

## Wirkung von Pumpen auf die Qualität der geförderten Flüssigkeit

Pumpen werden überall dort eingesetzt, wo Wasser oder andere Flüssigkeiten bewegt werden, z.B. bei der Verarbeitung von Lebensmitteln, in der Landwirtschaft und in der Pharmatechnik. Besonders wenn es um flüssige Lebensmittel oder pharmazeutische Produkte geht, werden hohe Anforderungen an die Konstruktion der Pumpen und die verwendeten Materialien gestellt, um sicher zu stellen, dass keine unerwünschten Fremdstoffe in die Flüssigkeiten gelangen. Bei der Pumpenauswahl wird auch sehr darauf geachtet, dass sich die stofflichen Eigenschaften der geförderten Flüssigkeiten durch den Pumpprozess nicht verändern.

Zu der wichtigen Frage, ob und wie Pumpen die innere Qualität, d.h. die besonderen Wirkungen der geförderten Flüssigkeiten beeinflussen, liegen jedoch nach unserer Kenntnis kaum Informationen vor. Allerdings wird seit einigen Jahrzehnten von sensiblen Menschen immer wieder vorgebracht, Pumpen beeinträchtigen die feineren Qualitäten z.B. von Trinkwasser. Besonders nachdrücklich stellt sich diese Frage bei Flüssigkeiten, die nach einer besonderen Behandlung gepumpt werden, wie dies z. B. bei der Herstellung von Lebens- bzw. Heilmitteln oder mit biologisch-dynamischen Präparaten geschieht.

Um ein möglichst umfassendes Bild der Pumpenwirkungen zu erhalten, haben Strömungsinstitut und Adventa-Initiative folgende Methoden zur Untersuchung der verschiedenen Qualitätsebenen in diesem Projekt verwendet:

*Reinheit:* Chemische Untersuchung,

*Beweglichkeit des Wassers:* Untersuchung der Strömungsdynamik anhand der Tropfbildmethode,

*Wirkung auf einfache Organismen:* Wachstums- und Vitalitätsuntersuchungen an Süßwasseralgien,

*Wirkung auf den Menschen:* Wirkungssensorische Untersuchung.

Nähere Erläuterungen zu diesen Methoden finden sich weiter unten und im zugehörigen Projektbericht<sup>1</sup>.

Ziel war es, an zwei Pumpen besonders unterschiedlicher Bauart zu prüfen, welche Aussagen sich zur Wirkung von Pumpen mit unseren Untersuchungs-



methoden erzielen lassen. Wenn die Aussagen zufriedenstellend sind, kann ein größeres Projekt mit weiteren wichtigen Pumpenarten geplant werden.

### AUSWAHL DER PUMPEN

Für die Untersuchung wurden zwei extreme Pumpentypen ausgewählt: eine Schlauchpumpe und eine Kreiselpumpe. Für beide fanden sich Hersteller, die dankenswerter Weise bereit waren, dem Institut neuwertige Pumpen für die Untersuchungen zur Verfügung zu stellen.

#### Schlauchpumpe (SP)

Bei der Schlauchpumpe wird ein mit der Flüssigkeit gefüllter Schlauch durch Rollen fortschreitend zusammengedrückt (Abb. 1). Sie zählt zu den Verdrängerpumpen, bei denen die Bewegung der Flüssigkeit durch die Druckwirkung eines sich pulsierend verändernden Strömungskanals zustande kommt. Bei diesem Pumpentyp sind die Geschwindigkeiten relativ niedrig und damit auch die Scherkräfte in der Flüssigkeit.

Von uns eingesetzt war eine selbstansaugende Schlauchpumpe mit zwei Rollen und konstanter Förderleistung, die in der Bio- und Pharmatechnik sowie bei scherpempfindlichen Flüssigkeiten verwendet wird. Konstruktionsbedingt ist hier ein elastischer Schlauch unabdingbar, meist aus weichem Kunststoff. Dabei besteht immer die Gefahr einer Substanzabgabe in die Flüssigkeit.

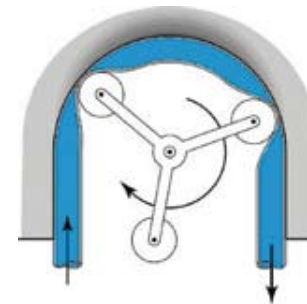


Abb. 1: Schema einer Schlauchpumpe<sup>2</sup>

#### Kreiselpumpe

Dies ist die am häufigsten verwendete Pumpenart, da sie einen hohen Wirkungsgrad und ein robustes Betriebsverhalten hat. Sie gehört zu den Strömungspumpen, bei denen die Bewegung der Flüssigkeit durch ein rotierendes Laufrad bewirkt wird (Abb. 2). Dieses besitzt mehrere Schaufeln, die die Flüssigkeit von innen nach außen leiten.

<sup>1</sup> Liess et al. (2020)

<sup>2</sup> nach Hoffmeier (2016)

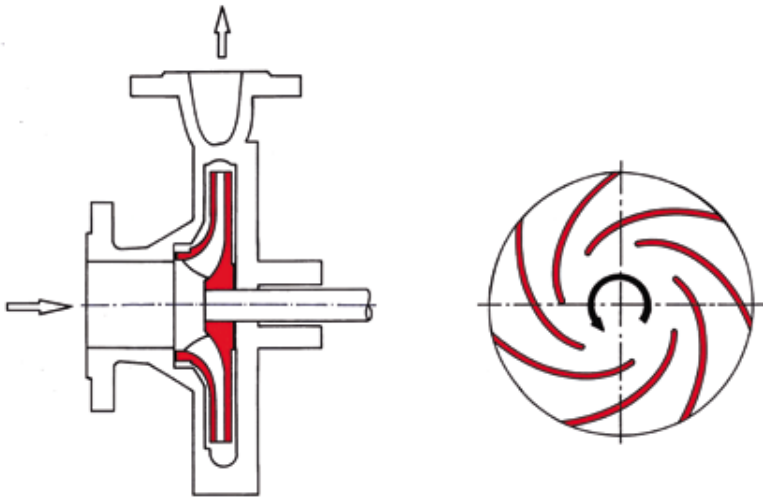


Abb. 2: Schema einer Kreiselpumpe, links Schnitt durch die Pumpe, rechts Schnitt durch das Laufrad

In den engen Schaufelkanälen des Laufrades treten hohe Strömungsgeschwindigkeiten und damit hohe Scherkräfte in der Flüssigkeit auf. Dieser Pumpentyp wird vor allem zur Förderung großer Flüssigkeitsmengen und zur Erzeugung hoher Drücke eingesetzt.

Die eingesetzte Kreiselpumpe wird in den Bereichen Lebensmittel, Getränke, Pharma und Chemie verwendet. Die wasserführenden Teile der Pumpe bestanden aus Edelstahl. Das Laufrad saß direkt auf der Welle des elektrischen Antriebsmotors.

#### Allgemeines zur Probenherstellung

Für die Untersuchungen wurde Quellwasser der institutseigenen Quellen verwendet. Es handelt sich um ein weiches Wasser<sup>4</sup> von sehr guter Qualität. Langjährige Analysenwerte des unbehandelten Referenzwassers (QW) zeigt Tab. 2. Die Betriebsdaten der beiden Pumpen während der Probennahme sind in Tab. 1 wiedergegeben.

<sup>3</sup> nach KSB (2020)

<sup>4</sup> im Sinne des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes

Pumpentyp	Schlauchpumpe	Kreiselpumpe
Volumenstrom	5,5 l/min	75 l/min
Gegendruck	0,20 mWS	13,70 mWS
Rollenfrequenz	4,2 1/sec	-
Drehzahl des Laufrades	-	3500 1/min
Austritts-geschwindigkeit	0,70 m/s	4,00 m/s

Tab. 1: Betriebsdaten der Pumpen bei der Probennahme

Für die Probenherstellung wurden die Pumpen an einen Zulaufbehälter aus Edelstahl angeschlossen, der jeweils vor Inbetriebnahme der Pumpen frisch mit Wasser aus institutseigenen Quellen gefüllt wurde. Die Leitungen und Armaturen bestanden zum größten Teil aus Edelstahl, zum kleineren Teil aus Messing. Rohrleitungen und Armaturen waren bis auf die Anschlüsselemente bei beiden Pumpen gleich.

#### UNSERE UNTERSUCHUNGSMETHODEN

##### Mikrobiologisch / chemische Untersuchung

Mit den in der Trinkwasserverordnung aufgeführten Verfahren kann die Veränderung wichtiger chemisch-physikalischer Parameter wie des Kalk- und Nitratgehalts und des pH-Werts bestimmt werden.

##### Strömungsdynamik: Tropfbildmethode

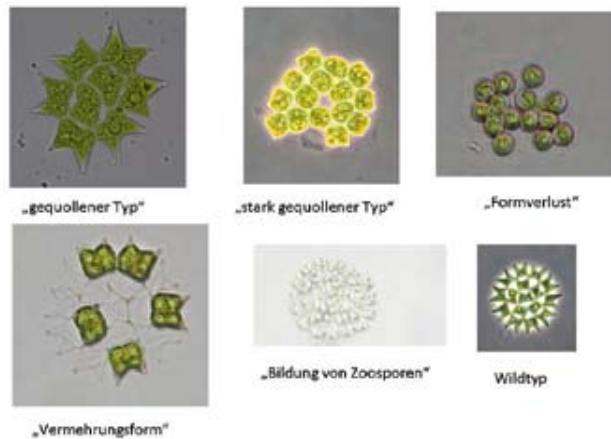
Natürlich reines Grund- und Quellwasser vollzieht vielfältige innere Bewegungen mit vielgestaltigen Formen. Dies kann durch die Tropfbildmethode sichtbar gemacht werden. Anhand der Entwicklung, Ausgestaltung und Anordnung der Strömungsformen einer Wasserprobe kann im Tropfbildversuch abgelesen werden, wieweit dies Wasser einem natürlich reinen, unverdorbenen Grundwasser hinsichtlich des Gestaltungs-Potentials seiner Strömungen vergleichbar ist oder sich durch eine Behandlung verändert hat.<sup>5</sup>

##### Algenuntersuchungen

Algen werden heute in der Toxikologie und zum Teil auch in der Trinkwasserwirtschaft als Indikatoren für die Wasserqualität verwendet.<sup>6</sup> Mithilfe dieser Standardmethode unter Hinzunahme der morphologischen Eigenschaften zei-

<sup>5</sup> siehe Wilkens et al. (2000), Schwenk (2004), Schwenk (2001)

<sup>6</sup> EC Dir 92 / 69 / EEC, EPA (2012), OECD (2011)



**Abb. 3:** Beispiele morphologischer Veränderungen der verwendeten Algenart *Pediastrum duplex*

gen die verwendeten Algen ein Gesamtbild der Wirkung einer Wasserprobe, wodurch auch schwache Beeinflussungen der Wasserqualität aufgezeigt werden können.

### Wirkungssensorische Untersuchung

Die hier verwendete wirkungssensorische Untersuchung beschreibt alle bei einer Untersuchung der Wässer auftretenden Wahrnehmungen durch die testende Person („Proband“). Die im Vergleich vorher – nachher zusätzlich oder abweichend auftretenden Wahrnehmungen werden notiert und durch wiederholte Durchführungen im zunächst verblindeten oder teilverblindeten Versuch verifiziert.<sup>7</sup> Die Wahrnehmungen werden vorurteilslos und objektiv aufgenommen, zunächst rein beschreibend und ohne Wertung.<sup>8</sup>

Unsere bisherigen Erfahrungen mit dieser Methode zeigen, dass sich bei Wasser auch Unterschiede beschreiben lassen, die allein durch physikalische Prozesse im Wasser bewirkt wurden.

<sup>7</sup> **Unverblindet:** Der Proband weiß, welche Proben er untersucht. **Teilverblindet:** Der Proband weiß, welche Proben er untersucht, kennt aber nicht die genaue Zuordnung z.B. von Kontrollen und Proben. **Verblindet:** Der Proband weiß nicht, welche Proben er untersucht

<sup>8</sup> Eine ausführliche Darstellung dieser Methode findet sich in: D. Schmidt (2010), sowie J. Strube (2010)

### ERGEBNISSE

Es werden folgende Abkürzungen für die ausgewählten Geräte bzw. Proben verwendet:

Allgemein:

KP	Kreiselpumpe,
NWG	Nachweisgrenze
SP	Schlauchpumpe,
n = ....	Anzahl der Untersuchungen,
QW	Referenzwasser im Zulaufbehälter, unbehandelt
ZWS	Zwischenwirbel

Algenuntersuchung:

A dest.	Destilliertes Wasser
EVS	Vermehrungsstadien
EZ	Einzelzellen bzw. Zönobien im Zwei- oder Vierzellstadium
LH	Zellhülle, ohne oder mit einzelnen Zellen
NF	Normalform
Nfb	Normalform, jedoch mit reduzierten Pigmentanteilen (farblos)
Q	langjähriger Mittelwert von QW aus früheren Untersuchungen
QKF	Quellformen
zk / Dis	disharmonische Zellen oder Zönobien

### Chemische Untersuchung

Die wesentlichen Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der behandelten Wässer im Vergleich zum unbehandelten Referenzwasser (QW) zeigt Tab. 2. Die Proben wurden einmal untersucht. Die Spalte QW lang zeigt die langjährigen Vergleichswerte des Quellwassers (nächste Seite).

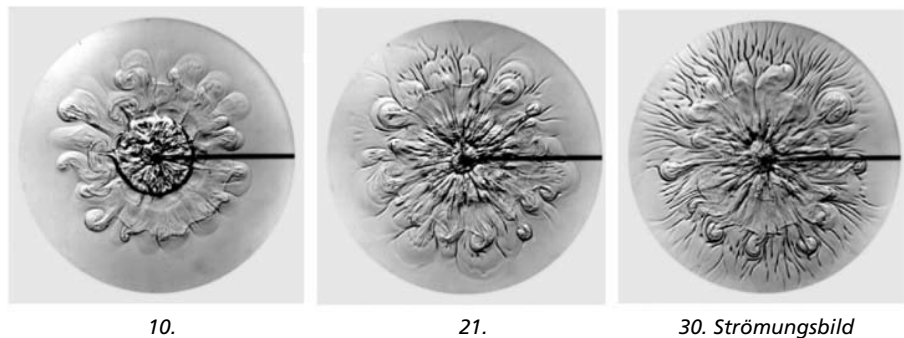
Parameter	QW lang	QW	SP	KP
pH-Wert	6,7	6,7	6,7	6,7
Gesamthärte [°dH]	1	1	1	1
Natrium (Na <sup>+</sup> ) [mg/l]	3	3	3	4
Calcium (Ca <sup>2+</sup> ) [mg/l]	5,5	6	4	5
Magnesium (Mg <sup>2+</sup> ) [mg/l]	1	1	3	1
Kalium (K <sup>+</sup> ) [mg/l]	<NWG	<NWG	<NWG	<NWG
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/l]	<NWG	<NWG	<NWG	<NWG
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) [mg/l]	1,7	2	1	1
Chlorid (Cl <sup>-</sup> ) [mg/l]	1,6	2	2	2
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) [mg/l]	11	11	12	12
o-Phosphat (XPO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ) [mg/l]	<NWG	<NWG	<NWG	<NWG

**Tab. 2:** Analysenwerte ausgewählter Parameter des in der Untersuchung verwendeten Referenzwassers vor (QW) und nach dem Durchgang durch die Pumpen (SP und KP) sowie in der zweiten Spalte die langjährigen Analysenwerte (QW lang); NWG = Nachweisgrenze

Die Konzentration der untersuchten chemischen Substanzen des Referenzwassers (QW) wurde durch die Pumpen nicht verändert. Die geringen Unterschiede in den Messwerten liegen im Rahmen der Fehlertoleranz der Messmethoden.

### Strömungsdynamische Untersuchung

Referenzwasser (QW, im Zulaufbehälter aufbewahrt)

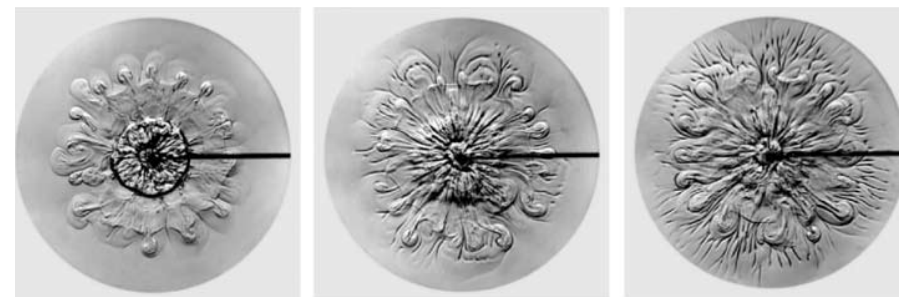


**Abb. 4:** Repräsentative Strömungsbilder der Probe Referenzwasser (QW)

Insbesondere in der zweiten Dekade (ab 11. Strömungsbild) waren die Wirbel kraftvoll geformt. Ihre Vielfalt, Agilität und Konturierung nahm dann ab der Versuchsmitte ab. Ansätze zu rhythmischer Gliederung waren bis zum Versuchsende vorhanden.

Im Mittel entsprach das Ergebnis in seiner Strömungsqualität einer leicht geschwächten Quellwasserprobe.

### Schlauchpumpe (SP)

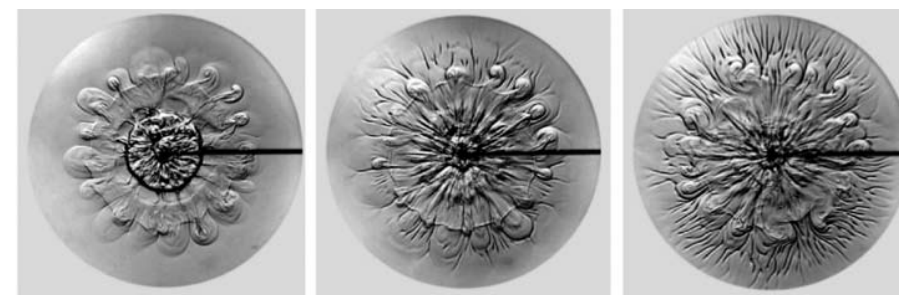


10. 21. 30. Strömungsbild

**Abb. 5:** Repräsentative Strömungsbilder der Probe Schlauchpumpe

Die Formen der Einzelwirbel waren variationsreich. Die Vielfalt der Formen erhielt sich auch in der zweiten Versuchshälfte, jedoch verloren die Formen an Kraft und Schwung. Die rhythmische Gliederung der Wirbelzone setzte bei dieser Probe bereits sehr früh ein und trat bis zum Versuchsende auf.

### Kreiselpumpe (KP)



10. 21. 30. Strömungsbild

**Abb. 6:** Repräsentative Strömungsbilder der Probe Kreiselpumpe

Die Formen waren variationsreich, eher weich geschwungen als kraftvoll, die rhythmische Gliederung trat bereits früh ein, vollständige rhythmische Gliederungen traten jedoch nicht auf. Im späten Verlauf des Versuchs fanden sich dann vorwiegend ringartig verbundene Strömungen.

#### Übersicht der Wirbelsummen und Kerntypen der behandelten Wässer

Abb. 7 zeigt die Summen der Zwischenwirbel (ZWS) und die Kerntypzahlen der untersuchten Proben.

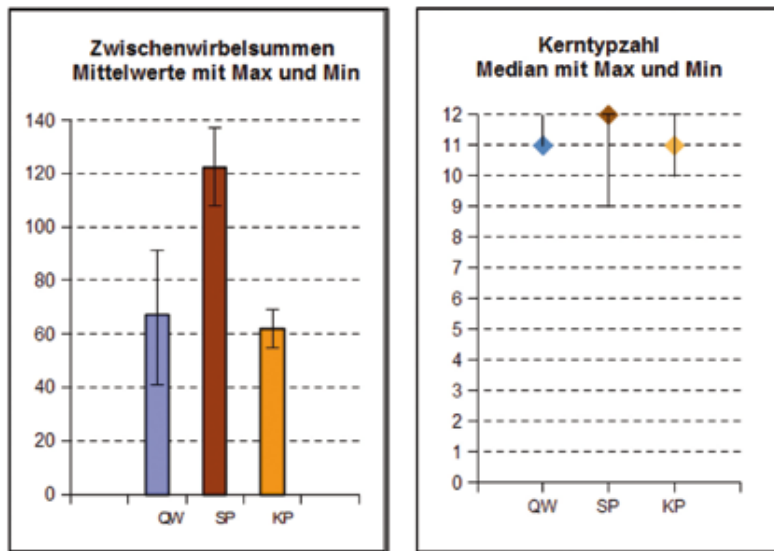


Abb. 7: Zwischenwirbelsummen (Mittelwert mit Maximal-, Minimalwert) und Kerntypzahlen (Median mit Maximal-, Minimalwert) des Referenzwassers (QW) und nach den Behandlungen

Die Zwischenwirbelsumme als Abbild der Gliederung der Strömungsbilder ist ein quantifizierbares Merkmal der Strömungsqualität: sie lag bei der Schlauchpumpe fast doppelt so hoch wie beim Referenzwasser (QW aus dem Zulaufbehälter). Bei der Kreiselpumpe war die Zwischenwirbelsumme im Mittel vergleichbar derjenigen des Referenzwassers (QW), die Streuung war jedoch geringer. Der Kerntyp als Abbild der Konturierung des Kernrandes hatte für fast alle untersuchten Einzelproben der behandelten Wässer den Wert 11 oder 12.

#### Algenuntersuchung

Algen von *Pediastrum duplex* vollziehen komplexe Gestaltbildungs- und Vermehrungsabläufe mit einer gewissen im Lebendigen aufzufindenden Variabilität. Der Versuch ihrer Darstellung kann hier nur verkürzt erfolgen.

Entsprechend der Versuchsmethode wurden Algen von *P. duplex* unter Standardbedingungen vermehrt und bei logarithmischem Wachstum den jeweiligen Probewässern zugesetzt. Die Algen waren hierdurch an die Kontrollbedingungen mit A. dest. als Wasserprobe adaptiert. Zu Versuchsbeginn erfolgte jeweils die Zugabe der an Kontrollbedingungen adaptierten Algen an die zu untersuchende Probe. Dieser Wechsel kann eine Veränderung der morphologischen Verhältnisse bewirken, welche sich oft bei unterschiedlichen Wasserproben innerhalb der Versuchsdauer von drei Tagen wieder in Richtung der Kontrollsituation hin normalisiert.

#### Wachstumsrate

Die Wachstumsraten in den gepumpten Wässern entsprachen denen der im unbehandelten Referenzwasser (QW) gewachsenen Algen.

#### Typisches morphologisches Wachstumsbild

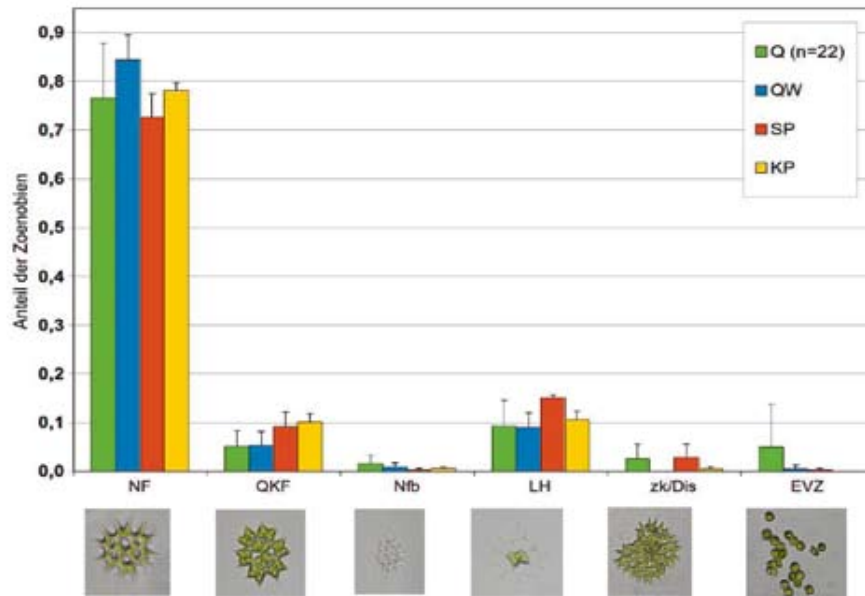
Innerhalb der hier verwendeten Methode der Algenuntersuchung liegen langjährige Erfahrungen zum Wachstumsverhalten und insbesondere den morphologischen Formen von *P. duplex* unter den angeführten Standardbedingungen im Quellwasser (QW) des Institutes vor.

Abb. 8 zeigt die Ergebnisse bei Wachstum in den gepumpten Wässern im Vergleich zum Referenzwasser QW.

Algen, gewachsen unter Standardbedingungen mit Quellwasser, zeigten in früheren Versuchen während des Wachstums, wie auch bei der ersten morphologischen Kontrolle nach etwa 24 Stunden, einen zahlenmäßig überwiegenden, arttypischen Morphotyp der Normalform.

Signifikante Einflüsse im Algenwachstum durch das behandelte Quellwasser waren bei keinem der beiden Pumpentypen festzustellen. Nach 24 h glichen die Wässer beider Pumpenversuche hinsichtlich der Zoenobienformen dem Quellwasser (Abb. 8).

Die beiden Pumpentypen bewirkten keine signifikante Veränderung gegenüber dem unbehandelten Referenzwasser (QW im Zulaufbehälter).

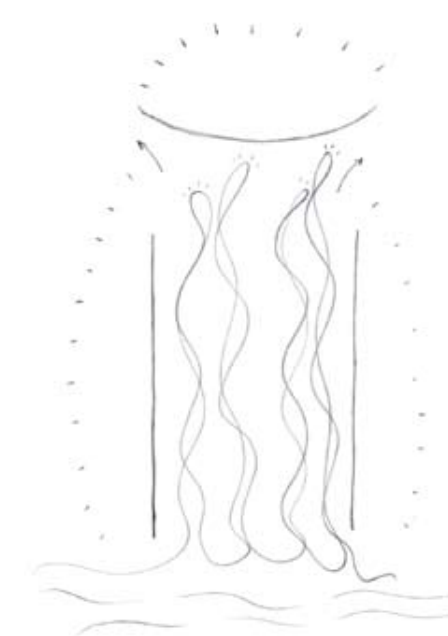


**Abb. 8:** Durchschnittliche Anteile der morphologischen Gruppen von *P. duplex* nach ~24 h in der Langzeitkontrolle (Q (n=22), links), und mit jeweils n=3: Referenzwasser (QW, 2. von links) sowie rechts anschließend Schlauchpumpe (SP) und Kreiselpumpe (KP). Unter der Abbildung ist für jede Gruppe ein Bildbeispiel für das morphologische Aussehen angegeben.

### Wirkungssensorische Untersuchung

In der folgenden Darstellung wird versucht, die wahrgenommenen Elemente und ihre Wirkung auf den Menschen in schriftlicher und zeichnerischer Form wiederzugeben, wobei einige Elemente zeichnerisch nicht erfasst werden konnten und nur in den Tabellen beschrieben sind.

### Referenzwasser (QW)



**Abb. 9:** Referenzwasser (QW)

#### Wahrgenommene Elemente –

von unten nach oben:

- Wässrig-wellende Bewegungen
- Wässrig auf- und abschlingelnde und schwungvoll hochstrebende Bewegungen
- seitlich haltende Elemente
- Schalenförmig sich öffnende Bewegung, empfangend und spiegelnd
- Durchlichteter Umraum

#### Wahrgenommene Wirkung:

- Durchlichtend, durchströmend, sanft belebend, haltend

#### Weiteres:

- Begleitet von einer Stimmung der Milde, Verinnerlichung und Ergebenheit.

Wasserprobe mit kräftigen, wassertypischen Bewegungen, seitlich haltenden Elementen und einer sanft belebenden Wirkungstendenz.

**Schlauchpumpe**

Abb. 10: Schlauchpumpe

**Wahrgenommene Elemente – von unten nach oben:**

- Wässrig-wellende Bewegungen
- Amorphes, gräuliches Feld mit kleinen, dunklen, schwebenden Teilchen
- Getaktete Schrittbewegung
- Eher dunkler, abgeschlossener Umraum
- wenig sonstige wassertypische Elemente

**Wahrgenommene Wirkung:**

- Relativ arm an Wirkungen und neutral, nicht belebend, Takt gebend

**Weiteres:**

- leichter Kunststoff- Geschmack
- Stimmung: neutral bis verträumt

Wasserprobe mit wenigen wassertypischen, wässrig-wellenden Bewegungen, sonst mit prozess- und materialbedingten Wirkungen: getaktete Schrittbewegung, dunkler Umraum und Kunststoff-Geschmack. Ihre Wirkungstendenz stellte sich als relativ neutral, jedoch nicht belebend dar.

**Kreiselpumpe**

Abb. 11: Kreiselpumpe

**Wahrgenommene Elemente – von unten nach oben:**

- Wässrig-wellende Bewegungen
- Schnelle, kreisende Bewegung, eine Scheibenform erzeugend
- Starke, zur Peripherie hin strebende Bewegung, wie bei Fliehkraft
- Kleine, vibrierende, zackige Bewegungen, wie bei elektrischen Feldern
- Dunkler Umraum

**Wahrgenommene Wirkung:**

- Leicht auseinanderziehend, sklerotisierend, nicht fördernd

**Weiteres:**

- Stimmung: etwas aggressiv

Wasserprobe mit wenigen wässrig-wellenden Bewegungen, aber mit sonstigen Prozess-bedingten Elementen, wie Rotations- und Fliehkraft-Wirkungen. Sie enthielt auch Elemente ähnlich denjenigen von elektrischen Feldern. Ihre Wirkungstendenz war von dem Prozess und dem elektrisch ähnlichen Feld geprägt und stellte sich als nicht förderlich dar.

### ZUSÄTZLICHE UNTERSUCHUNG EINES HEILMITTELS MITTELS WIRKUNGSSENSORIK

Eine zusätzliche Untersuchung mit einer Probe von Arnica D5, 1/1000 in Referenzwasser (QW) verdünnt, wurde anhand der Wirkungssensorik durchgeführt, um zu beobachten, wie sich die Pumpenprozesse auf empfindliche Heilmittel auswirken. Die Probe wurde in den Zulaufbehälter gefüllt, aus dem die Pumpen sie dann absaugten.

#### Ergebnisse:

Es zeigte sich, dass die Eigenschaften der Arnica-Probe (u. a. mit hingebungs-voller Geste und einer sehr umhüllenden, pflegenden Wärme) im Zulaufbehälter gut erhalten blieben.

Nach der Schlauchpumpe waren alle Elemente der ursprünglichen Probe Arnica D5 vom Prozess und besonders der Kunststoffwirkung überdeckt.

Nach der Kreiselpumpe waren noch einzelne Elemente – wie die pflegende Wärme – in abgeschwächter Form wahrnehmbar, die sonstigen Elemente der Ausgangsprobe nicht mehr.

### METHODENÜBERGREIFENDE ZUSAMMENFASSUNG UND BEURTEILUNG

#### Referenzwasser (QW)

Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	Natürliches, unbeeinträchtigtes, mineralstoffarmes Wasser aus Urgesteinsquellen
Strömungsqualität:	Mäßig bis gut: + bis ++ mit leichter Beeinträchtigung
Wirkung auf Algen:	entsprechend des Wildtyps
Kräftwirkungen:	Wasserprobe mit kräftigen wassertypischen Bewegungen und seitlich haltenden Elementen. Sanft belebende Wirkungstendenz.

Tab. 3: Zusammenfassung der Ergebnisse: Referenzwasser (QW im Zulaufbehälter)

#### Beurteilung:

Das aus dem Zulaufbehälter entnommene Referenzwasser (QW) entspricht in seinen Wirkungen weitgehend dem ursprünglichen Quellwasser. Eine leichte Qualitätsminderung ist wahrscheinlich auf den Kontakt mit dem Behälter und mit der Umgebungsluft im Labor beim Füllen des Behälters zurückzuführen.

#### Schlauchpumpe

Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	Leichte Abgabe von Schlauchmaterial an das Wasser (Geschmack), die untersuchten Parameter waren unverändert.
Strömungsqualität:	Deutliche Erhöhung der Zwischenwirbelzahl, evtl. durch Partikel-Abgabe aus dem Schlauch, gute bis sehr gute Strömungsdynamik. Verbesserung: von + / ++ auf ++ bis +++
Wirkung auf Algen:	Keine signifikante Änderung
Kräftwirkungen:	Wasserprobe mit wenigen wassertypischen, wässrig-wellenden Bewegungen, sonst mit prozess- und materialbedingten Elementen: getaktete Schrittbewegung, dunkler Umraum. Ihre Wirkungstendenz war relativ neutral, im Urteil nicht als belebend gewertet. Bei Zusatz von Arnica D5 im Referenzwasser (QW): Verlust der ursprünglichen Elemente durch Überdeckung durch die Schlauchpumpen-Wirkung.

Tab. 4: Zusammenfassung der Ergebnisse: Schlauchpumpe

#### Beurteilung:

Die festgestellte Geschmacksveränderung wie auch die mittels Wirkungssensorik wahrgenommenen Veränderungen deuten auf Einflüsse des (nach verschiedenen Prüfverfahren biokompatiblen und geprüften) Schlauchs. Eine geringe, aber vorhandene organische Belastung zeigt sich in Untersuchungen oft in erhöhter Zwischenwirbelzahl, welche auch hier zu beobachten war. Diese Belastung war jedoch nicht so stark, um das Algenwachstum zu beeinträchtigen. Die Wirkungen des Referenzwassers (QW aus dem Zulaufbehälter) ohne und mit Arnica wurden auf der wirkungssensorischen Ebene fast vollständig überdeckt. Dies ist sehr wahrscheinlich ebenfalls auf das sehr prägende Kunststoffmaterial der verwendeten Schläuche zurückzuführen und weniger auf den Prozess der Pumpe selbst.



## Kreiselpumpe

Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	Keine Veränderung
Strömungsqualität:	Geringe Qualitätsminderung
Wirkung auf Algen:	Keine signifikante Änderung
Kräftwirkungen:	Wasserprobe mit wenigen wässrig-wellenden Bewegungen, sonst prozessbedingte Elementen, wie Rotations- und Fliehkraft-Wirkungen, sowie Elemente ähnlich denjenigen eines elektrischen Feldes. Ihre Wirkungstendenz war von dem Prozess und dem elektrisch ähnlichen Feld geprägt – im Urteil nicht als fördernd

Tab. 5: Zusammenfassung der Wirkungen: Kreiselpumpe

### Beurteilung:

Die chemische wie auch die Algen-Untersuchung zeigten keine Veränderungen des Wassers durch die Kreiselpumpe. In der strömungsdynamischen Untersuchung wurde eine leichte Verminderung der Gestaltungs- und Konturierungskraft des Wassers festgestellt. Wirkungssensorisch waren noch im Referenzwasser (QW aus dem Zulaufbehälter) vorhandene wassertypische Eigenschaften wahrnehmbar, vorherrschend zeigten sich jedoch prozesstypische Wirkungen. Bei dem Referenzwasser (QW) mit Arnica D5 waren noch einzelne der ursprüngliche vorhandenen Elemente wahrnehmbar. Die Anordnung des Laufrades auf der Welle des elektrischen Antriebsmotors führte wahrscheinlich zur Aufnahme elektromagnetischer Wirkungen durch das Wasser.

Neben wenigen wassertypischen Wirkungen zeigte das von der Kreiselpumpe geförderte Wasser vor allem prozessbedingte Wirkungen der Rotation, der Fliehkkräfte und des elektrischen Feldes, die als nicht förderlich beurteilt werden.

### Folgerungen für weitere Untersuchungen

- Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Pumpprozesse die Qualität der gepumpten Medien stark verändern können und dass diese Änderungen vor allem von der Tropfbildmethode und besonders deutlich und differenziert von der Wirkungssensorik aufgezeigt werden. Dass die Algenuntersuchung diesmal keine Veränderungen aufzeigte, lag eventuell an der geringen Intensität der Beeinträchtigungen.
- Für Schlauchpumpen stellt sich die Aufgabe, ein Schlauchmaterial zu finden,

das möglichst keine Stoffe an die gepumpte Flüssigkeit abgibt. Die Art und Menge des abgegebenen Schlauchmaterials sollte kontrolliert werden.

- Bei der Kreiselpumpe sollte geprüft werden, ob
  1. eine Verminderung der Drehzahl die gezeigten Qualitätsbeeinträchtigungen verringern kann;
  2. die elektrischen Wirkungen sich durch Verwendung eines mechanischen oder pneumatischen Antriebs vermeiden lassen.
- Grundsätzlich ist auch zu prüfen, wie lange diese Wirkungen anhalten und ob sie wieder verschwinden, wenn das Wasser eine gewisse Strecke fließen kann. Eine solche Löschung eines Behandlungsprozesses wurde z.B. bei UV-bestrahltem Trinkwasser festgestellt.
- Schließlich zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass es wichtig ist, noch weitere Typen aus der großen Anzahl von Pumpen zu untersuchen, um vor allem für Heilmittel und Lebensmittel möglichst schonende Prozesse zu finden.

### Christian Liess

An diesem Projekt wirkten mit: Michael Jacobi, Karl Platzer, Manfred Schleyer, Christine Sutter, Andreas Wilkens, Eva Wohlleben

Für die großzügige Unterstützung danken wir der Dr. Hauschka Stiftung, Bad Boll/ Eckwälden, und der Sonett GmbH, Deggenhausen.

### Literatur

- European Community Directive 92/69/EEC C.3. (o. J. 383 A): Algal Inhibition Test.  
 EPA 712-C-006 (2012): Ecological Effects Test Guidelines OCSPP 850.4500: Algal Toxicity, Washington, USA  
 Hoffmeier, K.T. (2016): Ein neuer Typus pulsationsfreier linearer Schlauchpumpen Diss. TU Ilmenau  
 KSB (2020): www.ksb.com/kreiselpumpenlexikon/ (07.08.2020)  
 Liess, C., C. Sutter, M. Schleyer (2020): Wirkung von Pumpen auf die Qualität der geförderten Flüssigkeit. Projektbericht, Herrischried  
 OECD (2011): Organisation for Economic Cooperation and Development: Algal growth inhibition test. OECD Guidelines for Testing of Chemicals 201, adopted 23. 3. 2006, Annex 5 corrected: 28 July 2011. Paris, France.  
 Schmidt, D. (2010): Lebenskräfte – Bildekräfte: Methodische Grundlagen zur Erforschung des Lebendigen. Einführung in die Bildekräfteforschung 1, Stuttgart.  
 Schwenk, W. (2001) (Hrsg.): Schritte zur positiven Charakterisierung des Wassers als Lebensvermittler. Sensibles Wasser 6, Herrischried.  
 Schwenk, W. (2004): Gestaltungsprozesse im Wasser als Qualitätsaspekt. Wasserforschung mit der Tropfbildmethode. In: B. Voigt (Hrsg.): Wasser. Schatz der Zukunft. S. 65-69, München.  
 Strube, J. (2010): Die Beobachtung des Denkens – Rudolf Steiners „Philosophie der Freiheit“ als Weg zur Bildekräfte-Erkenntnis. Dornach, Schweiz.  
 Wilkens, A., M. Jacobi und W. Schwenk (2000): Die Versuchstechnik der Tropfbildmethode – Dokumentation und Anleitung. Sensibles Wasser 5, Herrischried.