



# Saubereres Wasser beginnt mit einer smarten Steuerung.

„ Mit P:ELLI schaffen wir die Basis für dauerhaft klare Abläufe – dank intelligenter Parametrisierung, die Strömungsführung, Effizienz und Umweltqualität nachhaltig optimiert. „



## Erfolgsgeschichte

Das Projekt „RescHKI“ unterstützt vor allem KMU dabei, ihre Prozesse, Produkte und Dienstleistungen mithilfe moderner Daten- und Rechenverfahren wie High-Performance-Computing (HPC), Data Analytics und KI effizienter und nachhaltiger zu gestalten. Durch Beratung, Vernetzung, Veranstaltungen und praxisnahe Umsetzungen werden technische Hürden abgebaut und digitale Lösungen erprobt.

Das Projekt wird vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg gefördert.

**Hydrograv ist ein führendes Ingenieurunternehmen im Bereich smarterer Wasserlösungen. Mit Systemen wie hydrograv Adapt optimiert das Unternehmen seit Jahren Strömungsführung und Energieeffizienz in Kläranlagen. Ihr Ansatz verbindet tiefes hydraulisches Know-how mit digitalen Methoden, um Ablaufwerte zu verbessern und Ressourcen zu schonen.**

### Das Pilotprojekt

Im ReschKI-Pilotprojekt **P:ELLI** entwickelte Hydrograv gemeinsam mit dem HLRS Machine-Learning- und LLM-basierte Verfahren, um die Steuerungsparameter des hydrograv Adapt-Systems dauerhaft optimal und robust einzustellen. Adapt ist ein höhenverstellbares Einlaufsystem, das die Strömung im Nachklärbecken reguliert und so die Abtrennung des Belebtschlamm verbessert. Bislang wurden die Parameter manuell aus CFD-Simulationen abgeleitet, was bei wachsender Zahl installierter Anlagen zum Skalierungsproblem führte. Während des Projekts P:ELLI entwickelte das Team einen Workflow aus Plausibilitätsprüfungen, mehreren ML-Modellen und einem digitalen Zwilling. Ein Edge-Device (Jetson Orin Nano) übernimmt die Berechnungen direkt vor Ort im Steuerungsschrank. Ziel ist es, Messdaten lokal zu analysieren, Fehler zu erkennen und optimierte Parameter vorzuschlagen – ergänzt durch LLM-gestützter Erklärtexte für das Betriebspersonal. Dadurch entsteht ein durchgängiger Prozess, der die Adapt-Systeme langfristig stabil, effizient und ressourcenschonend betreibt.

### Die Herausforderung

Nachklärbecken reagieren sensibel auf wechselnde hydraulische Belastungen: Tagesrhythmen, Trocken- und Regenwetter sowie jahreszeitliche Unterschiede beeinflussen die Strömung erheblich. Wird das Einlaufsystem nicht ideal gesteuert, gelangt frisch einge-

mischter Schlamm in das Klarwasser. Die Folge sind erhöhte AFS- und Phosphorwerte. Obwohl hydrograv Adapt diese Strömung bereits seit Jahren verbessert, entsteht durch reine manuelle Parametrisierung ein Skalierungsproblem: Mit über 100 installierten Systemen und mehr als 300 Betriebsjahren Daten wächst der Aufwand, Parameter regelmäßig zu überwachen und anzupassen. Zudem können Messfehler, Datenlücken und unterschiedliche Beckengeometrien die Bewertung erschweren. Ohne kontinuierliche Optimierung besteht die Gefahr, dass sich Parameter über Jahre hinweg verschieben und Effizienz sowie Ablaufwerte leiden. P:ELLI adressiert genau dieses Problem: Das Pilotprojekt soll die Komplexität beherrschbar machen und Abläufe automatisiert analysieren – unabhängig von externen Systemen.

### Das Ergebnis

Die im Pilotprojekt entwickelten ML-Modelle zeigen, dass Schlamm Spiegel- und Belastungsdaten zuverlässig vorhergesagt und Messfehler identifiziert werden können. Kombinationen aus einfachen Prüfalgorithmen, einem ML-Modell zur Schlamm Spiegelvorhersage sowie einem ARIMA-Ansatz ermöglichen robuste Plausibilitätsprüfungen. Gleichzeitig erlaubt der digitale Zwilling von Adapt eine schnelle Parameterevaluation: In Simulationen konnten optimierte Steuerparameter die Einlaufhöhe deutlich näher an den idealen Bereich führen und damit die Trübungs- und Phosphorwerte potenziell verbessern. Der genetische

Künstliche Intelligenz

High-Performance-Computing

Optimierungsalgorithmus liefert bereits gute Ergebnisse und bildet reale Betriebsverläufe überzeugend ab. Zusammengeführt erzeugen diese Komponenten einen Workflow, der automatisch analysiert, bewertet und Vorschläge generiert. Dieser wird ergänzt durch ein UI mit Diagrammen sowie LLM-gestützten Texten. Damit entsteht ein System, das die langfristige Leistungsfähigkeit von Adapt absichert und die Grundlage für eine skalierbare, datengetriebene Betriebsführung schafft.

### Wie geht es weiter?

Ab Q1/2026 wird das Edge-Device auf der Kläranlage Schwäbisch Hall im Realbetrieb eingesetzt. Dort werden erstmals kontinuierlich Daten analysiert, Parameter optimiert und Vorschläge über die neue Nutzer Oberfläche bereitgestellt. Weitere Anlagen in Baden-Württemberg folgen. Mittelfristig sollen neuronale Netze, erweiterte Optimierungen und LLM-basierte Berichte das System weiter verbessern und für den breiten Rollout vorbereiten.



Ein Projekt der

