Intelligentes Entwässern mit Niederschlagsprognosen

Die Firma EnergieSynergie GmbH hat eine Software für ein intelligentes Wassermanagement entwickelt, die 2022 mit dem Nordwest Award ausgezeichnet worden ist. Wassermanager können mit der Software Niederschlagsprognosedaten in ihre Planung einbinden – und so Flächen CO_2-arm und kostenreduziert entwässern.

Carsten Fichter und Marvin Kiel

Schöpfwerkspumpen werden nur dann eingeschaltet, sobald der eingestellte maximale Pegelstand erreicht ist. Der Niederschlag wird häufig nicht messtechnisch erfasst. Dabei hat der Niederschlag, der auf der Fläche im Einzugsgebiet des Schöpfwerks nieder geht, einen enormen Einfluss auf die Pegeländerung im Gewässersystem. Das Niederschlagsereignis wird im Schöpfwerk jedoch erst messtechnisch erfasst, wenn der Pegelstand entsprechend ansteigt.

Dieser zeitliche Versatz von dem Niederschlagszeitpunkt bis zum Pegelanstieg wird mit der Wassermengenmanagement-Softwarelösung für die Optimierung genutzt, um die CO_2-Emissionen und die Kosten zu reduzieren.

Mit den Niederschlagsprognosedaten und weiterer Parameter kann die Wassermenge und somit der Pegelstand vorausberechnet werden. Dies liefert die Indikation für einen optimierten Pumpzeitraum. So kann z. B. bei hoher Windenergieverfügbarkeit und vor einem Niederschlagsereignis der Wasserstand abgesenkt werden. Die Wassermengenmanagement-Softwarelösung gibt optimierte Zeitfenster für ein wirtschaftlich, umwelt- und ressourcenschonendes Pumpen aus.

Somit sinken die CO_2-Emissionen und Kosten für den Schöpfwerksbetrieb. Wie sich Schöpfwerke mit Windenergieanlagen koppeln lassen, wurde bereits in einem anderen Beitrag in der WasserWirtschaft erläutert [2]. Die elektrische Energie hierfür wird über eine „Power Purchase Agreements“ (PPA) bereitgestellt. Des Weiteren kann durch die Einbindung von Niederschlagsprognosedaten das Sielspeichervolumen optimiert als virtueller Energiespeicher genutzt werden [1].

In der Wassermengenmanagement-Softwarelösung werden die Niederschlagsprognosedaten für den jeweiligen Standort des Schöpfwerks automatisiert eingebunden. Durch vorliegende Informationen zum Einzugsgebiet und den Maßen des Gewässersystems kann die prognostizierte Niederschlagsmenge in einen entsprechenden Pegelanstieg umgerechnet werden. Für die Berechnung des Pegelanstiegs sind weitere Daten notwendig, z. B. Bodentyp, Bodensättigung, Abflussmenge, Verdunstung und Versickerung.

Die Qualität der Niederschlagsprognosedaten ist von immenser Bedeutung für die Optimierung des Schöpfwerkbetrieb. Im Projekt: „Ermittlung der Nutzbarkeit von Niederschlagsprognosedaten für die Automation von Niederschlagsabhängigen Prozessen“ (ENNA) werden Regenmessungen an zwei Standorten mit Regenprognosedaten verglichen, um die Zuverlässigkeit der Vorhersagedaten zu bestimmen [5].

Dabei werden die Niederschlagsprognosedaten in die Cluster leichte, mäßige und starke Niederschläge unterteilt. Für den Betrieb der Schöpfwerke haben v. a. die starken Niederschlagsereignisse einen hohen Stellenwert.

Bild 1 zeigt eine Auswertung von Niederschlagsprognosedaten. Es sind die realen, durch eine Wetterstation gemessene Niederschlagshöhen (R1), die historischen Radarniederschlagsdaten (RW) sowie die Radar Niederschlagsprogosen zum Zeitpunkt 0 und 60 Minuten (RV_000 und RV_060) und 120 Minuten (RV_120) dargestellt.

Aus **Bild 1** wird ersichtlich, dass die realen (R1) und historischen (RW) Niederschlagsdaten sehr gut übereinstimmen. Die

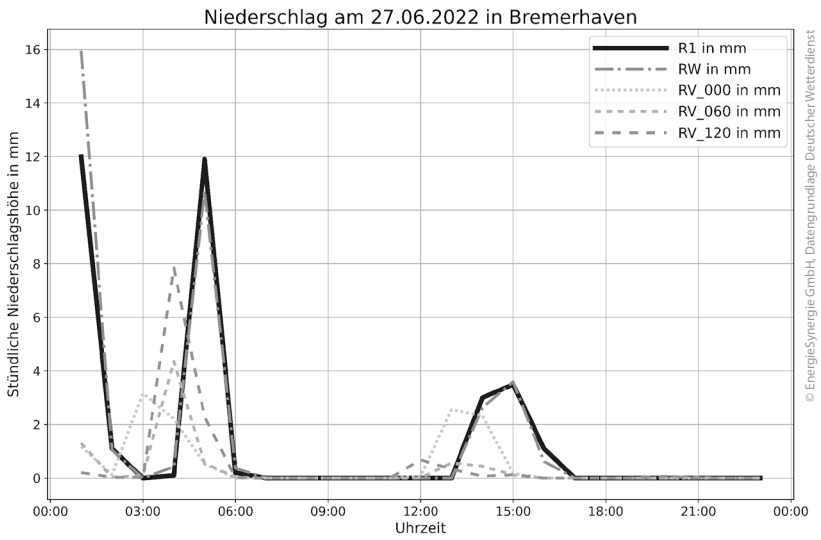
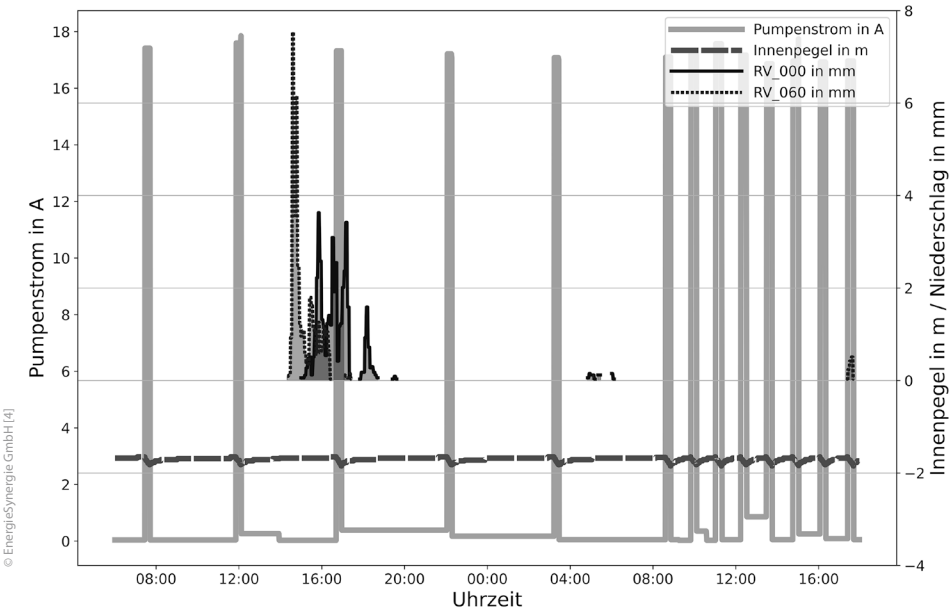


Bild 1: Vergleich der Niederschlagshöhen aus den DWD-Produkten für den 27.06.2022 an der Wetterstation Bremerhaven. R1 = real gemessene Niederschlagshöhe, RW = historische Radarniederschlagsdaten, RV_000, RV_060 und RV_120 = Radarniederschlagsprogosen zum Zeitpunkt 0, 60 und 120 Minuten im Voraus



© EnergieSynergie GmbH [4]

Bild 2: Zeitreihe Schöpfwerk Apeler: Pumpeneinsatz: prognostizierte Niederschlagsereignisse; Achsenbeschriftung: x-Achse: zeitlicher Verlauf; y-Achse links: Niederschlagsmenge im Einzugsgebiet; y-Achse rechts: Pumpenleistung Schöpfwerk Apeler

Prognosedaten RV weichen in Niederschlagszeitpunkt (Versatz der Linien) und Niederschlagsmenge (Höhe der Linien) von den realen und historischen Regendaten sehr stark ab und können nur als Indikation genutzt werden.

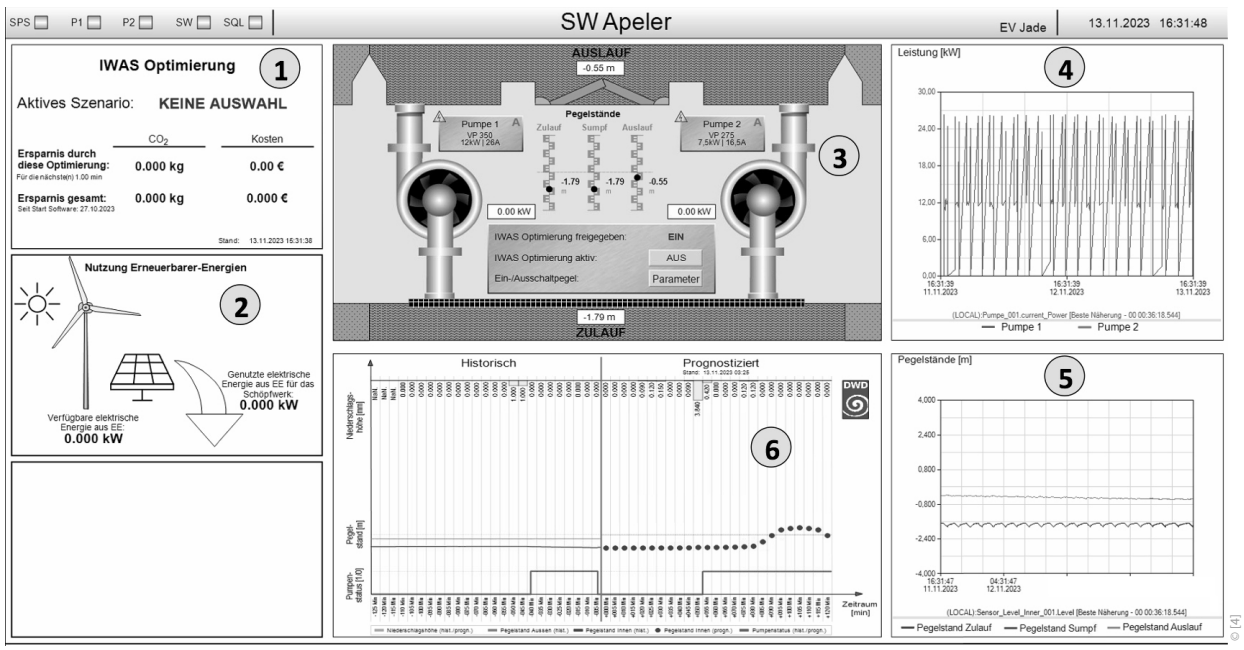
Trotz dieser Abweichungen konnten durch die Auswertung ausreichender großer Datenmengen Fahrempfehlungen für den Betrieb von Schöpfwerken abgeleitet und für die Betriebsoptimierung in die Wassermengenmanagement-Softwarelösung eingebunden werden.

Ein Beispiel für die Optimierung ist in **Bild 2** dargestellt. Die blauen Flächen zeigen die Niederschlagsprognosen (RV) in 60 min und 0 min im Voraus. Für den Zeitraum zwischen 20.10.2022, 14 bis 18 Uhr wird Niederschlag prognostiziert.

Der Niederschlag, welcher auf die Fläche niedergeht, gelangt in Teilen in die Gräben und die Siele und erreicht am 21.10.2022 um 08:30 Uhr das Schöpfwerk.

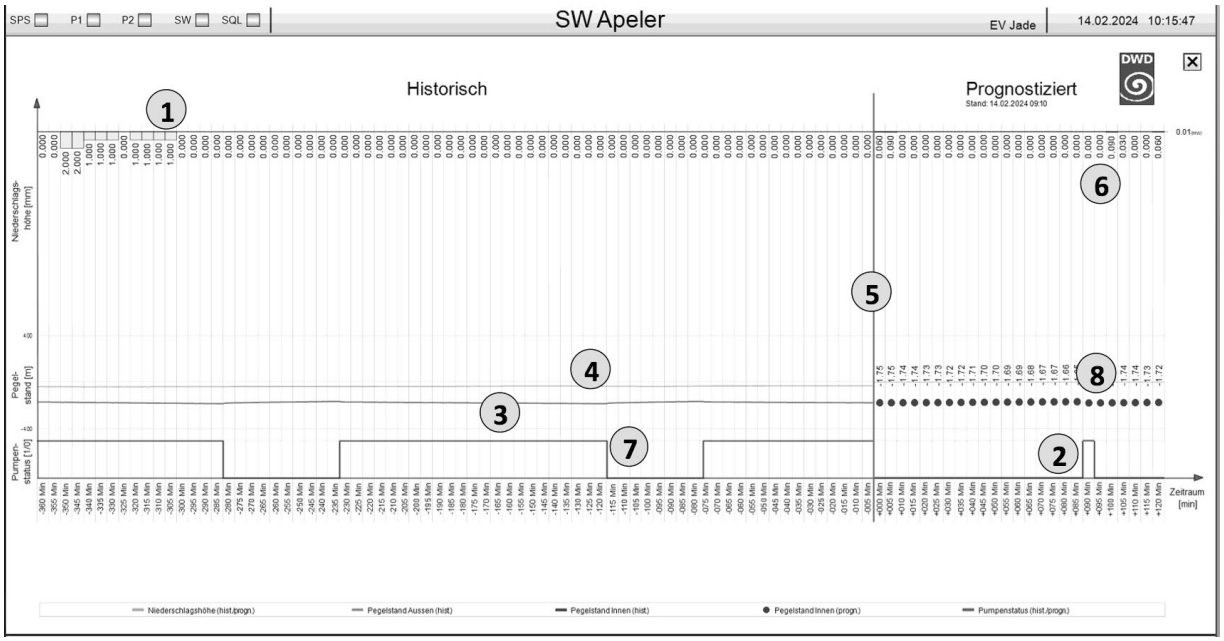
Dies ist an dem Verlauf der Pumpzyklen zu sehen. Vor dem Niederschlagsevent liegt der Pumpzyklus bei fünf Stunden. Nach dem der Niederschlag das Schöpfwerk erreicht, verkürzt sich der Pumpzyklus auf 1 Stunde. Der 18-stündige Versatz zwischen Niederschlagsevent und verkürztem Pumpzyklus kann für die Optimierung des Schöpfwerkbetriebs genutzt werden.

In diesem Zeitraum kann z. B. mit zwei Pumpen der Pegel abgesenkt werden, wenn z. B. ausreichend elektrische Energie aus Windenergieanlagen zur Verfügung steht. Somit sinken die CO_2 Emissionen und die Kosten nachhaltig [2].



© [4]

Bild 3: Visualisierung der Wassermengenmanagement-Softwarelösung, Schöpfwerk Apeler



© [4]

Bild 4: Visualisierung der Wassermengenmanagement-Softwarelösung, historische und prognostizierte Informationen zu den Niederschlägen, den Schöpfwerkspumpen und den Pegelverläufen, Schöpfwerk Apeler

Der Anstieg des Pegels ist neben den Niederschlagsmengen von weiteren Parametern wie Bodentyp, Bodensättigung, Abflussmenge, Verdunstung und Versickerung abhängig. In einem weiteren Projekt werden diese Parameter analysiert, um die Abhängigkeiten an wechselnde Bedingungen wie den Jahreszeiten anzupassen. Die Ergebnisse dieser Analysen, ebenso wie die Auswertung der Zuverlässigkeit der genutzten Niederschlagsprognosedaten werden in weiteren Veröffentlichung folgen.

Für die Visualisierung des Schöpfwerkbetriebs und der optimierten Fahrweise wurde ein Dashboard in der Wassermengenmanagement-Softwarelösung entwickelt. Hier werden die wesentlichen Informationen angezeigt, z. B. ob Pumpen eingeschaltet sind oder nicht oder die prognostizierten Pegelstände aufgrund von Niederschlagsmengen (**Bild 3**).

Die Niederschlagsprognosen sind in **Bild 3** ⑥ dargestellt. Das Dashboard zeigt neben den Niederschlagsprognosen weitere Features wie:

① die Einsparungen/Optimierungspotentiale des Schöpfwerks in eingesparten Stromkosten in Euro und eingesparte CO_2-Emissionen,
② die elektrische Energie, welche von erneuerbaren Energien für den Betrieb des Schöpfwerks zur Verfügung stehen,
③ die aktuellen Pegelstände, Pumpenzustand (ein/aus) und die Pumpenleistung
④ den Verlauf der Pumpenleistungen,
⑤ den Verlauf des Binnen- und Außenwasserstands,
⑥ die historische und prognostizierte Informationen zu den Niederschlagsmengen, den Pumpleistungen und den Pegelverläufen. Diese Grafik lässt sich durch Anklicken vergrößern, hierdurch vergrößert sich die Anzeige der historischen Daten von 120 Minuten (2 Stunden) auf 360 Minuten (6 Stunden) wie in **Bild 4** dargestellt.

Die Historie/Prognose Grafik (**Bild 4**) enthält Informationen zum Verlauf des historischen ① und prognostizierten Niederschlags ⑥, die prognostizierten Pumpzeiträume ②, die historischen Binnen- ③ und Außenwasserstände ④, sowie den historischen Pumpenzeitraum ⑦ mit den daraus prognostizierte resultierende Binnenwasserstände ⑧. Die rote Linie stellt den Wechsel zwischen historischen und prognostizierten Werten dar ⑤.

Aus dem Niederschlag, der Zuflussrate und dem aktuellen Pegelstand wird der prognostizierte Pegelstand ⑧ berechnet. Aufbauend auf diesem Pegelstand wird geprüft, ob und wann die Pumpen in den nächsten zwei Stunden starten müssen. Dieser Verlauf ist in der **Bild 4** ② dargestellt. Die Information, ob die Pumpen laufen, wird wiederum in Form des Volumenstroms vom prognostizierten Pegelstand ⑧ berücksichtigt (Pegel fällt wieder).

Gut zu wissen

- Mit der Einbindung von Niederschlagsprognosen in die Wassermengenmanagement-Softwarelösung kann frühzeitig auf Extremwetterereignisse reagiert werden. Dadurch kann die Bevölkerung vor Überflutung oder die Gräben/Siele vor der Trockenlegung geschützt werden.
- Durch die Einbindung von Niederschlagsprognosedaten kann die Entwässerung bedarfsgerecht optimiert werden. Die Pumpzeiträume werden vorausschauend optimiert und in die Zeiträume gelegt, zu denen ausreichend elektrische Energie aus erneuerbaren Energieanlagen zur Verfügung steht. Somit können die Kosten und CO_2-Emissionen für den Schöpfwerksbetrieb gesenkt werden.

Zusammenfassung

Durch den Klimawandel wird die Be- und Entwässerung von Flächen im norddeutschen Raum und generell in tiefliegenden Küstengebieten vor große Herausforderungen gestellt [3]. Durch die Wassermengenmanagement-Softwarelösung kann zum einen der Hochwasserschutz in diesen Gebieten und zum anderen die Bereitstellung von Wässern in Phasen der Trockenheit bewerkstelligt bzw. das Trockenlegen von Gräben und Sielen vorgebeugt werden.

Um zukünftig, vor dem Hintergrund des Klimawandels, verlässlich (Hochwasser- und Trockenphasenschutz) und vorausschauend Flächen entwässern zu können, sind gute Regenprognosen elementar. Durch die Einbindung von Niederschlagsprognosedaten besteht somit z. B. die Möglichkeit, die stärker werdenden Extremwetterereignisse und damit noch schneller steigende Wasserstände frühzeitig zu erkennen und dadurch frühzeitig die Wasserstände zu regulieren und Überflutungen vorzubeugen bzw. durch Phasen langer Trockenheit entgegengesetzt frühzeitig zu agieren.

Durch den Einsatz von Niederschlagsprognosen in die Wassermengenmanagement-Softwarelösung können die Pumpzeitraum entzerrt werden. Somit können kritische Zeiträume mit hohem oder sehr tiefem Pegelstand vorgebeugt werden. Weiterhin können die CO_2-Emissionen und die Kosten für den Schöpfwerksbetrieb ganz erheblich gesenkt werden.

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Carsten Fichter
Marvin Kiel
EnergieSynergie GmbH
Garveshellmer 1
26939 Ovelgönne
info@energiesynergie.de

Literatur

[1] Fichter, C.; Kiel, M.: Wie aus Sielen virtuelle Energiespeicher werden. In: WasserWirtschaft 114 (2024), Heft 2-3, S. 46-47.
[2] Fichter, C.; Kiel, M.: Kostengünstig und CO_2-arm entwässern. In: WasserWirtschaft 114 (2024), Heft 1, S. 46-47.
[3] Fichter, C.; Kiel, M.: Intelligentes und umweltschonendes Wassermengenmanagement. In: WasserWirtschaft 113 (2023), Heft 12, S. 47-48.
[4] Hochschule Bremerhaven (Hrsg.): Forschungsprojekt IWAS Lune Delta (https://www.hs-bremerhaven.de/de/forschung/projekte/iwas/iwas-lune-delta, Abruf 09.01.2024).
[5] EnergieSynergie (Hrsg.): Ermittlung der Nutzbarkeit von Niederschlagsprognosedaten für die Automation von Niederschlagsabhängigen Prozessen (https://www.energiesynergie.de/wp-content/uploads/2022/08/220811_Projektsteckbrief_ENNA.pdf, Abruf 21.12.2022).

DOI dieses Beitrags: http://doi.org/10.1007/s35147-024-2328-6

Informationen zum Projekt und zu weiterführenden Projekten sind zu finden unter:
www.energiesynergie.de

SURFACES REIMAGINED.

The world of surface technology is full of questions. Get answers in IST-International Surface Technology, the English version of Germany's leading trade magazine for surface technology, JOT. Learn about coming trends in advance, pioneering applications as well as ways to improve your processes. Get inspired and keep discovering new aspects of surface technology to deepen your professional knowledge.

IST
KNOW WHAT'S NEXT

Visit us online at
www.ist-surfacetechnology.com