

## Die Melodie des Teekochens

H. Joachim Schlichting Universität . Universität GH Essen

### Mein Teekessel und ich

*Das Wasser ist von alters her auf Grund vielfältiger  
Notwendigkeit an den Menschen gebunden, so dass sich  
seine Einzigartigkeit unter dem Gewohnten verbirgt.*

Primo Levi

Als weitere der zahlreichen bekannten Varianten dieser Erkenntnis möchte ich das merkwürdige akustische Verhalten von Wasser beim morgentlichen Teekochen erwähnen. Mir fiel eines Tages auf, dass ich im Laufe der Zeit zu meinem Teekessel, in dem ich das Teewasser zum Sieden bringe, eine Art persönliches Verhältnis entwickelt habe: Das den Kochvorgang begleitende Geräusch, ist mir zu einer lieb gewonnenen Melodie geworden. Sie untermalt die übrigen Frühstücksvorbereitungen und informiert mich über den zeitlichen Ablauf des Wasserkochens.

Ich habe mittlerweile mehr intuitiv als bewußt (das merke ich bei dem vorliegenden Versuch einer analytischen Beschreibung des Vorgangs) die Noten erkannt, bei denen ich die Herdplatte ausschalten muß, damit die Restwärme es gerade noch schafft, das Wasser zum Sprudeln zu bringen. Natürlich hängt das von der Füllmenge des Wassers ab. Aber auch beim Einfüllen des Leitungswassers habe ich es inzwischen gelernt, das tonhöhenmäßig anschwellende Füllgeräusch als Füllhöhe oder Wassermenge zu interpretieren. Ich täusche mich merkwürdigerweise dabei nur sehr wenig.

Eines muß allerdings invariant sein, der Wasserkessel. Ein anderer Kessel genügt, um meine intuitiven Fähigkeiten in Frage zu stellen. Das erlebe ich stets im Urlaub. Dabei sind mir die akustische Dimension des Teezubereitens und meine unbewußte Ausnutzung der damit verbundenen Informationen überhaupt erst klar geworden. Ich habe schließlich begonnen, mein Verhältnis zu meinem Teekessel zu analysieren und den Kochvorgang mit physikalischen Augen zu sehen. Unser Verhältnis hat sich seitdem geändert und ich weiß, dass es nie wieder so sein wird, wie es war.

### Ein physikalischer Blick auf den Teekessel

*Sobald du ein Geräusch von den anderen isolierst,  
scheint es dir plötzlich ganz laut und deutlich her-  
vorzuberechnen, dabei war es auch vorher schon da,  
verborgen unter den anderen Geräuschen.*

Italo Calvino

Das Zustandekommen der Einfüllmelodie ist klar. Sie beruht auf den Schwingungen der Luftsäule im Wasserkessel, die durch das Eingießen des Wassers initialisiert wird. Dabei "sucht" sich die Luftsäule aus dem akustischen Spektrum des Gießgeräuschs, vor allem die Töne aus, die zu den jeweiligen geometrischen Abmessungen passen. Je größer das Luftvolumen, desto tiefer die Frequenz. Der Ton schwillt daher mit dem Wassereinfüllen und Verkleinern des Luftvolumens höhenmäßig an. Jeder Tonhöhe entspricht in eindeutiger Weise eine Füllhöhe. Bei meinem vertrauten Wasserkessel zu Hause habe ich rein intuitiv eine entsprechende Kalibrierung vorgenommen. Ähnliche Töne und Tonhöhenzunahme kennt man vom Befüllen einer Flasche.

Doch wie entsteht die Melodie des Kochvorgangs? Was passiert, wenn ich den mit einer bestimmten Wassermenge gefüllten Topf auf die Herdplatte stelle und diese anschalte? Nun, eine ganze Zeit tut sich zumindest akustisch gar nichts. Man muß sich schon etwas gedulden, bis man die zunächst der Heizplatte und dann dem Wasser zugeführte elektrische Energie auf akustische Weise als Temperaturzunahme wahrnimmt. Dann setzt ganz plötzlich ein breitbandiges, also sehr viele Töne enthaltendes Geräusch ein, aus dem aber einige charakteristische Töne herausragen und die Melodie bestimmen.

Um zu "sehen" wie das Geräusch entsteht, habe ich den Kochvorgang in einem Glasgefäß wiederholt. Man erkennt, dass bereits während der präakustischen Phase vor allem am Glasrand Blasen entstehen, die sich ablösen und aufsteigen, sobald sie eine bestimmte Größe erreicht haben. Es handelt sich um Luft, die das Wasser in Form kleiner Bläschen

verläßt, weil durch die Erwärmung die Lösbarkeit von Luft in Wasser vermindert wird. Der Unterschied zur Bläschenbildung bei einer geöffneten Sprudelflasche besteht darin, dass in diesem Fall die Lösbarkeit des Wassers durch die Druckminderung beim Öffnen der Flasche herabgesetzt wird und nicht Luft, sondern Kohlenstoffdioxidgas das Wasser verläßt [1]. In beiden Fällen bilden sich die Bläschen vorwiegend an Unregelmäßigkeiten (sog. Keime) des Glases oder Kessels. Sobald die mit zunehmender Größe der Bläschen wachsende Auftriebskraft ausreicht, die Adhäsionskraft zu überwinden, mit der sie an der Wand gehalten werden, lösen sie sich schließlich ab und steigen auf.

Bei etwa 70°C setzt das Kochgeräusch ein. Es ist begleitet von einer deutlich vermehrten Blasenentstehung am Boden des Glasgefäßes bzw. Kessels. Die jetzt entstehenden Blasen steigen aber nur ein kleines Stück auf, um dann wieder zu verschwinden. Sie kollabieren. Die damit verbundenen Druckänderungen laufen durch das Wasser und regen den Wasserkörper zum Mitschwingen an, sofern die Tonhöhe zu den geometrischen Abmessungen paßt. Da gibt es zahlreiche Möglichkeiten. Die zu den Hauptschwingungen des Wasserkörpers passenden Tonhöhen treten besonders hervor.

Mit weiter ansteigender Temperatur nimmt die Intensität der Dampfblasenbildung zu. Sie ist zum einen begleitet von einer Zunahme der Schallintensität. Der Gesang wird lauter. Zum anderen sinkt aber auch die Tonhöhe als Folge der Zunahme der Zahl und der Größe der Blasen. Die durch die Implosionen ausgelösten Druckimpulse müssen dann nämlich in zunehmendem Maße Dampfblasen durchqueren, wodurch die Ausbreitungsgeschwindigkeit und mit ihr die Schwingungsfrequenz herabgesetzt werden, was als Abnahme der Tonhöhe zu hören ist. Dieser Vorgang ist eine Folge der bekannten Tatsache, dass die Schallgeschwindigkeit in Wasser deutlich größer ist als in einem Gas.

Kurz vor dem Sieden nimmt die Lautstärke des Geräuschs deutlich ab. Dies ist gewissermaßen die Ruhe vor dem Sturm. Denn nachdem der Gesang völlig verstummt ist, setzt das plätschernde Geräusch des turbulent siedenden Wassers ein. Wie kommt es zu der Abnahme der Lautstärke? Kurz vor Erreichen der Siedetemperatur werden die Blasen immer größer, vereinigen sich und erhöhen auf diese Weise erheblich ihre Lebensdauer, mithin die Möglichkeit, die Wasseroberfläche zu erreichen. Damit nimmt die Zahl der Implosionen ab und verschwindet völlig, wenn beim Sieden alle Blasen ihr Ziel, die Freiheit in der Außenluft, erreichen.

## Zuckerkristalle als Bläschenkeime

Eine interessante Beobachtung machte ich beim Aufkochen von Weingrog. Als ich dem bereits erwärmten Grog Zucker zugab, schwoll das Kochgeräusch sehr stark an, und der Grog schien anschließend zu sieden zu beginnen. Das war für mich zunächst äußerst unverständlich, da mit dem Zufügen und Auflösen von Zucker bekanntlich eine Temperaturabnahme zu erwarten ist, die ihrerseits zu einer Verringerung der Lautstärke hätte führen sollen. Hinzu kommt, dass nach dem oben Gesagten kurz vor dem Sieden umgekehrt eine Abnahme der Lautstärke eintreten müßte.

Dieses Problem läßt sich folgendermaßen lösen: Die der Flüssigkeit zugeführten Zuckerkristalle geben ideale Keime für die Bildung von Dampfblasen ab, solange die Kristalle sich noch nicht aufgelöst haben. Da die Blasenbildung während des Absinkens des Zuckers stattfindet, teilweise also dicht unterhalb der Oberfläche, können einige der dann vermehrt entstehenden Blasen entweichen und den Eindruck des Siedens hervorrufen. Viele implodieren jedoch und tragen zur Kochmelodie bei, die dadurch verstärkt erscheint.

Fazit: Die Melodie des Wasserkochens verdankt sich im wesentlichen der "Todesschreie" kollabierender Dampfblasen im Wasser

## Literatur

Schlichting, H.J.: Lastentransport im Limonadenglas. NiU- Physik (1991)Nr.10, S.14