



**Steigerung der Energieeffizienz und der hygienischen Betriebssicherheit von
Naturfreibädern durch Optimierung des Datenbanksystems DANA 1.0
Kurztitel „DANA 2.0“**

**Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt, gefördert unter dem Az: 34916/01-23
von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Von

Dipl. Ing. Stefan Bruns

Polyplan-Kreikenbaum Gruppe GmbH

und

Dr. Ralf Tietze

Ravenworks GbR

Bremen, Januar 2022

Stand: 29.01.2022



Projektkennblatt

Abschlussbericht:	
Projektträger:	Polyplan-Kreikenbaum Gruppe GmbH Überseetor 14 28217 Bremen weitere Projekte aus der Umgebung
Telefon:	+49 421 1787615
Internet:	-
Bundesland:	Bremen
Förderzeitraum:	02.05.2019 - 31.10.2021 (2 Jahre und 6 Monate)
Fördersumme:	104.863,00
Förderbereich:	00
Stichworte:	Datenbankentwicklung, Wasseraufbereitung
Publikationen:	

Zielsetzung & Anlass

Moderne Systeme zeichnen sich durch eine bedarfsabhängige, modulare Steuerung und Regelung aus. Damit diese Systeme wirklich erfolgreich laufen bedarf es einer immer intensiveren Betriebsüberwachung durch den Betreiber. Dieser Sachverhalt wird umso wichtiger, wenn technische Prozesse dynamisch von biologischen Prozessen überlagert werden, wie bei den Bädern mit biologischer Wasseraufbereitung.

Es hat sich in den zurückliegenden Jahren gezeigt, dass der effiziente Betrieb eines modernen öffentlichen Bades ohne eine entsprechende elektronische Betriebsüberwachung nebst Betriebsdatenerfassung und Dokumentation praktisch nicht möglich ist. Auch für die Innovation ist die strukturierte Sammlung von Daten unerlässlich. So wie DANA 1.0 eine maßgebliche Rolle spielte in der Entwicklung der FLL-Richtlinie 2011 „Richtlinien für Planung, Bau, Instandhaltung und Betrieb von Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung (Schwimm- und Badeteiche)“, so wird die weitergeführte Datengrundlage über die Plattform DANA 2.0 eine wichtige Hilfestellung für weitere europäische und internationale Regelwerke in diesem Bereich dienen.

Die in ihrer Entwicklung ebenfalls von der DBU geförderte Plattform DANA 1.0 (Az 25480/23) hat diese Aufgaben erfüllt. Zum Zeitpunkt der Antragstellung für DANA 2.0 war diese Plattform hinsichtlich ihrer Datenbankstruktur und Ihrer Schnittstellen, sowie auch der Bedienerfreundlichkeit veraltet und erforderte dringend eine Grunderneuerung, um den neuen Anforderungen und ihrer zentralen Bedeutung für Betreiber und Betreuer gleichermaßen gerecht zu werden.

Ein wesentlicher Aspekt ist die Umweltrelevanz der Datenbank: die biologischen Bäder sind im Vergleich zu den desinfizierten Bädern frei von Umwelt- und die Gesundheit der Badenden belastenden Nebenprodukten und energetisch günstiger zu betreiben und stellen somit nach heutiger Kenntnis eine Umweltentlastung dar. Öffentliche Bäder zu betreiben, ohne den Einsatz der fundierten Hintergrunddatenbank DANA, ist heute nicht mehr denkbar. Daher ist der mit diesem Vorhaben umgesetzte neue Entwicklungsschritt für die Flankierung und den Fortbestand dieser umweltentlastenden Innovation so wichtig.

Im Antrag waren folgende Zielstellungen für dieses Vorhaben beschrieben worden (Text hier z.T. gekürzt):

1. Mit DANA 2.0 sollen kürzere Reaktionszeiten durch Cloud basierte Systeme erzielt werden



2. Die Eingaben müssen dynamisch und intuitiv sein. Sie sollen während der Eingabe durch Vorschlagswerte unterstützt werden (z.B. Wert aus vorangegangener Zeitreihe +-).

3. Das Einpflegen der Stammdaten muss in Zukunft durch den Kunden erfolgen können, um höhere Zahlen an Lizenzen zu erzielen.

4. Ein neues multi-direktionales Kommunikationsmodul zwischen Projektbeteiligten und gleichen Nutzungsgruppen, Badbetreibern, Betreuern etc. zur Prozessoptimierung und Qualitätssicherung soll entwickelt werden.

5. Eine moderne Datenauswertung ist zu implementieren. Es ist notwendig Daten X zu Y gegeneinander abzubilden - wobei X und Y beliebige Daten aus einem beliebigen Betrachtungszeitraum über beliebige Kompartimente des Bades sein können. Der Betreuer muss diese Auswertemöglichkeit auch über beliebige in seinem Verantwortungsbereich liegende Bäder durchführen können... Der Forscher muss indizierte Daten von allen Bädern auswerten können, indem ihm hierfür eine zeitlich begrenzte Forscher-Lizenz vergeben wird.

6. Es ist ein leistungsfähiges Dashboard zu entwickeln. Das Dashboard ist frei gestaltbar, einzelne Slider können vom Betreiber eingestellt werden. Der Header des Dashboards soll über eine Illustration/ ein Bild sowie das Dashboard insgesamt über Farbpaletten individualisierbar sein.

7. In DANA 2.0 muss die Sprache schnell anpassbar sein. Die neue Sprache soll durch die Implementierung der Sprachausgabe in Listen wählbar sein.

8. Themendesk: Ein Themendesk soll von den Nutzern frei aufgestellt werden. Alle Nutzer können hieran teilnehmen.

9. Alarme: Jeder Nutzungstyp soll Beobachtungs- und Alarmwerte frei setzen können. Ein Erreichen dieses Alarmwertes setzt einen Vorgang in Gang, den der Betreiber definieren kann.

10. Umweltinformation: Das neue Dashboard soll eine Dashboard Public Seite enthalten. Hier sollen folgende Informationen dargestellt werden:

- Geographische Seite mit der Position der Bäder, Bilder des gewählten Bades
- Bad-'Ranking': energetisch, hygienisch, Badbewertungen durch Badegäste
- Spezifische Daten: Besucherstatistik, elektrischer und thermischer Energieaufwand/ Badegast, Wasseraufwand/ Badegast

11. DANA 2.0 soll zu Projektende erfolgreich unter realen Bedingungen in allen von Polyplan betreuten Bädern geprüft und weiterentwickelt sein

Fazit

Nach den Startschwierigkeiten, bedingt durch den unvermeidbaren Wechsel der Kooperationspartner, konnten wir mit dem 3. und letzten Kooperationspartner, Ravenworks aus Bremen, das Vorhaben DANA 2.0 zu einem erfolgreichen Abschluss führen - dieser ist für uns auch ein Ausgangspunkt für weitere, stetige Entwicklungsarbeiten.

Wir sind überzeugt mit dieser innovativen Datenbank den Bereich Naturfreibäder zukunftssicher gemacht zu haben.

Von den geplanten Zielen wurden die meisten vollständig, andere zum Teil erreicht und sollen weiterverfolgt werden:

Ziel 1 wurde erreicht: DANA 2.0 bietet als Cloud-basiertes System kürzere Reaktionszeiten.

Ziel 2 wurde erreicht: DANA 2.0 bietet intuitive und dynamische Eingabe-Optionen, unterstützt durch Vorschlagswerte.

Ziel 3 wurde erreicht: Der Kunde kann in DANA 2.0 selbst seine Stammdaten einpflegen, als nachgefragtes Tool unterstützt es die breitere Anwendung von DANA 2.0.

Ziel 4 wurde zum Teil erreicht: Das neue multi-direktionale Kommunikationsmodul zwischen Projektbeteiligten und gleichen Nutzungsgruppen, Badbetreibern, Betreuern etc. zur Prozessoptimierung und Qualitätssicherung ist noch nicht einsatzfähig, wird aber weiterentwickelt.

Ziel 5 wurde weitestgehend erreicht: Eine moderne Datenauswertung ist implementiert: Der Betreuer kann diese Auswertemöglichkeit auch über beliebige in seinem Verantwortungsbereich liegende Bäder durchführen - nur die Forscher-Lizenz ist noch nicht umgesetzt worden. Der Import von Daten aus excel-Dokumenten ist möglich und wird genutzt.

Ziel 6 wurde erreicht: Ein frei gestaltbares Dashboard mit vielen Darstellungsmöglichkeiten wurde entwickelt und ist im Einsatz, auch für Parameter zur Hygienesituation und dem Energie- oder Wasserverbrauch.



Ziel 7 wurde erreicht: In DANA 2.0 ist die Sprache schnell und einfach anzupassen.

Ziel 8 wurde noch nicht erreicht: Ein Themendesk für alle Nutzer ist noch nicht fertig gestellt, es wird aber weiter daran gearbeitet.

Ziel 9 wurde erreicht: Jeder Nutzungstyp kann Beobachtungs- und Alarmwerte frei setzen und bei Erreichen dieses Alarmwertes kann der Betreiber den auszulösenden Vorgangselbst definieren.

Ziel 10 wurde zum Teil erreicht: Umweltinformationen sind in DANA 2.0 z.T. eingebunden: so kann eine geographische Seite mit der Position der Bäder angezeigt werden. Leider konnte das Bad-,Ranking' in Bezug auf die energetischen und hygienischen Kenndaten sowie Badbewertungen durch Badegäste noch nicht realisiert werden, die grundlegenden Parameter zu Energie- und Wasserverbrauch sowie zur hygienischen Situation sind jedoch verfügbar und die Werte sind auf dem Dashboard abrufbar. Die Ableitung der spezifischen Kenndaten pro Badegast wurde noch nicht entwickelt, ist jedoch weiterhin geplant.

Ziel 11 wurde erreicht: DANA 2.0 wurde innerhalb der Projektlaufzeit erfolgreich unter realen Bedingungen in allen von Polyplan(-Kreikenbaum) betreuten Bädern geprüft und auf Basis der Erfahrungen und direkten Rückmeldungen aus den Bädern weiterentwickelt.

Im Rahmen der IOB- Konferenz 2021 (11. IOB-Kongress; Okt. 2021, Albufeira, Portugal) konnte Polyplan-Kreikenbaum die Ergebnisse der neuen Datenbankentwicklung einem internationalen Publikum vorstellen. Der Titel lautete: „DANA 2.0 – Online Control And Management System For Natural Pools“. Wir erhielten eine durchweg positive Resonanz.

Ausblick

Im Mai 2022 werden wir das neue DANA-System bei der DGFdB (Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V.) vorstellen und ebenfalls in 2022 auf der Vorstandssitzung der DgfnB (Deutsche Gesellschaft für naturnahe Badegewässer e.V.).

Im Release 2022 ist die Implementierung eines Projekt-Zeitstrahls vorgesehen, in dem alle Aktivitäten eines Projektes zeitlich chronologisch dargestellt werden. Außerdem sollen die Wartungsprotokolle über einen PDF-Druck exportiert werden können.

Im Release 2023 soll die technische Gebäudeausrüstung mit implementiert werden, um die zunehmend komplexere Gebäudesteuerung, die im Rahmen der CO2-Einsparungen notwendig wird, zu kontrollieren.

Auf Basis des sich abzeichnenden und als realistisch betrachteten Bedarfs an unserer gemeinsam entwickelten und innovativen Datenbank DANA 2.0 haben Polyplan-Kreikenbaum und Ravenworks ein Business-Modell erstellt, das umgesetzt werden soll.

Im Fazit war das Vorhaben ein voller Erfolg und wichtiger Meilenstein für die Fortführung und Zukunft der Naturbad-Technologie, innerhalb von Deutschland und auch auf internationaler Ebene.



Inhalt

1	Zusammenfassung.....	7
2	Handlungsbedarf und Zielsetzung des Vorhabens DANA 2.0	7
3	Verlauf der Arbeiten und unerwartete Schwierigkeiten in der Durchführung	9
4	Bearbeitung der Arbeitspakete und Beschreibung der Systementwicklung	11
4.1	Konzeption und Festlegung der Anforderungen (AP1)	11
4.2	Softwareentwurf, Modellbildung (Datenbank, Prozesse, Module etc.) für Programmierung der Test- und β -Version (AP2)	12
4.2.1	Grundmodule	12
4.2.2	DB Architektur	13
4.2.3	Modellbildung für Alpha- und Beta-Version	13
4.2.4	Wesentliche neue Leistungsmerkmale der Datenbank	13
4.3	Implementierung des Funktionsumfangs aus DANA 1.0 (AP3).....	17
4.4	Implementierung von zusätzlichen Anforderungen (insb. Helpdesk, Anbindung neue Controllerbox, etc.) (AP4).....	18
4.4.1	Einbindung Siemens Steuerung.....	18
4.4.2	Einbindung LoRaWan	21
4.4.3	Einbindung Blue Connect	22
4.4.4	Vorbereitung auf die Zukunft	23
4.4.5	Erstellung der Dokumentation und des Online-Hilfesystems	24
4.5	Interne Prüfung der Testversion, Erstellung und Testphase der β -Version in Bädern, mit iterativer Anpassung (AP5).....	24
4.6	Entwicklung, Verifizierung und Systemanpassungen der Alpha-Version im Bäderbetrieb (AP6)	25
4.6.1	Modellbildung für Alpha- und Beta-Version	25
4.7	Betreuung und Schulung der Kunden während der Testphase von β - und Alpha-Version AP 7.1	
	Betreuung und Schulung durch Polyplan-Kreikenbaum (AP7).....	25
4.8	Koordination und Außendarstellung (AP8)	26
5	Fazit und Ausblick.....	26
6	Anlage (separate Dokumente)	29
6.1	Pflichtenheft, Phase 1.....	29
6.2	Pflichtenheft 2, Phase 2.....	29
6.3	Pflichtenheft 3, Phase 3.....	29
6.4	Präsentation von DANA 2.0 auf dem 11. IOB-Kongress, 10-2021.....	29



Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anbindung eines Lageplans mit Zuordnung der Messpunkte	14
Abbildung 2: Beispiel für das Einbinden von Wartungsarbeiten in einem Bad	15
Abbildung 3: Dashboard-Ebene.....	15
Abbildung 4: Grafik Interface	16
Abbildung 5: Dokumente	16
Abbildung 6: Schematische Darstellung Einbindung der SPS.....	18
Abbildung 7: Dashboard Übersicht	20
Abbildung 8: Dashboard Leistungskontrolle Neptun-Filter.....	20
Abbildung 9: Dashboard Pumpenübersicht	21
Abbildung 10: Schematische Darstellung LoRaWAN Netzwerktypen.....	22
Abbildung 11: Blue Connect Sonde [https://www.schwimmbadbau24.de].....	22
Abbildung 12: Schematische Darstellung Anbindung BlueConnect Sonde an DANA 2.0	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: DANA 2.0, voraussichtliche Nutzerzahlen 2022 und 2023	28
Tabelle 2: Businessmodell Polyplan-Kreikenbaum Gruppe und Ravenworks.....	29

Liste wichtiger verwendeter Abkürzungen

AP: Arbeitspaket

DANA: Datenbank Naturfreibäder

DGFdB: Deutsche Gesellschaft für das Badewesen e.V.

DgfnB: Deutsche Gesellschaft für naturnahe Badegewässer e.V.

FLL: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.

IOB: Internationale Organisation für naturnahe Badegewässer

IOT: Internet of Things

MQTT: Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) ist ein offenes Netzwerkprotokoll für Machine-to-Machine-Kommunikation (M2M)

SPS: Systemprogrammierbare Steuerung



1 Zusammenfassung

In diesem Vorhaben wurde mit DANA 2.0 eine moderne Datenbank entwickelt, mit einer modernen Cloud-basierten Datenbankstruktur, die in der IOT-Welt zuhause ist. Protokolle wie MQTT oder Lorawan Sigfox Anwendungen wurden integriert, so dass alle gängigen Fernübertragungsprotokolle erreichbar sind. DANA 2.0 bereitet den Weg zur direkten Cloud-basierten Anlagensteuerung vor, die mit 5G Ausbau dann perspektivisch die SPS Steuerung ersetzen wird.

Die Nutzung ist intuitiv: Anlagenrundgänge, Wartungsarbeiten können vom User-Admin individuell eingerichtet werden und vom User-Klienten schnell und problemlos zur Dateneingabe verwendet werden. Es können Bäder, Wasseraufbereitungsanlagen und Seesanierungsprojekte eingerichtet, verwaltet, und gehostet werden. Weitere Anwendungsfälle für Liegenschaften stecken in Vorbereitung.

Internationale Normen sind weitestgehend enthalten. Das Betriebssystem läuft auf sechs Sprachen: English, Deutsch, Portugiesisch, Spanisch, Französisch und Dänisch und kann bei Bedarf innerhalb von zwei Tagen auf eine weitere Sprache angepasst werden.

Die Entwicklung lief zu Beginn sehr problematisch. Es bestanden zwischen den Entwicklern und den Anwendern oft Kommunikationsprobleme infolge der in diesen Bereichen oftmals genutzten speziellen Formulierungen. Außerdem konnten seitens der Softwareentwickler oftmals die zugesagten Teilleistungen nicht eingehalten werden. Dies lag entweder in Ressourcen-Problemen oder limitierter Möglichkeiten der verwendeten Basismodule begründet.

Das Ergebnis ist aber nach 2-maligem Austausch der Partner für die Systementwicklung zu einem sehr guten Ergebnis gebracht worden. Das Datenbanksystem wurde bereits auf einem internationalen Bäderkongress in Portugal im Rahmen eines Workshops und eines Vortrages erfolgreich vorgestellt. Auch nach Projektabschluss finden Schulungen von zukünftigen Nutzergruppen und dem Partnernetzwerk der Polyplan-Kreikenbaum Gruppe statt, um die Nutzerzahlen weiter zu erhöhen.

Wir bedanken uns an dieser Stelle für die extrem kooperative Zusammenarbeit mit der DBU, die uns bei allen Projektschwierigkeiten stets unterstützt hat.

2 Handlungsbedarf und Zielsetzung des Vorhabens DANA 2.0

Moderne Systeme zeichnen sich durch eine bedarfsabhängige modulare Steuerung und Regelung aus. Damit diese Systeme wirklich erfolgreich laufen bedarf es einer immer intensiveren Betriebsüberwachung durch den Betreiber. Dieser Sachverhalt wird umso wichtiger, wenn technische Prozesse noch dynamisch von biologischen Prozessen überlagert werden, wie bei den Bädern mit biologischer Wasseraufbereitung. Es hat sich in den zurückliegenden Jahren gezeigt, dass der effiziente Betrieb eines modernen öffentlichen Bades ohne eine entsprechende elektronische Betriebsüberwachung nebst Betriebsdatenerfassung und Dokumentation praktisch nicht möglich ist.



Auch für die Innovation ist die strukturierte Sammlung von Daten unerlässlich. So wie DANA 1.0 eine maßgebliche Rolle spielte in der Entwicklung der FLL-Richtlinie 2011 „Richtlinien für Planung, Bau, Instandhaltung und Betrieb von Freibädern mit biologischer Wasseraufbereitung (Schwimm- und Badeteiche)“, so wird die weitergeführte Datengrundlage über die Plattform DANA 2.0 eine wichtige Hilfestellung für weitere europäische und internationale Regelwerke in diesem Bereich dienen. Die in ihrer Entwicklung ebenfalls von der DBU geförderte Plattform DANA 1.0¹ (Az 25480/23) hat diese Aufgaben erfüllt. Zum Zeitpunkt der Antragstellung für DANA 2.0 war diese Plattform hinsichtlich ihrer Datenbankstruktur und Ihrer Schnittstellen, sowie auch der Bedienerfreundlichkeit veraltet und erforderte dringend eine Grunderneuerung, um den neuen Anforderungen und ihrer zentralen Bedeutung für Betreiber und Betreuer gleichermaßen gerecht zu werden.

Ein wesentlicher Aspekt ist die Umweltrelevanz der Datenbank: die biologischen Bäder sind im Vergleich zu den desinfizierten Bädern frei von Umwelt- und die Gesundheit der Badenden belastenden Nebenprodukten und energetisch günstiger zu betreiben und stellen somit nach heutiger Kenntnis eine Umweltentlastung dar. Öffentliche Bäder zu betreiben, ohne den Einsatz der fundierten Hintergrunddatenbank DANA, ist heute nicht mehr denkbar. Daher ist der mit diesem Vorhaben umgesetzte neue Entwicklungsschritt für die Flankierung und den Fortbestand dieser umweltentlastenden Innovation so wichtig.

Im Antrag waren folgende Zielstellungen für dieses Vorhaben beschrieben worden:

1. Mit DANA 2.0 sollen kürzere Reaktionszeiten durch Cloud-basierte Systeme erzielt werden
2. Die Eingaben müssen dynamisch und intuitiv sein. Sie sollen während der Eingabe durch Vorschlagswerte unterstützt werden (z.B. Wert aus vorangegangener Zeitreihe +-).
3. Das Einpflegen der Stammdaten muss in Zukunft durch den Kunden erfolgen können, um höhere Zahlen an Lizenzen zu erzielen.
4. Ein neues multi-direktionales Kommunikationsmodul zwischen Projektbeteiligten und gleichen Nutzungsgruppen, Badbetreibern, Betreuern etc. zur Prozessoptimierung und Qualitätssicherung soll entwickelt werden.
5. Eine moderne Datenauswertung ist zu implementieren. Es ist notwendig Daten X zu Y gegeneinander abzubilden. Wobei X und Y beliebige Daten aus einem beliebigen Betrachtungszeitraum über beliebige Kompartimente des Bades sein können. Der Betreuer und Entwickler muss diese Auswertemöglichkeit auch über beliebige in seinem Verantwortungsbereich liegende Bäder durchführen können, um Statistiken zu erstellen. Der Forscher muss indizierte Daten von allen Bädern auswerten können, indem ihm hierfür eine zeitlich begrenzte *Forscher-Lizenz* vergeben wird. Der Datenexport in Excel muss in DANA 2.0 per Knopfdruck möglich sein, damit der Nutzer seine „bewährten“ Tools einsetzen kann.
6. Es ist ein leistungsfähiges Dashboard zu entwickeln. Das Dashboard ist frei gestaltbar, einzelne Slider können vom Betreiber eingestellt werden. Der Header des Dashboards soll

¹ Az 25480-23 "Entwicklung eines Datenbanksystems zur Optimierung der Energieeffizienz und hygienischen Betriebssicherheit in Naturfreibädern"



über eine Illustration/ ein Bild sowie das Dashboard insgesamt über Farbpaletten individualisierbar sein.

7. In DANA 2.0 muss die Sprache schnell anpassbar sein. Die neue Sprache soll durch die Implementierung der Sprachausgabe in Listen wählbar sein.
8. Themendesk: Ein Themendesk soll von den Nutzern frei aufgestellt werden. Alle Nutzer können hieran teilnehmen.
9. Alarme: Jeder Nutzungstyp soll Beobachtungs- und Alarmwerte frei setzen können. Ein Erreichen dieses Alarmwertes setzt einen Vorgang in Gang, den der Betreiber definieren kann.
10. Umweltinformation: Das neue Dashboard soll eine Dashboard Public Seite enthalten. Hier sollen folgende Informationen dargestellt werden:
 - Geographische Seite mit der Position der Bäder, Bilderslide des gewählten Bades
 - Link zur Bäderseite
 - Bad-Ranking: Energetisch, hygienisch, Badbewertungen durch Badegäste
 - Spezifische Daten: Besucherstatistik, elektrischer und thermischer Energieaufwand/ Badegast, Wasseraufwand/ Badegast
11. DANA 2.0 soll zu Projektende erfolgreich unter realen Bedingungen in allen von Polyplan betreuten Bädern geprüft und weiterentwickelt sein.

3 Verlauf der Arbeiten und unerwartete Schwierigkeiten in der Durchführung

Im Vorfeld der Antragstellung wurde eine grundsätzliche Machbarkeit der Umwandlung von DANA 1.0 in DANA 2.0 gemeinsam mit dem früheren Entwickler und Kooperationspartner Ravenworks GbR als positiv eruiert. Aus unerwarteten privaten Gründen konnte Ravenworks die Kooperation jedoch auf absehbare Zeit nicht umsetzen. Als Ersatz konnten wir die Oldenburger Firma SWMS dafür gewinnen. Gemeinsam mit SWMS wurde der Antrag zur Entwicklung von DANA 2.0 bei der DBU eingereicht und im Mai 2019 bewilligt. Der Projektstart verschob sich auf November 2019, da es zu unvorhersehbaren Unstimmigkeiten mit diesem geplanten Partner kam (s. Erläuterungen unten). Zunächst haben wir jedoch mit dem Kooperationspartner SWMS ein neues Konzept für ein Pflichtenheft definiert (s. Anlage Anlage 6.1)Pflichtenheft, Phase 1 .

Im Anschluss daran wurden die Grundbausteine der Datenbank entwickelt. Ein funktionaler Clon diente dazu, die grundsätzlichen Funktionalitäten, die sich daraus ergeben abzubilden und für uns als Betreiber der Datenbank und späterer Anwender sichtbar zu machen.

Die Entwicklergruppe setzt sich zu diesem Zeitpunkt zusammen aus 1. dem Kooperationspartner SWMS für die System- und Anbindungsentwicklung und 2. dem Antragsteller Polyplan GmbH für die Entwicklung der SPS-Seite und der Anwenderseite. Die System-Entwickler waren für die Entwicklung der eigentlichen Datenbankstruktur verantwortlich sowie für verschiedene Schnittstellen zu LORAWan



und Sigfox etc., Polyplan für die SPS und die Anforderungen seitens der Anwender, somit für den Nutzen und die Akzeptanz der Datenbank bei der Zielgruppe der Badbetreiber.

Wir hätten uns gewünscht dieses Konzept bis zum Ende beibehalten und fruchtbar durchlaufen zu können.

Aufgrund von unüberbrückbaren Differenzen und zu geringen verfügbaren Kapazitäten seitens SWMS mussten wir von der Zusammenarbeit mit diesem geplanten Kooperationspartner jedoch Abstand nehmen. Diese Problematik trat bereits kurz nach Bewilligung des Vorhabens zu Tage, sodass wir uns gezwungen sahen alternative Partner auf dem Markt zu suchen. Dadurch kam es zu einer Verzögerung im Projektstart und -ablauf, die später durch eine kostenneutrale Verlängerung um sechs Monate kompensiert werden konnte.

Nach einer intensiven Partner-Recherche sind wir unter anderem auf die Firma WEBfactory gestoßen. Dieser Systemanbieter hat eine Plattform entwickelt, auf der das neue DANA System aufgesetzt werden sollte. Die Hoffnung bestand darin, dass die bereits fertigen Grundstrukturen in der Systemanwendung von WEBfactory soweit angepasst werden können, dass sie das Pflichtenheft erfüllen.

Um diese Adaption des bei WEBfactory bestehenden Grundsystems an die DANA-Anforderungen zu ermöglichen, musste das Pflichtenheft angepasst werden (s. Anlage 6.2).

Nach ca. einem Jahr Bearbeitungszeit hat sich leider erneut herausgestellt, dass diese Zusammenarbeit nicht funktioniert. Im Wesentlichen lag es daran, dass zugesicherte Eigenschaften der WEBfactory-Basisplattform fehlerhaft bzw. unfertig waren. Zudem konnten im Vorfeld zugesicherte Teilleistungen und Spezifikationen nicht erfüllt werden. Somit ist der Weg einer Transformation eines Basissystems zu DANA 2.0 ebenfalls gescheitert.

In der Folge dieser Erkenntnis mussten wir uns auch von diesem Partner trennen.

Der administrative Teil des Vorhabens verkomplizierte sich nicht nur durch Partnerwechsel, sondern zudem durch unsere Umfirmierung, als in 2020 die Neugründung der Polyplan-Kreikenbaum Gruppe GmbH im Wesentlichen die Aufgaben und Projekte der Polyplan GmbH übernahm. Hier möchten wir der Geduld und konstruktiven Assistenz der DBU danken.

Mittlerweile, im letzten Quartal 2020, war der ursprüngliche Entwickler Ravenworks, der seinerzeit für die Programmierung von DANA 1.0 verantwortlich war, wieder verfügbar und hat seine Teilnahme als Projektpartner nach konstruktiven Abstimmungsgesprächen angeboten. Ravenworks übernahm nun die Aufgaben des Systementwicklers.

Erneut wurde das Pflichtenheft angepasst und diente nunmehr als Grundlage für die endgültige Entwicklung der Software (s. Anlage 6.3). Die System-Anbindung haben wir parallel überprüft, zumal wir hiermit auf dem bisherigen Entwicklungsweg sehr große Probleme auf dem Markt gesehen haben.



Nach einer Entwicklungszeit von nur einem halben Jahr entstand ein erstes Software-Modul als Alpha-Version, das den Grundzügen des Pflichtenheftes in vielen Punkten bereits entsprach. In wöchentlichen Arbeitstreffen wurden erreichte Ziele abgestimmt bzw. in Teilen wieder abgeändert, sofern sie sich bei der Nutzung durch die Test-User als nicht logisch oder als nicht funktionell darstellten.

Auf Basis der Alpha-Version, mit Testanwendern im eigenen Haus, für die Bereiche öffentliche Bäder und private Bäder mit biologischer Wasseraufbereitung wurde die Beta Version über einen mehrmonatigen, intensiven Entwicklungszeitraum erarbeitet.

Die Beta-Version wurde dann Nutzern zur Verfügung gestellt, nachdem deren Bestandsprojekte immigriert wurden. Durch mehrere Feedbackrunden wurden Programmfehler (sog. ‚bugs‘) in der Beta Version aufgedeckt und behoben.

Die Einbindung der Beta-User führte dazu, dass das Programm bereits während der Betaphase eine gute Akzeptanz fand, von der wir heute bei der Programm-Einführung profitieren. Außerdem führte die Hinzunahme einer Perspektive von außen zum Aufdecken von Fehlern, die aus der typischen Betriebsblindheit entsteht, wenn das Team keine Vogelperspektive mehr hat.

Gekreuzt wurden die Terminpläne stets von Pandemiefolgen und den dadurch erhöhten Anforderungen an die digitale Kommunikation.

Das Vorhaben konnte dennoch erfolgreich im Rahmen der um 6 Monate verlängerten Projektlaufzeit erfolgreich abgeschlossen werden.

4 Bearbeitung der Arbeitspakete und Beschreibung der Systementwicklung

4.1 Konzeption und Festlegung der Anforderungen (AP1)

Aufgaben der Partner:

Polyplan-Kreikenbaum:

- Konzeption des Pflichtenhefts
- Grundaufbau
- Flow-Diagramme für Funktionen

Ravenworks:

- Feedback Pflichtenheft
- Logische Zusammenhänge
- Datenstrukturen
- Module (strukturieren)
- User-Rechte



Dieses Arbeitspaket war durch Trennung vom geplanten Partner und erforderliche Neusuche eines geeigneteren Partners wie eingangs beschrieben verzögert worden und zudem ergab sich auch inhaltlich ein Anpassungsbedarf, wie aus den oben vorgestellten drei Phasen des Pflichtenheftes hervorgeht.

4.2 Softwareentwurf, Modellbildung (Datenbank, Prozesse, Module etc.) für Programmierung der Test- und β -Version (AP2)

Dana 2.0 wurde als Client-Server-Applikation mit Spring Boot (quelloffenes Framework unter Java) serverseitig und Angular (Front-End-Webapplikationsframework auf Basis von TypeScript) clientseitig als Browser-Applikation realisiert. Client und Server kommunizieren dabei über eine REST-artige Schnittstelle.

4.2.1 Grundmodule

Bei der Entwicklung von Dana 2.0 wurde in folgende, mehr oder minder ineinandergreifende Grundmodule unterschieden

- Authentifizierung und Rechte-/Rollenmanagement
- System-Einstellungen (Messgrößen, Normgeber, Grenzwerte etc.)
- Migration (von DANA 1 aufgeteilt in Systemdaten und Standortdaten)
- Standortkonfiguration (Stammdaten, Messgruppen/-punkte/-größen etc.)
- Dokumentenmanagement
- Datenerfassung (manuell)
- Thingsboard-Anbindung (zeitnaher automatischer Import von Messsonden-Daten aus MQTT-Datenbank)
- Datenauswertung (grafische Darstellung inkl. CSV-Export)
- Dashboard
- Alarme
- Wartungen/Aufgaben



4.2.2 DB Architektur

Als Datenbank wurde PostgreSQL (freies, objektrelationales Datenbankmanagementsystem) gewählt mit der Erweiterung TimescaleDb für eine performantere Handhabung von Zeitreihendaten.

4.2.3 Modellbildung für Alpha- und Beta-Version

Lediglich die Grundanforderungen der zu erstellenden Software war allen Beteiligten zu Beginn der Software-Entwicklung klar. Als Basis der Grundanforderungen dienten die bestehende Software DANA 1.0 sowie ein Pflichtenheft. Es hat sich früh gezeigt, dass eine prototypen-getriebene, inkrementelle sowie iterative und damit sehr agile Form der Software-Entwicklung für das Projekt sehr geeignet ist. Über diese Herangehensweise sind die konkreten Modulausarbeitungen in enger Zusammenarbeit zwischen Polyplan-Kreikenbaum und Ravenworks entstanden. Das zentrale Datenerfassungsmodul hat besonders von dieser Herangehensweise profitiert, mit dem Ergebnis einer anwenderfreundlichen Lösung der nicht trivialen Erfassungssituation mit stark erweitertem Nutzwert im Vergleich zu DANA 1.0.

4.2.4 Wesentliche neue Leistungsmerkmale der Datenbank

Gegenüber Dana 1.0 ist DANA 2.0 hoch flexibel und kann auf diverse Einsatzbereiche übertragen werden, mit der Ausnahme des Bereichs Aquakultur, für den weitergehende Anpassungen der Grundstruktur erforderlich sind (Verweis auf das Polyplan-Kreikenbaum Vorhaben KoMARE, Az 34855/01 mit Unterauftrag zur Entwicklung der Datenbank Delta).

Über die Cloud kann DANA 2.0 mit allen gängigen SPS Anlagen kommunizieren, die Datenbank und der Thingsboard Broker sind bereits für die Steuerung von Anlagen vorbereitet.

- Der User kann über das Interface sein eigenes Projekt einrichten und benötigt nicht wie in der alten Version einen externen Super-Administrator, der ihm das Projekt einrichtet.
- Der User kann neben den Monitoring-Aufgaben auch Wartungsarbeiten definieren und zeitlich terminieren.
- Der User kann jeden Messpunkt visuell und textlich beschreiben.
- Der User kann eigene Messprotokolle und Wartungsprotokolle (Wartungsrundgänge) definieren und diese ebenfalls terminieren.
- Der User kann sich grafische Vertriebssteuerungspunkte in verschiedenen Dashboards ablegen und damit eine zunehmend individuelle Projektebene.

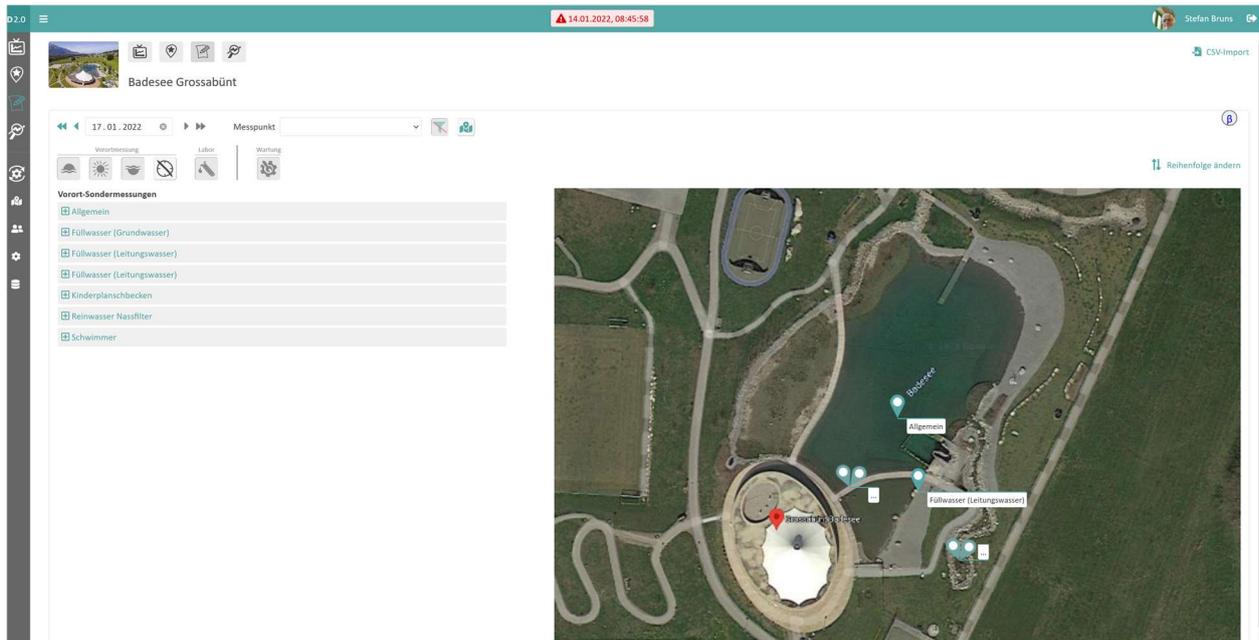


Abbildung 1: Anbindung eines Lageplans mit Zuordnung der Messpunkte

Durch einfaches Schieben der Messpunkte auf der frei einzuladenden Grafik werden auch komplexe Systeme überschaubar, hierdurch wird die Fehlerrate durch Verwechslung von Messpunkten deutlich reduziert. Der Nutzer kann auf den Messpunkt seiner Wahl gehen und das entsprechende Messprotokoll wird geöffnet.

Auch Wartungsarbeiten wurden implementiert, um den Aufwand einer Objektbetreuung zu automatisieren und zu optimieren (s. Abbildung 2).

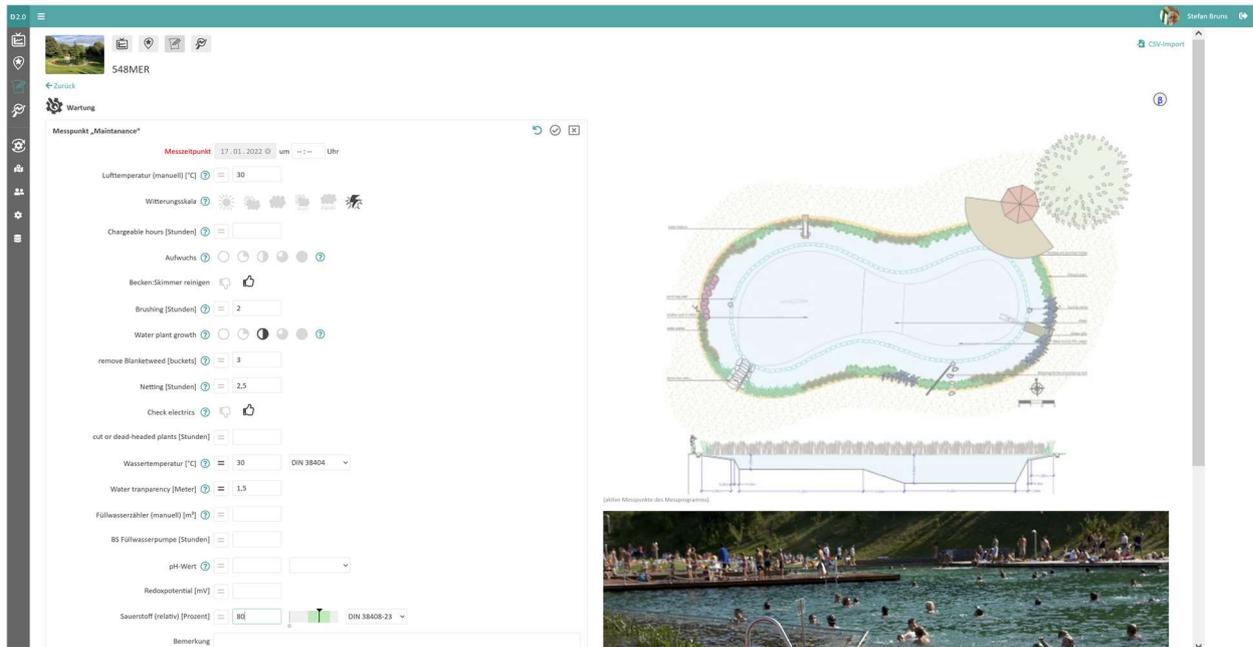


Abbildung 2: Beispiel für das Einbinden von Wartungsarbeiten in einem Bad

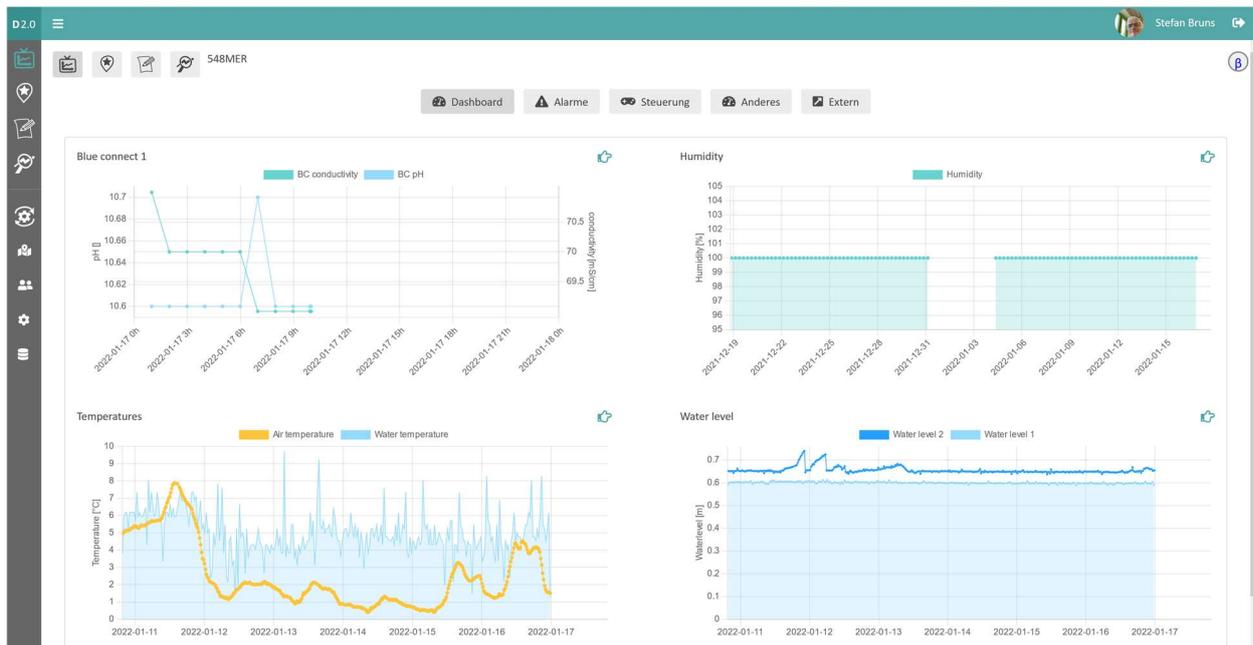


Abbildung 3: Dashboard-Ebene

Der Nutzer stellt sich aus dem Grafiktool beliebige Grafen zusammen und speichert diese im Dashboard seiner Wahl ab (s. Abbildung 3). Er definiert so die Zeiträume fix oder gleitend, z.B. dass es die letzten 30 Tage darstellen soll. So bleibt sein Dashboard stets aktuell.



Abbildung 4: Grafik Interface

Das Grafikinterface ist selbsterklärend (s. Abbildung 4). Daten werden in Bereichen zusammengefasst, wenn die Abbildungsdichte überschritten wird. So sind für jeden Zeitraum Mittelwerte, Min Werte und Max.-Werte zu erkennen. Dem Nutzer werden nur Daten angezeigt, die im gewählten Zeitraum vorhanden sind, er kann Achsen und Grafen frei einstellen und natürlich in Excel exportieren. Beim Anklicken auf einen datenpunkt gelangt er bei manuellen Eingabedaten direkt in das entsprechende Eingabeprotokoll und kann die Werte sichten und bei ausreichender Berechtigung auch ändern.

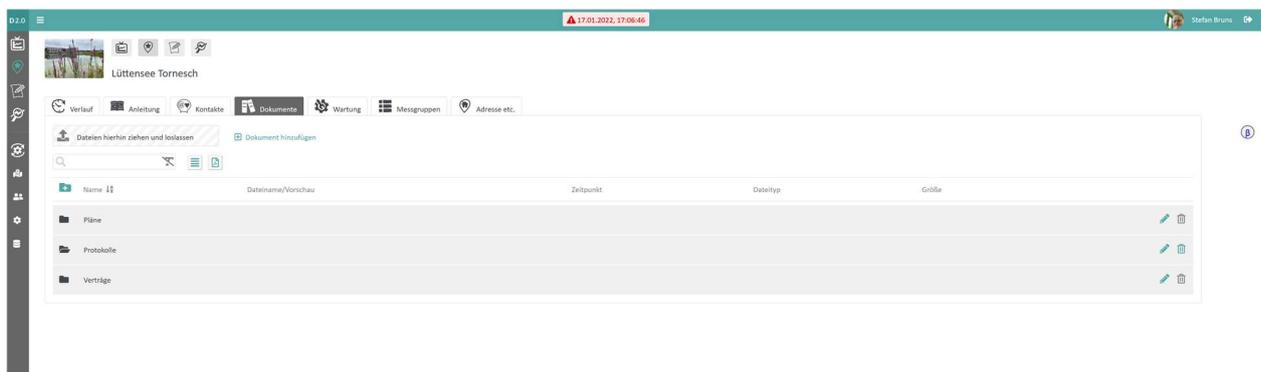


Abbildung 5: Dokumente

Der User kann unter dem Menü-Punkt „Dokumentation“ alle relevanten Betriebsdokumente ablegen (s. Abbildung 5). Bedient er die App über ein Mobiltelefon, kann er auch direkt Fotos erstellen und hochladen.

Die Dana Software befindet sich auf der Dana-Cloud, die in den Räumen unserer Niederlassung in Bremen unter europäischen Sicherheitsstandards gehostet wird.



Beschreibung der aktuellen Version

Die Datenbank ist jetzt vorbereitet für folgende Projektarten:

1. Öffentliche Bäder Mit biologischer oder chemischer Wasseraufbereitung
2. Private Bäder oder Naturbadeteiche
3. Anlagen zur Gewässersanierung - speziell Tiefen-Wasserbelüftungsanlagen

Meilenstein 1: Fertigstellung einer Testversion für den Softwareentwurf DANA 2.0

Die Fertigstellung der Testversion (Alpha- Version) wurde infolge der Trennung von Kooperationspartnern gegenüber dem Zeitplan deutlich verspätet erzielt. Die erste Testversion konnte nun durch das Polyplan-Kreikenbaum Entwicklerteam blockweise getestet werden. Im Anschluss erfolgten in kurzen Intervallen feste Meetings, um von der Alpha-Version möglichst schnell die Beta-Version ableiten zu können. Diese wurde dann in der Badesaison 2021 erstmalig an Test-User herausgegeben.

Die Alpha- und später folgende Beta-Versionen sind somit jeweils nach Umsetzung der Grundanforderungen aus den Pflichtenheften innerhalb des Entwicklungsprozesses modulweise über die kontinuierlich laufenden Änderungsanforderungen aus den Iterationen entstanden.

Änderungsanforderungen innerhalb der Alpha-Phase wurden dabei im Wesentlichen durch Polyplan(-Kreikenbaum) getrieben, während in der Beta-Phase Dana 1.0-Nutzer eingebunden wurden, deren Daten über das Migrationsmodul von DANA 1.0 in DANA 2.0 überführt wurden.

4.3 Implementierung des Funktionsumfangs aus DANA 1.0 (AP3)

Die Aufgabe von Polyplan-Kreikenbaum war die Prüfung der Umsetzung der Datenübertragung und Anpassung der Funktionalität. Alle Bestandsfunktionalitäten wurden auf Sinnhaftigkeit geprüft und durch das Polyplan-Kreikenbaum Team übernommen, geändert, oder durch neue ersetzt, bzw. in Teilen auch ersatzlos gestrichen. Ravenworks hat dann vor Herausgabe der Beta-Version die Datenbank-Immigration programmiert, mit der Altprojekte einzeln in die neue DANA 2.0-Version immigriert werden konnten.

Die Entwicklung der dezentralen IoT-Hard- und Software für die echtzeitbasierte Datenübertragung wurde von Ravenworks umgesetzt.

Das Polyplan-Kreikenbaum Team entwickelte anlehnend an die Datenbank-Architektur die bidirektionale Datenanbindung der SPS-Anlagen.



4.4 Implementierung von zusätzlichen Anforderungen (insb. Helpdesk, Anbindung neue Controllerbox, etc.) (AP4)

Die neue Controllerbox wurde ebenfalls von Polyplan-Kreikenbaum entwickelt. Nach einer Rechercharbeit fiel die Entscheidung auf eine Gateway Container Programmentwicklung, die das Thingsboard-Gateway in die Lage versetzt über die Thingsboard-Cloud mit DANA zu verbinden und auf der anderen Seite eine sichere Verbindung zur SPS herzustellen. Die Controllerunit wurde als Standardunit für Kleinanlagen mit 2 Antrieben, 1 Temperatursensor, 2 Wasserstandsensoren und einem frei konfigurierbaren Mod-Bus Anschluss versehen.

4.4.1 Einbindung Siemens Steuerung

Die Einbindung der Siemens Steuerungen (SPS: Speicher-Programmierbare-Steuerung) wird über eine MQTT Schnittstelle (Message Queuing Telemetry Transport) realisiert. Voraussetzung ist, dass die SPS aus der Siemens S7 1200 oder S7 1500 Reihe stammen und über eine zuverlässige Internetanbindung verfügen. Folgende Abbildung zeigt den grundsätzlichen Aufbau der SPS-Anbindung zur Übermittlung von Daten über MQTT.

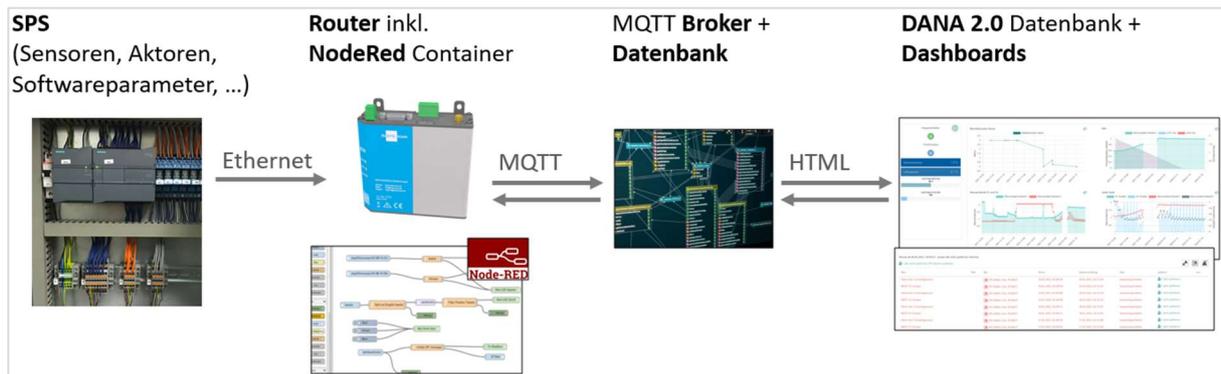


Abbildung 6: Schematische Darstellung Einbindung der SPS



Als Router wird ein Insys ECR LW 300 verwendet, um folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

- Freie Konfiguration
 - Virtuelle LAN Netzwerke
 - Statische IP für WAN und LAN
 - Firewall mit spezifischen Netzfiltern
 - Open VPN für sichere Fernwartungszugänge
 - Definition von Ereignissen / Alarmmanagement
- WLAN, LAN, LTE Schnittstellen
- Digitaler Eingang zum Auslösen von Alarm SMS
- Integrierter Single-Board-Computer (CPU, GPU, RAM, EPROM) zum Betrieb von Containern (virtuelle Server), wie in unserem Fall NodeRed

Der Container kann von Insys oder als OpenSource geladen werden. Er besteht aus einer Linux-Distribution, welche für den Betrieb ohne Desktop ausgelegt ist und direkt auf die Hardware zugreifen kann. Über die Konfigurationsoberfläche des Routers (per Webbrowser erreichbar), wird der Container als Datei hochgeladen und automatisch entpackt und gestartet. Nach der Zuweisung zum lokalen Netzwerk mit einer eigenen IP, wird der Container gestartet.

Über eine SSH Schnittstelle (z.B. Putty) kann der Container erreicht per Befehlszeile NodeRed installiert werden. Nach einem Neustart ist NodeRed auf der lokalen IP des Containers erreichbar.

In NodeRed können die Variablen der SPS abgefragt werden und mit einem MQTT Baustein an einen Broker weitergeleitet oder auch von einem Broker empfangen werden. Hierzu wurde eine Thingsboard Distribution angebunden.

Thingsboard ist als Cloud- und als Serverversion verfügbar. Um beste Sicherheit, Verfügbarkeit und Geschwindigkeit sicherzustellen, wurde ein dedizierter Server genutzt und Thingsboard installiert. Dabei handelt es sich um ein gesamtes Softwarepaket aus MQTT Broker, einer Datenbank und einer Dashboard-umgebung. Eine weitere zentrale Voraussetzung bei der Auswahl von Thingsboard war, dass diese Software mandantenfähig ist, um Datenschutzrichtlinien einzuhalten.

In Thingsboard können nun Mandanten, Nutzergruppen mit individuellen Rechten und sogenannte Devices angelegt werden. Devices sind im Falle von DANA 2.0 als individuelle MQTT Punkte angelegt.

In NodeRed können nun die alle SPS Daten einem MQTT Datenpunkt zugeordnet werden. Neben der Verschlüsselung der MQTT Daten per TLS, wurden die Lese und Schreibbefehle, also SPS -> DANA und DANA -> SPS getrennt angelegt. Auf diese Weise kann über zwei getrennte Wege nachvollzogen werden, ob ein Befehl an die SPS auch ausgeführt wurde und so die Wahrscheinlichkeit für ein erfolgreiches Hacking nochmals halbiert werden.



Über die Dashboard-Umgebung können öffentliche Dashboards zur Anzeige von Temperatur- und Leistungsdaten auf externen Websites angelegt werden, die über einen festen, aber zufällig erzeugten Link erreichbar sind. Dashboards mit Kontroll- / Schreibzugriff auf die Anlage sind nur über einen Login erreichbar. Folgende drei Abbildungen zeigen ein exemplarisches Dashboard zur Steuerung eines Naturbades mit Sauna und Einbindung eines Badesees.

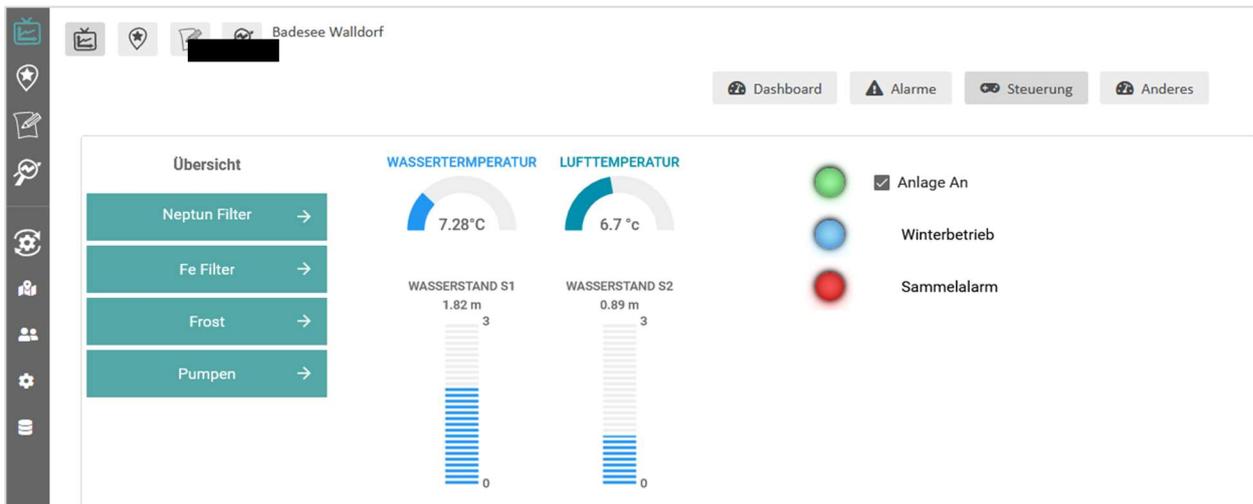


Abbildung 7: Dashboard Übersicht

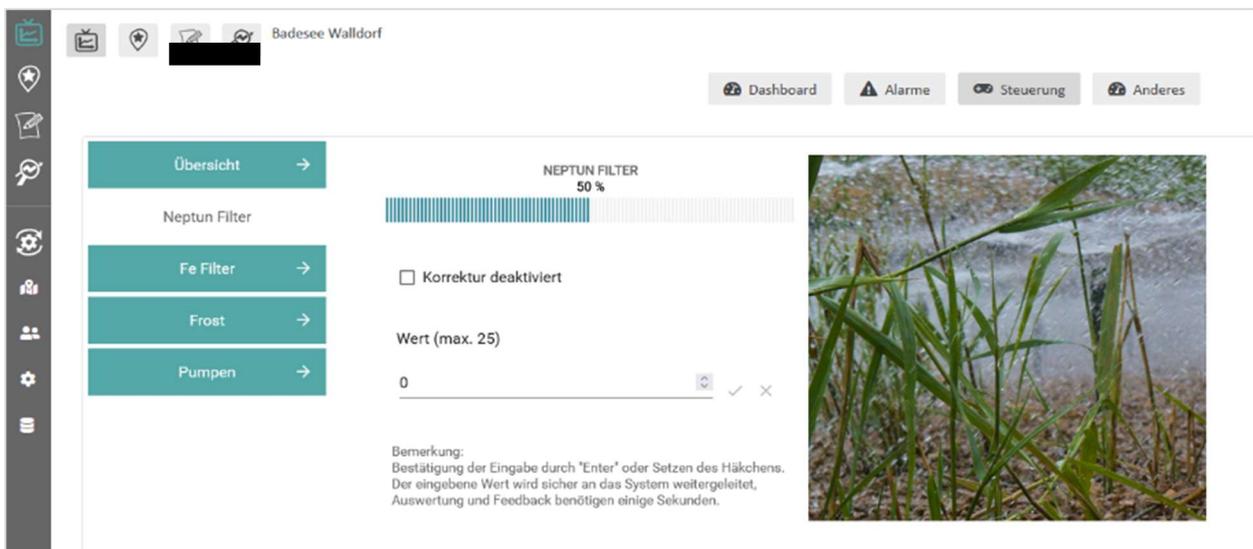


Abbildung 8: Dashboard Leistungskontrolle Neptun-Filter



Übersicht	Pumpe 101 See	●	1186.37 h
Neptun Filter	Pumpe 102 See	●	1098.43 h
Fe Filter	Pumpe 11 Neptun	●	1585.18 h
Frost	Pumpe 12 Neptun Winter	●	1711.50 h
Pumpen	Pumpe 13 Fe Filter	●	1250.47 h
	Pumpe 14 Kaskade	●	2856.12 h
	Pumpe 25 Sauna	●	4129.80 h
	Pumpe 26 Spielplatz	●	2287.73 h
	FeCl3 Dosierpumpe	●	399.32 h

Abbildung 9: Dashboard Pumpenübersicht

4.4.2 Einbindung LoRaWan

LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) ist ein Protokoll zum energieeffizienten Senden von Daten über lange Strecken. Speziell für IoT-Anwendungen, die keine feste Stromversorgung und Internetanbindung haben und brauchen, lassen sich sogar batteriebetriebene Netze betreiben.

LoRaWAN wird in Typ A, B und C unterteilt, aktuell arbeitet DANA 2.0 ausschließlich mit Typ A Komponenten.

- Typ A wird für Sensoren verwendet, also nur Daten in eine Richtung mit festem Zyklus senden. Der Sensor geht nach dem Senden wieder in Standby und erreicht bei guter Hardware und einem Sendezyklus von ca. 1/h bis zu 10a Lebensdauer.
- Typ B umfasst Funktionen, die das Empfangen von Daten erheblich verbessern und wird für Aktoren verwendet. Die Lebensdauer der Batterie ist geringer und variiert je nach Konfiguration.
- Typ C ist mit Typ B vergleichbar, allerdings immer aktiv und nicht für batteriebetriebene Geräte empfehlenswert.

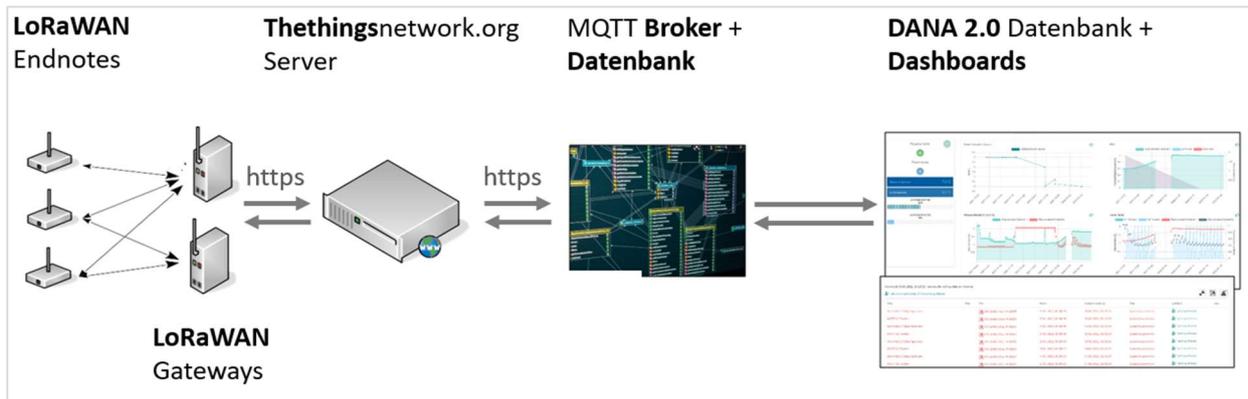


Abbildung 10: Schematische Darstellung LoRaWAN Netzwerktypen

Die sogenannten „End Node“ sind konkret Sensoren zum Messen von Temperaturen, Druck, Luftfeuchte, Wasser- und Stromzähler. Die grundsätzliche Idee des Netzwerkes besteht aus individuellen End Nodes und Datenbank-Bereichen - aber öffentlichen Gateways, die lokale LoRaWAN Nodes mit dem Internet verbinden.

Über den zentralen Service <https://www.thethingsnetwork.org/> können die Nodes Nutzer-Accounts zugeordnet und über diverse Wege / Protokolle weiterverwendet werden.

Thingsboard bietet die Möglichkeit zur Anbindung von LoRaWAN Nodes. Über einen integrierten „Softwareadapter“ lassen sich die Daten analog zu MQTT Daten verarbeiten. Auf diese Weise wird LoRaWAN in DANA 2.0 integriert und über die Dashboards angezeigt.

4.4.3 Einbindung Blue Connect

Zur Ergänzung der SPS und LoRaWAN Sensorik bietet die Firma Blue Connect batteriebetriebene Sonden zur Messung von Leitfähigkeit, Redoxpotential, pH und Wasser-Temperatur an (siehe folgende Abbildung).



Abbildung 11: Blue Connect Sonde [<https://www.schwimmbadbau24.de>]

Die Messungen werden über ein Sigfox Signal an die betreibereigene Cloud oder per Bluetooth auf ein mobiles Endgerät geschickt (<https://sigfox.de/>).



Die Anbindung an DANA 2.0 wird auf folgender Abbildung dargestellt.

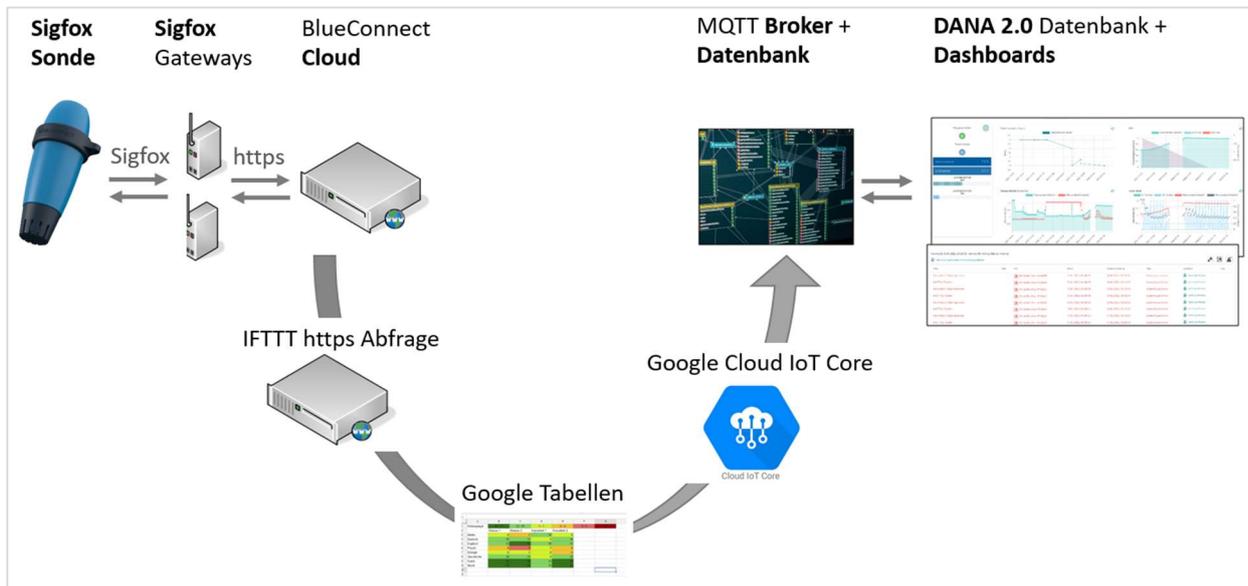


Abbildung 12: Schematische Darstellung Anbindung BlueConnect Sonde an DANA 2.0

Wie in der obigen Abbildung gezeigt, können die Daten nicht direkt von der BlueConnectCloud in die DANA 2.0 eigene Datenbank geleitet werden, sondern müssen über den Service <https://ifttt.com/> abgefragt, an eine Google-Datenbank weitergeleitet werden, um diese dann per MQTT an DANA 2.0 anzubinden. Der Zugriff und die Datenübertragung sind verschlüsselt per https, die Projektzuordnung erfolgt erst in DANA 2.0. Außerdem kann nur ein Client auf die BlueConnect Cloud zugreifen. Zudem kündigt der Hersteller an, zukünftig eine externe Abfrage nicht mehr zuzulassen und die Abfrage ausschließlich per App zu realisieren. Aus Gründen der Datensicherheit, Verfügbarkeit und Geschwindigkeit ist es zielführend, zukünftig diese Werte über LoRaWAN Sensoren zu erfassen. Dies konnte im Rahmen des Forschungsvorhabens DANA 2.0 noch nicht umgesetzt werden.

4.4.4 Vorbereitung auf die Zukunft

Die SPS-basierten Systeme verbinden sich bei Einschaltung auf der Baustelle automatisch mit DANA 2.0 und können dann von hier aus auch über das vorbereitete Control Dashboard gesteuert werden. Hiermit ist die Grundlage für eine in Zukunft SPS-freie MSR vorbereitet.

Die Programmierung des aktiven Datentransfers aus der Thingsboard-Cloud in die DANA-Applikation wurde von Ravenworks entwickelt.



4.4.5 Erstellung der Dokumentation und des Online-Hilfesystems

Polyplan-Kreikenbaum hat das Hilfesystem erarbeitet und mit Nutzern abgestimmt. Zum besseren Verständnis wurden eigene Icons von uns entwickelt, die eine spielerische Note in die Nutzung bringen sollen (Gambifying).

4.5 Interne Prüfung der Testversion, Erstellung und Testphase der β -Version in Bädern, mit iterativer Anpassung (AP5)

Die Beta-Testversion wurde nach einer intensiven Testphase von sechs Nutzern aus dem Bereich öffentliche Bäder nach der Internationalen Vorstellung auf dem 11. IOB Kongress in Albufeira im Oktober 2021 in die erste Vollversion DANA 2.0 umgewandelt. Seit diesem Zeitpunkt werden von Verantwortlichen im Polyplan-Kreikenbaum Monitoringteam Schulungen mit den verschiedenen Nutzergruppen unter den Mitgliedern durchgeführt, um mit der neuen Version möglichst erfolgreich in die Bädersaison 2022 einzutreten. Es werden weiterhin wöchentliche Feedback-Meetings zwischen Systementwickler Ravenworks, den Monitoring-Mitarbeitern und dem Systemanbindungsverantwortlichen unserer Firma durchgeführt, um das System weiter zu optimieren, auch jenseits des Fördervorhabens.

Der Anbindungs- und Schulungsaufwand ist deutlich höher als vermutet ausgefallen und ist heute noch nicht abgeschlossen. Demgegenüber konnte der limnologische Teil infolge eines geringeren Aufwands der KLS deutlich reduziert werden. KLS brachte ihr Fachwissen ein zur Entwicklung des Blocks Limnologie und unterstützte uns bei der Übertragung limnologischer Daten von DANA 1.0 auf DANA 2.0. Zudem war KLS einer der externen Testanbieter für die β -Version von DANA 2.0.

Meilenstein 2: Erfolgreicher Abschluss der internen Tests und Start der β -Version DANA 2.0

Die Alpha Phase wurde aus Zeitgründen nur im internen Kreis getestet. Die Tests wurden anhand von realen Projekten durchgeführt. Es wurden quasi bestehende Projekte aus den Bereichen Bäder und Seesanieung manuell eingepflegt, um den Ablauf auf Logik und Durchgängigkeit zu überprüfen. Anhand dieser Daten wurde dann die Eignung auf externe Projektbetreuung via Fernwartung geprüft. Die Nutzung wurde von sechs unterschiedlichen Bäderbetreibern unabhängig voneinander durchgeführt. Die Ergebnisse und Fragen wurden auf den wöchentlichen Entwickler-Meetings besprochen und ggf. optimiert.

Meilenstein 3: Erfolgreicher Abschluss Testphase der β -Version im Bäderbetrieb



Insgesamt wurden bis heute 60 Projekte in die neue Datenbankstruktur immigriert und deren Projektverantwortliche wurden geschult. Zusätzlich wurden internationale Partner im Bereich der privaten Schwimmteiche geschult, die das neue Tool zukünftig für Monitoring und Wartung einsetzen wollen. Bisher kann DANA 2.0 in fünf Sprachen betrieben werden und somit ist der Einzugsbereich potenziell gegenüber DANA 1.0., welches nur 2-sprachig war, deutlich erweitert worden.

4.6 Entwicklung, Verifizierung und Systemanpassungen der Alpha-Version im Bäderbetrieb (AP6)

4.6.1 Modellbildung für Alpha- und Beta-Version

Lediglich die Grundanforderungen der zu erstellenden Software war allen Beteiligten zu Beginn der Software-Entwicklung klar. Als Basis der Grundanforderungen dienten die bestehende Software DANA 1.0 sowie ein Pflichtenheft. Es hat sich bestätigt, dass eine prototypen-getriebene, inkrementelle sowie iterative und damit sehr agile Form der Software-Entwicklung für das Projekt sehr geeignet ist. Über diese Herangehensweise sind die konkreten Modulausarbeitungen in enger Zusammenarbeit zwischen Polyplan-Kreikenbaum und Ravenworks entstanden. Das zentrale Datenerfassungsmodul hat besonders von dieser Herangehensweise profitiert, mit dem Ergebnis einer anwenderfreundlichen Lösung der nicht trivialen Erfassungssituation mit stark erweitertem Nutzwert im Vergleich zu DANA 1.0.

Alpha und Beta-Versionen sind jeweils nach Umsetzung der Grundanforderungen innerhalb des Entwicklungsprozesses modulweise über kontinuierlich laufende Änderungsanforderungen aus den Iterationen entstanden.

Änderungsanforderungen innerhalb der Alpha-Phase wurden dabei im Wesentlichen durch Polyplan getrieben, während in der Beta-Phase Dana 1.0-Nutzer eingebunden wurden, deren Daten über das Migrationsmodul von DANA 1.0 in DANA 2.0 überführt wurden.

4.7 Betreuung und Schulung der Kunden während der Testphase von β - und Alpha-Version AP 7.1 Betreuung und Schulung durch Polyplan-Kreikenbaum (AP7)

Aufgaben der Partner:

Polyplan-Kreikenbaum: Betreuung und Schulung

Partner Ravenworks: Unterstützung der Betreuung und Schulung

Schulungen und Einweisungen der potenziellen Neu-Nutzer sowie der DANA 1.0 Bestandsnutzer wurden im Rahmen der Beta-Nutzungsphasen federführend von Polyplan-Kreikenbaum, unterstützt von Ravenworks, durchgeführt.

Die Teilnehmerzahl betrug jeweils drei bis fünf, und die Schulungen fanden online über ‚Microsoft Teams‘ statt.



4.8 Koordination und Außendarstellung (AP8)

Polyplan, bzw. ab April 2020 Polyplan-Kreikenbaum, übernahm als Antragsteller die Projekt-Koordination und führte regelmäßige Besprechungen, meist im Online-Format, durch. Die Abstimmung von Zielen und Arbeitsschritten der beiden Projektpartner verlief mit dem endgültigen Kooperationspartner reibungslos.

Im Rahmen der IOB- Konferenz 2021 (11. IOB-Kongress; Okt. 2021, Albufeira, Portugal) konnte Polyplan-Kreikenbaum die Ergebnisse der neuen Datenbankentwicklung einem internationalen Publikum vorstellen. Der Titel lautete: „DANA 2.0 – Online Control And Management System For Natural Pools“ (s. Anlage 6.4).

Wir erhielten eine durchweg positive Resonanz.

Im Mai 2022 werden wir das neue DANA-System ebenfalls bei der DGFdB vorstellen, da es hier Ambitionen gibt, das System auch in konventionellen Bädern einzusetzen.

Zudem ist in diesem Jahr die Vorstellung des neuen DANA-Systems auf der Vorstandssitzung der DgfnB geplant.

5 Fazit und Ausblick

Nach Startschwierigkeiten, bedingt durch den unvermeidbaren Wechsel der Kooperationspartner, konnten wir mit dem 3. und letzten Kooperationspartner, Ravenworks aus Bremen, das Vorhaben zu einem erfolgreichen Abschluss führen – dieser ist für uns aber auch ein Ausgangspunkt für weitere, stetige Entwicklungsarbeiten.

Wir sind überzeugt mit dieser innovativen Datenbank den Bereich Naturfreibäder zukunftssicher gemacht zu haben.

Von den geplanten Zielen wurden die meisten vollständig, andere zum Teil erreicht und sollen weiterverfolgt werden (vgl. Kap. 1).



Die Liste gibt eine Übersicht der erreichten Ziele (✓) bzw. des Bedarfs an Weiterentwicklung:

1	DANA 2.0 bietet als Cloud-basiertes System kürzere Reaktionszeiten	✓
2	DANA 2.0 bietet intuitive und dynamische Eingabe-Optionen, unterstützt durch Vorschlagswerte	✓
3	Der Kunde kann in DANA 2.0 selbst seine Stammdaten einpflegen, als nachgefragtes Tool unterstützt es die breitere Anwendung von DANA 2.0	✓
4	Das neue multi-direktionale Kommunikationsmodul zwischen Projektbeteiligten und gleichen Nutzungsgruppen, Badbetreibern, Betreuern etc. zur Prozessoptimierung und Qualitätssicherung ist noch nicht einsatzfähig, wird aber weiterentwickelt	z.T. ✓
5	Eine moderne Datenauswertung ist implementiert: Der Betreuer kann diese Auswertemöglichkeit auch über beliebige in seinem Verantwortungsbereich liegende Bäder durchführen – nur die Forscher-Lizenz ist noch nicht umgesetzt worden. Der Import von Daten aus excel-Dokumenten ist möglich und wird genutzt	Zum Großteil ✓
6	Ein frei gestaltbares Dashboard mit vielen Darstellungsmöglichkeiten wurde entwickelt und ist im Einsatz, auch für Parameter zur Hygienesituation und dem Energie- oder Wasserverbrauch	✓
7	In DANA 2.0 ist die Sprache schnell und einfach anzupassen	✓
8	Ein Themendesk für alle Nutzer ist noch nicht fertig gestellt, es wird aber weiter daran gearbeitet	z.T. ✓
9	Jeder Nutzungstyp kann Beobachtungs- und Alarmwerte frei setzen und bei Erreichen dieses Alarmwertes kann der Betreiber den auszulösenden Vorgang selbst definieren	✓
10	Umweltinformationen sind in DANA 2.0 z.T. eingebunden: so kann eine geographische Seite mit der Position der Bäder angezeigt werden. Leider konnte das Bad-, 'Ranking' in Bezug auf die energetischen und hygienischen Kenndaten sowie Badbewertungen durch Badegäste noch nicht realisiert werden, die grundlegenden Parameter zu Energie- und Wasserverbrauch sowie zur hygienischen Situation sind jedoch verfügbar und die Werte sind auf dem Dashboard abrufbar. Die Ableitung der spezifischen Kenndaten pro Badegast wurde noch nicht entwickelt, ist jedoch weiterhin geplant	z.T. ✓
11	DANA 2.0 wurde innerhalb der Projektlaufzeit erfolgreich unter realen Bedingungen in allen von Polyplan(-Kreikenbaum) betreuten Bädern geprüft und auf Basis der Erfahrungen und direkten Rückmeldungen aus den Bädern weiterentwickelt.	✓



Ausblick

Im Release 2022 ist die Implementierung eines Projekt-Zeitstrahls vorgesehen, in dem alle Aktivitäten eines Projektes zeitlich chronologisch dargestellt werden. Außerdem sollen die Wartungsprotokolle über einen PDF-Druck exportiert werden können.

Im Release 2023 soll die technische Gebäudeausrüstung mit implementiert werden, um die zunehmend komplexere Gebäudesteuerung, die im Rahmen der CO2-Einsparungen notwendig wird, zu kontrollieren.

Es wurden im Rahmen der Beta-Nutzungsphasen Schulungen und Einweisungen der potenziellen Neu-Nutzer sowie der DANA 1.0 Bestandsnutzer durchgeführt. Aus diesen Erfahrungen ergeben sich folgende voraussichtlichen Nutzerzahlen (s. Tabelle 1).

Tabelle 1: DANA 2.0, voraussichtliche Nutzerzahlen 2022 und 2023

2022 Übersschlag mit geschätzter Projektanzahl								
	Anzahl	DANA	gewichtet S-L	SUMME S-L	Anzahl O	SUMME O	Gesamt	
Gewerblich (Bad)	30	380,00 €	625,00 €	30.150,00 €	- €	- €	30.150,00 €	
Vereine (Bad)	7	230,00 €	345,00 €	4.025,00 €	- €	- €	4.025,00 €	
See	5	110,00 €	52,50 €	812,50 €	2,00 €	240,00 €	1.052,50 €	
Partner & Privat	10	75,00 €	42,00 €	1.170,00 €	10,00 €	1.100,00 €	2.270,00 €	

Umsatzerlös 2022 **37.498 €**
davon für F&E **7.500 €**

2023 Übersschlag mit geschätzter Projektanzahl								
	Anzahl	DANA	gewichtet S-L	SUMME S-L	Anzahl O	SUMME O	Gesamt	
Gewerblich (Bad)	50	380,00 €	625,00 €	50.250,00 €	1,00 €	230,00 €	50.480,00 €	
Vereine (Bad)	12	230,00 €	345,00 €	6.900,00 €	2,00 €	300,00 €	7.200,00 €	
See	7	110,00 €	112,50 €	1.557,50 €	5,00 €	600,00 €	2.157,50 €	
Partner & Privat	12	75,00 €	105,00 €	2.160,00 €	25,00 €	2.750,00 €	4.910,00 €	

Umsatzerlös 2023 **64.748 €**
davon für F&E **12.950 €**

Auf Basis des sich abzeichnenden und als realistisch betrachteten Bedarfs an unserer gemeinsam entwickelten und innovativen Datenbank DANA 2.0 haben Polyplan-Kreikenbaum und Ravenworks ein Business-Modell erstellt, das umgesetzt werden soll (s. Tabelle 2).

Im Fazit war das Vorhaben nach den geschilderten Startschwierigkeiten ein voller Erfolg und wichtiger Meilenstein für die Fortführung und Zukunft der Naturbad-Technologie, innerhalb von Deutschland und auch auf internationaler Ebene.



Tabelle 2: Businessmodell Polyplan-Kreikenbaum Gruppe und Ravenworks

Jahr	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	Summe
Erlöse												
Umsatzerlöse	46.100	53.592	77.782	81.359	102.247	139.634	156.779	175.681	201.479	220.741	233.872	1.489.268
andere aktivierte Eigenleistungen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
sonstige betriebliche Erträge	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zuschüsse	50.000											
Summe Erlöse	96.100	53.592	77.782	81.359	102.247	139.634	156.779	175.681	201.479	220.741	233.872	1.539.268
Kosten												
Personalkosten	36.960	37.459	37.968	38.488	39.018	39.558	40.109	40.671	41.245	41.830	42.426	435.731
Betriebs- + Verwaltungskosten	12.000	14.935	9.114	9.296	9.482	9.672	9.865	10.062	10.264	16.469	16.678	127.838
Zinsen Kredit 1	1.562	1.514	1.410	1.306	1.202	1.097	993	889	785	681	577	12.014
Zinsen Kredit 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zinsen Kredit 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AfA Program	26.125	26.125	26.125	26.125	26.125	26.125	26.125	26.125	26.125	26.125	26.125	287.375
AfA Einrichtung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sofort-AfA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kosten Weiterentwicklung	9.800	23.342	25.545	28.306	31.796	36.244	41.955	49.331	58.907	71.396	71.396	448.019
Sonstige Kosten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Summe Kosten	86.447	103.375	100.162	103.520	107.622	112.696	119.047	127.079	137.326	156.501	157.203	1.310.977
Ergebnis	9.654	-49.783	-22.380	-22.161	-5.374	26.938	37.732	48.603	64.154	64.240	76.670	228.291
Ergebnis, kumuliert	9.654	-40.129	-62.509	-84.670	-90.045	-63.107	-25.375	23.228	87.381	151.621	228.291	228.291

6 Anlage (separate Dokumente)

6.1 Pflichtenheft, Phase 1

6.2 Pflichtenheft 2, Phase 2

6.3 Pflichtenheft 3, Phase 3

6.4 Präsentation von DANA 2.0 auf dem 11. IOB-Kongress, 10-2021