

Untersuchung der Wirkung von Pumpen auf die Qualität der geförderten Flüssigkeit

Einleitung und Anlass

Pumpen werden überall dort eingesetzt, wo Wasser oder andere Flüssigkeiten bewegt werden, z.B. bei der Gewinnung von Trinkwasser, bei der Verarbeitung von Lebensmitteln, in der Landwirtschaft und Heilmittelherstellung. 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. Zu der wichtigen Frage, ob und wie der Pumpprozess selbst nicht nur Veränderungen der Qualität der Inhaltsstoffe (Abbau von relevanten Substanzen, Zufuhr von Fremdstoffen), sondern die innere Qualität, d.h. die besonderen Wirkungen der geförderten Flüssigkeiten beeinflusst, liegen jedoch nach unserer Kenntnis kaum Informationen vor, obwohl schon seit einigen Jahrzehnten von sensiblen Menschen immer wieder vorgebracht wird, Pumpen würden die feineren Qualitäten von z. B. Trinkwasser beeinträchtigen. Besonders nachdrücklich stellt sich diese Frage bei Flüssigkeiten, die erst einer besonderen Behandlung unterzogen und anschließend gepumpt werden, wie dies z.B. bei der Herstellung von Lebens- bzw. Heilmitteln oder mit biologisch-dynamischen Präparaten beim Ausbringen aufs Feld geschieht. Da es möglich ist, dass die Wirkung eines solchen Präparats oder Heilmittels durch den Pumpprozess verändert wird, bestand hier dringender Klärungsbedarf. Dies führte zur Formulierung und schließlich Durchführung des hier dargestellten Projekts. In einem Vorprojekt konnten wir zeigen, dass es grundsätzlich möglich ist, auch diese feinen Wirkungen darzustellen. Hierbei wurden eine Kreisel- bzw. Schlauchpumpe mit deutlich unterschiedlichen Ergebnissen je nach Pumpentyp geprüft.¹

Auswahl der Pumpen für dieses Projekt

Grundsätzlich liegt natürlich ein fast unüberschaubares Angebot an den verschiedensten Pumpen und Pumparten vor. Zunächst wurden die grundsätzlichen Pumpentypen gesichtet. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht (siehe Tab. 1). Aus verschiedensten Gründen lag es nahe, diese Typen auf zwei getrennte Untersuchungen zu verteilen und zunächst mit Pumpen aus 1, 2, 3 und 4 zu beginnen (=Pumpenprojekt 2). Die weiteren Typen 5 – 9 sollen in einem Folgeprojekt untersucht werden (Pumpenprojekt 3). Die Kanalradpumpe wurde trotz längerer

¹ „Pumpenprojekt 1“: Liess et al. 2019

Pumpentyp	a: Anwendung				i: interessant für		
	Landwirtschaft				Lebens- mittel	Trink- wasser	Pharma- technik
	allgemein	Milch	Flowforms	Präparate			
1. Kreiselpumpe = Radialpumpe	a	a	a	i	a	a	a
2. Kanalradpumpe	a		i		a		
3. Seitenkanalpumpe	a			i		a	
4. Reibungspumpe	i		i	i		i	i
5. Membranpumpe				a	a		a
6. Sinuspumpe		a	i	i	a		a
7. Schlauchpumpe		a			a		a
8. Kolbenpumpe	a			i		a	
9. Archimed. Schraube, Schneckenp.	a		a				

Tab. 1: Pumpenauswahl

Wartezeit schließlich nicht rechtzeitig geliefert und soll nun ebenfalls im Pumpenprojekt 3 integriert werden.

Die sogenannte Reibungspumpe ist eine Neuentwicklung und verspricht eine schonende Pumpstätigkeit. Sie wurde deshalb in zwei Varianten untersucht, einerseits mit Pumpenantrieb (Motor) auf einer Achse zusammen mit dem Laufrad, andererseits angetrieben mit Motor und Laufrad auf getrennten Achsen. Frühere Untersuchungen von Turbinen hatten gezeigt, dass ein erzeugter Wirbeltrichter mit gleicher Drehachse elektromagnetische Wirkungen in das Wasser hineinsaugen kann. Untersucht wurde so, ob es möglich ist, elektrischen Antrieb mit möglichen Wirkungen und Wirbelbildung zu trennen.

Bei den drei Pumpen handelte es sich um neue, die gekauft oder für die Untersuchung hergestellt wurden.

Bezüglich einer schonenden Behandlung des Wassers sind die drei ausgesuchten Pumpen sehr unterschiedlich:

- Die schonendste Führung des Wassers wird in der eigens dafür entwickelten Reibungspumpe erreicht (=Pumpentyp 4). Die dominierenden Kräfte sind hier die Scherkräfte in den Grenzschichten der Führungsflächen und die Fliehkräfte im Austrittsbereich. Hohe Druckkräfte werden vermieden.
- Weniger schonend erscheint die Strömung in der Radialpumpe (=Pumpentyp 1), in der das Wasser durch Schaufeln geführt wird, die der Strömung angepasst sind. Der gute Wirkungsgrad dieser Pumpen zeigt, dass nur wenige Verwirbelungen auftreten. Innerhalb der Strömung entstehen große Druckkräfte an den Schaufeln und hohe Scherkräfte zwischen Schaufeln und Strömung.
- Am wenigsten schonend scheint die Seitenkanalpumpe mit der Flüssigkeit umzugehen (=Pumpentyp 3), die hier durch strömungsungünstig geformte Schaufeln und Kanäle geführt wird. Daraus entstehen hohe Druckkräfte und Verwirbelungen. Die Wirkungsgrade sind deshalb deutlich geringer als bei Radialpumpen.

Radialpumpe (Ra)

Die Radialpumpe ist die am häufigsten verwendete Pumpenart, da sie einen hohen Wirkungsgrad und ein robustes Betriebsverhalten hat. Sie gehört zu den Kreiselpumpen, bei denen die Energieerhöhung der Flüssigkeit durch ein rotierendes Laufrad bewirkt wird, das mehrere Schaufeln enthält. Die Strömungsführung erfolgt durch strömungsgünstige Schaufelkanäle. Innerhalb des Laufrades treten hohe Strömungsgeschwindigkeiten und damit hohe Scherkräfte in der Flüssigkeit auf. Dieser Pumpentyp wird vor allem zur Förderung von größeren Flüssigkeitsmengen und für die Erzeugung hoher Drücke eingesetzt.

Die untersuchte Pumpe war eine Kreiselpumpe, die in den Bereichen Lebensmittel und Getränke eingesetzt wird. Abgesehen von der Größe unterscheidet sich diese Pumpe noch in dreifacher Weise von der im Vorprojekt1 untersuchten Radialpumpe (Abb. 1: Laufrad und Gehäuse der Radialpumpe).

- Laufrad und Motor sitzen nicht auf einer gemeinsamen Welle, die Übertragung des Drehmomentes geschieht magnetisch.
- Das Laufrad der Pumpe ist nicht geschlossen, sondern halboffen, d.h. ohne Deckscheibe.
- Das Pumpengehäuse besteht auch aus Edelstahl, das Laufrad dagegen aus schwarzem Kunststoff.

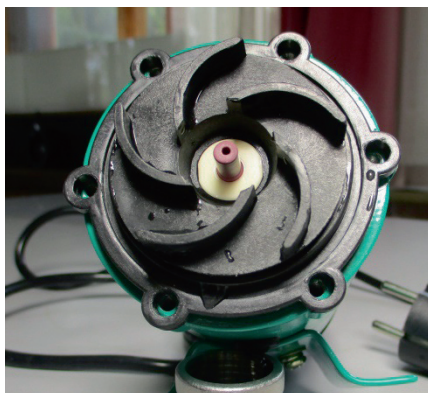


Abb. 1: Laufrad und Gehäuse der untersuchten Radialpumpe

Bei einer Magnetpumpe sitzen Laufrad und Elektromotor nicht auf einer gemeinsamen Welle, sondern der Antriebsmotor und die eigentliche Pumpe sind mechanisch getrennt. Der Antrieb der Pumpe erfolgt über berührungslose Magnetkraftübertragung. Dadurch entfällt die bei herkömmlichen Pumpen benötigte Wellenabdichtung, die häufig zu Leckage-Problemen führt. Dieser Vorteil wird

allerdings durch die Wirkung des permanent-magnetischen Kupplungsfeldes auf die geförderte Flüssigkeit erkauft.

Bei der Probenherstellung betrug der Volumenstrom Q der Radialpumpe etwa $Q = 0,20 \text{ l/sec}$, bzw. $12,0 \text{ l/min}$, die Förderhöhe H etwa $H = 1,5 \text{ mWS}$.

Seitenkanalpumpe (Sk)

Eine Seitenkanalpumpe besitzt ein sternförmiges Laufrad mit vielen radialen Schaufeln (siehe Abb. 2). Der Laufraddeckel hat im äußeren Bereich einen über 270° durchgehenden Seitenkanal. Innerhalb dessen sind zwei Öffnungen zu sehen, durch die das Wasser ein- und austreten kann. Die Energieübertragung auf die Flüssigkeit geschieht beim einmaligen Durchlaufen des Seitenkanals, bei dem die Flüssigkeit mehrmals vom Laufrad in den Seitenkanal und wieder zurück wechselt.

Die Energieübertragung ist so groß, dass mit einer solchen Pumpe auch Luft gefördert werden kann. Dadurch ist diese Art von Pumpen sehr kompakt und selbstansaugend. Sie wird deshalb sehr häufig für die Förderung von Trinkwasser oder Getränken eingesetzt (Abb. 2: Laufrad und Gehäuse der untersuchten Seitenkanalpumpe).

Bei dieser Pumpe sitzt das Laufrad direkt auf der Welle des Elektromotors. Sowohl Gehäuse wie Laufrad sind aus Edelstahl. Lediglich die Rückenwand besteht aus rotem Plastik.

Die beiden Schlauchanschlüsse der Pumpe dienen – je nach Drehrichtung des Motors – entweder als Einlass oder als Auslass.

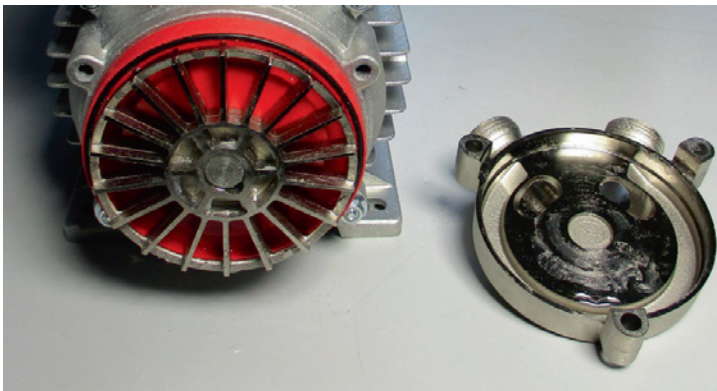


Abb. 2: Laufrad und Gehäuse der untersuchten Seitenkanalpumpe

Der Volumenstrom der Seitenkanalpumpe betrug bei der Probenherstellung etwa $Q = 0,21 \text{ l/sec}$, bzw. $12,6 \text{ l/min}$, die Förderhöhe etwa $H = 12,5 \text{ mWS}$.

Reibungskreiselpumpe (Re)

Diese Pumpe (siehe Abb. 3) kombiniert die Wirkprinzipien der Reibungspumpe (im Sinne einer Tesla-Pumpe) und der Kreiselpumpe durch einen spiraligen Aufbau. Der Rotor besitzt zwei miteinander verbundene „Schaufeln“, die im zentralen Eintritt beginnen (siehe Abb. 5) und spiralförmig aufsteigend glatte rotierende Flächen in kleinem Abstand voneinander bilden (siehe Abb. 4). Die Flüssigkeit strömt zentral in den Rotor ein und fließt in dem Raum zwischen den Rotorflächen zum Austritt. Durch die Grenzschichten, die sich dabei an den Rotorflächen ausbilden, wird die Flüssigkeit zunehmend in Rotation versetzt. Die nun einsetzenden Fliehkräfte veranlassen die Flüssigkeit, sich spiralförmig nach außen und zum Auslass im Pumpengehäuse zu bewegen. So wird eine sanfte Führung des Wassers realisiert, die seinem natürlichen Fließverhalten angenähert ist.

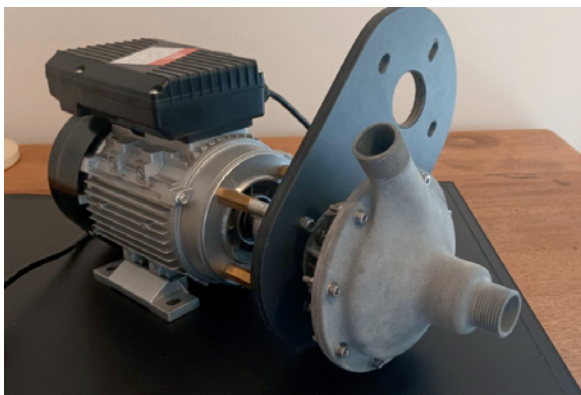


Abb. 3: Reibungspumpe

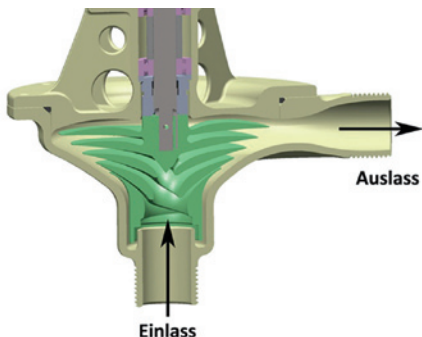


Abb. 4: Schnittbild der Reibungspumpe



Abb. 5: Ansicht des Rotors in axialer Richtung

Bei der Untersuchung wurde die Pumpe auf zwei unterschiedliche Arten betrieben. Zum einen wurde sie direkt angetrieben. Dabei saß die Pumpe achsmittig auf der Antriebswelle des elektromagnetisch arbeitenden Antriebsmotors, sodass sich die zu transportierende Flüssigkeit im Nahbereich und in der Achsrichtung des antreibenden Elektromotors befand. Im zweiten Anwendungsfall wurde der Rotor über einen Riemen angetrieben, so dass die transportierte Flüssigkeit im Fernbereich und nicht in der Achsrichtung des Antriebsmotors war. Der Achsabstand betrug hierbei 144 mm.

Der Volumenstrom der Reibungspumpe betrug bei der Probenherstellung etwa $Q = 0,22 \text{ l/sec}$, bzw. $13,2 \text{ l/min}$, die Förderhöhe etwa $H = 6,0 \text{ mWS}$.

Verwendete Wasserproben und Herstellung der Proben

Eine Übersicht über die untersuchten Proben und ihre Abkürzungen gibt Tab. 2.

WK	Referenzprobe 1	Quellwasser destilliert
Q	Quellwasser Institutsquelle	nach Durchlauf durch den Tank und 24 Stunden in Laborglasflasche
Ra	Radialpumpe	Quellwasser, gepumpt
RaM	Radialpumpe, Material	Quellwasser Durchlauf, ohne Antrieb
ReD	Reibungspumpe	Quellwasser, gepumpt per Direktantrieb
ReM	Reibungspumpe, Material	Quellwasser Durchlauf, ohne Antrieb
ReR	Reibungspumpe	Quellwasser, gepumpt per Riemenantrieb
Sk	Seitenkanalpumpe	Quellwasser, gepumpt
SkM	Seitenkanalpumpe, Material	Quellwasser Durchlauf, ohne Antrieb

Tab. 2: verwendete Referenzwässer und hergestellte Probenentnahme

Ebenfalls beobachtet wurde als Beispiel einer sensiblen Flüssigkeit frisch hergestelltes Hornkieselpräparat. Diese Probe und die gepumpten, behandelten Hornkiesel Flüssigkeiten wurden zunächst nur mittels Wirkungssensorik untersucht, um zu schauen, ob grundsätzliche Unterschiede zu finden sind. Die Ergebnisse dieses Schrittes sollen im nächsten WASSERZEICHEN dargestellt werden. Bei entsprechender Finanzierung soll diese Untersuchung zudem um unsere weiteren Untersuchungsmethoden ergänzt werden.

Vor der Probenherstellung erfolgte eine Vorbehandlung durch längeres Wässern der Pumpen, mindestens über Nacht, mit natürlichem Quellwasser der instituts-eigenen Quelle.

Für die Probenherstellung wurden die Pumpen an einen Zulaufbehälter aus Edel-

stahl angeschlossen, der jeweils vor Inbetriebnahme der Pumpen frisch mit Quellwasser gefüllt wurde. Der Gegendruck wurde durch ein verstellbares Ventil in der Druckleitung erzeugt. Vor diesem Ventil war ein Abzweig für die Probenentnahme eingesetzt. Die Leitungen und Armaturen bestanden bis zur Probenentnahme ausschließlich aus Edelstahl. Die Abdichtung der Verschraubungen erfolgte nur äußerlich mit Teflonband, so dass das Probenwasser nur mit Edelstahlteilen in Berührung kam.

Die Rohrleitungen und Armaturen waren bis auf die Anschlusselemente bei allen drei Pumpen gleich.

Die Untersuchung der hergestellten Proben begann für die Algen am Nachmittag der Herstellung, für das Tropfbild zwei Tage später sowie für die Wirkungssensorik beginnend und fortlaufend zwei Tage nach Herstellung.

Untersuchungsmethoden

Um ein möglichst umfassendes Bild der Wirkungen zu erhalten, wurden folgende Methoden zur Untersuchung der verschiedenen Qualitätsebenen in dieser Studie verwendet:

- **ausgesuchte Inhaltsstoffe / mikrobielle Aktivität:** Chemische und mikrobielle Untersuchung,
- **Beweglichkeit des Wassers:** Untersuchung der Strömungsdynamik anhand der Tropfbildmethode,
- **Wirkung auf Organismen:** Wachstums- und Vitalitätsuntersuchungen an Süßwasseralgen,
- **Wirkung auf den Menschen:** Wirkungssensorische Untersuchung.

Nähere Erläuterungen zu diesen Methoden entnehmen Sie im Zweifelsfalle unserer Website.²

Prüffragen hierbei waren:

Bewirkt der Pumpprozess nachweisbare Veränderungen der chemischen Parameter, der Strömungsdynamik des Wassers, der Wachstumseigenschaften von Süßwasseralgen oder der wirkungssensorischen Wahrnehmung durch den Menschen.

In Tabelle 2 findet sich die Zuordnung der einzelnen Untersuchungsmethoden zu den jeweiligen Probenahmen.

² stroemungsinstitut.de/stroemungsinstitut/untersuchung-von-wasserproben

Ergebnisse

Es werden hier methodenübergreifend die Ergebnisse für jede Pumpe dargestellt. Weitere Erläuterungen und die ausführliche Darstellung findet sich im Projektbericht der Untersuchung.³

Kontroll- und Referenzproben:

WK: *Quellwasser der institutseigenen Stutzquelle, destilliert*

WK	
Chemische Merkmale:	Reines, destilliertes und damit mineralstoffreduziertes Wasser (hier nicht untersucht, aber ältere Ergebnisse)
Strömungsqualität:	fein, bewegte und vielfältig gestaltete Strömungsformen, ab etwa der Mitte nachlassend; Kernrand mäßig bis gut konturiert; „gute“ Strömungsdynamik: ++
Wirkung auf Algen:	Wachstum und Morphologie entsprechend des unbeeinträchtigten Wildtyps, nach 72 h einige weitere Formen: Reaktionstyp I.1
Kräftwirkungen:	diese Probe wurde nicht mittels Wirkungssensorik untersucht

Tab. 3: Zusammenfassung der Ergebnisse: Referenzwasser WK

Q: *Quellwasser der Institutsquelle nach Durchlauf durch den Tank*

Q - Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	Natürliches, unbeeinträchtigtes, mineralstoffarmes Wasser aus Urgesteinsquellen, leicht sauer reagierend
Strömungsqualität:	frei bewegte, detailreiche Wirbelformen, ab etwa der Mitte nachlassend; Kernrand mäßig bis gut konturiert; „noch gute“ Strömungsdynamik: + - ++
Wirkung auf Algen:	Wachstum und Morphologie entsprechend des unbeeinträchtigten Wildtyps mit Erhöhung von Vermehrungsstadien: Reaktionstyp I.1
Kräftwirkungen:	Wasser mit vielen wassertypischen, bewegten und vielfältigen Elementen, wie sie in naturbelassenen, hochwertigen Wässern vorkommen, lichtvoll; sehr aufnahmefähiges und erfrischend-belebendes Wasser, lange anhaltende Wirkung.

Tab. 4: Zusammenfassung der Ergebnisse: Referenzwasser Q

³ Hoffmann, Th., Schleyer, M. 2025: Untersuchung der Wirkung von Pumpen auf die Qualität der geförderten Flüssigkeit bzw. biologisch-dynamischer Präparate, Herrischried

Beurteilung:

Das Quellwasser wie auch das destillierte Quellwasser als Referenzwässer zeigten im Strömungsbild abwechslungsreiche, differenzierte, vielfältige und anhaltend sich bildende Strömungsformen, die einer guten Strömungsqualität entsprechen, allerdings im Versuchsverlauf nachlassend. Bei einigen Störungen zeigte sich dies auch weitgehend bei den Algenergebnissen. Im Kräftebereich zeigten sich bei der Quellwasserprobe vielfältige, wassertypische Elemente entsprechend einem hochwertigen, naturbelassenen Wasser.

Radialpumpe**RaM:** *Radialpumpe, Quellwasser, Durchlauf ohne Antrieb*

RaM - Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	diese Probe wurde nicht chemisch - mikrobiologisch untersucht
Strömungsqualität:	vielfältig ausgeformte, schwungvoll bewegte Einzelwirbel in abwechslungsreich gestalteten Gesamtbildern, insbesondere im frühen Versuchsverlauf, später zunehmend chaotische Strömungen; mäßig scharfer Kernrand; Strömungsdynamik: +
Wirkung auf Algen:	nach 24 h entsprechend des unbeeinträchtigten Wildtyps, nach 72 h kaum normalgeformte Kolonien, dafür Quell- und Vermehrungsformen: Reaktionstyp I.1, dann II.3
Kräftewirkungen:	Verminderung wassertypischer, dafür wasserfremde Elemente, dunkel erscheinende Elemente, Abschirmung, im Zentrum zusammenziehende Bewegung, die typischen wässrigen Bewegungen verkleinernd, Verlust an Vitalität, im oberen Bereich Einflüsse elektrischer Schwingungen in der Peripherie bleibend, negativ beurteilte Elemente

Tab. 5: Zusammenfassung der Ergebnisse: Radialpumpe, Durchlauf ohne Antrieb (RaM)

Ra: *Radialpumpe, Quellwasser, gepumpt*

Ra - Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	vergleichbar Probe Q
Strömungsqualität:	fein gegliederte und zart bewegte Formen im frühen Versuchsverlauf, zunächst kraftvoller und vielfältiger, dann deutlich nachlassend; Kernrandschärfe mit starken Schwankungen von mäßig bis gut; Strömungsdynamik: $\pm$
Wirkung auf Algen:	nach 24 h entsprechend des unbeeinträchtigten Wildtyps bei vermehrten Vermehrungsstadien, nach 72 h kaum normalgeformte Kolonien, dafür Vermehrungsformen: Reaktionstyp I.3, dann II.3
Kräftewirkungen:	wassertypische Elemente fast alle verschwunden, viele Elemente an verschiedensten Stellen, Elektrizitäts-ähnliche Elemente, verbliebene Elemente entweder dunkel oder wie ihrer Qualität beraubt, Wasserprobe wird deshalb als beeinträchtigt beurteilt.

Tab. 6: Zusammenfassung der Ergebnisse: *Radialpumpe, pumpend (Ra)***Beurteilung:**

Sowohl die Materialprobe (Pumpe ohne Pumpaktivität) als auch die gepumpte Wasserprobe bewirkten im Vergleich zur Referenz in der Strömungsdynamik nach Kontrollnahe Beginn ein deutliches Nachlassen der aktiven, geordneten Bewegungselemente. Die Pumpaktivität scheint die Aktivitätsminderung zumindest zu verringern. Die Algen zeigten jeweils deutliche Beeinträchtigungen in ihren natürlichen Aktivitäten, wirkungssensorisch waren die wassertypischen Elemente verringert bis verschwunden, dafür traten wasserfremde Wirkungen in den Vordergrund.

Die Gesamtwirkung in Vergleich zur Kontrolle wird als deutlich qualitätsbeeinträchtigend beurteilt.

Seitenkanalpumpe

SkM: *Seitenkanalpumpe, Quellwasser, Durchlauf ohne Antrieb*

SkM - Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	diese Probe wurde nicht chemisch - mikrobiologisch untersucht
Strömungsqualität:	in frühesten Strömungsbildern sehr gerade herausströmende Einzelwirbel mit Ansätzen rhythmischer Gliederung, sehr schnell ihre Differenzierungen und ihren Schwung verlierend, dann monoton; Kernrand unscharf; Strömungsdynamik: — —
Wirkung auf Algen:	nach 24 h Größenzunahme der normalgeformten Kolonien bei vermehrten Vermehrungsstadien in einer Probe, nach 72 h normalgeformte und weitere Kolonien: Reaktionstyp I.2, dann II.1
Kräftewirkungen:	Aktivitätsraum im Vergleich zur Referenz verkleinert, durch dunkel erscheinende abtropfende Bewegungen beeinflusst, Mitte erschien hell und lebendig, horizontale Gesten verengt und reduziert, trotz Abschirmung Lichtquelle mit lebendigem Zentrum verbunden

Tab. 7: Zusammenfassung der Ergebnisse: Seitenkanalpumpe, Durchlauf ohne Antrieb (SkM)

Sk: *Seitenkanalpumpe, Quellwasser, gepumpt*

Sk - Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	vergleichbar Probe Q
Strömungsqualität:	zum Versuchsbeginn fein bewegte Strömungsformen, rasch verloren gehend mit dann monoton gestalteten, radialen Strukturen; Kernrandschärfe mit starken Schwankungen von mäßig bis gut; Strömungsdynamik: — - ±
Wirkung auf Algen:	nach 24 h starke Größenzunahme normalgeformter Kolonien, nach 72 h technische Störung und keine Auswertung möglich, Reaktionstyp I.2
Kräftewirkungen:	im Vergleich zur Quellwasserprobe weniger tätige Elemente, nur vertikale Wasserbewegungen mit ursprünglicher Qualität, durch Druckelemente einige dieser Bewegungen kleiner, dichter Regen aus dunkel erscheinenden Tropfen, den gesamten Raum ausfüllend, zentrale Qualität mit vertikalen Wasserbewegungen, fremde Einflüsse mit scharfen, vibrierenden Kräften wie bei Elektrizität, Wirkung sehr reinigend und stärkend im Bereich des Metabolismus, jedoch auch nervös anregend, vibrierend

Tab. 8: Zusammenfassung der Ergebnisse: Seitenkanalpumpe, pumpend (Sk)

Beurteilung:

Sowohl die Materialprobe als auch die gepumpte Wasserprobe bewirkten im Vergleich zur Referenz in der Strömungsdynamik nach kontrollnahe Beginn ein rasches Nachlassen der aktiven, geordneten Bewegungselemente. Die Pumpaktivität scheint die Aktivitätsminderung nur wenig zu verringern. Die Algen zeigten schon zu Beginn eine Größenzunahme, nach bisherigen Untersuchungsergebnissen ein möglicher Hinweis auf Stress. Wirkungssensorisch waren die wasertypischen Elemente verringert oder traten verkleinert auf. Neben diesem Verlust traten weitere wasserfremde Wirkungen auf wie auch reinigende, stärkende Kräftigungen.

Die Gesamtwirkung in Vergleich zur Kontrolle wird als qualitätsbeeinträchtigend beurteilt.

Reibungspumpe**ReM:** *Reibungspumpe, Quellwasser, Durchlauf ohne Antrieb*

ReM - Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	diese Probe wurde nicht chemisch - mikrobiologisch untersucht
Strömungsqualität:	im frühen Versuchsverlauf intensiv durchströmte und kraftvolle Wirbelformen, ab Versuchsmitte abrupter Wechsel zu schmalen, geraden, undifferenzierten, gleichartigen radialen Strukturen; Kernrand mäßig scharf; Strömungsdynamik: $\pm - +$
Wirkung auf Algen:	leichte Größenzunahme mit Verschiebung hin zu 16-zelligen Kolonien, jedoch 2:1 Reaktion (näheres siehe Ergebnisse S. 52). Nach 72 h deutliche Annäherung an Algen der Referenz, Reaktionstyp I.2 und I.3
Kräftwirkungen:	alle Elemente der Referenzprobe vorhanden mit sehr leichter Abschwächung; Bewegungen, Entfaltung und intrinsische Qualität harmonisch von „reiner Qualität“; Aktivitätsraum etwas kleiner als Referenzprobe; sehr wenig störende Elemente

Tab. 9: Zusammenfassung der Ergebnisse: Reibungspumpe, Durchlauf ohne Antrieb (ReM)

ReD: *Reibungspumpe mit Direktantrieb, Quellwasser, gepumpt*

ReD - Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	vergleichbar Probe Q
Strömungsqualität:	vielfältig bewegte und gegliederte Strömungsbilder im frühen Versuchsverlauf, ab 10. Strömungsbild chaotischer, dann undifferenziert; Kernrand durchgehend gut abgegrenzt; Strömungsdynamik: $\pm - +$
Wirkung auf Algen:	diese Probe wurde nicht mit den Algen untersucht
Kräftewirkungen:	alle Elemente der Referenz auch hier vorhanden, intrinsische Qualität erhalten; Bewegungsprozess prägend, nach zwei Wochen nachlassend; Abschirmung oben schwächer, Elemente wie Elektrizität, aber nicht aggressiv und schwach; aktive Lichtquelle mit Aktivitäten im Zentrum und Abschirmung, feine, lichte, vielfältige, strukturierende Kräfte. Insgesamt werden diese Veränderungen als qualitative Verbesserung beurteilt.

Tab. 10: Zusammenfassung der Ergebnisse: Reibungspumpe Direktantrieb, pumpend (ReD)

ReR: *Reibungspumpe mit Riemenantrieb, Quellwasser, gepumpt*

ReR - Ergebnisse	
Chemische Merkmale:	diese Probe wurde nicht chemisch - mikrobiologisch untersucht
Strömungsqualität:	frühe Strömungsbilder fein bewegt, vielseitig ausgeformt und rhythmisch gegliedert, ab 10. Strömungsbild chaotischer, dann undifferenziert; Kernrandschärfe mit Schwankungen von mäßig bis gut; Strömungsdynamik: $\pm - +$
Wirkung auf Algen:	leichte Größenzunahme nach 24 h, deutlich jedoch nach 72 h mit Verschiebung hin zu 16-zelligen Kolonien entgegen der Situation bei der Referenz, Reaktionstyp I.2, dann neue Größenänderung
Kräftewirkungen:	alle Elemente der Referenz auch hier vorhanden, Eigenqualität erhalten, Bewegungen harmonisch bei leichter Abschirmung, Elektrizitäts-ähnliche Wirkungen schwach und mit geringer Wirkung (<i>Wirkungen mit Wirkung?</i>). Beziehung zur Lichtquelle unbeeinträchtigt.

Tab. 11: Zusammenfassung der Ergebnisse: Reibungspumpe Riemenantrieb, pumpend (ReD)

Beurteilung:

Sowohl die Materialprobe als auch die gepumpten Wasserproben bewirkten im Vergleich zur Referenz in der Strömungsdynamik nach kontrollnahe Beginn eine deutliche Veränderung der Bewegungen hin zu chaotischen bis undifferenzierten Bewegungselementen. Die Pumpaktivität veränderte diese Wirkungen nicht. Die Algen zeigten bei der Materialprobe (= ungepumpt) nach 24 h eine leichte Größenzunahme bei 2:1 Reaktion (siehe Ergebnisse für Erläuterung, Seite 52). Nach 72 h war eine deutliche Annäherung an die Ergebnisse der Referenz feststellbar. Die Algen der gepumpten Probe ReR zeigten nach 24 h ebenfalls eine leichte Größenzunahme.⁴ Nach 72 h trat eine Verschiebung der Anteile hin zu 16-zelligen Kolonien auf bei deutlicher Größenzunahme. Dies wird als Hinweis auf Stress interpretiert. Wirkungssensorisch traten viele wassertypische Elemente vergleichbar der Referenz auf. Diese Proben waren der Referenz am ähnlichsten, bei zum Teil leichter Aktivitätsverringern bei den Proben ReM und ReD. Die Probe ReR (riemengetriebene Reibungspumpe) zeigte außer einer leichten Abschwächung Ergebnisse nahe der Referenz. Wenige wasserfremde Wirkungen wurden deutlich, aber kaum als störend wahrgenommen.

Für die Gesamtwirkung zeigte sich auch hier strömungsdynamisch und bei den Algen Beeinträchtigungen, diese fallen jedoch geringer aus als bei den weiteren Pumpentypen. Wirkungssensorisch zeigten sich die Proben der Reibungspumpe zwar als leicht verändert, aber nahe der Referenz. Letzteres zeigte sich noch deutlicher bei der Untersuchung des Hornkieselpräparats, also einer sensiblen Flüssigkeit (siehe nächstes WASSERZEICHEN).

Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse mit Beurteilung

WK – Referenzprobe 1, Quellwasser destilliert sowie

Q – Quellwasser Institutsquelle, nach Durchlauf durch den Tank und 24 Stunden in Laborglasflasche:

Das Quellwasser wie auch das destillierte Quellwasser als Referenzwässer zeigten im Strömungsbild abwechslungsreiche, differenzierte, vielfältige und anhaltend sich bildende Strömungsformen, die einer guten Strömungsqualität entsprechen, allerdings im Versuchsverlauf nachlassend. Bei einigen Störungen zeigte sich dies auch weitgehend bei den Algenergebnissen. Im Kräftebereich zeigten sich bei der Quellwasserprobe vielfältige, wassertypische Elemente entsprechend einem hochwertigen naturbelassenen Wasser.

⁴ Hier waren die Algen aller drei Parallelversuche homogen ähnlich.

Ra – Radialpumpe:

Sowohl die Materialprobe RaM (Pumpe ohne Pumpaktivität) als auch die gepumpte Wasserprobe Ra bewirkten im Vergleich zur Referenz in der Strömungsdynamik nach kontrollnahe Beginn ein deutliches Nachlassen der aktiven, geordneten Bewegungselemente. Die Pumpaktivität scheint die Aktivitätsminderung zumindest zu verringern. Die Algen zeigten jeweils deutliche Beeinträchtigungen in ihren natürlichen Aktivitäten, wirkungssensorisch waren die wassertypischen Elemente verringert bis verschwunden, dafür traten wasserfremde Wirkungen in den Vordergrund. Die Gesamtwirkung im Vergleich zur Kontrolle wird als deutlich qualitätsbeeinträchtigend beurteilt.

Sk – Seitenkanalpumpe:

Sowohl die Materialprobe SkM als auch die gepumpte Wasserprobe Sk bewirkten im Vergleich zur Referenz in der Strömungsdynamik nach kontrollnahe Beginn ein rasches Nachlassen der aktiven, geordneten Bewegungselemente. Die Pumpaktivität scheint die Aktivitätsminderung nur wenig zu verringern. Die Algen zeigten schon zu Beginn eine Größenzunahme, nach bisherigen Untersuchungsergebnissen ein möglicher Hinweis auf Stress. Wirkungssensorisch waren die wassertypischen Elemente verringert oder traten verkleinert auf. Neben diesem Verlust traten weitere wasserfremde Wirkungen auf wie auch reinigende, stärkende Kräftigungen. Die Gesamtwirkung im Vergleich zur Kontrolle wird als qualitätsbeeinträchtigend beurteilt.

Re – Reibungspumpe:

Sowohl die Materialprobe ReM als auch die gepumpten Wasserproben ReD und ReR bewirkten im Vergleich zur Referenz in der Strömungsdynamik nach kontrollnahe Beginn eine deutliche Veränderung der Bewegungen hin zu chaotischen bis undifferenzierten Bewegungselementen. Die Pumpaktivität veränderte diese Wirkungen nicht. Die Algen zeigten bei der Materialprobe (= ungepumpt) nach 24 h bei einem Teil der Proben eine leichte Größenzunahme. Nach 72 h war eine deutliche Annäherung an die Ergebnisse der Referenz feststellbar. Die Algen der gepumpten Probe ReR zeigten nach 24 h ebenfalls eine leichte Größenzunahme. Nach 72 h trat eine Verschiebung der Anteile hin zu 16-zelligen Kolonien auf bei deutlicher Größenzunahme. Dies wird als Hinweis auf Stress interpretiert. Wirkungssensorisch traten viele wassertypische Elemente vergleichbar der Referenz auf. Diese Proben waren der Referenz am ähnlichsten, bei zum Teil leichter Aktivitätsverringern bei den Proben ReM und ReD. Die Probe ReR (riemengetriebene Reibungspumpe) zeigte außer einer leichten Abschirmung Ergebnisse nahe der

Referenz. Wenige wasserfremde Wirkungen wurden deutlich, aber kaum als störend wahrgenommen.

Für die Gesamtwirkung zeigte sich auch hier strömungsdynamisch und bei den Algen Beeinträchtigungen, diese fallen jedoch geringer aus als bei den anderen Pumpentypen. Wirkungssensorisch zeigten sich die Proben der Reibungspumpe zwar als leicht verändert, aber nahe der Referenz. Letzteres zeigte sich noch deutlicher bei der Untersuchung des Hornkieselpräparats, also einer sensiblen Flüssigkeit. Die Gesamtwirkung wird als nahe der Referenz mit geringen qualitätsbeeinträchtigenden Wirkungen beurteilt.

Schlussfolgerungen zur Wirkung der Pumpen

Als ein Ergebnis dieses ersten Teils der Untersuchung zur Wirkung von Pumpen auf die gepumpten Flüssigkeiten trat jeweils eine pumpenspezifische Veränderung der Wasserqualitäten auf. Zum Teil wurde hierbei die Flüssigkeitsprobe deutlich verändert oder war nicht mehr im Vergleich zur Ursprungsprobe erkennbar.

Pumpen scheinen so Flüssigkeitsproben zu verändern, zum Teil sehr deutlich.

Die geringsten Veränderungen und damit Ergebnisse nahe der Ursprungsprobe trat bei der neuartigen Reibungspumpe auf. Veränderungen zeigten sich hier jedoch auch strömungsdynamisch sowie bei den Algen.

Dieser Pumpentyp wird deshalb als schonende Möglichkeit eines Flüssigkeitstransports beurteilt, insbesondere auch bei sensiblen Flüssigkeiten, wie dem Hornkieselpräparat.⁵

Im Sinne des Versuchsdesigns ist eine Wiederholung einzelner Untersuchungsteile zur Absicherung der Ergebnisse sehr wünschenswert.

Danksagung

Wir möchten der Anthroposophischen Gesellschaft in Deutschland, Bereich Forschungsförderung, Eichwalde, und der Mahle Stiftung GmbH, Stuttgart, für ihre großzügige Unterstützung und Geduld danken. Ihre Förderung hat dieses Projekt erst ermöglicht.

Dr. Manfred Schleyer

Literaturhinweise

Liess, C., C. Sutter, M. Schleyer (2019): Wirkung von Pumpen auf die Qualität der geförderten Flüssigkeit, Projektbericht, Herrischried.

Hoffmann, Th., A. Krebs, T. Lederle, Chr. Liess, E. Wohlleben, M. Schleyer (2025): Untersuchung der Wirkung von Pumpen auf die Qualität der geförderten Flüssigkeit bzw. biologisch-dynamischer Präparate, Projektbericht, Teil 1, Herrischried.

⁵ Dies wird im Folgeartikel im nächsten WASSERZEICHEN ausgeführt.