

Braune Bohnen der Bitterkeit

Was macht Kaffee mild; welche Stoffe können den Genuss trüben? Kaffee, nach Erdöl das Welthandelsgut Nummer zwei, ist eine wissenschaftliche Herausforderung. Geschmackschemiker erforschen die Zusammensetzung des komplexen Lebensmittels – auf der Suche nach der optimalen Geschmacksformel widmen sie sich vor allem den Bitterstoffen des Kaffees.

DÜSSELDORF. Wenn Thomas Hofmann morgens zuerst einen Espresso trinkt, forscht er schon. Die bitteren Stoffe im Kaffee haben es dem Geschmackschemiker angetan. "Ich trinke gerne Arabica. Stark und leicht bitter", sagt er. Statt sich einen zweiten Schluck aus der Tasse zu gönnen, schleppt er das Getränk jedoch oft ins Labor, um herauszufinden, warum ihm dieser Aufguss besonders gut schmeckt. Er will ergründen, was Cappuccino und Mokka mild macht.

"Kaffee ist eines der komplexesten Lebensmittel", lässt Hofmann durchblicken. "Für uns ist Kaffee deshalb eine wissenschaftliche Herausforderung." Allein der Duft setzt sich aus etwa tausend verschiedenen Substanzen zusammen, die Flüssigkeit enthält weitaus mehr. Auch die Kaffeehersteller wüssten nur zu gerne, was den Geschmack ihrer Ware bestimmt. Kaffee ist nach Erdöl das Welthandelsgut Nummer zwei.

Im Volksmund steht oft das Koffein im Verdacht, dem Muntermacher eine bittere Note zu verleihen. Ein Irrglauben, wie Hofmanns Team entlarvte: "Koffein schmeckt zwar bitter, aber sehr schwach, zumindest in den Mengen, die im Kaffee enthalten sind", erläutert der Geschmacksforscher. Koffein erklärt seiner Ansicht nach maximal zehn bis fünfzehn Prozent der Bitterkeit des Getränks.

Für die Probe aufs Exempel ersann Hofmann ein einfaches Experiment: Zehn Probanden bekamen entweder entkoffeinierten Kaffee oder dasselbe Getränk mit künstlich zugefügtem, reinem Koffein. Kein Tester war in der Lage, die beiden Zubereitungen auseinanderzuhalten. Daraus schloss Hofmann, dass Koffein nicht nennenswert mit einer bitteren Note hervorsteicht.

Doch welche Stoffe können dann den Genuss trüben? Um eine Antwort auf diese Frage zu finden, setzte Hofmann einerseits auf die Geschmackssinne ausgebildeter Sensoriker, andererseits auf Apparate in seinen Laboren. Er destillierte und zerlegte den Kaffee in fünf unterschiedliche Teile, die er zehn Probanden vorsetzte. Die bitterste Fraktion teilte er mit verschiedenen Methoden weiter und reichte sie neuerlich den Testtrinkern. "Ohne die Einschätzung der Verkoster wäre es ein nicht zu bewältigendes Unterfangen gewesen. So können wir zielgerichtet vorgehen", erkennt Hofmann die Arbeit der Probanden an. "Die Hauptarbeit ist aber die Reinigung und Isolierung der bitter schmeckenden Moleküle", fügt er hinzu.

Mit der Kombination aus menschlicher Sinneswahrnehmung und Technik tastet sich Hofmann seit drei Jahren an den bittersten Part im Kaffee heran. 2006 gelang ihm ein Etappensieg. Er entdeckte die vermutlich wichtigste Klasse an Bitterstoffen: Die Hydroxyphenylindane, denen zehn verschiedene Substanzen zuzurechnen sind. "Sie tragen zu dem lang anhaltenden, harschen Bittergeschmack des Kaffees bei, der auch nach dem Schlucken bleibt", schildert Hofmann.

Die isolierten Reinstoffe kostete er selbst schon einmal. "Sehr unangenehm. Da rutschen einem wirklich die Mundwinkel nach unten", erinnert er sich. Einige Dutzend Mikrogramm je Kaffeekanne genügen, um einen bitteren Geschmack zurückzulassen. Diesen spülen viele Menschen gerne mit einem Glas Wasser nach dem Espresso herunter.

Doch im Kaffee steckt noch mehr Bitteres: 2005 fischte Hofmann zehn verschiedene Substanzen aus der Klasse der Caffeoylechinolactone heraus. Ihnen verdanken Kaffeeliebhaber die angenehme Bitterkeit, die nach dem Schlucken rasch wieder verschwindet. Für Hofmann sind sie ein Muss. Kaffee ohne die Lactone findet er langweilig. Beispielsweise steckt im Instantpulver im Schnitt nur ein Drittel oder die Hälfte dieser Geschmacksstoffe, weshalb ihn Befürworter als besonders mild loben. Liebhaber der gemahlten Bohne wie Hofmann lehnen den Aufguss aber oft als fade ab.

Mit den Lactonen und den Indanen ist die Bitterkeit des Kaffees nahezu vollständig enträtselt. Beide Substanzklassen machen siebzig Prozent des Geschmackseindrucks aus, schätzt Hofmann. Eine dritte, allerdings unbedeutendere Kategorie hat er gerade entdeckt, über die er demnächst in einem

Fachjournal berichtet.

Auf der Zunge erfassen 25 verschiedene Rezeptoren die Bitterkeit. Erstaunlich, denn nur einer kümmert sich um die Süße. "Weil die bitteren Substanzen in der Natur teilweise giftig sind, ist es sinnvoll, dass wir so viele Rezeptoren für sie haben. Wenn ein Kind im Garten herumkrabbelt und eine giftige Beere in den Mund steckt, braucht man einen sensiblen Warnmechanismus, um sie auszuspucken. Dafür sorgt die Bitterkeit", erklärt Hofmann.

Schon in der Petrischale sehen die Forscher, wie Reinstoffe dem Menschen munden. Dafür bauen sie die Geschmacksrezeptoren der Zunge in Nierenzellen ein, weil diese sich besonders gut vermehren. An den Zellen testen die Wissenschaftler, zu welchen der 25 Bitterrezeptoren eine bestimmte Substanz passt. Sobald der Kaffeebitterstoff über die präparierten Nierenzellen geschüttet wird und sich an einen Rezeptor heftet, steigt der Calcium-Spiegel in der jeweiligen Zelle. Diese Veränderung kann mit einem leuchtenden Farbstoff sichtbar gemacht werden. Je mehr bittere Komponenten andocken, desto kräftiger leuchtet die Zellsuppe in Rot oder Grün.

"Diese Experimente sind so zuverlässig, dass wir immer sagen können, ob ein Stoff süß oder bitter schmeckt und auch in welcher Intensität", sagt Wolfgang Meyerhof, Genetiker am Deutschen Institut für Ernährungsforschung in Potsdam-Rehbrücke. In den kommenden Monaten wird er die Indane und Lactone aus Hofmanns Labor an den modifizierten Nierenzellen testen.

"Bei reinen Stoffen funktionieren die Zellen sehr schön. Aber wenn ich meinen Espresso darauf schütte, sterben sie", bedauert Hofmann. Warum, weiß niemand. Im Mund kommt es nach dem Cappuccino keinesfalls zu einem Zellelitus. Auf der Zunge sind die Zellen schützend in Geschmacksknospen eingebettet. Nur ein kleiner Fortsatz ragt in den Speichel hinein. In der Petrischale sind die Zellen vollkommen nackt und damit empfindsamer. Deshalb werden die Zellen wohl nie trainierte Vorkoster oder gar Restauranttester ganz ersetzen können.

Außerdem ist Geschmack mehr als nur ein einzelnes Signal eines Rezeptors. Erst Mitte November beschrieb Meyerhof im "Journal of Neuroscience", dass keine menschliche Bittergeschmackszelle der anderen gleicht. "In jeder sitzen im Schnitt sieben Rezeptoren für unterschiedliche Stoffgruppen", sagt er. Jede Zelle schmeckt anders. Erst die gesammelten Eindrücke von 15 000 Geschmacksknospen ergeben den Gesamteindruck. "Es mehren sich auch die Hinweise, dass dieses Netzwerk der Geschmackszellen individuell unterschiedlich ist", ergänzt Meyerhof. Geschmäcker sind eben verschieden.

Ob ein Latte macchiato gut oder schlecht ankommt, hängt schließlich auch von der Bewertung im Gehirn ab. Dabei mischen auch die übrigen Sinne mit. Welche Erinnerungen der Kaffeeduft weckt oder in welcher Stimmung er eingenommen wird, ist genauso wichtig wie der Geschmack selbst. Auch das Auge isst mit. Den Geschmacksdetektor für Kaffee oder Drei-Gänge-Menü wird es deshalb auf absehbare Zeit nicht geben.

Trotzdem hofft Hofmann, dass seine Erkenntnisse die Kaffeeherstellung umkrempeln werden. Statt des subjektiven Urteils der Verkoster könnten Tests ans Tageslicht bringen, wie viele Bitterstoffe tatsächlich im Aufguss enthalten sind. Indane und die angenehmen, leicht bitteren Lactone entstehen beim Rösten der grünen Bohnen. Werden sie zu spät vom Feuer genommen, zerfallen die Lactone alsbald wieder. Zugleich werden mehr und mehr Indane erzeugt, die dem Kaffee den harschen Abgang verpassen, vermutet Hofmann. Aus diesem Zusammenhang zwischen Rösten und Bittergeschmack leitet er seine Vision ab. "Ich möchte die Kaffeeherstellung mit einem einfachen Bitterstofftest optimieren."