

**Produktentwicklung**

**Cocktail Maschine**

vorgelegt von

Simon Weng, Matrikelnummer 3006034

[Tobias Swaczyna](https://aalen.instructure.com/groups/20372/users/24849), Matrikelnummer 3007376

[Simon\_Norbert-Ludger Schulz](https://aalen.instructure.com/groups/20372/users/24600), Matrikelnummer 3008472

Bearbeitungszeitraum: SoSe 2025/26

Inhaltsverzeichnis

[1 Einleitung 9](#_Toc199844795)

[2 Aufgabenstellung 9](#_Toc199844796)

[3 Projektplanung 10](#_Toc199844797)

[4 Konzipieren 10](#_Toc199844798)

[5 Entwerfen 10](#_Toc199844799)

[6 Entwicklungsprozess 11](#_Toc199844800)

[7 Kostenschätzung 11](#_Toc199844801)

[8 Organisation 11](#_Toc199844802)

[9 Fazit 11](#_Toc199844803)

[10 Anhang 12](#_Toc199844804)

1. Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1: Zwergen Modell 17](#_Toc188795023)

[Abbildung 2: 9-Felder- Denken 19](#_Toc188795024)

[Abbildung 3: Network of Problems 21](#_Toc188795025)

[Abbildung 4: Anfoderungsliste 23](#_Toc188795026)

[Abbildung 5: Mindmap zum Thema Bewässerungsanlage 27](#_Toc188795027)

[Abbildung 6: Funktionsbaum: Intelligente Bewässerung 29](#_Toc188795028)

[Abbildung 7: Morphologischer Kasten 30](#_Toc188795029)

[Abbildung 8: Konzept des Prototyps 32](#_Toc188795030)

[Abbildung 9: Prototypen Gewächshaus 33](#_Toc188795031)

[Abbildung 10: Paarweiser Vergleich 34](#_Toc188795032)

[Abbildung 11: Erzeugnis Gliederung 36](#_Toc188795033)

[Abbildung 12: Ultraschall-Entfernungsmesser 38](#_Toc188795034)

[Abbildung 13: Schwimmerschalter 39](#_Toc188795035)

[Abbildung 14: Wasserstand Sensor 39](#_Toc188795036)

[Abbildung 15: Arduino - Infrarot-Reflektionssensor 40](#_Toc188795037)

[Abbildung 16: Feuchtesensor 41](#_Toc188795038)

[Abbildung 17: Tensiometer 41](#_Toc188795039)

[Abbildung 18: Temperatur-Luftfeuchtigkeitssensor 42](#_Toc188795040)

[Abbildung 19: Infrarot Thermometer Temperatur 42](#_Toc188795041)

[Abbildung 20: Temperatur-Luftfeuchtigkeitssensor 43](#_Toc188795042)

[Abbildung 21: Schaltplan Arduino 43](#_Toc188795043)

[Abbildung 22: Screenshot Arduino IDE Download 45](#_Toc188795044)

[Abbildung 23: Ausschnitt Arduino Code 46](#_Toc188795045)

[Abbildung 24: Ausschnitt Arduino Code Void Setup 47](#_Toc188795046)

[Abbildung 25: Ausschnitt Arduino Code Void loop 48](#_Toc188795047)

[Abbildung 26: Ausschnitt Arduino Code Wifi 49](#_Toc188795048)

[Abbildung 27: Ausschnitt Arduino Code void reconnect 49](#_Toc188795049)

[Abbildung 28: Ausschnitt Arduino Code void Wassertank 50](#_Toc188795050)

[Abbildung 29: Ausschnitt Arduino Code void Bodenfeuchtigkeit 50](#_Toc188795051)

[Abbildung 30: Ausschnitt Arduino Code void Temperatur\_Luftfeuchtigkeit 50](#_Toc188795052)

[Abbildung 31:Ausschnitt Arduino Code void Pumpe 51](#_Toc188795053)

[Abbildung 32: Ausschnitt Arduino Code void getWeatherData 52](#_Toc188795054)

[Abbildung 33: Netzwerkstruktur des Projekts 53](#_Toc188795055)

[Abbildung 34: Datenfluss und Kommunikation 54](#_Toc188795056)

[Abbildung 35: Docker-Struktur auf den Raspberry Pi mit den Diensten 55](#_Toc188795057)

[Abbildung 36: Screenshot Raspberry Pi Imager (1) 56](#_Toc188795058)

[Abbildung 37: Screenshot Raspberry Pi Imager (2) 57](#_Toc188795059)

[Abbildung 38: Screenshot OS-Modifizierung Raspberry Pi Imager 57](#_Toc188795060)

[Abbildung 39: Screenshot Raspberry Pi Imager PI OS (64-bit) auf SD-Karte schreiben 58](#_Toc188795061)

[Abbildung 40: SSH-Verbindung mit den Raspberry Pi aufbauen mit PowerShell 59](#_Toc188795062)

[Abbildung 41: Installation Docker Engine auf Raspberry Pi OS mit PowerShell 60](#_Toc188795063)

[Abbildung 42: Installation NTP-Server 61](#_Toc188795064)

[Abbildung 43: Überprüfung des NTP- Servers 62](#_Toc188795065)

[Abbildung 44: Docker Netzwerk erstellen 62](#_Toc188795066)

[Abbildung 45: Docker Netzwerk mit festen IP-Adressen Konfiguration 62](#_Toc188795067)

[Abbildung 46: EMQX funktionsweise 63](#_Toc188795068)

[Abbildung 47: Docker Container erstellen EMQX 64](#_Toc188795069)

[Abbildung 48: Docker Container erstellen MySQL 65](#_Toc188795070)

[Abbildung 49: Docker Volume erstellen Node Red 66](#_Toc188795071)

[Abbildung 50: Docker Container erstellen Node Red 66](#_Toc188795072)

[Abbildung 51: Docker Container erstellen mit Grafana 67](#_Toc188795073)

[Abbildung 52: Alle Konfigurierten Docker Container 68](#_Toc188795074)

[Abbildung 53: Anmeldeseite der Benutzer 68](#_Toc188795075)

[Abbildung 54: Dashboard MQTT Broker 69](#_Toc188795076)

[Abbildung 55: MQTT Broker Authentication Schritt 1 69](#_Toc188795077)

[Abbildung 56: MQTT Broker Authentication Schritt 2 70](#_Toc188795078)

[Abbildung 57: MQTT Broker Authentication Schritt 3 70](#_Toc188795079)

[Abbildung 58: MQTT Broker Authentication Schritt 4 70](#_Toc188795080)

[Abbildung 59: MQTT Broker Authentication Schritt 5 71](#_Toc188795081)

[Abbildung 60: MQTT Teilnehmer Anmeldemaske 71](#_Toc188795082)

[Abbildung 61: Dashboard mit einer Verbindung 72](#_Toc188795083)

[Abbildung 62: MySQL Workbench Dashboard 72](#_Toc188795084)

[Abbildung 63: MySQL Workbench Verbindung zu MySQL Server einstellen 73](#_Toc188795085)

[Abbildung 64: MySQL Workbench erfolgreiche Verbindung zu MySQL Server 73](#_Toc188795086)

[Abbildung 65: MySQL Query erstellen 74](#_Toc188795087)

[Abbildung 66: Code für die Erstellung des Table "sensor\_data" 74](#_Toc188795088)

[Abbildung 67: Befehle um Lokale Zeit in MySQL anzupassen 75](#_Toc188795089)

[Abbildung 68: Node Red Dashboard 76](#_Toc188795090)

[Abbildung 69: Node Red Pakete installieren 77](#_Toc188795091)

[Abbildung 70: Node Red Flow Übersicht 77](#_Toc188795092)

[Abbildung 71: Node Red Funktion „emqx/esp32“ Eigenschaften 78](#_Toc188795093)

[Abbildung 72: Node Red Funktion „emqx/esp32“ Eigenschaften Verbindung 79](#_Toc188795094)

[Abbildung 73: Node Red Funktion „emqx/esp32“ Eigenschaften Sicherheit 79](#_Toc188795095)

[Abbildung 74: Node Red Funktion "Format überprüfen" 80](#_Toc188795096)

[Abbildung 75: Node Red Funktion "MySQL" Eigenschaften 81](#_Toc188795097)

[Abbildung 76: Grafana Dashboard 82](#_Toc188795098)

[Abbildung 77: Docker Oberfläche 83](#_Toc188795099)

[Abbildung 78: Grafana Datenbank hinzufügen 84](#_Toc188795100)

[Abbildung 79: Netzwerkkonfiguration 85](#_Toc188795101)

[Abbildung 80: Erfolgreiche Verbindung 85](#_Toc188795102)

[Abbildung 81: Dropdown Menüs für die Erstellung von Grafiken 86](#_Toc188795103)

[Abbildung 82: Verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten 86](#_Toc188795104)

[Abbildung 83: Temperatur Anzeigen 87](#_Toc188795105)

[Abbildung 84: Einstellungen für die aktuelle Temperatur Anzeige 88](#_Toc188795106)

[Abbildung 85 : Datenauswahl 89](#_Toc188795107)

[Abbildung 86: Einheit, Titel einstellen 90](#_Toc188795108)

[Abbildung 87: Datenauswahl Wassermenge 91](#_Toc188795109)

[Abbildung 88:Wassermenge Visualisierung 91](#_Toc188795110)

[Abbildung 89: Einstellungen aktuelle Anzeige 92](#_Toc188795111)

[Abbildung 90: Einstellungen Balkendiagramm 93](#_Toc188795112)

[Abbildung 91: Bodenfeuchtigkeit Visualisierungen 94](#_Toc188795113)

[Abbildung 92: Datenauswahl Bodenfeuchtigkeit 94](#_Toc188795114)

[Abbildung 93: Einstellungen aktuelle Anzeige 95](#_Toc188795115)

[Abbildung 94: Einstellung Balkendiagramm 96](#_Toc188795116)

[Abbildung 95: Datenauswahl Regenmenge 97](#_Toc188795117)

[Abbildung 96: Regenmenge Visualisierung 97](#_Toc188795118)

[Abbildung 97: Einstellungen Regenmenge Diagramm 98](#_Toc188795119)

[Abbildung 98: Gesamtes Dashboard im Browser 99](#_Toc188795120)

[äAbbildung 99: Temperaturdiagramm gezoomt 99](#_Toc188795121)

[Abbildung 100: 3D Modell 101](#_Toc188795122)

[Abbildung 101: Endgültiger Prototyp 102](#_Toc188795123)

[Abbildung 102: 3 Ansichten 103](#_Toc188795124)

[Abbildung 103: Linksansicht 104](#_Toc188795125)

[Abbildung 104: Vorderansicht 105](#_Toc188795126)

[Abbildung 105: Explosionszeichnung 106](#_Toc188795127)

1. Tabellenverzeichnis

[Tabelle 1: Kosten Gewächshaus und Tank 106](#_Toc188804592)

[Tabelle 2: Kosten ESP32 und Sensoren 106](#_Toc188804593)

[Tabelle 3: Kosten Server 107](#_Toc188804594)

[Tabelle 4: Gesamtkosten 107](#_Toc188804595)

[Tabelle 5: Zeitplan 108](#_Toc188804596)

[Tabelle 6: Aufgabenverteilung 109](#_Toc188804597)

1. Abkürzungsverzeichnis

|  |  |
| --- | --- |
| Abkürzung | Beschreibung |
| DHCP | Dynamic Host Configuration Protocol |
| SSH | Secure Shell |
| MQTT | Message Queuing Telemetry Transport |
| OS | Operating System |
| HTTPs | Hypertext Transfer Protocol Secure |
| TLS | Transport Layer Security |
| NTP | Network Time Protocol |
| Qos | Quality of Service |
| API | Application Programming Interfaces |
| GUI | Graphical User Interface |

# Einleitung

# Aufgabenstellung

# Projektplanung

# Konzipieren

# Entwerfen

# Entwicklungsprozess

# Kostenschätzung

# Organisation

# Fazit

# Anhang

1. Quellenverzeichnis

|  |  |
| --- | --- |
| [1] | TRIZ Consulting Group GmbH, „www.triz-consulting.de,“ TRIZ Consulting Group GmbH, o.D.. [Online]. Available: https://www.triz-consulting.de/die-methode-triz/ . [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [2] | P. D.-I. J. ORSO, „Aalen - Mechatronik 2024 – V4.pdf (unveröffentliche Vorlesungsfolie),“ o.D.. [Online]. Available: https://aalen.instructure.com/courses/9483/files/899110?module\_item\_id=273328. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [3] | Think Innovating., „www.thinkinnovating.org,“ Think Innovating., o.D.. [Online]. Available: https://thinkinnovating.org/index.php/resources/on-triz/edison21-triz-resources/edisons21-resources/method-of-smart-little-people-mslp/. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [4] | Innovation-Ingenieur, „www.innovation-ingenieur.de,“ Innovation-Ingenieur, o.D.. [Online]. Available: https://innovation-ingenieur.de/das-9-felder-denken/; . [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [5] | G. B. W. F. J. G. K.-H. Pahl, Methoden und Anwendung erfolgreicher Produktentwicklung., Aalen: Springer-Verlag, 2007. |
| [6] | Plastikalternative, „www.plastikalternative.de,“ Plastikalternative, o.D.. [Online]. Available: https://www.plastikalternative.de/artikel/was-ist-pla. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [7] | Jungheinrich PROFISHOP AG & Co. KG, „www.jh-profishop.de,“ Jungheinrich PROFISHOP AG & Co. KG, o.D.. [Online]. Available: https://www.jh-profishop.de/profi-guide/ip-schutzarten. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [8] | Commission Electrotechnique Internationale, o.D.. [Online]. Available: https://www.wewontech.com/IEC60529-%20IP-Standard.pdf. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [9] | Bundesministerium des Innern und Heimat, „www.orghandbuch.de,“ Bundesministerium des Innern und Heimat, o.D.. [Online]. Available: https://www.orghandbuch.de/Webs/OHB/DE/Organisationshandbuch/6\_MethodenTechniken/64\_Kreativtechniken/643\_MindMapping/mindmapping-node.html. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [10] | StudySmarter GmbH, „www.studysmarter.de,“ StudySmarter GmbH, o.D.. [Online]. Available: https://www.studysmarter.de/studium/ingenieurwissenschaften/produktentwicklung/funktionsstrukturen/. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [11] | Bundesministerium des Innern und Heimat, „www.orghandbuch.de,“ Bundesministerium des Innern und Heimat, o.D.. [Online]. Available: https://www.orghandbuch.de/Webs/OHB/DE/Organisationshandbuch/6\_MethodenTechniken/64\_Kreativtechniken/644\_Morphologie/morphologie\_inhalt.html. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [12] | VDI-Verlag, VDI-Richtlinie 2225 Konstruktionsmethodik - Technisch-wirtschaftliches Konstruieren, VDI-Verlag., 2019. |
| [13] | KLEUSBERG Verwaltungs-GmbH, „www.kleusberg.de,“ KLEUSBERG Verwaltungs-GmbH, o.D.. [Online]. Available: 2. https://www.kleusberg.de/de/themen-stories/artikel/modularitaet-und-das-baukastenprinzip. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [14] | B. Aunkofer, „www.der-wirtschaftsingenieur,“ Zarenga GmbH, 26 September 2009. [Online]. Available: https://www.der-wirtschaftsingenieur.de/index.php/erzeugnisgliederung/. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [15] | D. 1. [Online]. |
| [16] | Baumer GmbH, „www.baumer.com,“ Baumer GmbH, o.D.. [Online]. Available: https://www.baumer.com/de/de/service-support/funktionsweise/funktion-und-technologie-fullstandsmessung/a/Know-how\_Function\_Level-sensors. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [17] | Tipps Gärtner, „www.de.ezgardentips.com,“ Tipps Gärtner, o.D.. [Online]. Available: https://de.ezgardentips.com/how-does-soil-moisture-meter-work-13886. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [18] | Wissenschaft im Dialog gGmbH, „www.makeyourschool.de,“ Wissenschaft im Dialog gGmbH, o.D.. [Online]. Available: https://makeyourschool.de/maker-ecke/material/temperatur-luftfeuchtigkeitssensor/. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [19] | C. Staff, „www.circuitschools.com,“ CircuitSchools , 10 Januar 2022. [Online]. Available: https://www.circuitschools.com/what-is-esp32-how-it-works-and-what-you-can-do-with-esp32/. [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [20] | Arduino, „www.arduino.cc,“ Arduino, o.D.. [Online]. Available: https://www.arduino.cc/en/software . [Zugriff am 25 Januar 2025]. |
| [21] | D. 2. [Online]. |
| [22] | P. Schnabel, „Elektronik Kompendium,“ Elektronik-Kompendium.de, o. D. [Online]. Available: https://www.elektronik-kompendium.de/sites/net/0503281.htm. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [23] | EMQ, „www.emqx.com,“ o. D.. [Online]. Available: https://www.emqx.com/en/blog/esp32-connects-to-the-free-public-mqtt-broker. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [24] | R. D. Yadav, „rishabhdevyadav.medium.com,“ 1 Mai 2020. [Online]. Available: https://rishabhdevyadav.medium.com/how-to-install-ntp-server-and-client-s-on-ubuntu-18-04-lts-f0562e41d0e1. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [25] | Oracle, „dev.mysql.com,“ o.D.. [Online]. Available: https://dev.mysql.com/doc/refman/8.4/en/time-zone-support.html. [Zugriff am 17 Januer 2025]. |
| [26] | Red Hat, Inc., „www.redhat.com,“ o.D.. [Online]. Available: https://www.redhat.com/de/topics/containers/what-is-docker. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [27] | EMQ, „docs.emqx.com,“ o. D.. [Online]. Available: https://docs.emqx.com/en/emqx/latest/. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [28] | Raspberry Pi Foundation, „www.raspberrypi.com,“ o.D.. [Online]. Available: https://www.raspberrypi.com/documentation/computers/getting-started.html. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [29] | S. Tatham, „www.putty.org,“ o.D.. [Online]. Available: https://www.putty.org/. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [30] | A. team, „manpages.ubuntu.com,“ anonical Ltd. Ubuntu and Canonical are registered trademarks of Canonical Ltd., o.D.. [Online]. Available: https://manpages.ubuntu.com/manpages/xenial/man8/apt.8.html. [Zugriff am 21 Januar 2025]. |
| [31] | J. Börnsen, „www.heise.de,“ Maker Media GmbH, 24 Februar 2023. [Online]. Available: https://www.heise.de/news/Wie-man-Docker-auf-dem-Raspberry-Pi-in-15-Minuten-einrichtet-7524692.html. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [32] | Docker Inc., „docs.docker.com,“ o.D.. [Online]. Available: https://docs.docker.com/engine/network/. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [33] | Network Time Foundation, „Network Time Foundation,“ o.D.. [Online]. Available: https://www.ntp.org/. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [34] | Docker Inc., „https://docs.docker.com/engine/network/,“ Docker Inc., o.D.. [Online]. Available: https://docs.docker.com/reference/cli/docker/container/run/. [Zugriff am 21 Januar 2025]. |
| [35] | EQM, „www.emqx.com,“ EQM, o.D. [Online]. Available: https://www.emqx.com/en/blog/the-ultimate-guide-to-mqtt-broker-comparison. [Zugriff am 21 Januar 2025]. |
| [36] | EQM, „www.hub.docker.com,“ EQM, o.D.. [Online]. Available: https://hub.docker.com/\_/emqx. [Zugriff am 21 Januar 2025]. |
| [37] | Docker Inc, „www.docs.docker.com,“ Docker Inc, o.D.. [Online]. Available: https://docs.docker.com/engine/network/. [Zugriff am 21 Januar 2025]. |
| [38] | Docker, Inc, „www.hub.docker.com,“ Docker, Inc, [Online]. Available: https://hub.docker.com/\_/mysql. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [39] | OpenJS Foundation, „www.nodered.org,“ OpenJS Foundation, o.D.. [Online]. Available: https://nodered.org/. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [40] | Docker Inc., „docs.docker.com,“ o.D.. [Online]. Available: https://docs.docker.com/engine/install/debian/. [Zugriff am 17 Januar 2025]. |
| [41] | Grafana Labs, „www.grafana.com,“ Grafana Labs, o.D.. [Online]. Available: https://grafana.com/docs/grafana/latest/introduction/. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [42] | Docker, Inc., „www.hub.docker.com,“ Docker, Inc., o.D.. [Online]. Available: https://hub.docker.com/r/grafana/grafana. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [43] | Oracle, „www.mysql.com,“ Oracle, o.D.. [Online]. Available: https://dev.mysql.com/downloads/workbench/. [Zugriff am 24 Januar 2025]. |
| [44] | OpenJS Foundation, „www.nodered.org,“ OpenJS Foundation, o.D.. [Online]. Available: https://nodered.org/docs/user-guide/editor/palette/manager. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [45] | IBM, „www.ibm.com,“ IBM, o.D.. [Online]. Available: https://www.ibm.com/docs/de/ibm-mq/9.2?topic=concepts-qualities-service-provided-by-mqtt-client. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [46] | OASIS Open, „www.mqtt.org,“ 07 März 2019. [Online]. Available: https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v5.0/mqtt-v5.0.pdf. [Zugriff am 22 Januar 2025]. |
| [47] | Grafana, „Grafana Documentation,“ [Online]. Available: https://grafana.com/docs/grafana/latest/. [Zugriff am 3 12 2024]. |
| [48] | Grafana, „Grafana Tutorials,“ [Online]. Available: https://grafana.com/tutorials/. [Zugriff am 3 12 2024]. |

<https://www.arduino.cc/>

1. Bildquellenverzeichnis

Auflistung sämtlicher Bildquellen - Aufnahme in der Reihenfolge des Vorkommens

Selbst erstellt, externe Elemente:

Anlagen

Auflistung sämtlicher Anlagen nach Erwähnung in der Arbeit

kurze, stichwortartige, aussagekräftige Benennung