

A lush, misty forest scene with a stream flowing over mossy rocks. The forest is dense with green foliage, and the atmosphere is hazy and serene. The stream is the central focus, with water cascading over large, moss-covered boulders. The surrounding vegetation is vibrant and varied, including ferns and large-leafed plants. The overall mood is peaceful and natural.

**Luftgetragene Wirkstoffe**

# Pharmakon Wald

Mit der Thermodesorptions-GC/MS der heilenden Kraft von Bäumen auf der Spur

Bereits ein kurzer Aufenthalt im Wald soll eine heilende Wirkung haben. Nur Einbildung? Wohl nicht. Japanische Wissenschaftler sehen in den von Bäumen emittierten natürlichen flüchtigen organischen Verbindungen (NVOCs) wichtige Heilsbringer und in ihrer Arbeit die Chance, natürliche Heilstätten auf Maß zu kreieren.

*Von Guido Deußing*

**H**aben wir nicht alle die Erfahrung gemacht, dass ein Spaziergang durch Wald und Flur wahre Wunder wirken kann, vor allem wenn man unter Druck steht, gestresst ist und den Kopf mit allem Möglichen voll hat? Kaum in den Wald eingetaucht, fällt die Anspannung ab, fühlt man sich freier, frischer, lebendiger. Wer meint, diese Wahrnehmung sei Einbildung oder eine Sinnestäuschung, der irrt! Bereits ein kurzer Aufenthalt im Wald, die Rede ist von nicht mehr als fünf Minuten pro Tag, soll sich Forschern zufolge nachweislich positiv auf das mentale Wohlbefinden auswirken [1].

Eine große Bedeutung wird hierbei jener Pflanzenform zugeschrieben, die den Begriff „Wald“ per definitionem mit Bedeutungsgehalt versieht: den Bäumen. Allein der Anblick eines Baumes könne die Stimmung aufhellen und den Körper stärken. Das haben Wissenschaftler aus Pennsylvania bereits 1984 beobachtet: Krankenhauspatienten, die von ihrem Krankenlager aus Bäume sehen konnten, zeigten eine schnellere und bessere Wundheilung und brauchten auch weniger Schmerzmittel als Patienten, denen die Aussicht auf Bäume verstellt blieb [2].

### Dem Phänomen auf der Spur

Weltweit wurden Studien über die Wirkung von Bäumen und Wäldern auf die Gesundheit beziehungsweise Genesung durchgeführt. Bemerkenswert: Allein das Vorhandensein eines Waldes in der Nachbarschaft soll einen nachweislichen Wohlfühleffekt auf die Anwohner ausüben. Wie groß dieser Effekt ist, könnte von der Baum-

dichte abhängen: Kanadische

Wissenschaftler sind der Auffassung, je mehr Bäume in einer Wohngegend stünden, desto niedriger sei das Risiko für die Menschen dort, an Herz und Kreislauf, Bluthochdruck oder Diabetes zu erkranken [3].

Dr. Qing Li (s. Buchtipp S. 16) von der Nippon Medical School in Tokio kommt nach der Analyse von Gesundheitsdaten der japanischen Bevölkerung zu dem Resultat: Wer in einer walddreichen Region

lebt, stirbt seltener an den Folgen von Krebs als jemand, der in waldkargen Gefilden beheimatet ist. Bäume können laut Dr. Lis Schlussfolgerung in der Lage sein, das Immunsystem zu stärken und die Bildung von Killerzellen anzuregen, die für die Abwehr schädlicher Keime und von Krebszellen zuständig sind [4, 5].

### Ganzheitliche Sichtweise ist angezeigt

Die Untersuchung der Präventivwirkung von Wäldern auf Zivilisationskrankheiten beflügelte an japanischen Universitäten die Etablierung des jungen Forschungsbereichs „Waldmedizin“. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen inzwischen ein in die alternative Heilmethode des „Waldbadens“; das japanische Wort dafür lautet „Shinrin-yoku“ [6, 7]. „Waldbaden“ meint im Grunde nichts anderes als einen kurzen, geruhsamen Ausflug in den Wald, der unter bestimmten Voraussetzungen [8] die Stimmung aufhelle, Stress entgegenwirke und das Immunsystem stärke.

### Fokus auf flüchtige organische Verbindungen

Dass ein Aufenthalt an frischer Luft unter günstigen klimatischen Bedingungen heilsam sein kann, ist beileibe keine Neuigkeit. Das ahnte man bereits in der Antike. Im 19. Jahrhundert propagierten Ärzte wie Hermann Brehmer (1826-1889) die Wirksamkeit von Luftkuren bei Erkrankungen wie Tuberkulose [10]. Was aber verleiht einem Wald die Kraft, Wohlbefinden und Gesundheit zu fördern?

Kim Geonwoo und Kollegen von der Kyūshū-Universität in der japanischen Stadt Fukuoka haben sich diese Frage gestellt und versucht, eine wissenschaftlich fundierte Antwort zu finden. Ohne Frage spielen der Sauerstoffgehalt und auch das vorherrschende Mikroklima im Wald eine wichtige Rolle. Bei ihrer Forschung konzentrierten sich die Wissenschaftler jedoch insbesondere auf die Emissionen natürlicher flüchtiger organischer Verbindungen (NVOCs)[9].





### Waldreiches Japan

Japan zählt – auf die Landmasse bezogen – zu den waldreichsten Ländern der Erde. Es ist zu 68 Prozent mit Wald bedeckt. Das bedeutet Platz 15 im weltweiten Wald-Ranking, hinter Surinam (Platz 1 mit 95 %) und Bhutan (84 %), aber vor Schweden (67 %), Brasilien (56 %), Russland (50 %), Österreich (47 %), Kanada (34 %), der Schweiz (32 %) und Neuseeland (31 %). Deutschland rangiert mit rund 32 Prozent Waldanteil nur knapp über dem weltweiten Durchschnitt von 30 Prozent. Bezogen auf die Gesamtwaldfläche relativiert sich das Bild: Russland führt die Liste mit 8,2 Mio. km<sup>2</sup> an, gefolgt von Brasilien (4,9 Mio. km<sup>2</sup>) und Kanada (3,5 Mio. km<sup>2</sup>). Japan landet hier mit 250.000 km<sup>2</sup> Wald auf Rang 23, Deutschland auf Platz 47 (114.000 km<sup>2</sup>), Österreich mit knapp 39.000 km<sup>2</sup> auf Platz 80, die Schweiz auf Rang 117 (12.500 km<sup>2</sup>). Quelle: Wikipedia



GERSTEL K. K., Tokio

Flüchtige organische Verbindungen (Volatile Organic Compounds, VOCs) ist die Sammelbezeichnung für organische Stoffe, die leicht verdampfen (flüchtig sind) bzw. schon bei niedrigen Temperaturen (z. B. Raumtemperatur) als Gas vorliegen. Manche VOCs, etwa in Form von Materialemissionen, beeinträchtigen nachweislich das Wohlbefinden und können Kopfschmerzen, Müdigkeit, Schleimhautreizungen, Atembeschwerden, sogar Depressionen hervorrufen [11]. Vergleichbares gilt für Emissionen von Schimmelpilzen, sogenannte Microbial Volatile Organic Compounds (MVOCs) [12]. Dass VOCs indes auch positive Effekte auf das Wohlbefinden und die Gesundheit ausüben können, ist ebenfalls hinlänglich bekannt und Grundlage zum Beispiel von Aromatherapien unter Einsatz ätherischer Öle.

### Pharmakologische Emissionen

NVOCs werden von Pflanzen als sekundäre Metaboliten produziert und emittiert, um sich etwa vor Krankheitserregern oder Fressfeinden zu schützen. Zu den NVOCs zählt zum Beispiel die Gruppe der Terpene, die sich formal vom Isopren ableiten. Terpene wie  $\alpha$ -Pinen oder Limonen gehören zu den Phytonzyden [9], was bedeutet, dass diese Verbindungen eine antibiotische Wirkung haben. Kampfer sei bekannt für seine unter anderem antikanzerogene und Husten lindernde, Cedrol für seine den Blutdruck senkende Wirkung, schreiben Geonwoo et al. Viele Terpene werden als Geruchs- oder Geschmacksstoffe in Parfümen und kosmetischen Produkten eingesetzt oder erfüllen in der Weihnachtszeit jene Wohnräu-

me, in denen eine Naturtanne als Christbaum aufgestellt ist, die bekanntlich in großer Menge geruchsintensive VOCs emittiert.

### Auf, zum fröhlichen Probesammeln

Kim Geonwoo und Kollegen machten sich auf in den universitätsnahen Kasuya Research Forest, einen landschaftlich schönen, gut gepflegten Stadtwald von annähernd 500 Hektar Größe, der den Bürgern der Stadt als Ort der Naherholung dient und den Wissenschaftlern der Universität zu Forschungszwecken. Ziel war es, die Emission von NVOCs zu bestimmen – und zwar nicht die von Nadelbäumen, was aufgrund der bei Tannengehölz bekannt hohen Emission von VOCs nahegelegen hätte, sondern jene von immergrünen Laubbäumen. Die Forscher hatten ihr Augenmerk auf Lorbeergewächse der Gattung *Cinnamomum camphora* (Kampferbaum) und *Machilus thunbergii* gerichtet. Beide Gewächse finden sich in größerer Zahl im Kasuya Research Forest und beiden wird eine therapeutische Wirkung insbesondere bei Erkältungskrankheiten nachgesagt [9].

Um Aufschluss über die Emission von NVOCs beider Gewächse zu erhalten, nahmen Geonwoo und Kollegen Proben an Stellen im Kasuya Research Forest, die jeweils von der einen oder anderen Gewächsart dominiert werden. (In ihrer Publikation geben die Wissenschaftler dezidiert Auskunft über die Besonderheiten der Plätze und des Baumwuchses.)

Mithilfe von Minipumpen zogen sie in 1,5 Meter Höhe Luft durch mit Tenax TA und Carbotrap B gefüllte



## Dr. Qing Li Die wertvolle Medizin des Waldes

### Wie die Natur Körper und Geist stärkt

Jeder weiß, wie gut es tut, durch einen Wald zu spazieren. Allerdings wissen die wenigsten, welchen positiven Effekt die Natur auf unsere körperliche und seelische Gesundheit ausübt. Dr. Qing Li hat in seinen Studien festgestellt, dass es für unsere Gesundheit essenziell ist, Zeit in der Natur zu verbringen. Seit 30 Jahren

untersucht der Forstwissenschaftler und Mediziner die Wirkkräfte des Waldes. Die Resultate seiner Studien führten zu der von ihm entwickelten Shinrin-yoku-Methode, was übersetzt so viel bedeutet wie „Wandeln im Wald“, mit der man sich die Heilkraft des Waldes zunutze machen kann, etwa um den Blutdruck zu senken, die Schlafqualität zu verbessern, das Konzentrationsvermögen zu fördern und das Krankheitsrisiko zu minimieren. Wie Wald wirkt und wie man sich die Kraft der Bäume für das eigene Wohlergehen erschließt, darüber berichtet Dr. Qing Li in seinem Buch „Die wertvolle Medizin des Waldes“, das als deutsche Erstausgabe im August 2018 im Rowohlt Polaris Verlag erschienen ist. 320 Seiten, ISBN 978-3-499-63401-7, EUR 16,99 (D), EUR 17,50 (A)

Adsorbensröhrchen. Ein Gesamtprobenvolumen von 15 Litern wurde mit einer Flussrate von 150 mL/min für die NVOC-Messung gesammelt. Anschließend wurden die Adsorbensröhrchen bei  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  gelagert und innerhalb von 48 Stunden mittels Thermodesorptions-Gaschromatographie-Massenspektrometrie (TD-GC/MS) analysiert.

Für die Thermodesorption der Analyten verwendeten Geonwoo et al. ein ThermalDesorptionSystem (GERSTEL-TDS), das an ein GC/MS-System von Agilent Technologies (7890N-5975) gekoppelt war. Die angereicherten NVOCs wurden für drei Minuten bei  $210\text{ }^{\circ}\text{C}$  vom Adsorbens thermodesorbiert und bei  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  im KaltAufgabeSystem (GERSTEL-KAS), auf dem das TDS aufsitzt, cryofokussiert. Das KAS wurde auf  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  (3 min) aufgeheizt und die flüchtigen Analyten anschließend auf eine GC-Säule (HP-INNOWax, 60 m x 0,25 mm, 0,25  $\mu\text{m}$ ) überführt. Der GC-Ofen wurde programmiert von  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (3 min) mit  $8\text{ }^{\circ}\text{C}$  pro Minute auf  $220\text{ }^{\circ}\text{C}$  (3 min) aufgeheizt. Die Temperatur des MSD-Interface betrug  $210\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Bei der Analyse richteten Geonwoo und Kollegen ihr Augenmerk auf 20 Monoterpene, darunter unter anderem auf  $\alpha$ -Pinen und Camphen, die bekanntlich eine pharmakologische Wirkung besitzen. Bei beiden Baumtypen bestimmten die Wissenschaftler im Rahmen der TD-GC/MS-Analyse insgesamt 18 der NVOCs. Doch während Cinnamomum camphora und Machilus thunbergii ein vergleichbares Komponentenverhältnis aufwiesen, emittierte das Kampfergewächs die größte Gesamtmenge natürlicher flüchtiger organischer Verbindungen (TVOCs). Bemerkenswert waren die von Baum zu Baum gemessenen Konzentrationsunterschiede von  $\alpha$ -Pinen ( $0,083\text{ ng/m}^3$  [C. camphora] :  $0,031\text{ ng/m}^3$  [M. thunbergii]), Camphen ( $0,041\text{ ng/m}^3$  :  $0,014\text{ ng/m}^3$ ), Campher ( $0,359\text{ ng/m}^3$  :  $0,142\text{ ng/m}^3$ ) und Cedrol ( $0,115\text{ ng/m}^3$  :  $0,051\text{ ng/m}^3$ ).

Die freien Emissionen hängen nicht nur von der Pflanzen- und Blattgröße ab, sondern auch von verschiedenen Umweltfaktoren. So stiegen sie im Tagesverlauf mit der Sonneneinstrahlung, sprich der Temperatur, und sanken mit steigender Feinstaubbelastung und Luftfeuchtigkeit.

Bemerkenswert sei auf jeden Fall, schreiben die Forscher, dass die Werte der untersuchten Laubgewächse nicht unerheblich seien, auch wenn Nadelhölzer erwartungsgemäß deutlich höhere NVOC-Konzentrationen emittierten. Die Wissenschaftler empfehlen, ihre Erkenntnisse künftig bei Planung und Anlegung natürlicher Heilräume zu berücksichtigen. Hierbei sollen nicht nur Nadelbäume in Betracht gezogen werden, wie es bislang üblich sei, sondern auch Laubgewächse, wie sie Gegenstand ihrer Studie gewesen seien, unterstreichen Geonwoo et al.

## Referenzen

- [1] J. Barton, J. Pretty, What is the Best Dose of Nature and Green Exercise for Improving Mental Health? A Multi-Study Analysis, Environ. Sci. Technol. 44 (2010) 3947-3955, DOI: 10.1021/es903183r, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es903183r>
- [2] R. Ulrich, View through a window may influence recovery from surgery, Science 224 (1984) 420-421, DOI: 10.1126/science.6143402, <http://science.sciencemag.org/content/224/4647/420>
- [3] O. Kardan, P. Gozdyra, B. Misis, F. Moola, L. J. Palmer, T. Paus, M. G. Berman, Neighborhood greenspace and health in a large urban center, Scientific Reports 5 (2015) Article number: 11610, doi:10.1038/srep11610, [www.nature.com/articles/srep11610](http://www.nature.com/articles/srep11610)
- [4] Q. Li, Die Heilkraft des Waldes – Der Beitrag der Waldmedizin zur Naturtherapie, 2016, <http://bit.ly/2DpN3uT>
- [5] Wikipedia, <https://de.wikipedia.org/wiki/Vagotonie>
- [6] Q. Li, „Forest Medicine“, in: Q. Li (Hg.), Forest Medicine, New York 2012, 1-316
- [7] Q. Li, K. Morimoto, A. Nakadai, H. Inagaki, M. Katsumata, T. Shimizu, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y. Miyazaki, T. Kagawa, Y. Koyama, T. Ohira, N. Takayama, A. M. Krensky, T. Kawada, Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins, Int. J. Immunopathol Pharmacol 20 (2007) 3-8, [www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17903349](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17903349)
- [8] Dr. Qing Li's Empfehlungen zum Waldbaden, [www.waldbaden.com/waldbaden/dr-qing-li-s-empfehlungen-zum-waldbaden](http://www.waldbaden.com/waldbaden/dr-qing-li-s-empfehlungen-zum-waldbaden)
- [9] K. Geonwoo, B. J. Park, P. S. Yeon, S. Lee, D. Joung, C. Park, S. Koga, Case Study on the Changes in the Physical Environment in Forest Healing Spaces, J. Fac. Agr., Kyūshū Univ., 61 (2016) 375-381, <http://bit.ly/2RQTZ80>
- [10] [www.ewnor.de/jv/548\\_jv.php](http://www.ewnor.de/jv/548_jv.php)
- [11] G. Deußing, Dicke Luft? Wenn Heim und Büro krank machen, GERSTEL Aktuell 44 (2011) 4-7, [www.gerstel.de/de/GA44\\_Emissionen\\_aus\\_Baustoffen.htm](http://www.gerstel.de/de/GA44_Emissionen_aus_Baustoffen.htm)
- [12] R. Keller, K. Senkpiel, W. Butte, Schimmelpilze und deren Sekundärmetabolite (MVOC) in Luftproben unbelasteter Wohnungen, Gefahrstoffe, Reinhaltung der Luft 67 (2007) 77-84