

**Universität für Bodenkultur Wien**

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna



**Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt**

Institut für Hydrobiologie und Gewässermanagement

**Leitung:** Ao.Univ.Prof. DI Dr. Stefan Schmutz

**Wirkungsgradanalyse und hydromorphologische  
Vermessung an der Wasserkraftschnecke  
“HYDROCONNECT” mit “Albrecht fishLift inside” an der  
Jeßnitz in Niederösterreich**

Auftraggeber:

Hydro-Connect GmbH

Schwarzenberg 82

A-3341 Ybbsitz

Bearbeitung:

Bernhard Zeiringer

Wien, Mrz. 2015

## Methodik Wirkungsgradanalyse

Für die Ermittlung der Wirkungsgrades der Wasserkraftschnecke ‚HYDROCONNECT‘ wurden Durchflussmessungen mittels (1) Salzverdünnungsmethode und (2) Punktmessungen mittels Induktivstrommessgerät in einem Querprofil im Zulaufkanal durchgeführt. Neben der Bestimmung des Durchflusses wurde auch die Fallhöhe (Differenz Wasserspiegelhöhe im Oberwasser und Unterwasser) vermessen. Die Leistungsangaben und Rotationsgeschwindigkeiten während der einzelnen Versuchsdurchführungen konnten direkt an der Regelungseinheit am Kraftwerk abgelesen werden. Somit konnte nach folgender Formel der Wirkungsgrad bei unterschiedlichen Durchflüssen abgeleitet werden.

$$P = \eta_{ges} \cdot \frac{\rho_w \cdot g}{10^3} \cdot Q \cdot h$$

mit

- P = Leistung [kW]
- $\eta_{ges}$  = Gesamtwirkungsgrad der WKA [-]
- $\rho_w$  = Dichte des Wassers [kg/m<sup>3</sup>]
- g = Erdbeschleunigung = 9,81 [m/s<sup>2</sup>]
- Q = Durchfluss [m<sup>3</sup>/s]
- h = Nettofallhöhe [m]

### Salzverdünnungsmethode

Bei der Salzverdünnungsmethode wurde Kochsalz (NaCl) als Tracer verwendet. Dabei wurde zur Durchflussbestimmung (Q) der Verlauf der Tracerkonzentration indirekt über die elektrische Leitfähigkeit mit Hilfe einer Leitfähigkeitsmesssonde (Gerät: WTW LF320) gemessen und die daraus erhaltene Durchgangskurve integriert. Die gemessenen Leitfähigkeiten konnten mit Hilfe des Eichkoeffizienten in Salzkonzentrationen umgerechnet werden. Berücksichtigt wurde (1) die Grundleitfähigkeit des Gewässers, (2) Salzvorbereitung hinsichtlich Konzentration in Abhängigkeit der zu erwartenden Abflusshöhe, (3) Durchmischung nach der Momentanzugabe im Zulaufkanal und Schnecke, sowie die Messung der Leitfähigkeit im Unterwasser, nahe des Auslaufbereichs der Schnecke. Die Leitfähigkeitsmesswerte wurden mittels Datenlogger registriert. Mit nachstehender Formel wurde der Durchfluss (Q) ermittelt:

$$Q = \frac{M}{e \cdot (\sum_{xi} - \sum_x \cdot \frac{(t_1 + t_2)}{2}) \cdot s}$$

mit

- M = Salzmenge [mg]
- e = Eichkoeffizient [(mg/l)/( $\mu$ S/cm)]
- $\Sigma_{x_i}$  = Summe aller Messwerte [ $\mu$ S/cm]
- $\Sigma_x$  = Anzahl aller Messwerte [-]
- $t_1$  = Gemittelte Leitfähigkeit der ersten Messminute [ $\mu$ S/cm]
- $t_2$  = Gemittelte Leitfähigkeit der letzten Messminute [ $\mu$ S/cm]
- s = Messintervall [s]

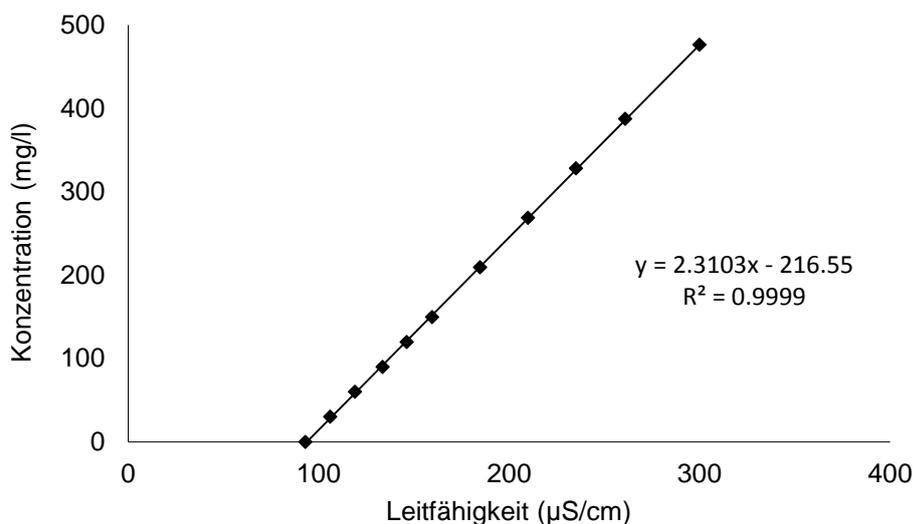
### Profilmessung

Bei den Punktmessungen wurden die Fließgeschwindigkeiten an festgelegten Punkten des Durchflussprofis ermittelt. Hierfür wurden an mehreren Stellen eines Querschnitts im Zulaufkanal mehrere Messungen in unterschiedlichen Tiefen der festgelegten Messlotrechten durchgeführt. Die Anzahl bzw. der gegenseitige Abstand der einzelnen Messpunkte hingen von der geometrischen Form des Durchflussquerschnittes ab. Die einzelnen Messlotrechten wurden nach der Vielpunktmethod gemessen und ausgewertet.

## **Ergebnisse Wirkungsgradanalyse**

### Salzverdünnungsmethode

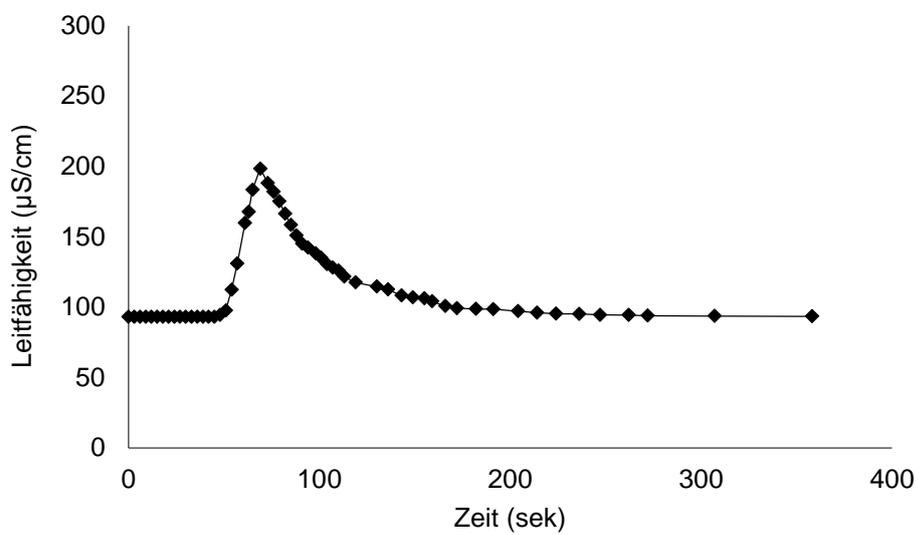
Mittels Salzverdünnungsmethode wurden 3 Messungen am 26.Mrz.2014 durchgeführt. Nachstehend ist die ermittelte Eichkurve angeführt. Die Grundleitfähigkeit des Gewässers betrug 93  $\mu$ S/cm.



### Messung 1:

Gerät	WTW LF320
Datum	26.03.2014
Uhrzeit	17:30
$\Delta H$	3.4 m
Maschine Umdrehung	12.6 U/min
Leistung elektrisch	3.2 kW
Salzzugabe	2.034 kg

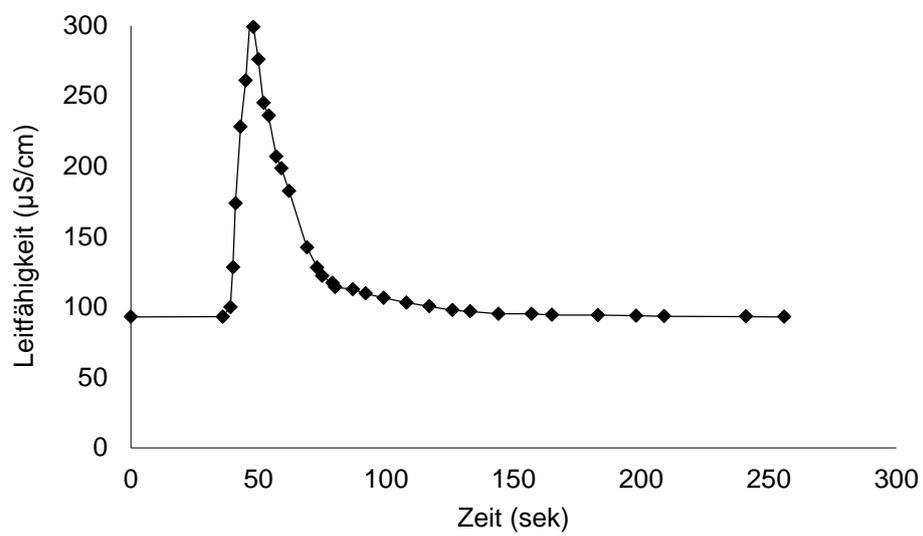
Q = 176 l/s



## Messung 2:

Messung	2
Gerät	WTW LF320
Datum	26.03.2014
Uhrzeit	18:00
$\Delta H$	3.38 m
Maschine Umdrehung	20 U/min
Leistung elektrisch	4.6 kW
Salzzugabe	2.548 kg

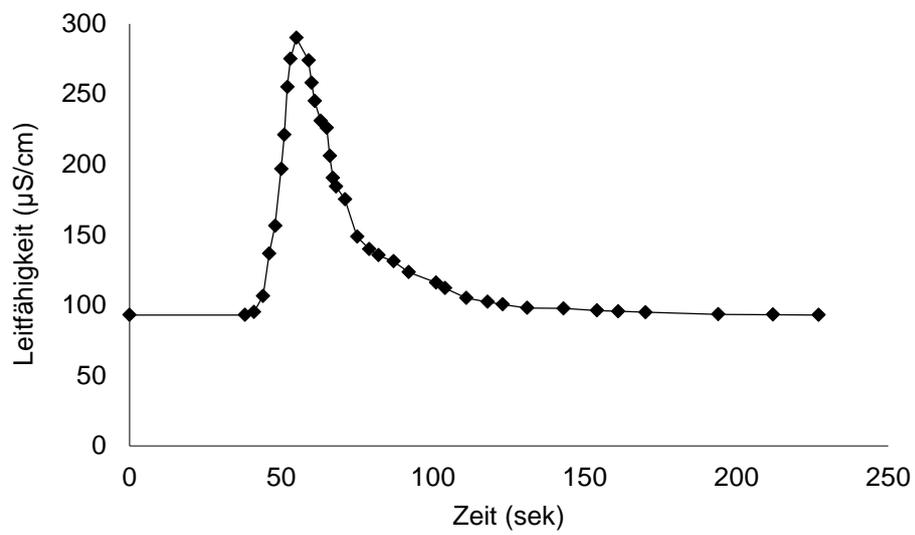
Q = 234 l/s



### Messung 3:

Gerät	WTW LF320
Datum	26.03.2014
Uhrzeit	19:00
$\Delta H$	3.45 m
Maschine Umdrehung	16 U/min
Leistung elektrisch	3.9 kW
Salzzugabe	2.554 kg

$Q = 215 \text{ l/s}$



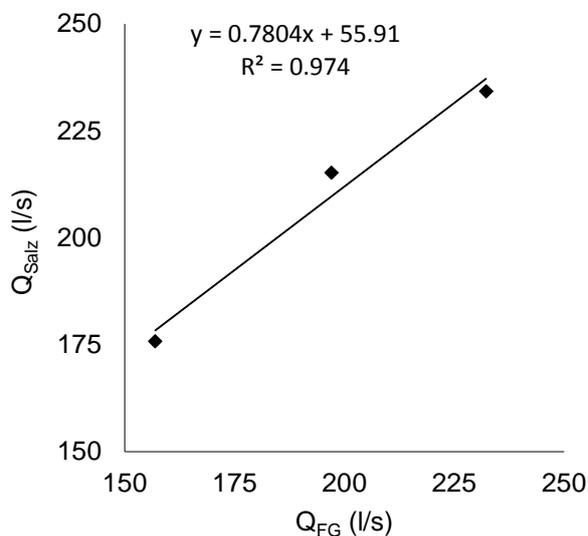
## Profilmessung

Mittels Punktmessungen im Zulaufkanal wurden 3 Messungen am 26.Mrz.2014 parallel zur Salzverdünnungsmethode durchgeführt. Weitere Abflussmessungen wurden von 29.Apr. bis 7.Mai. 2014 durchgeführt.

## Vergleich Salzverdünnungsmethode vs. Profilmessung

Die Abfluss-Ergebnisse mittels Salzverdünnungsmethode ( $Q_{\text{Salz}}$ ) werden, verglichen mit den Ergebnissen der Profilmessung im Zulaufkanal ( $Q_{\text{FG}}$ ) überschätzt. Mögliche Ursache hierfür ist die zusätzliche Dotierung am Auslaufbereich der Schnecke, d.h. über den geschütteten Versuchskolk, welcher als Abgrenzung für die Aufstiegsversuche notwendig war, konnte Wasser über den Wehrkolk durch den Damm einströmen. Daher wurde die Wirkungsgradanalyse ausschließlich mit den Dotationsberechnungen aus den Profilmessungen durchgeführt.

Messung	$Q_{\text{Salz}}$ (l/s)	$Q_{\text{FG}}$ (l/s)	<i>Diff</i> (l/s)
1	176	157	19
2	234	232	2
3	215	197	18



## Wirkungsgradanalyse

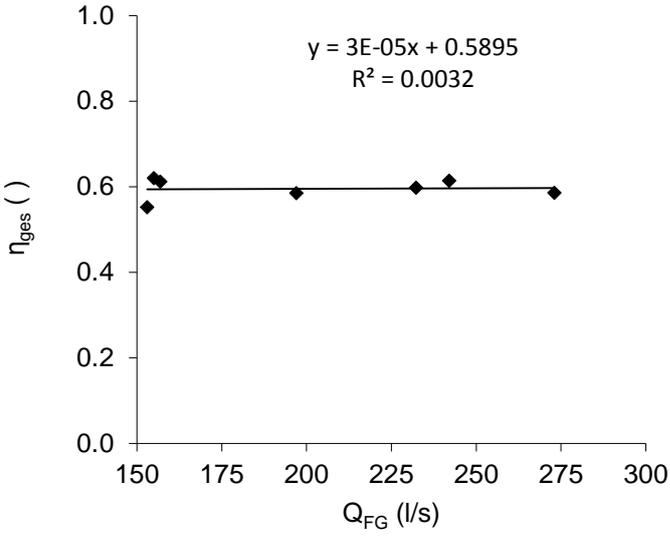
Wirkungsgradanalyse **ohne** Berücksichtigung der flussauf beförderten Wassermenge in der Innenrohrschnecke  
(h entspricht der Wsp. Diff. OW Kanal und UW Versuchskolk)

Messung	Drehzahl (U/min)	Q (m <sup>3</sup> /s)	h (m)	P (kW)	$\eta_{ges}$ ( )
1	12.6	0.157	3.400	3.20	<b>0.61</b>
2	20	0.232	3.380	4.60	<b>0.60</b>
3	16	0.197	3.450	3.90	<b>0.58</b>
4	18	0.242	3.440	5.01	<b>0.61</b>
5	20	0.273	3.430	5.38	<b>0.59</b>
6	12	0.153	3.500	2.90	<b>0.55</b>
7	14	0.155	3.500	3.30	<b>0.62</b>

Wirkungsgradanalyse **mit** Berücksichtigung der flussauf beförderten Wassermenge in der Innenrohrschnecke  
(h entspricht der Förderhöhe OK Innenrohr und Wsp. Versuchskolk,  $\eta_{ges}$  abgeleitet von KW-Leistung siehe Tab. Oben zuzüglich der Förderleistung Innenrohrschnecke)

Messung	Qauf (l/s)	h (m)	P (kW)	$\eta_{ges}$ ( )
1	6.3	4.400	0.27	<b>0.66</b>
2	10	4.380	0.43	<b>0.65</b>
3	8	4.450	0.35	<b>0.64</b>
4	9	4.440	0.39	<b>0.66</b>
5	10	4.430	0.43	<b>0.63</b>
6	6	4.500	0.26	<b>0.60</b>
7	7	4.500	0.31	<b>0.68</b>

Beziehung Durchfluss vs. Wirkungsgrad



Beziehung Durchfluss vs. Drehzahl

