

Wie aus Sielen virtuelle Energiespeicher werden

Durch den Klimawandel wird die Entwässerung von Flächen vor neue Herausforderungen gestellt. Die Firma EnergieSynergie GmbH hat eine Software für ein intelligentes Wassermanagement entwickelt, das mit dem Nordwest Award 2022 prämiert wurde. Mit dieser Software kann z. B. das gespeicherte Wasser in Sielen genutzt werden, um einen virtuellen, netzentlastenden Energiespeicher aufzubauen. Einen groß angelegten Praxistest hat die Technik bereits bestanden: Sie ist Teil eines Speichersystems, das ein ganzes Gewerbegebiet in Bremerhaven mit erneuerbarer Energie versorgt.

Carsten Fichter und Marvin Kiel

Das Projekt IWAS – Intelligente Wasserwirtschaft und zukunftsfähige Speichertechnologien für das grüne Gewerbegebiet/Quartier Lune Delta in Bremerhaven – beschäftigt sich mit der Fragestellung, wie ein neu entstehendes Gewerbegebiet möglichst autark und unter Einsatz von erneuerbaren Energieanlagen betrieben werden kann [3].

Das Gewerbegebiet wird hierzu in einzelne Bauabschnitte (Zellen) aufgeteilt. Ziel ist es, die einzelnen Zellen mit 100 % erneuerbarer Energie durch Photovoltaik und Windenergie in Kopplung mit Speichern zu versorgen. Dabei werden innovative Speicherlösungen in ihren unterschiedlichen Formen verglichen. Für Zeiträume, in denen keine elektrische Energie aus Photovoltaik und Windenergie vorhanden ist, werden diese Speichersysteme eingesetzt.

Als Speicher kommen zum Einsatz:

- Batteriespeicher für den Tagesausgleich;
- Wasserstoffsysteme bestehend aus Elektrolyseur, Speicher und Brennstoffzelle u.a. für den Ausgleich Sommer/Winter;
- Gespeicherte Wasser in umliegenden Sielen zur flexible Lastverschiebung (Demand Side Management Sielentwässerung – DSMS) am Beispiel des Schöpfwerks Apeler.

Bild 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau.

Das Speichervolumen der Siel dient dabei als neuer, virtueller Energiespeicher in der Form, dass die Entwässerungspumpen beispielsweise erst dann eingeschaltet werden, wenn der Verbrauch des Gewerbegebiets gering ist und somit ausreichend (überschüssige) erneuerbare elektrische Energie zur Verfügung steht.

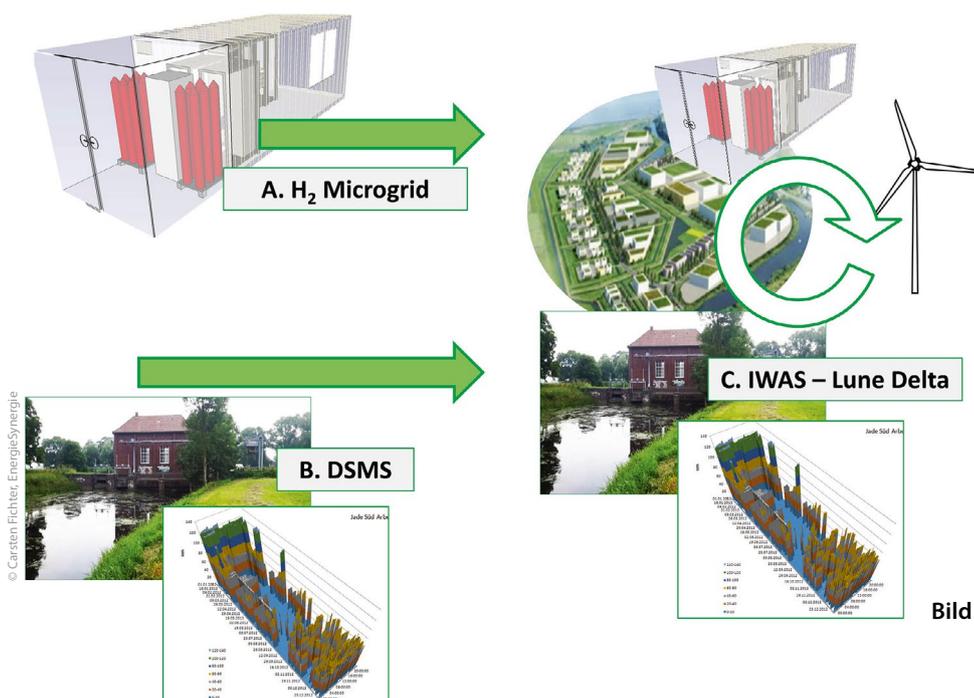


Bild 1: Aufbau Projekt IWAS [3]



Bild 2: Das Team der EnergieSynergie GmbH untersucht die zukünftigen Herausforderungen für ein modernes Wassermengen-Management [2]



In diesem Kontext wird die Wassermengen-Managementsoftware der EnergieSynergie GmbH eingesetzt (für weitere Anwendungsmöglichkeiten siehe Heft 01/24, [1]). Die Pumpen des Schöpfwerks Apeler werden möglichst so gesteuert, dass diese gegenläufig zu allen anderen Verbrauchern des Gewerbegebiets betrieben werden, z. B. in den Nachtstunden. In den anderen Zeiträumen wird das Speichervolumen der Siele genutzt, um die Wässer so lange zu speichern (virtueller Energie-/Wasserspeicher). Diese neuartige, virtuelle Speicherung von Wässern entlastet die Stromnetze und wirkt sich netzdienlich aus. Beispielsweise können so die Netzengpässe und bzw. oder der Netzausbau reduziert werden.

Die Optimierung orientiert sich an dem jeweiligen Pegelstand der Siele, der nicht über einen maximalen Pegelstand steigen oder unter den gesetzten Mindestpegelstand sinken darf.

Im Projekt IWAS wird das Schöpfwerk Apeler betrachtet. Dies gehört zum Unterhaltungsverband No. 80 Lune (**Bild 2**).

Bild 3 zeigt exemplarisch einen Auszug aus dem Tagesverlauf des Energieeinsatzes der Schöpfwerkspumpe (rote Linie) und dem dazugehörigen Binnenwasserstand (blaue Linie). Es wird ersichtlich, dass in einem bestimmten Zyklus der Pegel durch das Einschalten der Pumpen abgesenkt wird.

Um einen netzdienlichen Betrieb des Schöpfwerks Apeler für das Gewerbegebiet Lune Delta zu bewerkstelligen, wird das Lastprofil des Gewerbebetriebs mit dem Energieeinsatz der Schöpfwerkspumpen in Beziehung gebracht. Da das grüne Gewerbegebiet Lune Delta noch nicht existiert, wird für einen Vergleich ein Standardlastprofil zu Grunde gelegt. Standardlastprofile gibt es u. a. für unterschiedliche Gewerbebereiche. Es zeigt einen typischen Tagesverlauf des Energiebedarf/Energieeinsatz von Gewerbebetrieben. Das Standardlastprofil G0 (grüne Linie) und die Pumpeneinschaltzyklen (rote Linie) sind in **Bild 4** dargestellt [4].

Werden im Gewerbegebiet nun einzelne Großverbraucher dazugeschaltet oder weitere Betriebe inkludiert, verschiebt sich der Energieverbrauch (grüne Linie) entsprechend nach oben.

Tritt ein Starkregenereignis ein, so würden sich die Pumpintervalle (rote Linie) entsprechend verkürzen.

In **Bild 4** ist zu erkennen, dass die bisherigen Pumpzeiträume des Schöpfwerks sowohl in den Zeiten mit hohem Energieeinsatz (06:00 - 18:00 Uhr) sowie auch außerhalb dieser Zeiten liegen.

Ziel der Optimierung im Projekt IWAS ist es, z. B. die Pumpintervalle (rote Linie) in die Nachtstunden zu verschieben. Für diesen netzdienlichen Betrieb ist es notwendig, mittels der Wassermengen-Managementsoftware regelmäßig den aktuellen Energiebedarf/-überschuss des Gewerbegebiets abzufragen, mit dem Optimierungsziel:

- eines geringen Gesamtenergiebedarf und
 - einer 100 % erneuerbare Energieversorgung,
- um somit größtmögliche CO₂- und Kosten-Einspareffekte zu erzielen.

Für den ersten Bauabschnitt des Gewerbegebietes wurden weitere Standardlastprofile der zu erwartenden Verbraucher mit den Erzeugerprofilen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen gegenübergestellt und ein Differenzprofil erstellt (**Bild 5**).

In diesem Differenzprofil ist zu erkennen, dass sich sowohl Zeiträume mit überschüssiger Energie (positiver Bereich, oberhalb der Nulllinie) als auch Zeiträume mit zu wenig verfügbarer Energie (negativer Bereich, unterhalb der Nulllinie) ergeben [3].

In den Zeiten, in denen überschüssige Energie zur Verfügung steht, können die Schöpfwerkspumpen gewinnbringend (netzentlastend) betrieben werden. In den anderen Zeiten belastet der Schöpfwerkspumpenbetrieb das Stromnetz. Das Differenzprofil in **Bild 6** zeigt das Differenzprofil des Gewerbegebiets Lune Delta (grüne Linie) kombiniert mit dem Betrieb der Schöpfwerkspumpe 1. Insgesamt sind 12 Stunden überschüssige elektrische Energie verfügbar. Die Schöpfwerkspumpe 1 hat eine durchschnittliche Laufzeit von 45 Minuten, um den Pegelstand vom maximalen Wasserstand bis zum minimalen Wasserstand abzusenken. Das Intervall zwischen

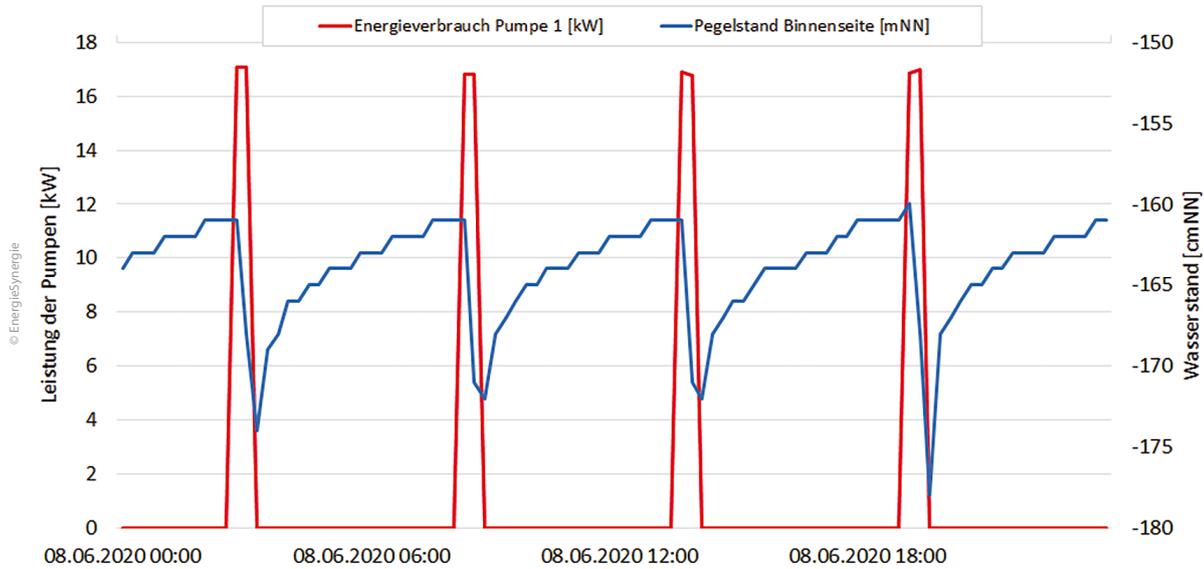


Bild 3: Energieeinsatz des Schöpfwerks Apeler im Tagesverlauf

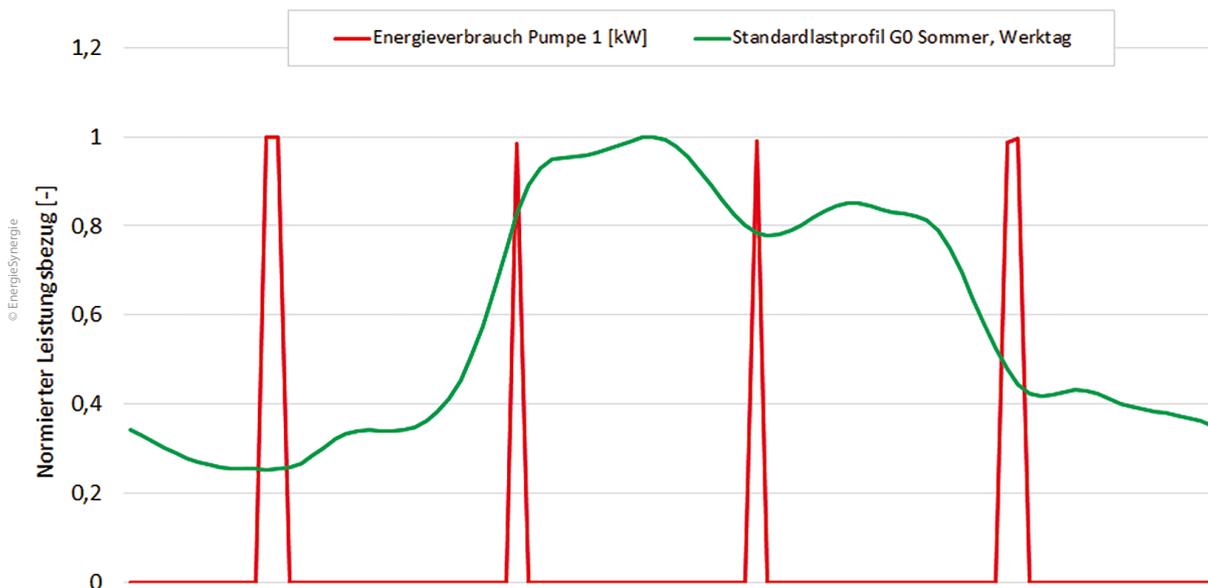


Bild 4: Vergleich Energieeinsatz Schöpfwerk und Energieeinsatz Standardlastprofil Gewerbe G0 im Tagesverlauf, Werktag, Sommer, nach [4]

den Pumpvorgängen liegt bei rund 4:40 Stunden (**Bild 6**, rote Balken).

Drei der fünf Pumpzyklen können netzentlastend bzw. netzdienlich betrieben werden (in Zeiträumen überschüssiger Energie).

Weiterhin können durch diese Optimierung die CO₂-Emissionen und Kosten reduziert werden. Der jährliche Einsatz an elektrischer Energie des Schöpfwerks Apeler liegt bei 20.011 kWh/a (Mittelwert der letzten 6 Jahre). Basierend auf den Emissionsfaktor des bundesdeutschen Strommix liegen die CO₂-Emissionen bei 8,4 t pro Jahr.

Durch den Einsatz der erneuerbaren Energieanlagen werden Einsparungen von 4,6 t CO₂ und damit von rund 55 % erreicht.

Die Kosteneinsparpotentiale liegen je nach Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie im Bereich von 25 bis 50 %.

Für die zwei Pumpzyklen, in denen keine überschüssige Energie zur Verfügung steht, kann die elektrische Energie aus den Speichern (Batterie und Wasserstoffsystem) genutzt werden.

Zusammenfassung

Siele bzw. Schöpfwerkspumpen können als neuartige Energie-/Wasserspeicher betrieben werden. Hierzu wurden im Projekt IWAS erneuerbare Energieanlagen u. a. mit einem virtuellen

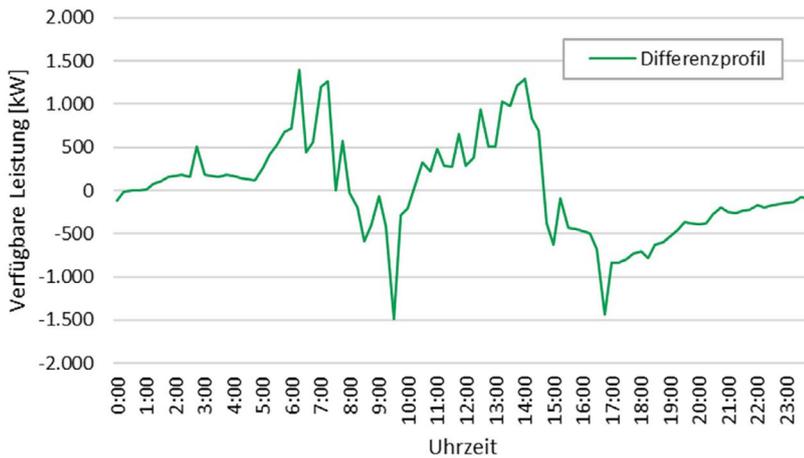


Bild 5: Differenzprofil (grüne Linie) aus Verbrauchern im Gewerbegebiet (G0, G1, G3 & G5) sowie Erzeugereinheiten (9,09 MW PV-Anlage, 2 MW & 2 x 450 kW Windenergieanlagen) [3]

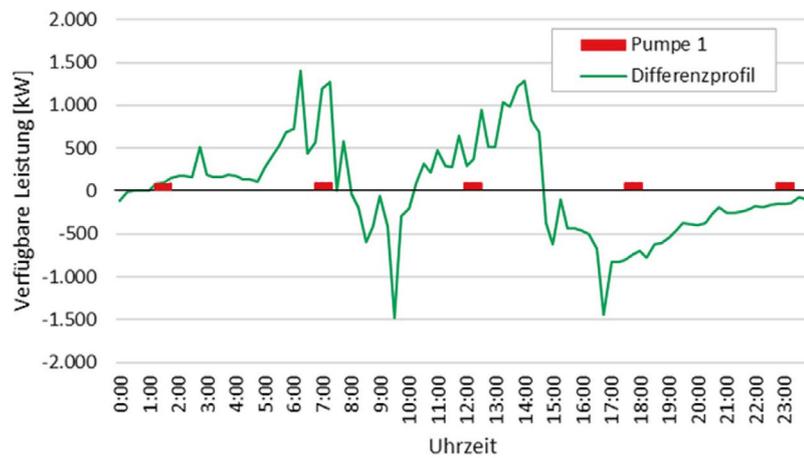


Bild 6: Differenzprofil (grüne Linie) aus Verbrauchern im Gewerbegebiet (G0, G1, G3 & G5) sowie Erzeugereinheiten 9,09 MW PV-Anlage, 2 MW & 2 x 450 kW Windenergieanlagen) sowie Pumpzeiträume des Schöpfwerks Apeler (rote Balken) [3]

Energie-/Wasserspeicher in Form von Sielen und Schöpfwerkspumpen gekoppelt. Die Wassermengenmanagement-Software steuert den Einsatz des virtuellen Energie-/Wasserspeichers und verschiebt z. B. den Pumpbetrieb in Zeiträume, in denen überschüssige grüne Energie vorhanden ist. Im vorliegenden Fall können die CO₂-Emissionen um 55 % reduziert werden.

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

Gut zu wissen

- Mit der Wassermengen-Managementsoftware ist es möglich, Siele bzw. Schöpfwerkspumpen als virtuellen Energie-/Wasserspeicher zu betreiben.
- Die Wässer werden so lange in Sielen gespeichert, bis ausreichend grüne elektrische Energie vorhanden ist (Reduktion der CO₂-Emissionen um bis zu 55 %).
- Diese virtuelle Speicherung von Wässern wirkt sich stromnetzlastend bzw. stromnetzdienlich aus. Dies bedeutet beispielsweise, dass Netzengpässe und/oder der Netzausbau reduziert werden.

Literatur

- [1] Fichter, C.; Kiel, M.: Kostengünstig und CO₂-arm entwässern. In: WasserWirtschaft 114 (2024), Heft 1, S. 46-47.
- [2] Fichter, C.; Kiel, M.: Intelligentes und umweltschonendes Wassermengenmanagement. In: WasserWirtschaft 113 (2023), Heft 12, S. 47-48.
- [3] Hochschule Bremerhaven (Hrsg.): Forschungsprojekt IWAS Lune Delta, (<https://www.hs-bremerhaven.de/de/forschung/projekte/iwas/iwas-lune-delta>, Abruf 09.01.2024).
- [4] BDEW (Hrsg.): Repräsentative VDEW- Lastprofile (<https://www.bdew.de/energie/standardlastprofile-strom/>, Abruf 09.01.2024).

DOI dieses Beitrags: <http://doi.org/10.1007/s35147-024-2312-1>