

nerou GmbH

**Weiterentwicklung, Erprobung und Verbreitung einer
neuartigen, selbstlernenden Software zur Unterstützung
der Betreiber von Kläranlagen bei der spezifischen
Reduzierung der Strom- und Ressourcenverbräuche auf den
Kläranlagen**

**Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem Az: 35507/26 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt**

von
Jan Zaabe
Dennis Prausse
Andreas Wahlen

Juli 2026

Inhaltsverzeichnis

1. ZUSAMMENFASSUNG	3
2. EINLEITUNG.....	3
3. HAUPTTEIL.....	6
3.1 AUSGANGSSITUATION UND PROJEKTORGANISATION	6
3.2 ARBEITSPAKET 1: WEITERENTWICKLUNG VON <i>NEROU ELEMENTS</i>	6
3.3 ARBEITSPAKET 2: ENTWICKLUNG UND VALIDIERUNG DER MACHINE-LEARNING-ALGORITHMEN	7
3.4 ARBEITSPAKET 3: KUNDENINTEGRATION UND DATENPIPELINE	7
3.5 ARBEITSPAKET 4: PRAXISERPROBUNG AUF KLÄRANLAGEN	8
3.6 ARBEITSPAKET 5: SKALIERUNG UND AUTOMATISIERUNG.....	8
3.7 ZIELERREICHUNG.....	8
3.8 UMWELTWIRKUNG.....	9
3.9 TECHNOLOGISCHE BEWERTUNG.....	10
3.10 WIRTSCHAFTLICHE BEWERTUNG.....	10
3.11 INNOVATIONSBEWERTUNG	11
3.12 ÖFFENTLICHKEITSARBEIT UND VERBREITUNG	12
4. FAZIT	13

1. Zusammenfassung

Im Rahmen des durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) geförderten Projektes wurde die Softwareplattform *nerou Elements* zur datenbasierten Optimierung des Betriebs kommunaler Kläranlagen weiterentwickelt und unter realen Bedingungen erprobt (Az.: 35507/26).

Ziel des Projektes war es, eine skalierbare Lösung zu entwickeln, die Betriebsdaten von Kläranlagen automatisiert auswertet und daraus Handlungsempfehlungen für einen energie- und ressourceneffizienten Anlagenbetrieb ableitet. Hierzu wurden bestehende Softwarekomponenten erweitert, neue Machine-Learning-Algorithmen entwickelt und zusätzliche Funktionen für verschiedene verfahrenstechnische Anwendungen umgesetzt.

Im Projekt entstanden unter anderem neue Algorithmen zur Optimierung der Belüftung für unterschiedliche Reinigungsverfahren, eine Pumpwerksteuerung zur energetischen Optimierung des Zulaufs sowie neue Entscheidungshilfen für Schlammstapelbehälter. Zusätzlich wurde eine Schnittstelle zur automatisierten Übergabe von Jahresberichten an die DWA entwickelt.

Die entwickelten Lösungen wurden unter Praxisbedingungen getestet und erfolgreich in den Betrieb kommunaler Kläranlagen integriert. Zum Projektende lief die Software von *nerou* auf acht Kläranlagen mit laufenden Lizenzverträgen. In den untersuchten Anwendungen konnten Energie- und Betriebsmittelreduktionen zwischen 15 und 30 % erreicht werden. Bei der Pumpwerksteuerung wurde eine Energieeinsparung von 24 % nachgewiesen.

Durch Kooperationen mit Okeanos, Bioserve und NETZSCH konnten zusätzliche Datenquellen und Funktionen erschlossen werden. Dazu gehören die Nutzung von CSB-Sensorik zur verbesserten Prozesssteuerung, die Einbindung mikroskopischer Analysen der biologischen Gemeinschaft sowie die Entwicklung von Ansätzen zur prädiktiven Wartung von Pumpensystemen.

Die Projektergebnisse zeigen, dass die Kombination aus Verfahrenstechnik, Datenanalyse und Softwareentwicklung eine geeignete Grundlage für eine flexible und anlagenspezifische Betriebsoptimierung bildet. Die Technologie besitzt ein hohes Potenzial zur Reduzierung von Energie- und Ressourcenverbräuchen in der kommunalen Abwasserbehandlung.

Die Ergebnisse des Projektes wurden während der Laufzeit auf mehreren Fachveranstaltungen vorgestellt. Ein Schwerpunkt war die Präsentation auf der IFAT im Mai 2026. Die weitere Verbreitung der Technologie und die Übertragung auf zusätzliche Kläranlagen stehen im Fokus der zukünftigen Arbeiten.

2. Einleitung

Die kommunale Abwasserbehandlung steht vor wachsenden Herausforderungen. Neben der Sicherstellung einer zuverlässigen Reinigung des Abwassers steigen die Anforderungen an Energieeffizienz, Ressourcenschonung und einen nachhaltigen Anlagenbetrieb. Gleichzeitig führen der demografische Wandel und der zunehmende Fachkräftemangel dazu, dass viele Betreiber von Kläranlagen neue

Lösungen benötigen, um den Betrieb auch zukünftig sicher und effizient gewährleisten zu können.

Kläranlagen gehören in vielen Kommunen zu den größten Stromverbrauchern. Ein wesentlicher Anteil des Energiebedarfs entsteht durch die Belüftung der biologischen Reinigungsstufen. Der Gesamtstromverbrauch der rund 10.000 Kläranlagen in Deutschland liegt bei etwa 4.400 GWh pro Jahr. Dies entspricht einem erheblichen Energiebedarf und verursacht entsprechende CO₂-Emissionen. Gleichzeitig bestehen durch eine optimierte Betriebsführung erhebliche Einsparpotenziale.

Die Steuerung von Kläranlagen basiert heute häufig auf festen Regelstrategien und Erfahrungswerten der Betreiber. Diese Ansätze sind in der Praxis etabliert, berücksichtigen jedoch nur begrenzt die individuellen Eigenschaften einzelner Anlagen und sich verändernde Betriebsbedingungen. Moderne datenbasierte Verfahren bieten die Möglichkeit, vorhandene Betriebsdaten besser zu nutzen und daraus zusätzliche Informationen für eine optimierte Anlagenführung abzuleiten.

Die nerou GmbH entwickelt mit der Softwareplattform *nerou Elements* eine digitale Lösung zur Unterstützung von Betreibern kommunaler Kläranlagen. Die Plattform verbindet Datenanalyse, verfahrenstechnisches Wissen und Softwareentwicklung. Ziel ist es, Betriebsdaten automatisiert auszuwerten und daraus anlagenspezifische Prognosen sowie Handlungsempfehlungen abzuleiten. Grundlage des Ansatzes ist die Nutzung historischer und aktueller Betriebsdaten der jeweiligen Kläranlage. Diese Daten enthalten wertvolle Informationen über das Verhalten der Anlage unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen. Durch den Einsatz selbstlernender Algorithmen können diese Informationen genutzt werden, um Veränderungen im Anlagenbetrieb frühzeitig zu erkennen und geeignete Maßnahmen vorzuschlagen.

Das im Rahmen der DBU-Förderung durchgeführte Projekt hatte das Ziel, die bestehende Softwareplattform weiterzuentwickeln, unter realen Bedingungen zu erproben und für einen breiteren Einsatz vorzubereiten. Dabei standen insbesondere die Weiterentwicklung der Softwarearchitektur, die Entwicklung neuer Algorithmen sowie die Integration weiterer Kläranlagen im Mittelpunkt.

Zu Projektbeginn befand sich die Technologie bereits in einer frühen praktischen Anwendung. Erste Erfahrungen aus Pilotanlagen zeigten das Potenzial des Ansatzes. Für eine breite Nutzung waren jedoch weitere technische Entwicklungen notwendig. Dazu gehörten unter anderem die Verbesserung der Datenverarbeitung, die Automatisierung von Integrationsprozessen sowie die Entwicklung zusätzlicher Funktionen für verschiedene verfahrenstechnische Anwendungen.

Ein besonderer Fokus des Projektes lag auf der Überführung der entwickelten Lösungen in den praktischen Anlagenbetrieb. Die Anforderungen kommunaler Kläranlagen unterscheiden sich teilweise deutlich voneinander. Daher war es notwendig, die entwickelten Verfahren unter unterschiedlichen Betriebsbedingungen zu testen und weiter anzupassen.

Die Zielsetzung des Vorhabens bestand darin, eine skalierbare Softwarelösung zu entwickeln, die Betreiber bei einem energie- und ressourceneffizienten Anlagenbetrieb unterstützt. Dabei sollten insbesondere folgende Ziele erreicht werden:

- Weiterentwicklung der Softwareplattform *nerou Elements* für den produktiven Einsatz;
- Entwicklung und Validierung neuer Machine-Learning-Algorithmen für unterschiedliche verfahrenstechnische Anwendungen;
- Verbesserung der Datenintegration und Automatisierung der Kundenanbindung;
- Erprobung der entwickelten Funktionen unter realen Betriebsbedingungen;
- Aufbau einer Grundlage für eine weitere Verbreitung der Technologie.

Durch die Umsetzung des Projektes sollte gezeigt werden, dass datenbasierte Verfahren einen praktischen Beitrag zur Optimierung kommunaler Kläranlagen leisten können. Neben der Reduzierung des Energieverbrauchs standen auch die Verringerung des Einsatzes von Betriebsmitteln und die Unterstützung des Betriebspersonals im Fokus.

Die Innovationshöhe des Vorhabens liegt insbesondere in der Kombination verschiedener Fachbereiche. Die Softwareentwicklung und Datenanalyse werden mit verfahrenstechnischem Wissen aus der Abwassertechnik verbunden. Dadurch entsteht eine Lösung, die nicht auf allgemeinen Durchschnittswerten basiert, sondern die individuellen Eigenschaften und Betriebsbedingungen einzelner Anlagen berücksichtigt.

Das Projekt wurde von der *nerou GmbH* im Zeitraum von Mai 2024 bis Mai 2026 durchgeführt. Während der Projektlaufzeit wurde die Technologie kontinuierlich weiterentwickelt und unter Praxisbedingungen erprobt. Die Ergebnisse zeigen, dass der entwickelte Ansatz geeignet ist, bestehende Betriebsdaten besser nutzbar zu machen und dadurch neue Möglichkeiten für einen effizienteren Betrieb von Kläranlagen zu schaffen.

3. Hauptteil

3.1 Ausgangssituation und Projektorganisation

Zu Beginn des Förderprojektes verfügte die *nerou GmbH* bereits über eine erste Version der Softwareplattform *nerou Elements*, die bei ersten Kläranlagen erfolgreich eingesetzt wurde. Die bisherigen Anwendungen zeigten das Potenzial datenbasierter Entscheidungsunterstützungen für einen energie- und ressourceneffizienten Anlagenbetrieb. Gleichzeitig bestand weiterer Entwicklungsbedarf, um die Software funktional zu erweitern, die Stabilität zu erhöhen und den Einsatz auf weiteren Kläranlagen zu ermöglichen.

Ziel des Projektes war es, die bestehende Softwareplattform technisch weiterzuentwickeln und zusätzliche Funktionen für den praktischen Einsatz auf kommunalen Kläranlagen bereitzustellen. Die Entwicklung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit Anlagenbetreibern, sodass neue Funktionen kontinuierlich unter realen Betriebsbedingungen getestet und verbessert werden konnten.

Die Projektorganisation orientierte sich an den fachlichen Schwerpunkten des Unternehmens. Die Arbeiten umfassten die Bereiche Softwareentwicklung, Data Science, Verfahrenstechnik sowie Kundenintegration. Durch den regelmäßigen Austausch innerhalb des Projektteams konnten technische Entwicklungen und praktische Anforderungen eng miteinander abgestimmt werden.

Während der Projektlaufzeit wurde das Team gezielt erweitert. Die Zahl der Mitarbeitenden stieg von acht auf dreizehn. Dadurch konnten zusätzliche Entwicklungsaufgaben parallel bearbeitet und die Umsetzung neuer Funktionen beschleunigt werden. Die gewählte Projektorganisation erwies sich während der gesamten Projektlaufzeit als geeignet, um die Projektziele planmäßig zu erreichen.

3.2 Arbeitspaket 1: Weiterentwicklung von *nerou Elements*

Ein Schwerpunkt des Projektes war die Weiterentwicklung der Softwareplattform *nerou Elements*. Ziel war es, die Plattform für den dauerhaften Einsatz auf kommunalen Kläranlagen weiter auszubauen und ihre Stabilität, Benutzerfreundlichkeit und Skalierbarkeit zu verbessern.

Im Rahmen des Projektes wurden bestehende Softwarekomponenten überarbeitet und neue Funktionen ergänzt. Die Datenverarbeitung wurde weiter automatisiert, sodass Betriebsdaten verschiedener Kläranlagen effizient verarbeitet und ausgewertet werden können. Gleichzeitig wurde die technische Infrastruktur optimiert, um eine zuverlässige Verarbeitung von Echtzeitdaten sicherzustellen.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Verbesserung des Kunden-Onboardings. Die Prozesse zur Einbindung neuer Kläranlagen wurden weitgehend standardisiert und automatisiert. Dadurch konnte der Aufwand für die Inbetriebnahme neuer Anlagen reduziert und die Implementierungszeit deutlich verkürzt werden.

Auch die Benutzeroberfläche wurde kontinuierlich weiterentwickelt. Ziel war es, die bereitgestellten Informationen übersichtlich darzustellen und die Bedienung der Software weiter zu vereinfachen. Neue Funktionen wurden fortlaufend gemeinsam mit Anwendern getestet und an die Anforderungen des Anlagenbetriebs angepasst.

Durch die Weiterentwicklung von *nerou Elements* entstand eine leistungsfähige und skalierbare Softwareplattform, die die Grundlage für die im Projekt entwickelten Optimierungsalgorithmen und weiteren Funktionen bildet.

3.3 Arbeitspaket 2: Entwicklung und Validierung der Machine-Learning-Algorithmen

Ein zentraler Bestandteil des Projektes war die Weiterentwicklung und Validierung der Machine-Learning-Algorithmen zur Unterstützung des Kläranlagenbetriebs. Ziel war es, Betriebsdaten automatisiert auszuwerten und daraus belastbare Prognosen sowie Handlungsempfehlungen für den Anlagenbetrieb abzuleiten.

Hierfür wurden bestehende Algorithmen weiterentwickelt und neue Modelle für unterschiedliche verfahrenstechnische Anwendungen erstellt. Die Algorithmen nutzen historische Betriebsdaten der jeweiligen Kläranlage und berücksichtigen die individuellen Eigenschaften der einzelnen Anlagen. Dadurch können Veränderungen im Anlagenbetrieb erkannt und passende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Im Projekt wurden unter anderem neue Algorithmen für die Belüftungssteuerung entwickelt. Dabei wurden weitere Verfahrensweisen wie die vorgeschaltete Denitrifikation und die Kaskadenbelebung berücksichtigt. Zusätzlich wurden neue Entscheidungshilfen für den Betrieb von Schlammstapelbehältern umgesetzt.

Die entwickelten Algorithmen wurden unter realen Betriebsbedingungen auf Kläranlagen getestet und kontinuierlich angepasst. Durch die Validierung mit Betriebsdaten konnte die Praxistauglichkeit der Modelle überprüft und verbessert werden.

Die Ergebnisse zeigten, dass die datenbasierten Optimierungsansätze geeignet sind, den Betrieb von Kläranlagen gezielt zu unterstützen und Einsparpotenziale bei Energie- und Betriebsmittelverbräuchen zu erschließen.

3.4 Arbeitspaket 3: Kundenintegration und Datenpipeline

Ein wichtiger Bestandteil des Projektes war die Verbesserung der Kundenintegration und der Aufbau einer zuverlässigen Datenpipeline. Ziel war es, neue Kläranlagen effizient an die Softwareplattform *nerou Elements* anzubinden und die Verarbeitung der benötigten Betriebsdaten zu automatisieren.

Im Rahmen des Projektes wurden die Prozesse zur Anbindung neuer Anlagen weiterentwickelt. Die notwendigen Datenquellen der Kläranlagen wurden strukturiert erfasst, aufbereitet und in die Software integriert. Dadurch konnte die Übernahme historischer sowie aktueller Betriebsdaten verbessert werden.

Ein Schwerpunkt lag auf der Automatisierung der Datenverarbeitung. Die Datenpipeline wurde so weiterentwickelt, dass eingehende Betriebsdaten automatisiert geprüft, verarbeitet und für die weiteren Anwendungen bereitgestellt werden können. Dies reduziert den manuellen Aufwand bei der Integration neuer Anlagen.

Zusätzlich wurde der Kunden-Onboarding-Prozess weiter standardisiert. Neue Kunden können erforderliche Informationen und historische Betriebsdaten über

eine vorbereitete Schnittstelle bereitstellen. Dadurch konnten Integrationsprozesse effizienter gestaltet und die Grundlage für eine bessere Skalierbarkeit geschaffen werden.

Durch die Weiterentwicklung der Kundenintegration und Datenpipeline konnte die technische Grundlage geschaffen werden, um weitere Kläranlagen zuverlässig und effizient an die Softwareplattform anzubinden.

3.5 Arbeitspaket 4: Praxiserprobung auf Kläranlagen

Ein wesentlicher Bestandteil des Projektes war die Erprobung der entwickelten Lösungen unter realen Betriebsbedingungen auf Kläranlagen. Ziel war es, die Funktionsfähigkeit und Praxistauglichkeit der Software im täglichen Anlagenbetrieb zu überprüfen.

Im Projektverlauf wurde *nerou Elements* auf weiteren Kläranlagen integriert und im laufenden Betrieb eingesetzt. Die entwickelten Funktionen wurden anhand realer Betriebsdaten getestet und gemeinsam mit den Anlagenbetreibern bewertet.

Durch die praktische Anwendung konnten die Algorithmen kontinuierlich angepasst und verbessert werden. Dabei wurden die unterschiedlichen Anforderungen und Betriebsbedingungen verschiedener Kläranlagen berücksichtigt.

Zum Projektende lief die Software von *nerou* auf acht Kläranlagen mit laufenden Lizenzverträgen. Die Praxiserprobung bestätigte die technische Umsetzbarkeit des Ansatzes und zeigte, dass die entwickelte Lösung für den produktiven Einsatz auf kommunalen Kläranlagen geeignet ist.

3.6 Arbeitspaket 5: Skalierung und Automatisierung

Ein Ziel des Projektes war es, die Softwareplattform so weiterzuentwickeln, dass weitere Kläranlagen effizient integriert werden können. Dafür wurden Prozesse zur Skalierung und Automatisierung weiter verbessert.

Ein Schwerpunkt lag auf der Automatisierung wiederkehrender Abläufe. Dazu wurden interne Prozesse optimiert, um den Aufwand für die Betreuung neuer Anlagen zu reduzieren. Insbesondere die Abläufe zur Datenbereitstellung, Integration und Inbetriebnahme neuer Kunden wurden weiter standardisiert.

Durch diese Maßnahmen konnten neue Anlagen schneller an die Softwareplattform angebunden werden. Gleichzeitig wurde die Grundlage geschaffen, um die Anzahl der angebundenen Kläranlagen zukünftig weiter zu erhöhen.

Die Weiterentwicklung der Skalierungsprozesse unterstützt die wirtschaftliche Umsetzung des Geschäftsmodells und ermöglicht eine breitere Verbreitung der entwickelten Technologie im Bereich der kommunalen Abwasserbehandlung.

3.7 Zielerreichung

Die im Projektantrag definierten Ziele wurden erfolgreich erreicht. Die Softwareplattform *nerou Elements* wurde weiterentwickelt und konnte von einer

Pilotanwendung zu einer produktiv eingesetzten Lösung für kommunale Kläranlagen ausgebaut werden.

Ein wesentliches Ziel war die Entwicklung und Erprobung neuer Algorithmen zur Optimierung des Anlagenbetriebs. Im Projekt wurden neue Belüftungsalgorithmen für weitere verfahrenstechnische Anwendungen, unter anderem für vorgeschaltete Denitrifikation und Kaskadenbelebung, entwickelt und erfolgreich getestet. Zusätzlich wurden neue Entscheidungshilfen für Schlammstapelbehälter umgesetzt.

Ein weiteres Ziel war die Erweiterung der Anwendungsmöglichkeiten über die reine Prozessoptimierung hinaus. Hierzu wurde eine Pumpwerksteuerung entwickelt, die den Zufluss zur Kläranlage vergleichmäßig und gleichzeitig energetisch optimiert. Im praktischen Betrieb konnte damit eine Energieeinsparung von 24 % erreicht werden.

Die Praxiserprobung der entwickelten Lösungen konnte erfolgreich umgesetzt werden. Zum Projektende lief die Software von nerou auf acht Kläranlagen mit laufenden Lizenzverträgen. Die durch die Optimierungen erzielten Einsparungen bei Energie- und Betriebsmittelverbräuchen lagen in den untersuchten Anwendungen zwischen 15 und 30 %.

Auch die geplante Erweiterung der Plattform durch zusätzliche Schnittstellen und Datenquellen wurde umgesetzt. Die DWA-Schnittstelle zur automatisierten Übergabe von Jahresberichten wurde entwickelt und befindet sich für einen Kunden in der Pilotphase.

Durch neue Kooperationen mit Okeanos, Bioserve und NETZSCH konnten zusätzliche Funktionen integriert werden. Die Einbindung von CSB-Sensorik ermöglicht eine sensiblere Steuerung biologischer Prozesse. Durch mikroskopische Untersuchungen der Biozönose können weitere Informationen für die Anlagensteuerung genutzt werden. Die Zusammenarbeit mit NETZSCH ermöglicht zukünftig die Entwicklung prädiktiver Wartungsfunktionen für Pumpensysteme.

Die Ergebnisse des Projektes wurden im Mai 2026 auf der IFAT der Fachbranche vorgestellt. Insgesamt konnten die technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Ziele des Vorhabens erreicht und die Grundlage für eine weitere Verbreitung der Technologie geschaffen werden.

3.8 Umweltwirkung

Das Projekt leistet einen direkten Beitrag zur Reduzierung des Energie- und Ressourcenverbrauchs kommunaler Kläranlagen. Kläranlagen gehören zu den größten kommunalen Stromverbrauchern. Ein wesentlicher Anteil des Energiebedarfs entsteht durch die Belüftung der biologischen Reinigungsstufen.

Durch die Entwicklung und den Einsatz der datenbasierten Optimierungsverfahren von *nerou Elements* können Betriebsprozesse gezielter gesteuert und Ressourcen effizienter eingesetzt werden. In den untersuchten Anwendungen konnten Energie- und Betriebsmittelreduktionen zwischen 15 und 30 % erreicht werden. Bei der entwickelten Pumpwerksteuerung wurde eine Energieeinsparung von 24 % nachgewiesen.

Neben der Energieeinsparung unterstützt die Software auch eine effizientere Nutzung von Betriebsmitteln. Durch die optimierte Steuerung biologischer Prozesse können beispielsweise Kohlenstoffquellen bedarfsgerechter eingesetzt werden. Dadurch werden Ressourcen geschont und gleichzeitig stabile Reinigungsleistungen der Kläranlagen unterstützt.

Die Umweltwirkung entsteht insbesondere durch die Kombination aus Echtzeitdaten, anlagenspezifischer Auswertung und automatisierter Entscheidungsunterstützung. Die entwickelten Lösungen ermöglichen es, vorhandene Anlagen effizienter zu betreiben, ohne zusätzliche technische Infrastruktur aufbauen zu müssen.

Durch die erfolgreiche Umsetzung des Projektes und den produktiven Einsatz auf acht Kläranlagen wurde gezeigt, dass die entwickelte Technologie einen praktischen Beitrag zur Energie- und Ressourceneinsparung in der kommunalen Abwasserbehandlung leisten kann.

3.9 Technologische Bewertung

Im Projekt konnte gezeigt werden, dass die entwickelte Softwarelösung technisch geeignet ist, den Betrieb von Kläranlagen datenbasiert zu unterstützen. Die Kombination aus Echtzeitdaten, historischen Betriebsdaten und selbstlernenden Algorithmen ermöglicht eine individuelle Betrachtung einzelner Anlagen.

Ein wesentlicher technologischer Vorteil liegt in der Anpassungsfähigkeit der entwickelten Algorithmen. Im Gegensatz zu klassischen Regelungen mit festen Sollwerten können die Modelle kontinuierlich mit neuen Betriebsdaten erweitert und an veränderte Anlagenbedingungen angepasst werden.

Im Rahmen des Projektes wurde die Plattform um verschiedene technische Funktionen erweitert. Dazu gehören neue Algorithmen zur Belüftungsoptimierung, die Integration weiterer Verfahrensweisen sowie eine Pumpwerksteuerung zur energetischen Optimierung des Zulaufs. Zusätzlich wurden neue Entscheidungshilfen für den Anlagenbetrieb entwickelt.

Die Praxiserprobung auf acht Kläranlagen bestätigte die technische Umsetzbarkeit der Lösung unter realen Betriebsbedingungen. Durch die Weiterentwicklung der Datenverarbeitung und Automatisierung konnte zudem die Integration weiterer Anlagen vereinfacht werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass der entwickelte Ansatz eine innovative Ergänzung zu bestehenden Steuerungs- und Regelungskonzepten in der Abwassertechnik darstellt. Die Verbindung von Verfahrenstechnik, Datenanalyse und Softwareentwicklung schafft eine Grundlage für eine flexible und anlagenspezifische Betriebsoptimierung.

3.10 Wirtschaftliche Bewertung

Das Projekt hat wesentlich dazu beigetragen, die Grundlage für die weitere wirtschaftliche Entwicklung der *nerou GmbH* zu schaffen. Durch die Weiterentwicklung der Softwareplattform *nerou Elements* konnte die Lösung von einer Pilotanwendung zu einem produktiv einsetzbaren Softwareprodukt weiterentwickelt werden.

Zum Projektende wurde die Software auf acht Kläranlagen mit laufenden Lizenzverträgen eingesetzt. Dadurch konnte das Geschäftsmodell als SaaS-Lösung weiter etabliert werden. Die standardisierte Integration neuer Anlagen und die Automatisierung von Prozessen verbessern die Skalierbarkeit des Geschäftsmodells.

Durch die Erweiterung des Funktionsumfangs konnten zusätzliche Anwendungsbereiche erschlossen werden. Neben der Optimierung von Energie- und Betriebsmittelverbräuchen stehen weitere Funktionen wie die automatisierte Datenverarbeitung, die DWA-Schnittstelle und zukünftige Wartungsanwendungen zur Verfügung.

Während der Projektlaufzeit wurde das Unternehmen personell weiterentwickelt. Die Anzahl der Mitarbeitenden stieg von acht auf dreizehn. Dadurch konnten zusätzliche Kompetenzen aufgebaut und die Umsetzung weiterer Kundenprojekte unterstützt werden.

Die Projektergebnisse zeigen, dass die entwickelte Technologie sowohl einen ökologischen Nutzen als auch ein wirtschaftliches Potenzial besitzt. Durch die Kombination aus wiederverwendbarer Softwareplattform, standardisierten Prozessen und laufenden Lizenzmodellen besteht eine gute Grundlage für weiteres Wachstum und eine breitere Verbreitung der Lösung.

3.11 Innovationsbewertung

Die entwickelte Lösung stellt eine innovative Erweiterung bestehender Ansätze zur Steuerung und Optimierung von Kläranlagen dar. Während klassische Steuerungen häufig auf festen Regelparametern und allgemeinen Erfahrungswerten basieren, nutzt *nerou Elements* die individuellen Betriebsdaten der jeweiligen Anlage.

Durch den Einsatz selbstlernender Algorithmen können Veränderungen im Anlagenbetrieb erkannt und passende Handlungsempfehlungen abgeleitet werden. Die Algorithmen werden kontinuierlich durch neue Betriebsdaten verbessert und können dadurch an unterschiedliche Anlagenbedingungen angepasst werden.

Im Projekt wurde die Technologie über die reine Prozessoptimierung hinaus erweitert. Neue Funktionen wie zusätzliche Belüftungsalgorithmen, die Pumpwerksteuerung, Entscheidungshilfen für Schlammstapelbehälter sowie die Integration weiterer Datenquellen erweitern den Einsatzbereich der Plattform.

Die besondere Innovationshöhe liegt in der Verbindung verschiedener Fachbereiche. Verfahrenstechnisches Wissen aus der Abwassertechnik wird mit moderner Datenanalyse und Softwareentwicklung kombiniert. Dadurch entsteht eine anlagenspezifische Entscheidungsunterstützung, die sich flexibel an die jeweiligen Betriebsbedingungen anpassen kann.

Die erfolgreiche Erprobung auf acht Kläranlagen zeigt die praktische Anwendbarkeit des entwickelten Ansatzes und bestätigt das Potenzial der Technologie für eine effizientere und nachhaltigere Betriebsführung kommunaler Kläranlagen.

3.12 Öffentlichkeitsarbeit und Verbreitung

Die Ergebnisse des Projektes wurden während der Projektlaufzeit gezielt in der Fachbranche vorgestellt. Ziel war es, die entwickelte Technologie bekannt zu machen und den Austausch mit potenziellen Anwendern und Partnern zu fördern. Ein Schwerpunkt der Öffentlichkeitsarbeit lag auf der Teilnahme an Fachveranstaltungen und Vorträgen. Während der Projektlaufzeit wurden die Projektergebnisse auf etwa zehn Fachveranstaltungen vorgestellt. Ein besonderer Höhepunkt war die Präsentation der entwickelten Lösungen auf der IFAT im Mai 2026.

Zusätzlich wurde das Netzwerk innerhalb der Wasserwirtschaft weiter ausgebaut. Durch den Austausch mit Anlagenbetreibern, Technologieunternehmen und Branchenvertretern konnten neue Kontakte geknüpft und bestehende Kooperationen vertieft werden.

Im Rahmen des Projektes entstanden außerdem Kooperationen mit den Unternehmen Okeanos, Bioserve und NETZSCH. Diese Zusammenarbeit erweitert die Möglichkeiten der Technologie und unterstützt die weitere Verbreitung der entwickelten Lösungen.

Durch die Kombination aus Fachvorträgen, Messeauftritten und Kooperationen konnten die Projektergebnisse innerhalb der relevanten Zielgruppen sichtbar gemacht werden.

4. Fazit

Das Projektziel, die Softwareplattform *nerou Elements* weiterzuentwickeln und für den praktischen Einsatz auf kommunalen Kläranlagen auszubauen, wurde erfolgreich erreicht.

Während der Projektlaufzeit konnten neue Funktionen und Algorithmen entwickelt und unter realen Bedingungen erprobt werden. Die Software läuft inzwischen auf acht Kläranlagen mit laufenden Lizenzverträgen. Damit konnte die Überführung von einer Entwicklungsplattform zu einer produktiv eingesetzten Lösung erfolgreich umgesetzt werden.

Die entwickelten Anwendungen zeigen ein deutliches Potenzial zur Reduzierung von Energie- und Betriebsmittelverbräuchen. In den untersuchten Anwendungsfällen konnten Einsparungen zwischen 15 und 30 % erreicht werden. Besonders die entwickelte Pumpwerksteuerung konnte mit einer nachgewiesenen Energieeinsparung von 24 % einen wichtigen Beitrag leisten.

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor des Projektes war die Verbindung von Verfahrenstechnik, Datenanalyse und Softwareentwicklung. Durch diese Kombination konnten individuelle Lösungen für unterschiedliche Anlagenbedingungen entwickelt werden.

Für die weitere Entwicklung besteht der Fokus darauf, die Technologie auf weitere Kläranlagen zu übertragen, zusätzliche Datenquellen einzubinden und weitere Optimierungsmöglichkeiten zu erschließen. Die aufgebauten Kooperationen und die entwickelte Plattform bilden dafür eine wichtige Grundlage.

Das Projekt hat gezeigt, dass datenbasierte Verfahren einen wichtigen Beitrag zu einem energie- und ressourceneffizienteren Betrieb von Kläranlagen leisten können.