»In einem Glas Wein findet man das ganze Universum«

Das hat zumindest der Physik-Nobelpreisträger Richard Feynman einmal gesagt. Was man dort – und in Biergläsern – auf jeden Fall auch findet, ist sehr viel Mathematik.

spektrum.de/artikel/2128566

Florian Freistetter
ist Astronom, Autor und Wissenschaftskabarettist bei den »Science Busters«.

FRANZI SCHÄDEL (WWW.FLORIAN-FREISTETTER.AT/SHOW_CONTENT.PHP?HID=8) / CC BY-SA 4.0 (CREATIVECOMMONS.ORG/LICENSES/BY-SA/4.0/LEGALCODE)

Richard Feynmans Erläuterungen zur Verbindung zwischen Physik, Astronomie, Geologie, Chemie und Wein haben durchaus ihren Reiz. Ich bin eher Biertrinker, aus Sicht der Wissenschaft macht das aber keinen großen Unterschied. Denn auch ein Glas Bier ist voll Physik – und überraschend viel Mathematik.

Eine im Februar 2023 erschienene Forschungsarbeit hat sich mit dem Phänomen des Bierschaums beschäftigt. Und beginnt mit der viel versprechenden Aussage: »Es ist unbestreitbar, dass Bierschaum ein wichtiges Qualitätsmerkmal ist.« Zugegeben, um das zu erkennen, braucht es keine intensiven Studien. Doch wenn man den Schaum tatsächlich verstehen will, kommt man ohne Mathematik nicht aus. Der Text des Artikels ist voller Formeln, und die erste davon lautet so:

$$\frac{\partial \alpha_\varphi \vec{U}_\varphi}{\partial t} + \mathrm{div}\left(\alpha_\varphi \vec{U}_\varphi \vec{U}_\varphi\right) + \mathrm{div}\left(\alpha_\varphi \vec{R}_\varphi^{eff}\right) = -\frac{\alpha_\varphi}{\rho_\varphi}\mathrm{grad}\vec{p} + \alpha_\varphi \vec{g} + \frac{\vec{M}_\varphi}{\rho_\varphi}$$

Sie im Detail zu erklären, käme einer Einführung in die Mechanik turbulenter Strömungen gleich, mit einer Prise numerischer Mathematik und Chaostheorie. Wir wissen immer noch nicht, wie sich das Verhalten von strömenden Flüssigkeiten exakt beschreiben lässt oder ob man ihre chaotische Bewegung überhaupt in klar definierte Formeln fassen kann. Deswegen muss man sich mit Näherungslösungen behelfen und diese Phänomene am Computer simulieren. Die obige Gleichung ist eine von mehreren, die nötig sind, um das zu tun; sie basiert auf einem Erhaltungssatz, der bei viskosen, aus unterschiedlichen Anteilen bestehenden Fluiden gilt. Damit und mit noch sehr viel mehr Mathematik, mit Computersimulationen und auch mit realen Experimenten sind die Forscher dem Phänomen des Bierschaums nachgegangen.

Wie der Schaum entsteht, ist schon lange klar: CO_2, das im Getränk gelöst ist, wird gasförmig, und die entstehenden Bläschen bilden den Schaum. Die Schaumkrone sorgt dafür, dass nicht zu schnell das restliche CO_2 frei wird und das Bier frisch schmeckt. Wie lange sie stabil bleibt, hängt von der Chemie ab – und hier vor allem von den Stoffen, die abseits von Wasser und Alkohol den Geschmack des Biers ausmachen. Zudem spielt die Physik eine wichtige Rolle: in Form der Temperatur und des Drucks, mit dem es gezapft wird. Diese Zusammenhänge herauszufinden, war das Ziel der neuen Forschungsarbeit. Hier haben die Fachleute unterschiedliche Kombinationen von Druck und Temperatur untersucht, um die bestmöglichen Voraussetzungen für stabilen Schaum zu finden.

Die meisten Leserinnen und Leser werden wohl ihr Bier kühl genießen. Aber, so die Forschungsergebnisse, leider sind niedrige Temperaturen hinderlich für den Schaum. Bei 5 Grad Celsius schnitt die Qualität am schlechtesten ab. 10 oder 15 Grad lieferten deutlich bessere Werte. Man hat jedoch nicht nur die Wahl zwischen lauwarmem und abgestandenem Bier. Denn der Druck ist ebenfalls wichtig. Wird das Getränk mit niedrigem Druck gezapft, bleibt der Schaum auch bei 5 Grad ausreichend stabil.

Durch die umfassende mathematische Analyse konnten die Forscher erklären, warum das so ist: Es kommt auf die Größe der Gasbläschen an. Wenn es unterschiedliche Größen gibt, was bei niedrigen Temperaturen und hohen Drücken der Fall ist, drängen sich die kleinen zwischen die großen und geben ihr Gas durch Diffusion an sie ab. Das Ergebnis: Der Schaum löst sich schnell auf. Sind die Bläschen dagegen gleich groß, bleibt die Schaumkrone länger stabil.

Ich finde es faszinierend, wie viele wissenschaftliche Werkzeuge man einsetzen muss, um etwas so Alltägliches wie Bier wirklich gut zu verstehen. Glücklicherweise kann man es aber auch ohne all dieses mathematische Hintergrundwissen trinken.