

## Pulsierender Schlauch

In den vorangegangenen WASSERZEICHEN sind Experimente beschrieben, die verschiedene Form- oder Gestaltbildungen in strömenden Flüssigkeiten zeigen. Dabei spielen Instabilitäten eine zentrale Rolle, wie beispielsweise in WASSERZEICHEN 35, S.33 ff (Viscous Fingering), WASSERZEICHEN 36, S.32 ff (Konvektionszellen) und WASSERZEICHEN 37, S.31 ff (Instabilitäten im Strömen – Spreitung auf der Wasseroberfläche). Dieses Mal soll ein einfaches Experiment vorgestellt werden, bei dem nicht räumliche Formentstehung, sondern eine durch das strömende Wasser bewirkte zeitliche Rhythmisierung zu beobachten ist. Die Anregung zu diesem Experiment verdanken wir Simon Charter, einem Forscher und Hersteller von Flow Forms in Gloucestershire, England.

### *Das Experiment*

Ein Wasserschlauch von ungefähr 2 cm Außendurchmesser – beispielsweise ein Gartenschlauch – wird so zerteilt, dass ein erster Abschnitt ausreichend lang für die Wasserzufuhr, ein zweiter für den Abfluss 60 bis 80 cm lang ist. Die Verbindung der beiden Schlauchabschnitte bildet ein Zwischenstück von 10 bis 20 cm Länge, das aus einem leicht beweglichen dünnwandigen Schlauch besteht, dessen Außendurchmesser nicht kleiner als der des Versorgungsschlauchs sein soll und auch etwas größer sein darf. Das Zwischenstück kann man aus einer passenden Kunststofffolie, etwa einer schmalen, länglichen Verpackungstüte herstellen. Die drei Teile werden mit Schlauchbindern oder wasserfestem Klebstoff verbunden. Dann wird der erste Schlauchabschnitt an einen Wasserhahn oder eine Pumpe angeschlossen und die ganze Vorrichtung so aufgestellt oder in der Hand gehalten, dass der Abfluss in ein Auffangbecken führt. Bei Verwendung einer Pumpe befindet sich diese in dem Auffangbecken (Abb. 9 und 10).

Nach vorsichtigem Öffnen des Wasserhahns oder Einschalten der Pumpe ist, nachdem sich keine Luftblasen mehr im Schlauch befinden, zunächst nur ein gleichmäßiges Strömen in allen Schlauchabschnitten zu bemerken. Mit etwas Glück, das heißt, unter ganz bestimmten Bedingungen, beginnt nun der bewegliche Verbindungsschlauch rhythmisch zu pulsieren, wobei er sich im Wechsel verengt und wieder zu seinem ursprünglichen Durchmesser aufweitet. Dabei geschieht das Zusammenziehen mit einer gewissen Heftigkeit, was mit der Hand, die den Schlauch hält, als kleiner Ruck zu spüren ist. Dieses wiederholt sich periodisch, aber nicht in einem maschinell-präzisen Takt, sondern mit klei-

nen Variationen. Der Vorgang erinnert mit seinem schlagartigen Zusammenziehen und weniger heftigen Aufweiten eher an eine Art von Herzschlag als an eine maschinelle Bewegung. Dieser Eindruck von Lebendigkeit wird noch verstärkt, wenn die beginnende Verengung sich entlang des beweglichen Schlauches zu dessen Ende hin verlagert, was wiederum Bewegungen im lebenden Organismus ähnelt, beispielsweise den peristaltischen Bewegungen von Speiseröhre, Magen und Darm. Verändert man die räumliche Anordnung der Schläuche – vertikal, horizontal, in Schräglage mit geringer oder größerer Neigung –, stellt sich heraus, dass es besonders auf die Lage des letzten Schlauchabschnittes ankommt. Dieser muss abwärts gerichtet sein, damit das Pulsieren eintreten kann. Beim Experimentieren mit verschiedenen Schräglagen zeigt sich: Mit dem Höhenunterschied zwischen dem unteren Schlauchende und dem pulsierenden Mittelteil ändert sich die Frequenz des Pulsierens: Mit größerem Höhenunterschied wird sie schneller, mit geringerem langsamer; bei zu kleinem Gefälle hört das Pulsieren ganz auf.

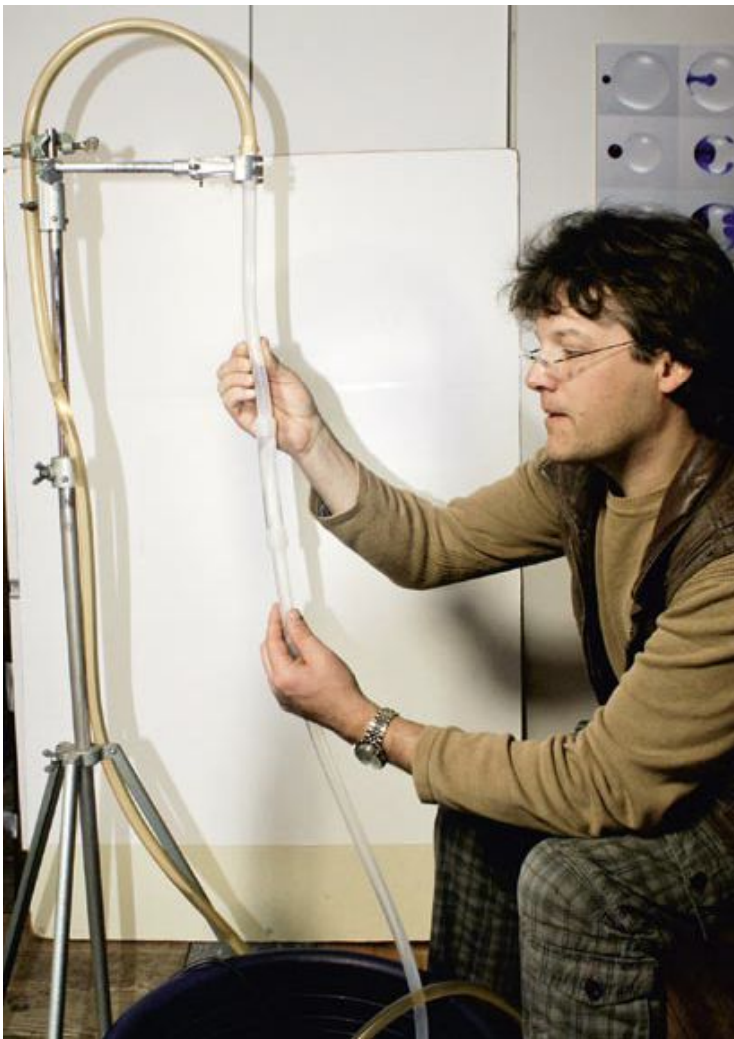
### *Wie kommt dieses Pulsieren zustande?*

Einen Hinweis zum Verständnis liefert uns die Beobachtung, dass der Abflussschlauch abwärts gerichtet sein muss, um das Pulsieren in Gang zu bringen. Sobald dieser gefüllt ist, „zieht“ die Wassermasse in ihm den beweglichen Schlauch zusammen. Kommt dann die Pulsation zustande, so kann man, indem man die beiden festen Schlauchteile in den Händen hält, jedes mal einen Ruck spüren, wenn das Zwischenstück sich zusammenzieht. Das deutet auf einen weiteren Effekt: Wenn es in dem beweglichen Schlauch sehr eng wird, schlagen die Wände plötzlich zusammen und behindern den Durchfluss so stark, dass es im ganzen Schlauch einen Ruck gibt. Nun ist bekannt, dass in einem Rohr bei enger werdendem Querschnitt die Strömungsgeschwindigkeit zunimmt. Der statische Druck nimmt dabei ab. Die Strömungsgeschwindigkeit einer inkompressiblen Flüssigkeit verhält sich umgekehrt proportional, der Druck proportional zum Querschnitt des Gefäßes (Venturi-Effekt). Nach der Engstelle erhält das Wasser seine ursprüngliche Geschwindigkeit und den dazugehörigen Druck wieder zurück. Nur im Bereich der Verengung herrscht ein deutlich geringerer Druck. Hier drückt nun die umgebende Luft mit ihrem unveränderten atmosphärischen Druck den beweglichen Schlauch noch mehr zusammen. Wird aber der Durchlass noch enger, erhöht sich wiederum die Geschwindigkeit und der Druck im Innern wird noch geringer, was den Schlauch dann noch mehr zusammenzieht – ein instabiler Vorgang, der zum Zusammenschlagen der Schlauchwände und dem „Ruck“ führt. Dabei wird nun die Strömung für einen Augenblick so

langsam, dass kein nennenswerter Venturi-Effekt mehr auftritt und Anlass zu der Schlauchverengung gibt, so dass das aus dem Versorgungsschlauch nachfließende Wasser den beweglichen wieder weiten und füllen kann. Nun kommt auch das beinahe zum Stillstand gebrachte Wasser im Abflussschlauch wieder in Bewegung und der Vorgang beginnt von neuem.

### *Ein Eindruck von Lebendigkeit*

Dieser rhythmische Vorgang mit seiner eigentümlichen Pulsation hat mehr mit Lebendigkeit zu tun, als man anhand der strömungsmechanischen Betrachtung zunächst meinen sollte. Während einer Periode – Verengen, Ruck, Aufweiten – wird der Vorgang für eine kurze Zeit instabil: Je enger es an einer Stelle wird, desto größer ist die Kraft, die es an dieser Stelle noch enger werden lässt. Dies ermöglicht, dass die Wiederholungen nicht maschinell-präzise erfolgen, sondern mit kleinen Variationen, die wesentlich zu dem Eindruck von Lebendigkeit beitragen. Die Bedeutung solcher Variationen für Lebensprozesse lässt sich erahnen, wenn man folgendes in Betracht zieht: Beim gesunden Menschen weist der Herzrhythmus immer kleine Variationen auf; kein Pulsschlag verläuft genau so wie der vorige. Hier sind die Variationen je nach ihrem Verlauf Anzeichen von Gesundheit oder von Krankheitsprozessen; ihr Fehlen wird als Alarmzeichen gedeutet. – Die oben genannte Instabilität ist eine physikalische Bedingung für das Zusammenwirken von Physischem und Zeitartigem. Ein rhythmischer Vorgang mit Instabilität ist insofern eine „Schnittstelle“ zwischen Sinnlichem und Über-



sinnlichem, als er zeitlich-Über-sinnliches in den Bereich des sinnlich Wahrnehmbaren bringt und erlebbar macht. Die Zeit ist

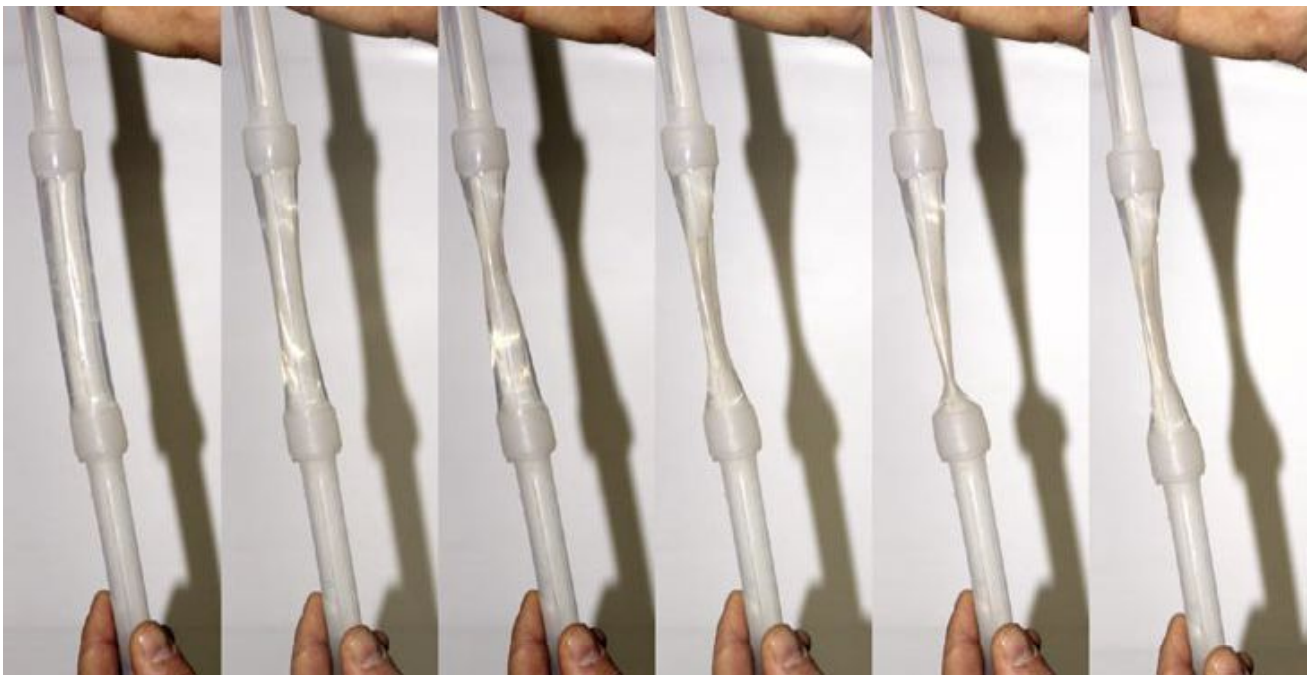
**Abb. 9:** Pulsierender Schlauch, Versuchsaufbau im Labor

**Abb. 10:** Pulsierender Schlauch, Freihand-Versuch am Brunnen

selbst übersinnlich und wird von uns seelisch erlebt, wie in dem Artikel „Bewegungsforschung“ beschrieben worden ist. Rhythmisches ist zeitartig und kann daher die unsichtbaren, aber wirksamen Lebens-Bildekräfte unterstützen. Auch die unbelebten Dinge sind in diese Zeit-Welt



eingebettet und können dadurch sinnvoll in Lebenszusammenhängen mitwirken. Wir beobachten in diesem Experiment ein besonders einfaches Beispiel für einen Vorgang, der im Blutkreislauf von Säugetier und Mensch stattfindet und dadurch zum rhythmischen Geschehen im Organismus beiträgt.



**Abb. 11:** Phasen der Pulsation

*Michael Jacobi, Felix Hediger*