

# Solare Tränkwasserversorgung auf der Weide

*Photovoltaisch betriebene Pumpensysteme können die Wasserversorgung von Vieh auf netzfernen Weiden zuverlässig und wirtschaftlich sichern. Das setzt jedoch voraus, dass die Leistungsparameter der Pumpe und der Wasserverbrauch der Tiere bekannt und aufeinander abgestimmt sind. Im folgenden Beitrag werden mehrjährige Ergebnisse von Pumpentests und Wasserverbrauchsmessungen vorgestellt und Schlussfolgerungen hinsichtlich der Auslegung von Photovoltaik-Weidetränken gezogen. Außerdem wird über Betriebserfahrungen und Kosten der in der Praxis eingesetzten PV-Tränken für Rinder berichtet.*

Dr.-Ing. Volkhard Scholz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Technik der Aufbereitung, Lagerung und Konservierung des Instituts für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim (Direktor: Prof. Dr.-Ing. J. Zanke); e-mail: vscholz@atb-potsdam.de  
Dipl.-Ing. Werner Daries war im Rahmen eines vom BMBF geförderten Forschungsprojektes zur Photovoltaik-Anwendung in der Landwirtschaft im ATB beschäftigt.

Referierter Beitrag der **LANDTECHNIK**, die Langfassung finden Sie unter **LANDTECHNIK-NET-com**.

## Schlüsselwörter

Photovoltaik, Pumpe, Weidetränke, Wasserverbrauch

## Keywords

Photovoltaic, pump, pasture drinkers, water consumption

Literaturhinweise sind unter LT 00405 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/lo-cal/filteratur.htm> abrufbar.

Photovoltaik-Anlagen, wie sie zunehmend an Autobahnen, auf Parkplätzen oder auf Dächern zu finden sind, werden mittelfristig sicher auch in der Landwirtschaft zum Einsatz kommen. Auf netzfernen Standorten mit geringem Leistungsbedarf kann eine derartige Stromversorgung eine technisch sinnvolle und durchaus wirtschaftliche Alternative zu einem Netzanschluss oder Dieselgenerator sein [1 bis 5]. Das gilt vor allem für hofferne Viehtränken, deren Wasser aus der Tiefe zu fördern ist.

Bisher liegen nur wenige praktische Erfahrungen mit solchen Photovoltaik-Tränken vor. Auch fehlen ingenieurtechnisch nutzbare Leistungsdaten und Empfehlungen, wie solche PV-Tränken auszulegen sind.

## Pumpenleistung

Da die Hersteller von PV-Pumpen meist nur die Förderkennlinien angeben, diese aber für die Dimensionierung von PV-Pumpensystemen nicht ausreichend sind, wurde im ATB ein Messstand errichtet, der unter realen Strahlungsbedingungen die Messung von drei Pumpen im Non-Stop-Betrieb ermöglicht (Nennleistung  $P_n = 230 \text{ W}_p$ , Förderhöhen  $h$  von 5 bis 10 m).

Zur Ermittlung der Pumpendauerleistung wurden drei dem Generator angepasste han-

delsübliche Kreiselpumpen (Testpumpen) mit maximalen Förderhöhen zwischen 7 und 25 m und Preisen zwischen 400,- und 2400,- DM drei Jahre lang auf dem Teststand untersucht. Außerdem wurden die Leistungsdaten einer in der Praxis eingesetzten Kreiselpumpe (Teichpumpe) ausgewertet, die - sofern die Strahlung ausreichend war - ununterbrochen betrieben wurde.

Jedes PV-Pumpensystem ist durch einen individuellen Verlauf des Fördervolumenstroms  $Q_p$  in Abhängigkeit von der Strahlungsenergiedichte  $H$  gekennzeichnet. Diese Globalstrahlungssumme ist von meteorologischen Stationen relativ leicht zu beschaffen und hinsichtlich der zeitlichen Auflösung meist völlig ausreichend für die Auslegung von Pumpensystemen. Zur Kennzeichnung der Pumpenleistung wird die spezifische Förderleistung  $P_{p, \text{spez}} = Q_p \cdot h / P_n$  in  $l \cdot m \cdot W_p^{-1} \cdot d^{-1}$  verwendet, die den Vergleich unterschiedlicher Pumpensysteme erlaubt. Unter idealen Strahlungsbedingungen ( $1000 \text{ W/m}^2$ ;  $25^\circ\text{C}$ ) ist diese Größe direkt proportional dem Wirkungsgrad des Gesamtsystems (Bild 1).

## Dimensionierungsgrundlagen

Um PV-Weidetränken optimal auszulegen, also die Generatornennleistung festlegen zu

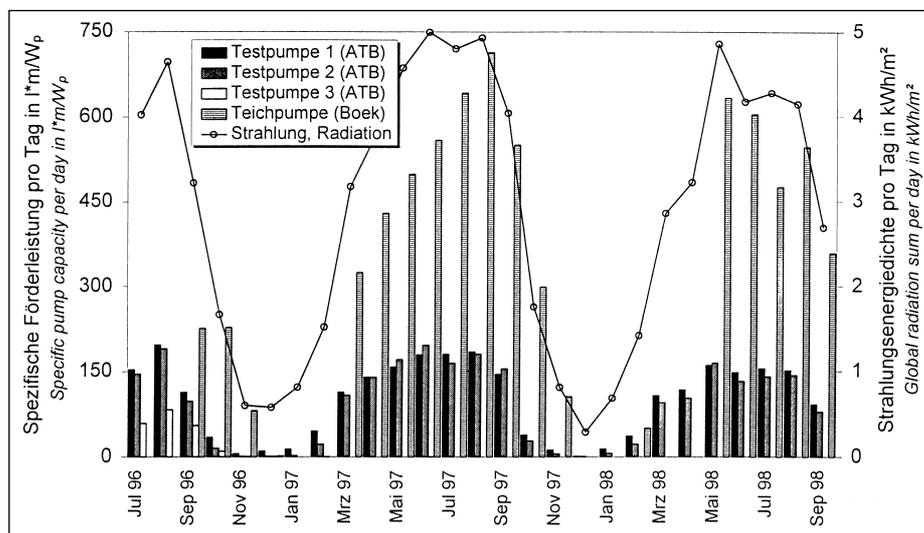


Bild 1: Jahresverläufe der spezifischen Förderleistung unterschiedlicher PV-Pumpen im Monatsmittel

Fig. 1: Yearly courses of the specific pump capacity of different pv-pumps in a monthly average

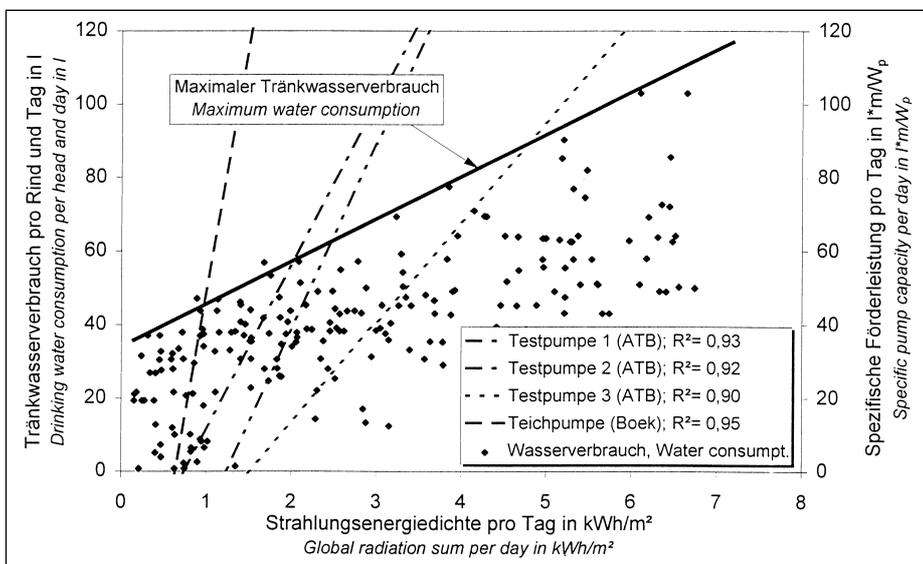


Bild 2: Tränkwasserverbrauch von nichtlaktierenden Kühen und spezifische Förderleistung von PV-Pumpen in Abhängigkeit von der Strahlungsenergiegedichte

Fig. 2: Drinking water consumption of non-lactating cows and specific capacity of pv-pumps versus global solar radiation intensity

können, muss der Tränkwasserbedarf der Tiere bekannt sein. Neben Rasse, Alter, Tierleistung und Futter ist er von den jeweiligen Haltungsbedingungen, dem Tränketyp und dem Wetter abhängig und kann bis zu 200% über den Richtwerten liegen [6]. Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zu einzelnen meteorologischen Größen ist kaum herzustellen. Allerdings gibt es einen Zusammenhang zwischen der Globalstrahlung und dem jeweils maximal gemessenen Wasserverbrauch von Rindern. Da die Förderleistung der Pumpen ebenfalls mit der Globalstrahlung korreliert, kann durch Auswahl geeigneter Pumpensysteme die Förderleistung dem maximalen Wasserbedarf angepasst werden (Bild 2).

Von den untersuchten PV-Pumpensystemen würde die leistungsfähige Teichpumpe mit einer installierten Nennleistung von 1 W<sub>p</sub> pro Förderhöhenmeter den Wasserbedarf ei-

ner nichtlaktierenden Kuh an Tagen mit Strahlungsenergiegedichten  $H \geq 1,0 \text{ kWh/m}^2$  sicher decken (bezogen auf hiesige langjährige Monatsmittel von Februar bis Oktober). Während die leistungsschwache Testpumpe 3 unter gleichen Bedingungen lediglich von Mai bis Juli ausreichend Tränkwasser liefern könnte oder eine höhere Nennleistung erfordern würde.

### Betriebserfahrungen

Im Rahmen eines vom BMBF geförderten Demonstrationsvorhabens wurden fünf photovoltaisch betriebene Weidetränken in verschiedenen Landwirtschaftsbetrieben der neuen Bundesländer installiert und untersucht (Tab. 1).

Einige PV-Systeme versorgen außer der Wasserpumpe noch zusätzliche Stromverbraucher wie Lampen, Weidezaungeräte und

Alarmanlagen. Drei der fünf PV-Tränken sind mobil auf einem Wasserwagen montiert. Die PV-Ganzjahrestränke des "Florahofes" ist mit einer elektronischen Frostschutzsicherung ausgestattet, die über in den Tränkschalen angeordnete Temperaturfühler die Pumpe in Betrieb setzt, sobald dort die Temperatur unter +1 °C sinkt.

In dem bisherigen Untersuchungszeitraum von vier bis sieben Jahren wurden generell gute Erfahrungen mit den fünf installierten PV-Weidetränken gemacht. Die Wasserversorgung der Tiere konnte durchgängig gewährleistet werden. An zwei Anlagen mussten lediglich Schwimmerschalter und Pumpe gewechselt werden.

### Wirtschaftlichkeit

Je nach Leistung und Ausführung liegen die Investitionen für die untersuchten PV-Weidetränken zwischen 7000 und 52000 DM, was einem spezifischen Investitionsaufwand von 23 bis 156 DM pro Großvieheinheit (GV) und Förderhöhenmeter entspricht. Davon wird knapp die Hälfte für den PV-Generator (Module und Wandler) benötigt.

Für die PV-Tränkwasserversorgung sind die Kosten pro m<sup>3</sup> verbrauchten Wassers maßgebend. Je nach Ausführung und Auslastung der Anlage betragen diese etwa 4 bis 18 DM. Winterbetrieb (Florahof) und extreme Förderhöhen (Gut Templin) verursachen allerdings eine erhebliche Kostensteigerung (Tab. 1). Bei der Tränkwasserversorgung mit Traktor und Wasserwagen betragen die spezifischen Kosten im Mittel etwa 15 DM/m<sup>3</sup>. Wenn hierzu noch der Wasserpreis bei Entnahme aus dem Netz addiert wird, erhöht man Kosten, die um den Faktor 4 über den Kosten der günstigsten PV-Tränke (Betrieb Hennig) liegen.

### Schlussfolgerungen

Photovoltaisch betriebene Pumpensysteme sind für den Einsatz in der Landwirtschaft gut geeignet und mit Ausnahme einzelner Komponenten wartungsarm und funktions-sicher. Leistungsfähige Pumpensysteme erreichen unter mitteleuropäischen Klimabedingungen in den Sommermonaten mittlere spezifische Tages-Förderleistungen von über 150 Liter • Höhenmeter pro 1 Watt installierter Leistung.

Optimierte PV-Weidetränken können das Tränkwasser zu weniger als einem Viertel der Kosten konventioneller Tränkwasserversorgungstechnologien bereitstellen. Sofern der Einsatz auf die Sommerweidesaison beschränkt bleibt, werden für nicht gemolkene Rinder lediglich etwa 1 bis 2 Watt installierte Leistung pro Rind und Förderhöhenmeter benötigt.

	Betrieb Hennig <sup>1)</sup>	Stadtgut-Berlin <sup>1)2)</sup>	AG Buckau	Florahof Schüler <sup>3)</sup>	Gut Templin
Generatorleistung W <sub>p</sub>	200	672	288	275	1113
Nennspannung V	24	12	24	12	134
Batteriekapazität Ah	0	350	140	75	0
Wasserspeichervolumen l	3000	0	4000	0	50000
Förderhöhe m	3	4	3	5	45
Anzahl der Rinder	45	110	100	20 GV	50
Investitionen, gesamt DM	6789	22529	21313	15604	51554
davon PV-Generator DM	1660	12143	5203	3251	18154
davon Batterie DM	-	2257	486	448	-
davon Pumpensystem DM	1249	388	2458	1200	5400
davon Sonstiges DM	3889	7741	13166	10705	28000
Betriebskosten DM/a	68	225	213	156	515
Gesamtannuität <sup>4)</sup> DM/a	1114	2516	3028	2196	6778
Wasserverbrauch m <sup>3</sup> /a	306	185	172	48	110
Saisonale Wasserbereitstellungskosten DM/m <sup>3</sup>	<b>3,65</b>	<b>13,60</b>	<b>17,60</b>	<b>45,75</b>	<b>61,60</b>

Tab. 1: Technische Daten und Kosten der untersuchten PV-Weidetränken

Table 1: Specifications and costs of examined pv pasture drinkers

1) In Zusammenarbeit mit der Landtechnik Weihenstephan betreute Tränke

2) Aufgrund organisatorischer Maßnahmen zurzeit außer Betrieb

3) Ganzjahrestränke für ~ 10 Rinder, 5 Pferde und 50 Schafe

4) Kalkulierte Nutzungsdauer: 25 a für PV-Generator, 15 a für Sonstiges und 5 a für Pumpen und Batterien; Kalkulationszins 7 %; allg. Kostensteigerung 4 %; Betrachtungszeitraum 10 a