

**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 94 (2002)  
**Heft:** 11-12

**Artikel:** Sahara wird grüner : Satelitenbilder zeigen das Ende der Dürre  
**Autor:** Weitlaner, Wolfgang  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-939672>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 09.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Öffnungswinkel). Dass kleinere Öffnungswinkel zu höheren Austrittsgeschwindigkeiten führen, scheint ebenfalls logisch.

Daraus kann abgeleitet werden, dass aus wirtschaftlichen Gründen der optimale Öffnungswinkel an der Obergrenze des Bereiches der hydraulisch optimalen Winkel gewählt werden sollte, umso mehr als in der Praxis in der Strömung ja fast immer noch ein Restdrall vorhanden ist, welcher die Strömung gegen die Wände drückt und somit den Punkt der Ablösung nach grösseren Öffnungswinkeln hin verschiebt (also  $2\Phi = 10\text{--}15^\circ$ ).

Ferner ist darauf hinzuweisen, dass die hier ermittelten Werte Resultate von stark vereinfachten Beispielen sind. Die angegebenen «optimalen» Saugrohrverlängerungen sind diejenigen, bei denen die Differenz Nutzen-Kosten am grössten ist. Jeder Punkt rechts davon, also mit einer grösseren Saugrohränge und kleinerer Austrittsgeschwindigkeit, gibt aber weniger Austrittsverluste und damit eine höhere Energieproduktion.

#### 4. Faustregeln und Hinweise für die Überprüfung von Saugrohren

1. Mittlere Austrittsgeschwindigkeiten zwischen 1,4 und 2 m/s deuten auf eine gute Anlage hin. Bei mittleren Austrittsgeschwindigkeiten von mehr als 2,5 m/s lohnt sich wahrscheinlich eine Überprüfung im Hinblick auf mögliche Verbesserungen. Bei gegen 4 m/s wird dringend empfohlen, eine Verbesserung zu untersuchen.

2. In den meisten Fällen bedeutet eine Verlängerung um eine aus einer wie in Bild 4 gezeigten Überschlagsrechnung hervorgehende Zusatzlänge schon eine markante Verbesserung.
3. Die Öffnungsgeometrie sollte so beschaffen sein, dass der Öffnungswinkel  $2\Phi$  (resp. bei asymmetrischer Geometrie die entsprechende Querschnittsflächenentwicklung) im Bereich zwischen  $10^\circ$  und  $15^\circ$  liegt. Bei höheren Werten sind Ablösungen zu befürchten, während bei tieferen Werten die Wirtschaftlichkeit leidet.
4. Die Geschwindigkeitsverhältnisse am Austritt eines Kraftwerks können schon von blossem Auge abgeschätzt werden. Hohe Schaumkronen und aufwallende Wasseroberflächen deuten auf stark schädliche Geschwindigkeitskonzentrationen. Diese stammen meist aus zu knappen Saugrohrabmessungen, manchmal aber auch aus schlechten Anströmverhältnissen vor der Turbine. In letzterem Fall sind Modellversuche zu empfehlen.
5. Da sich Optimierungen immer auf die Zukunft beziehen, sollten auch bei den Annahmen für den Nutzen längerfristig vertretbare Werte zugrunde gelegt werden. Das heisst, dass ein gegenüber heute erhöhter Energiepreis eingesetzt werden sollte, da u.E. die heutigen Energiepreise historisch tief sind (beschränkte Reserven, zukünftig erhöhter Verbrauch 3. Welt usw.). Dieses Postulat wird übrigens auch bei Rentabilitätsrechnungen für Neu- und Umbauten im Wasserkraftssektor zu häufig vernachlässigt.

#### Literatur

- [1] «Saugrohre bei Flusskraftwerken», S. Deniz, M. Bosshard, J. Speerli, P. Volkart, Mitteilung Nr. 106 der VAW, Zürich, 1990.
- [2] «Saugrohre, Geschwindigkeitsmessungen am Saugrohraustritt einer Rohrturbine», S. Deniz, J. Speerli, P. Volkart, Mitteilung Nr. 109 der VAW, Zürich, 1991.
- [3] «Verluste bei der Anströmung von Wasserkraftanlagen», Tobias Lang, Theodor Strobl und Sabine Nothaft, Nr. 12 der Wasserwirtschaft 90 (2000).
- [4] «Etude du champ instationnaire de vitesse en sortie de roue de turbine. Etude expérimentale et numérique.» G. D. Ciocan, S. Mauri, J. Alca Arpe, J.-L. Kueny, Nr. 2-2001 der «La houille blanche».
- [5] «Werlé-Legendre separation in a hydraulic machine draft tube», S. Mauri, J.-L. Kueny, F. Avellan in «Proceedings of ASME FEDSM'02», Montreal, Quebec, July 14-18 2002 (FEDSM2002-31196).
- [6] «3D PIV and LIV measurements at the outlet of a francis turbine draft tube» M. S. Iliescu, G. D. Ciocan, F. Avellan in «Proceedings of ASME FEDSM'02», Montreal, Quebec, July 14-18 2002 (FEDSM2002-31332).
- [7] «Wall friction measurements: Application in a Francis Turbine Cone» G. D. Ciocan, F. Avellan, E. L. Berca in «Proceedings of ASME FEDSM'02», Montreal, Quebec, July 14-18 2002 (FEDSM2002-31333).

#### Anschrift des Verfassers

Walter Giezendanner, Bundesamt für Wasser und Geologie, Postfach, CH-2501 Biel.

## Sahara wird grüner – Satellitenbilder zeigen das Ende der Dürre

■ Wolfgang Weitlaner

Ein internationales Wissenschaftsteam hat nach der Auswertung von Satellitenbildern festgestellt, dass die Trockengebiete in der Sahara-Region kleiner geworden sind. Die erfreulichen Nachrichten gelten insbesondere für Staaten entlang eines breiten Gürtels durch die Wüste, der sich von Mauretanien bis hin nach Eritrea erstreckt.

Verantwortlich für die zunehmende Vegetation ist nach Angaben des Wissenschaftsmagazins «New Scientist» eine höhere Niederschlagsrate. Aber auch südlich der Sahara soll die Niederschlagsmenge zunommen haben. Vor 20 Jahren verwandelten Dürreperioden den nördlichen Teil des

Staates Burkina Faso in Wüste. In der Zwischenzeit soll auch dort wieder, nach Niederschlägen, neue Vegetation entstanden sein, berichten die Forscher.

Die Untersuchungen wurden von holändischen, deutschen und amerikanischen Hilfsorganisationen geführt. Diese wollen ihre Ergebnisse den Ministern von Burkina Faso präsentieren. Ähnlich positive Neuigkeiten werden auch aus dem südlichen Mauretanien, Nordwest-Niger, Zentral-Tschad und aus Teilen Sudans und Eritreas gemeldet. Die Hilfsorganisationen geben auch an, dass in vielen Gebieten, wo Geld in den Schutz des Bodens und Wassers investiert wurde, die Si-

tuation besser geworden sei. Als erfolgreiche Strategie zur besseren Nutzung des Bodens wurde das so genannte «contour bunding» eingeführt. Dabei werden Anbauflächen mit Steinen umfasst, sodass die wertvolle Humusschicht bei Regen nicht einfach weggeschwemmt wird. Mit dieser Methode konnten in den vergangenen Jahren tausende Hektar Landfläche gewonnen werden, auch in Gegenen, wo vorher fast nichts wuchs.

#### Anschrift des Verfassers

Wolfgang Weitlaner, c/o Pressetext Austria, E-Mail: weitlaner@pressetext.at