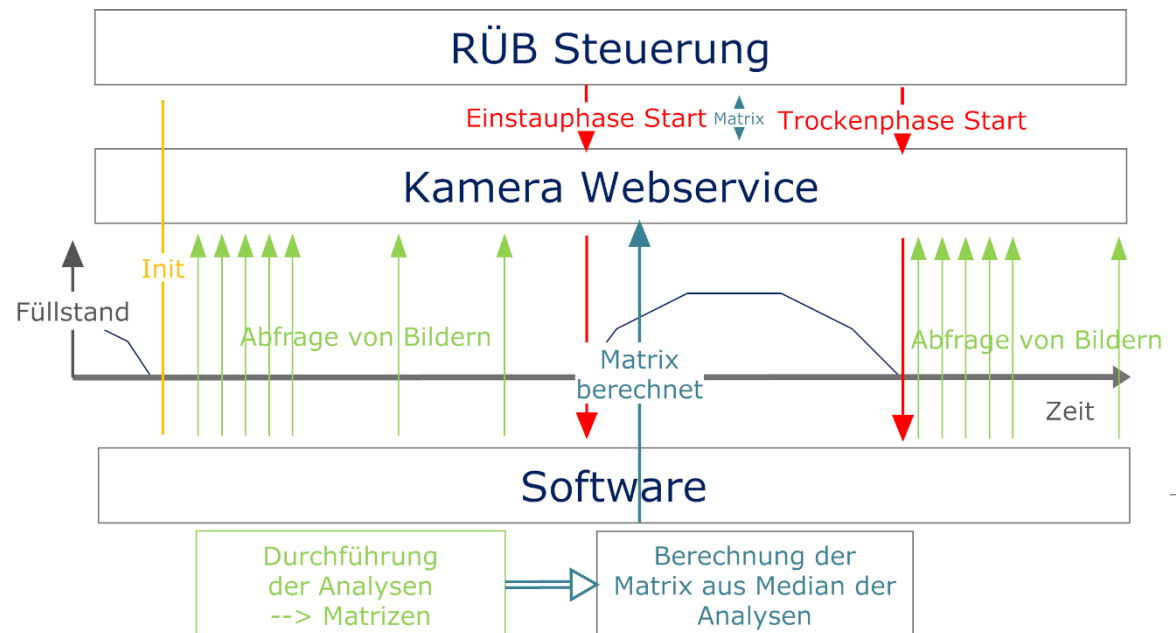


The screenshot shows the 'CV Hydrojet' software interface. The main window title is 'CV Hydrojet - C:\Fh_Koeln\myConfigs2cam.xml'. The interface is divided into several sections:

- Becken Geometrie**: A tabbed menu with 'Region Of Interest' and 'Farbspektrum der Ablagerungen' selected.
- Kameras**: Two small camera preview windows.
- Kamerabild**: A large central image showing a red-colored area on a dark surface, representing detected dirt.
- Farbangaben**: Configuration panels for different color spaces:
 - Grauwert**: SW: 10 to 125
 - RGB**: R: 0 to 255, G: 0 to 255, B: 0 to 255
 - CIE Lab**: L: 0 to 153, a: 0 to 129, b: 0 to 133
 - HSV**: H: 0 to 127, S: 0 to 255, V: 0 to 166
- Buttons**: 'Trigger Kameras', 'Bild aktualisieren', 'Zurück', and 'Weiter'.
- Help**: A sidebar on the right with the text: 'Einstellung von Farbfiltern: Geben Sie hier Einstellungen für Filter in verschiedenen Farbräumen an, welche alle gleichzeitig angewendet werden um die Ablagerungen zu entdecken.'

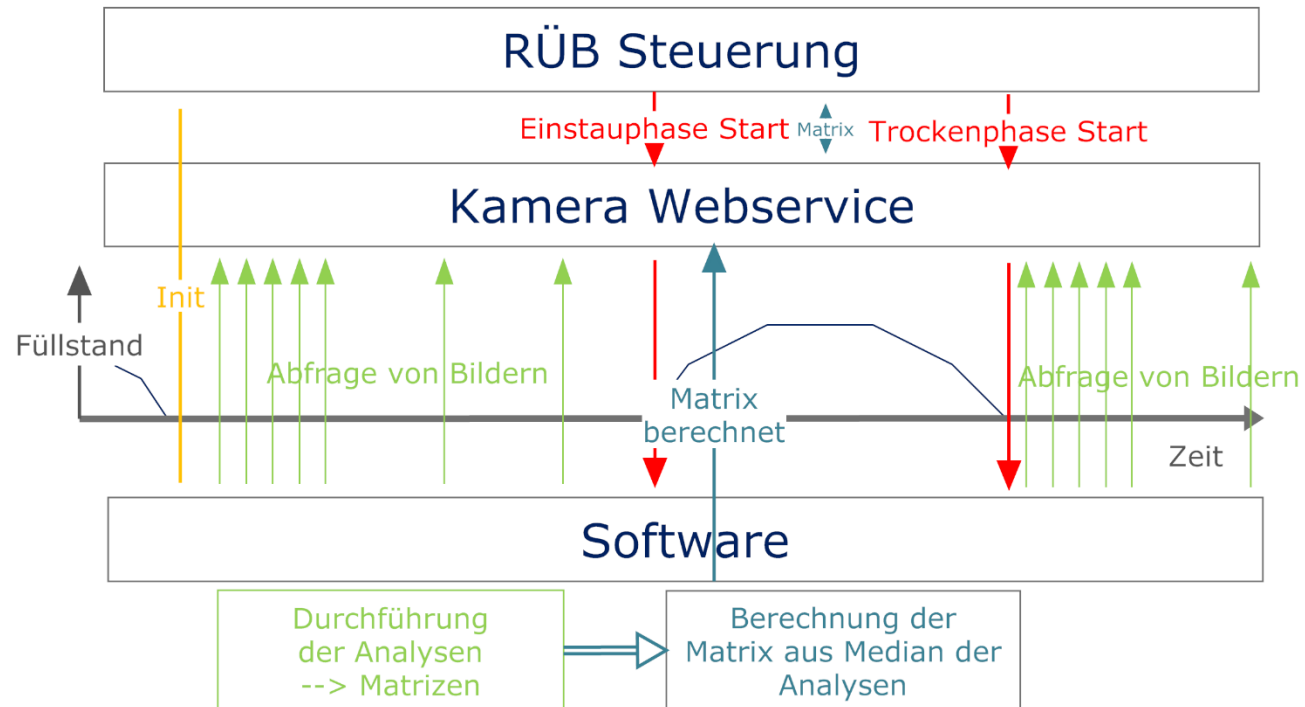
Ablauf eine Spülszenarios 1/2

- Die Steuerung erhält Informationen über den Beckenfüllstand.
- Bei leerem Becken wird ein Ablauf initiiert.
- Zu Beginn werden mehrere Bilder gemacht, danach folgen weitere Aufnahmen in größeren zeitlichen Abständen.
- Diese Bilder werden mit Hilfe der Algorithmen analysiert und verschmutzte Bereiche bestimmt. (Es wird ein Mittel über mehrere Bilder erzeugt, um verschiedene Einflüsse zu eliminieren: Licht, Trocknung, Reflexion, etc.



Ablauf eine Spülszenarios 2/2

- Zu Beginn eines Einstaus wird die Reinigungsmatrix berechnet (Verschmutzte Stellen – Zu Anfang das Raster, was vorher manuell eingestellt wurde)
- Diese wird an die RÜB Steuerung übergeben.
- Anschließend läuft das Spülprogramm.
- Wenn das Becken wieder trocken gefallen ist startet der Vorgang neu.
- Als Schnittstelle zwischen den einzelnen Elementen wird ein Webservice genutzt.



Fazit

Es konnte gezeigt werden:

- Innovative Softwarelösungen verbessern die Reinigungsleistung entscheidend.
- Die Bilderkennung und –analyse kann auch schwierige Anwendungsbedingungen, wie z.B. den Farbunterschied zwischen feuchter und trockener Verschmutzung bewältigen.
- Die visuelle und wissensbasierte Becken-Überwachung reduziert Energieverbrauch und führt wegen geringerer Laufzeiten zu einer längeren Lebensdauer der Aggregate.

