Audit 1

Entwicklung eines Systems zur Überwachung und Automatisierung von Aquaponikanlagen

Anne Germund und Verena Heissbach



Problemstellung und Herleitung der Zielsetzung

Darstellung des Problemraums, Grundlagen der Aquaponik und Modellierung des IST-Zustands





Ziele für nachhaltige Entwicklung | Problemraum



Aquaponikanlagen adressieren 8 der 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung. Quelle: aquaponik manufaktur GmbH

Wie können wir unseren Konsum und unsere Lebensmittelproduktion nachhaltiger gestalten?

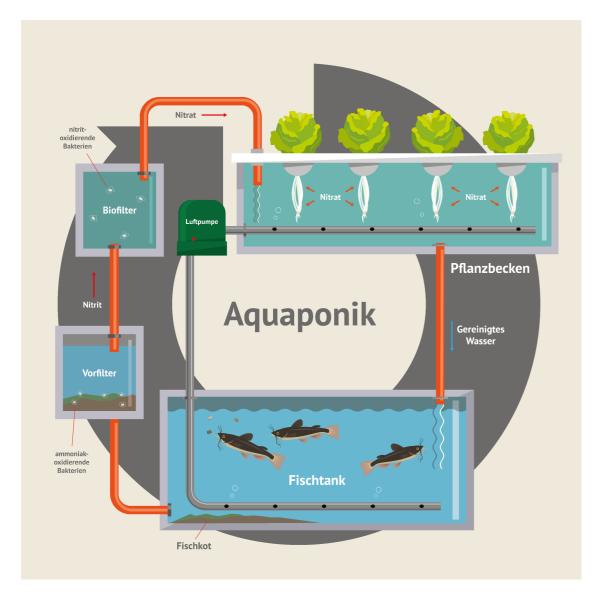
Für eine nachhaltige Entwicklung weltweit wurde 2015 die Agenda 2030 mit 17 Zielen verabschiedet, die ökonomische, ökologische und soziale Aspekte in den Fokus nehmen.

Eine nachhaltige Alternative zur herkömmlichen Landwirtschaft bieten Aquaponikanlagen, die acht der 17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung adressieren:

- Nr. 2: Kein Hunger
- Nr. 8: Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- Nr. 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur
- Nr. 12: Nachhaltige/r Konsum und Produktion
- Nr. 13: Maßnahmen zum Klimaschutz
- Nr. 14: Leben unter Wasser
- Nr. 15: Leben an Land



Aquaponik | Grundlagen



Aquaponische Systeme bilden eine Symbiose aus Fisch- und Pflanzenzucht.

In einem gemeinsamen Wasserkreislauf wird zunächst der Fischkot durch nitrifizierende Bakterien in Nitrat umgewandelt, welches als Nährstoff für die Pflanzen dient. Das von den Pflanzen gereinigte Wasser wird wiederum in den Fischtank zurückgeleitet. Es entsteht ein nahezu perfekter Kreislauf, der sich durch einen deutlich verringerten Wasserverbrauch auszeichnet und eine zusätzliche Düngung überflüssig macht.

Der Nährstoffkreislauf in Aquaponikanlagen.

Quelle: Adobe Stock (angepasst)



Aquaponikanlage des Instituts für Biologiedidaktik



Seit 2017 existiert am Institut für Biologiedidaktik der Universität zu Köln eine kleine Aquaponikanlage für die Innennutzung. Die Anlage kombiniert zwei Anzuchtsysteme und dient zur Untersuchung verschiedener wissenschaftlicher Fragestellungen sowie zur anschaulichen Vermittlung biologischer, physikalischer und chemischer Konzepte.

Mit Beginn der Corona-Pandemie musste der Betrieb der Anlage vorübergehend stillgelegt werden, da die regelmäßige Wartung vor Ort nicht mehr gewährleistet werden konnte.

Die institutseigene Aquaponikanlage (links Ebbe-Flut-Becken, rechts Floating-Raft-Becken).

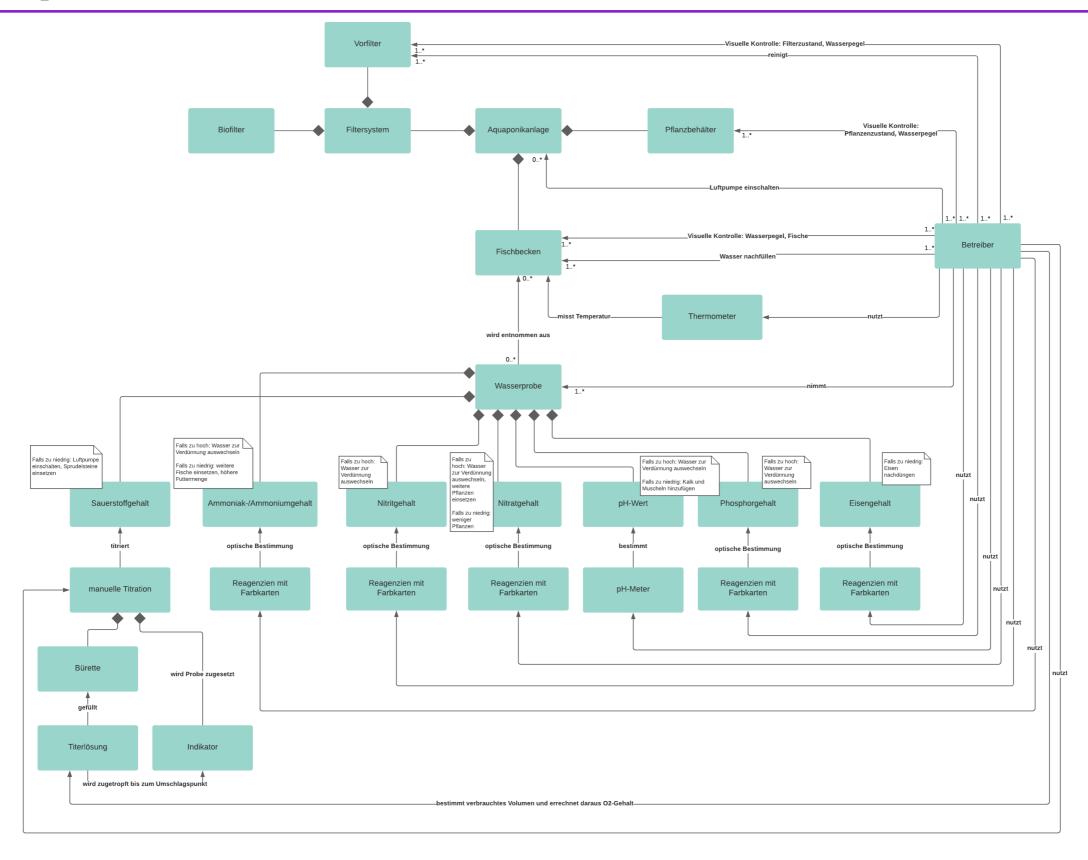
Quelle: Institut für Biologiedidaktik, Universität zu Köln

Problemstellung

Die täglichen Kontrollen der Anlage sowie die regelmäßige detaillierte Aufnahme von Messwerten sind aufwändig und zeitintensiv und führen zu einer hohen Belastung des Personals. Darüber hinaus gestaltet sich die Archivierung der Messwerte kompliziert, da diese manuell aufgezeichnet und verwaltet werden.

Im Rahmen des Entwicklungsprojekts soll der funktionale Prototyp eines Systems entstehen, der diese Problemstellung adressiert.

Deskriptives Domänenmodell



Quelle: Eigene Darstellung

Zielhierarchie & Projektplan

Zielsetzung sowie Begründung des Vorgehens zur Erreichung dieser





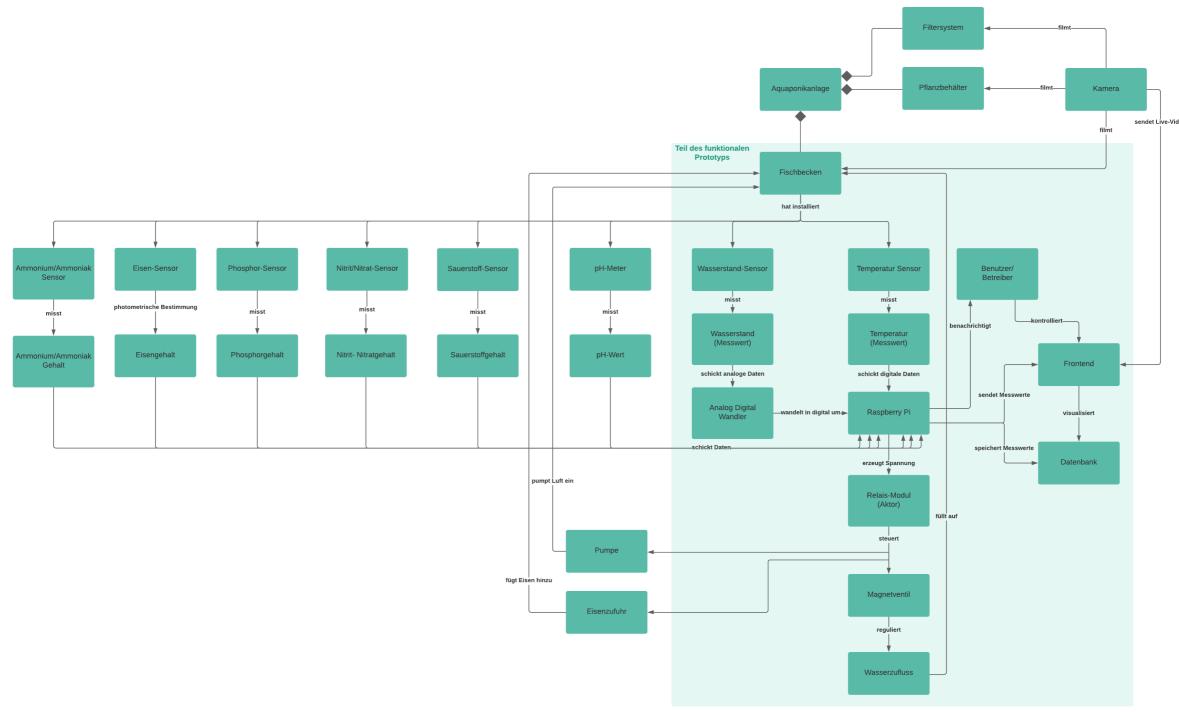
Es soll ein System zur Fernüberwachung von Aquaponikanlagen entstehen, welches den Betrieb, die Kontrolle und Wartung erleichtert und somit auch die Gesamtsicherheit der Anlage erhöht. Ein System von Sensoren und Schnittstellen übernimmt die Überwachung der Messwerte und benachrichtigt die Betreiber der Anlage bei einem Eintritt in kritische Wertebereiche. Zusätzlich soll es möglich sein, dass das System selbst aktiv wird, um auf kritische Werte angemessen zu reagieren.

Eine manuelle Kontrolle der Messwerte durch die Betreiber wäre somit nicht mehr notwendig. Auch eine tägliche visuelle Kontrolle der Anlage müsste auf diese Weise nicht mehr stattfinden.

Im Rahmen des Entwicklungsprojekts sollen zunächst der Wasserstand und die Temperatur überwacht werden. Das System soll außerdem selbständig auf einen kritischen Wasserpegel reagieren.



Präskriptives Domänenmodell

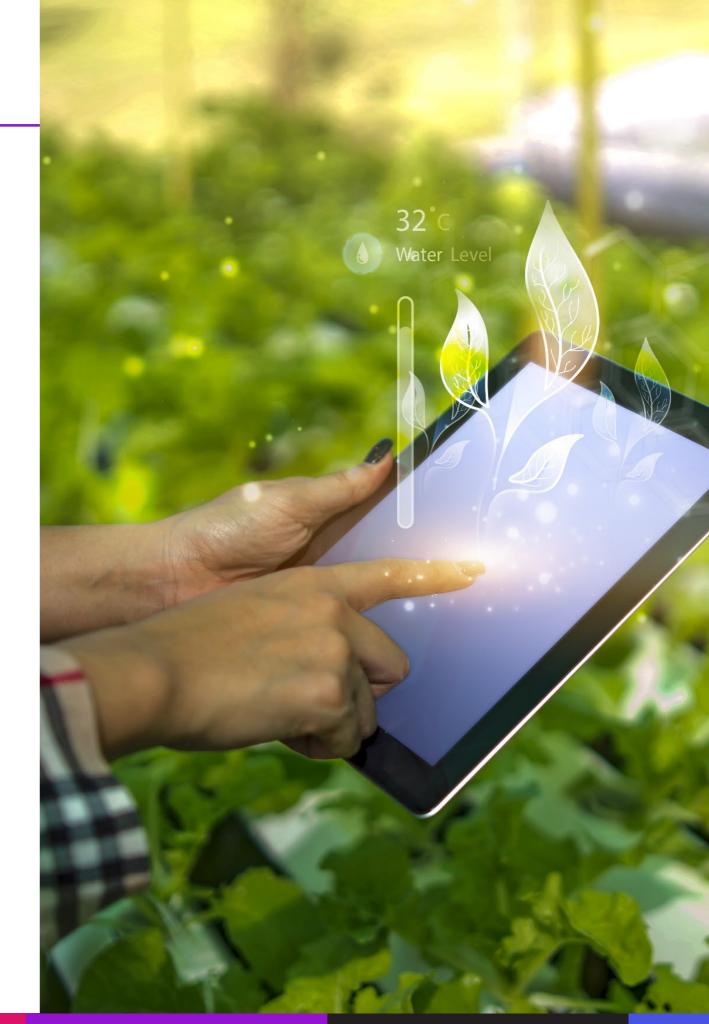


Quelle: Eigene Darstellung



Alleinstellungsmerkmale

- Fernüberwachung und Teil-Automatisierung von kleinen Aquaponikanlagen für die Innennutzung
- geeignet für Privatbetreiber, einfache Handhabung
- Warnsystem bei kritischen Werten
- Reduzierung des zeitlichen Aufwands für den Betrieb einer Aquaponikanlage
- erweiterbares System
- auch für wissenschaftliche und didaktische Zwecke geeignet





Zielhierarchie

Strategische Ziele:

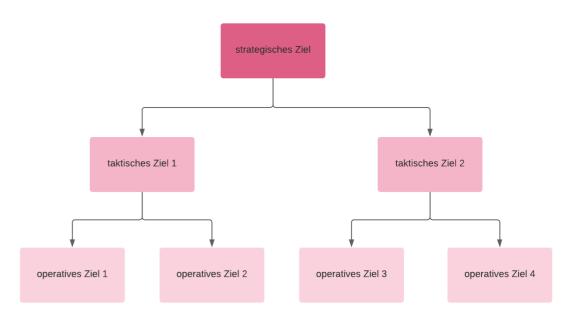
- Z_S1: Fernüberwachung der Aquaponikanlage
- Z_S2: Automatisierung der Anlage
- Z_S3: Vereinfachung der Kontrolle
- Z_S4: Reduzierung des zeitlichen Aufwands
- Z_S5: Zugänglichkeit der Anlagen erhöhen
- Z_S6: Warnsystem der Anlage (mittels Benachrichtigung der Nutzer)

Taktische 7iele:

- Z_T1 : Aufbau eines Internet of Things
- Z_T2: Raspberry Pi als Schnittstelle nutzen
- Z_T3: Sensoren zur Aufnahme physikalischer und chemischer Messwerte
- Z_T4: Kompetenzen im Bereich Web Development erwerben/nachholen

Operative Ziele:

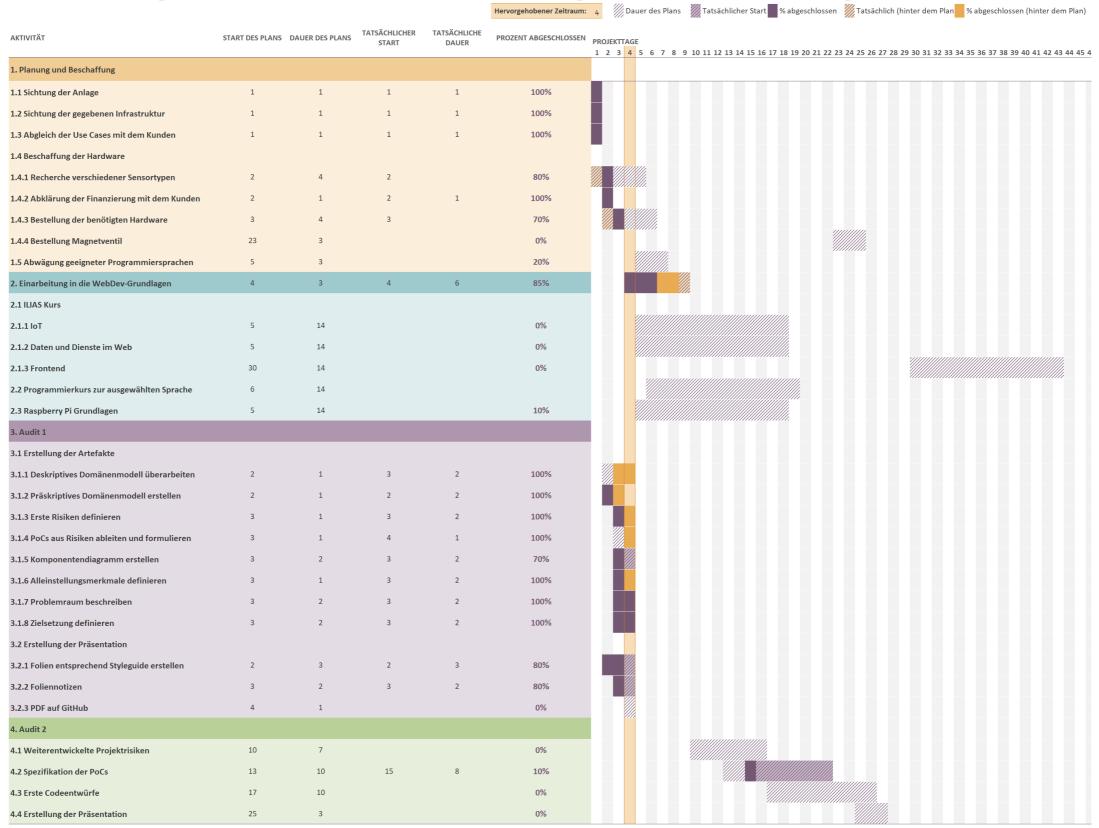
- Z₀1: Erste Übungen am Raspberry Pi durchführen
- Z₀2: Python lernen (Codecademy etc.)
- Z_0 3: Komponenten bestellen
- Z₀4: Raspberry Pi einrichten
- Z₀5: Sensoren anschließen, mit Raspberry Pi verbinden
- Z₀6: Erste Datenübertragungen testen
- Z₀7: Installation der Hardware-Komponenten





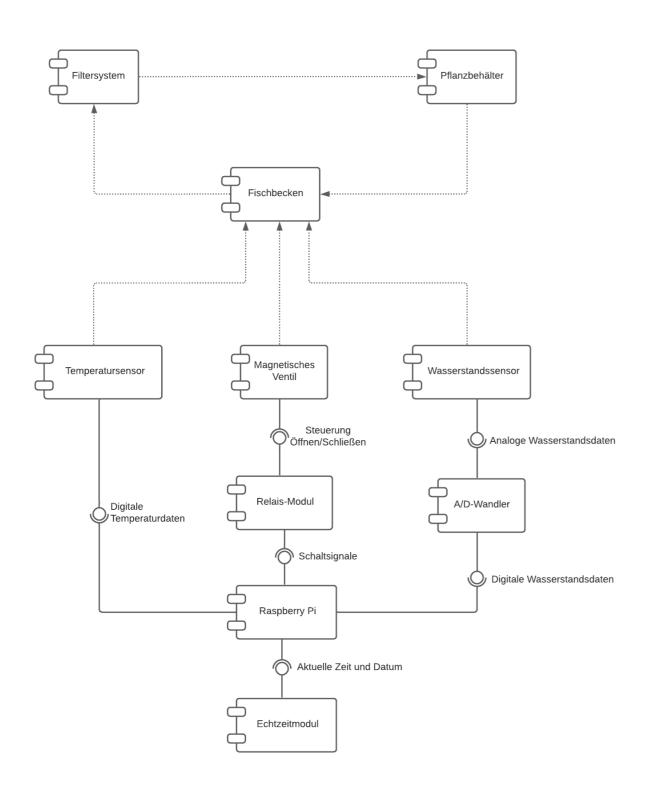
Gantt-Diagramm zur Projektplanung

Entwicklung eines Systems zur Überwachung von Aquaponikanlagen





Komponentendiagramm | Sensorik



Verwendete Komponenten:

- Raspberry Pi 3
- Analog-Digital-Wandler
- Echtzeitmodul
- Temperatursensor
- Wasserstandssensor
- Relais-Modul
- Magnetventil

Risiken und erste abgeleitete Proof-of-Concepts

Erste identifizierte Risiken

- Kompetenzbezogene Risiken durch das geplante System
 - → mögliche Überforderung
- Zeitliche Probleme
- Lieferschwierigkeiten der Hardware-Komponenten
- Keine Datenübertragung zwischen Sensoren und Raspberry Pi
- Probleme mit der Kommunikation der Systeme
- Keine Benachrichtigungen bei kritischen Werten
- Überflutungsgefahr bei Fehlern im Code oder fehlerhaften Messwerten (Sicherheitsvorkehrungen notwendig)
- Feststellung eines kritischen Wasserpegels kompliziert, da der Wasserstand aufgrund des Ebbe-Flut-Beckens oszilliert. Den Hinweis auf einen fehlerhaften Kreislauf liefert also nicht nur der aktuelle Wasserstand, sondern auch die fehlende periodische Veränderung des Wasserpegels
 - → muss erkannt werden können



Proof-of-Concept #1

Daten (Messwerte) der Sensoren mittels einer Systemschnittstelle abfragen/empfangen

Beschreibung

Als Systemschnittstelle könnte z.B. ein Raspberry Pi fungieren. Die Sensoren sollen die gemessenen Werte (Temperatur und Wasserstand) an eine Schnittstelle senden können. Diese Schnittstelle soll Daten empfangen und abfragen können.

Schritte

- Die Sensoren sind in der Anlage installiert
- Die Sensoren messen die jeweiligen Messwerte (Temperatur, Wasserstand)
- Sie senden die gemessenen Daten an die Systemschnittstelle
- Die Schnittstelle empfängt die Daten und kann diese Weiterverarbeiten (Benachrichtigung von Nutzern, Speicherung, Auswertung, etc.)

Exit Kriterien

Die Werte wurden erfolgreich gemessen, gesendet und empfangen. Eine Kommunikation zwischen den Systemen (Sensor und Schnittstelle) ist möglich.

Fail Kriterien

- Die Sensoren können keine Daten messen und senden
- Schnittstelle empfängt keine Daten
- Keine Verknüpfung der Systeme möglich

Fallbacks

Sollten die Sensoren keine Werte messen können, sollten sie erneut kalibriert und evtl. neu installiert werden. Ist es nicht möglich eine Verknüpfung zwischen den Sensoren und der Schnittstelle herzustellen, soll mit Dummy Daten gearbeitet werden. Ggf. Hilft eine neue Installation und Konfigurierung der Schnittstelle.



Proof-of-Concept #2

Erste Implementierungen und Installationen am Raspberry Pi

Beschreibung

Um den Raspberry Pi für das Projekt nutzen zu können muss dieser in mehreren Schritten für die Arbeit vorbereitet werden (Die Schritte orientieren sich nach folgendem Tutorial: https://tutorials-raspberrypi.de/automatisches-raspberry-pi-gewaechshaus-selber-bauen/).

Schritte

- Betriebssystem installieren
- Terminal öffnen
- Packages installieren und alles updaten
- benötigte Bibliotheken installieren (SpiDev, Adafruits)
- Raspberry Pi mit Strom versorgen (per GPIO oder USB Kabel)
- Spannung mittels Multimeter nachmessen
- Belegung der GPIOs, Programmierung der gewünschten Funktionen (Code -> Tutorials, Github)

Exit Kriterien

Die beschrieben Schritte funktionieren und der Raspberry Pi ist für den weiteren Projekt Verlauf vorbereitet. Die Tests mit dem Multimeter und Jumper Kabel waren erfolgreich.

Fail Kriterien

- Installationen nicht erfolgreich
- Spannungen nicht messbar
- Probleme bei der Stromversorgung (Im Worst Case kann eine zu hohe Spannung den Raspberry Pi beschädigen)
- Code funktioniert nicht

Fallbacks

Zurücksetzen des Raspberry Pi's, dann eine erneute Durchführung der Schritte, ggf. andere Tutorials, Betriebssysteme und Bibliotheken nutzen und den Code anpassen. Genaue Fehleranalyse.