



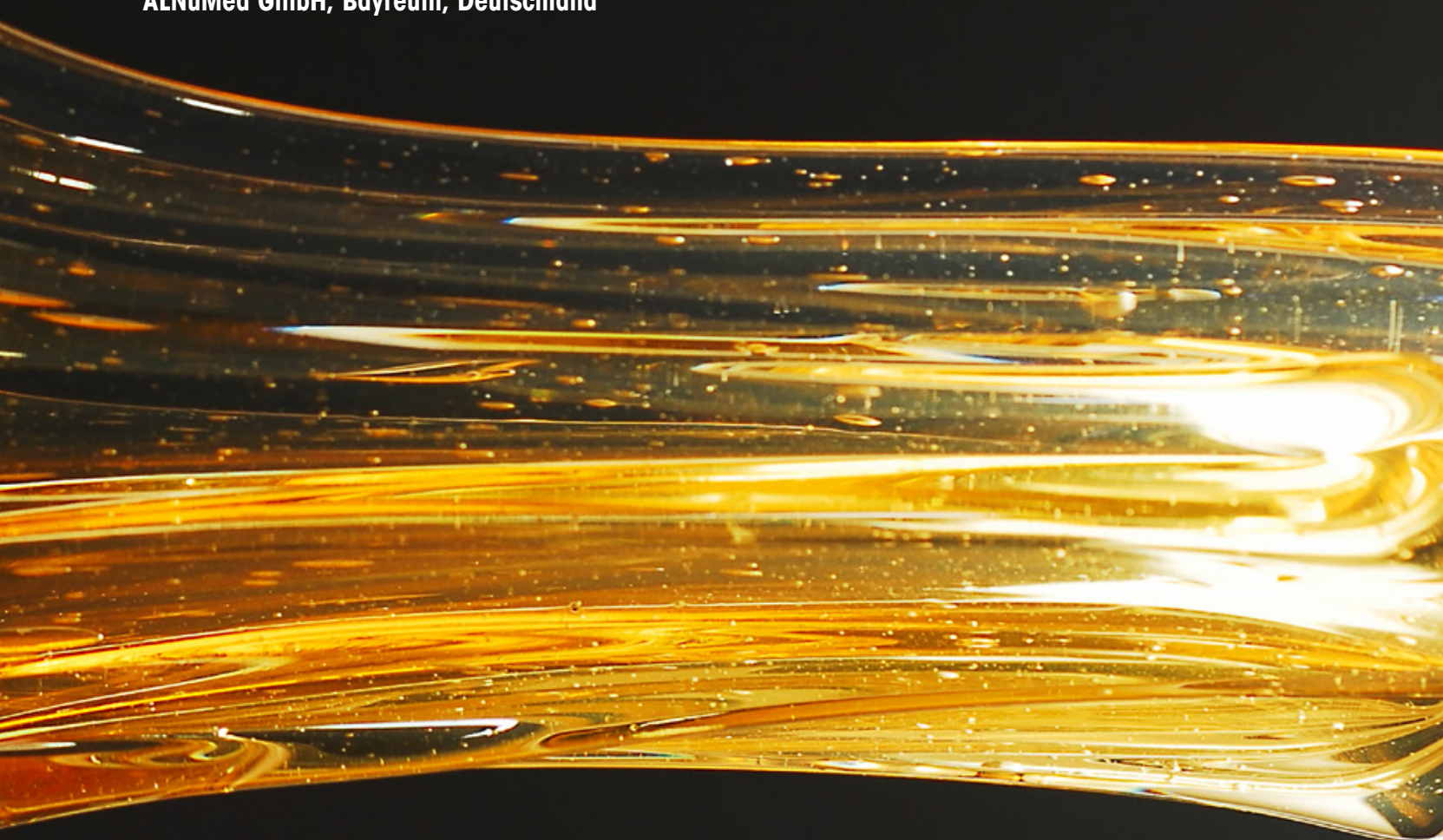
Mehr als Honig?

Schnelle Authentizitätsprüfung
von Honig mittels NMR-Spektroskopie
und Folgen für die Probenvorbereitung

Prof. Dr. Stephan Schwarzinger^{1,2}, Wolfrat Bachert¹,
Christopher Igel¹, Felix Brauer², Prof. Dr. Paul Rösch¹

¹ Forschungszentrum für Bio-Makromoleküle (FZ BIOmac), Universität Bayreuth, Deutschland

² ALNuMed GmbH, Bayreuth, Deutschland



Seit Jahrtausenden ist „Honig“ ein Inbegriff für ein naturbelassenes und gesundes Lebensmittel. Dementsprechend erfreut sich Honig auch bei Konsumenten steter Beliebtheit – gerade in Zeiten, in denen biologische Lebensmittel und eine gesunde Lebensweise aktueller sind als je zuvor. Einer steigenden Nachfrage steht allerdings ein begrenztes Angebot gegenüber, nicht zuletzt auch bedingt durch Bienenerkrankungen. Als Folge kommen in den internationalen Handel immer öfter Honige, die mit Zuckersirupen gestreckt wurden und nur durch aufwendige und zeitraubende Analysen entlarvt werden können.

Abhilfe schaffen kann nur ein verlässlicher Schnelltest, der höhere Testzahlen zulässt. Eine solche Methode ist die magnetische Kernresonanz (*Nuclear Magnetic Resonance*, NMR)-Spektroskopie, die bereits routinemäßig zur gerichteten und nicht gerichteten Authentizitätsprüfung von Fruchtsäften und Weinen eingesetzt wird. Wir zeigen hier, dass NMR-Spektroskopie in Verbindung mit einer entsprechend effizienten Probenvorbereitung eine vielversprechende Methode für eine Schnellanalyse der Authentizität von Honigen ist.

Honig ist nach der Honigverordnung (HonigV), Anlage 1 der „...naturesüße Stoff, der von Honigbienen erzeugt wird...“. Aufgrund seiner Bedeutung in der Geschichte der Menschheit und seiner ungebrochenen Beliebtheit bei Konsumenten unterliegt Honig einer sehr strengen Reglementierung innerhalb Deutschlands und der EU. Unter anderem heißt es in der HonigV, Anl. 2 weiter: „Honig dürfen keine anderen Stoffe als Honig zugefügt werden ... Honig dürfen jedoch keine honigeigenen Stoffe entzogen werden ...“

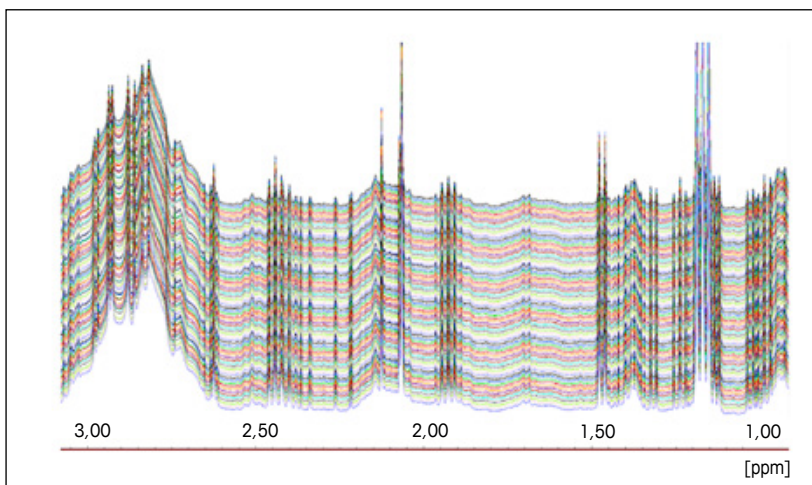


Abb. 1 Absolute Reproduzierbarkeit ist eine Voraussetzung für Lebensmittel-Profilung: Ausschnitt (ca. 20 %) aus 72 NMR-Spektren eines Fruchtsaftes. Selbst kleinste Signale werden reproduzierbar wiedergefunden. Relative Konzentrationsunterschiede von Inhaltsstoffen, die zunächst nicht genauer bekannt sein müssen, können damit die Grundlage für Marker für die Authentizitätsprüfung bilden.

Stark gefragt und begrenzt verfügbar

Der steigenden Nachfrage an Honig stehen aber gravierende Probleme in der Produktion gegenüber. Hier ist vor allem die Belastung der Bienenvölker durch die *Varroa*-Milbe zu nennen, die in den vergangenen Jahrzehnten in weiten Teilen der Welt Imkern große Verluste an Völkern bereitete [1]. Mit dem steigenden weltweiten Lebensmittelbedarf ist eine rapide Intensivierung der Nutzung landwirtschaftlicher Flächen verbunden, die großflächige Monokulturen und den massiven Einsatz von Insektiziden und Pestiziden einschließen. Es gilt mittlerweile als wahrscheinlich, dass die Kombination von *Varroa*, anderen Pathogenen und Chemikalien für die dramatischen Überwinterungsverluste von teilweise über 80 % verantwortlich ist, die in den vergangenen Jahren in vielen Regionen beobachtet wurden [2]. Die Folge ist ein Unterangebot an qualitativ hochwertigem Honig, wie er auch in Deutschland besonders geschätzt wird. Die Deutschen gehören mit einem Pro-Kopf-Verbrauch von über einem Kilogramm Honig pro Jahr zu den weltweiten Spitzenverbrauchern [3]. Da der Bedarf aber nur zu etwa einem Viertel aus heimischer Produktion bestritten werden kann, zählt Deutschland zu den größten Honigimporteuren weltweit [4]. Damit der deutsche Honig auch weiterhin seinem guten Ruf gerecht werden kann, werden strenge Kontrollen durchgeführt. Dies betrifft etwa die Bestimmung der Herkunft und der Reinheit des Honigs.

Beide Qualitätsparameter unterliegen seit Kurzem mit steigender Häufigkeit Verfälschungen. So wurde in den USA beispielsweise im vergangenen Jahr der sogenannte „Honey-Gate“-Skandal bekannt, bei dem Honig aus China in großem Stil hinsichtlich seiner Herkunft umdeklariert wurde. Dabei entstand ein kolportierter Steuerschaden von 180 Mio. US-Dollar [5]. Um den Nachweis der geografischen Herkunft, der üblicherweise über das Pollenspektrum geführt wird, zu erschweren, werden Pollen immer häufiger aus dem Honig herausfiltriert. Noch schwerwiegender sind Verfälschungen von Honig,

der zu etwa 70 % aus den beiden Zuckern Glucose und Fructose besteht, mit diversen pflanzlichen Zuckersirupen. Dabei sind manche Zuckersirupe – etwa jene mit einem hohen Anteil an Saccharose – vergleichsweise einfach in Honig nachzuweisen. Fructose-Glucose-Sirupe (FGS) allerdings, die aus den Hauptbestandteilen des Honigs bestehen, sind bisher nur sehr schwer – beispielsweise durch Bestimmung von Isotopenverhältnissen mittels Massenspektrometrie – zu erkennen [6]. FGS sind großtechnische Produkte für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie, die zu einem Bruchteil des Preises von Honig zur Verfügung stehen. Verfälschungen dieser Art sind also besonders lukrativ. Um diesen Entwicklungen Einhalt zu gebieten, bedarf es neuer, robuster Schnelltestverfahren, damit Konsumenten weltweit weiter auf die Authentizität von Honig vertrauen können.

Schnelle Authentizitätsprüfung mittels NMR-Spektroskopie

Authentizitätsprüfungen können etwa anhand von geeigneten Markern erfolgen. Als Marker wird dabei in der Regel eine Substanz bezeichnet, deren Vorhandensein (oder Fehlen) sich ausschließlich mit dem zu untersuchenden Parameter korrelieren lässt. So kann beispielsweise ein erhöhter Gehalt bestimmter organischer Säuren als Indikator für eine Verfälschung mit Invertzucker dienen. Komplexere Fragen, etwa jene nach der Provenienz von Lebensmitteln, lassen sich aber nicht mehr anhand einer einzigen Substanz beantworten. Man denke etwa an einen Riesling, der an zwei verschiedenen Orten angebaut wird. Da es sich um genetisch identische Pflanzen handelt, sind in beiden Fällen auch die gleichen Inhaltsstoffe in Form der Stoffwechselprodukte (Metabolite) der Pflanzen zu erwarten. Allerdings führen Variationen in Klima und Bodenbeschaffenheit zu relativen Konzentrationsunterschieden. Dementsprechend können systematische Konzentrationsunterschiede verschiedener Metabolite zu einem Marker für beispielsweise die geografische Herkunft zusammengefasst werden.

Für diese Art von Analytik eignen sich spektroskopische Verfahren, allen voran die NMR-Spektroskopie, eine Technik, die ähnlich auch in der Medizin in Form der Kernspintomografie eingesetzt wird. Bei NMR-Spektroskopie wird die Reaktion einer magnetisch aktiven Atomsorte, zum Beispiel ^1H oder ^{13}C , in einem starken äußeren Magnetfeld auf einen Radiofrequenzpuls gemessen. Aus den resultierenden Signalen lassen sich Schlüsse auf die chemische Umgebung dieser Atome und

damit auf die Identität der untersuchten Substanz ziehen. Hochauflösende NMR-Spektroskopie erlaubt dabei die Identifizierung und in vielen Fällen auch eine Quantifizierung mehrerer Stoffe in der gleichen Messung. Damit ist die Methode prädestiniert für eine effiziente Analyse von komplexen Stoffmischungen, wie Lebensmittel sie darstellen: Im Gegensatz zu etwa chromatografischen Verfahren ist keine zeitraubende Trennung der Komponenten einer Mischung erforderlich. Gleichzeitig kann die Probe ohne chemische Aufbereitung gemessen werden, das Risiko, Substanzen während der Trennung zu

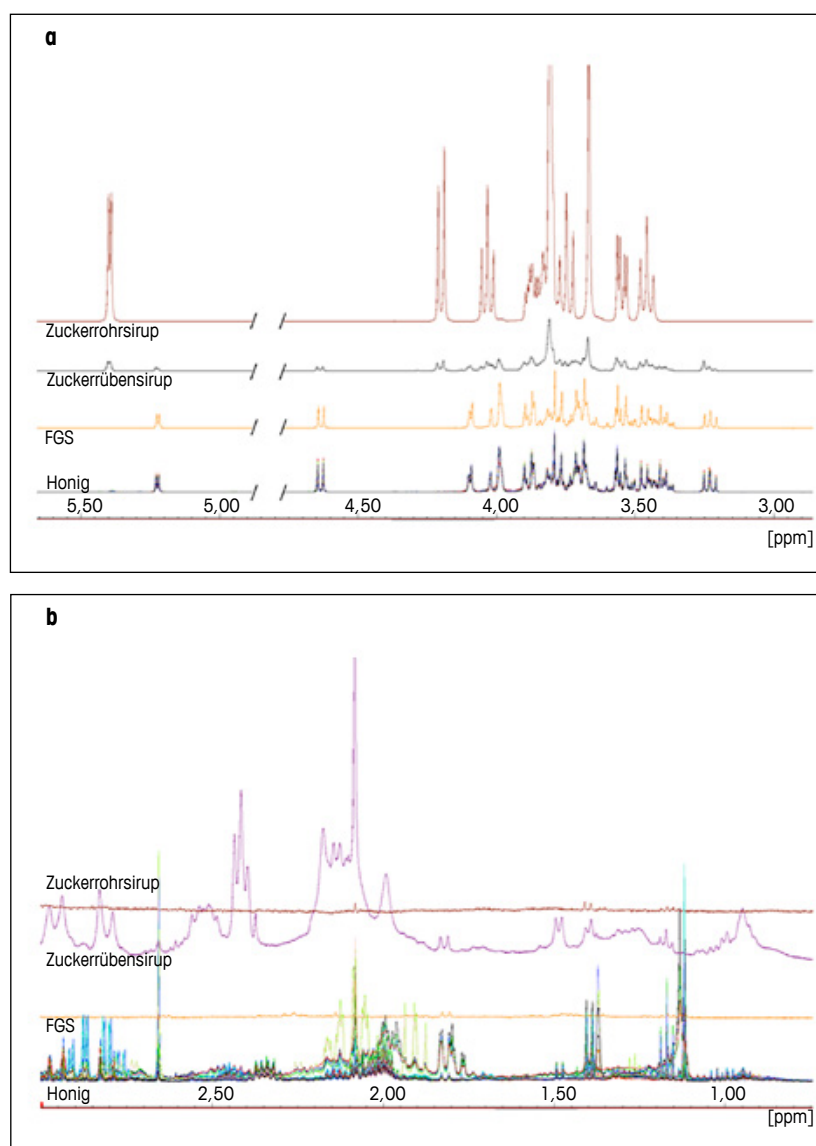


Abb. 2 NMR-Spektren eines FGS (orangefarben), eines Zuckerrübensirups (violett), eines Zuckerrohrsirups (rot) und von 46 reinen Honigen. **2a** zeigt den Bereich der Zuckersignale (3,0–5,5 ppm chemische Verschiebung; ausgenommen den Bereich des restlichen Wassersignals um 4,8 ppm). Deutlich sind die Unterschiede von Zuckerrüben- und Zuckerrohrsirup sowie die Ähnlichkeit von FGS zu Honig zu erkennen. In **2b** ist eine Vergrößerung des Bereiches von 0,8 bis 3,0 ppm chemischer Verschiebung zu sehen, der geringer konzentrierte Substanzen in Honig und Zuckerrübensirup zeigt. Während Zuckerrübensirup auch viele zusätzliche Stoffe außer den Zuckern enthält, sind FGS und Zuckerrohrsirup weitgehend frei von anderen Stoffen.



Stephan Schwarzinger, Jg. 1970, studierte Wirtschaftsingenieurwesen Technische Chemie an der Universität Linz, wo er 1999 promovierte. Es folgte ein Postdoc-Aufenthalt am The Scripps Research Institute, La Jolla, CA. Von 2000 bis 2006 war er Assistent am Lehrstuhl Biopolymere an der Universität Bayreuth, 2006 habilitierte er in Biophysikalischer Chemie. Seit 2007 ist er Privatdozent am Lehrstuhl Biopolymere und vertrat 2008 die Professur für Biochemie an der Universität Bayreuth. Seit 2010 ist er Mitglied im FZ BIOmac, wo er seit 2013 außerplanmäßiger Professor ist. Weiterhin ist er Geschäftsführer der ALNuMed GmbH. Seine Forschungsinteresse gilt NMR-Methoden zur Charakterisierung von flexiblen Proteinen, NMR-basierter Lebensmittelanalytik sowie der Kombination von Analysemethoden.



Wolfrat Bachert, Jg. 1987, begann zunächst ein Studium des Maschinenbaustudium an der TU Dresden, ehe er 2009 zum Studium der Biologie an die Universität Bayreuth wechselte, wo er 2013 am Lehrstuhl für Biochemie unter der Leitung von Prof. Dr. Wulf Blankenfeldt seine Bachelorarbeit zum Thema „Charakterisierung der Methionin-(R)-sulfoxid-Reduktasen MsrB und fMsrT1/C1 des einzelligen Parasiten *Trypanosoma cruzi*“ anfertigte. Seit 2013 studiert er ebenfalls in Bayreuth den Masterstudiengang „Biochemie und molekulare Biologie“.



Christopher Igel, Jg. 1990, absolvierte von 2009 bis 2013 sein Bachelor-Studium in Biochemie an der Universität Bayreuth. Die Bachelorarbeit zum Thema „Honiganalytik mittels NMR“ fertigte er am Forschungszentrum BIOmac unter der Leitung von Prof. Dr. Schwarzinger an.



Felix Brauer, Jg. 1989, absolvierte ein Bachelorstudium in Biochemie und ein Masterstudium in Biochemie und Molekulare Biochemie an der Universität Bayreuth. Seit 2013 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der ALNuMed GmbH und Doktorand am FZ BIOmac. Seine Forschungsinteressen sind die NMR-basierte Lebensmittelanalytik und die Integration von Methoden für die Metabonomik (iMetabonomics).



Paul Rösch, Jg. 1952, studierte Physik an den Universitäten Karlsruhe und Heidelberg und promovierte anschließend am MPI für Medizinische Forschung, Heidelberg. Anschließend war er Postdoc an der University of Pennsylvania, Medical School, USA und wissenschaftlicher Mitarbeiter am MPI für Medizinische Forschung, Heidelberg. 1989 habilitierte er in Biophysik an der Universität Heidelberg. Seit 1990 ist er Leiter des Lehrstuhls Biopolymere und seit 2007 geschäftsführender Direktor des Forschungszentrums für Bio-Makromoleküle (FZ BIOmac) der Universität Bayreuth. Seine Forschungsschwerpunkte sind: NMR-basierte biomedizinische Strukturforschung, insbesondere molekulare Grundlagen von Lebensmittelallergien und Erforschung der bakteriellen Transkription als Ziel für neue Antibiotika.

verlieren oder zu verschleppen, ist damit minimal oder gar ganz ausgeschlossen. Ein Alleinstellungsmerkmal der NMR-Spektroskopie ist die Quantifizierbarkeit von Signalen mit einer dynamischen Bandbreite von über fünf Größenordnungen in Verbindung mit der sehr hohen Reproduzierbarkeit der Methode (Abb. 1). Dadurch wird es möglich, in einer nur wenige Minuten dauernden Messung die Signale sehr gering konzentrierter Substanzen (ppm-Bereich) in Gegenwart stark konzentrierter Verbindungen (%-Bereich) reproduzierbar wiederzufinden.

Somit ist die NMR-Spektroskopie wie derzeit keine andere Analysetechnik in der Lage, quantitative Inhaltsstoffprofile von Lebensmitteln zu erstellen und diese mittels statistischer Verfahren in gerichteter und nicht gerichteter Weise mit Authentizitäts- und Qualitätsparametern zu korrelieren. Dabei wird in einem ersten Schritt eine Spektrensammlung von bekannten Proben angelegt. Mittels statistischer Verfahren können dann neue, unbekannte Proben durch Vergleich mit dieser Referenzdatenbank klassifiziert werden. Routinemäßige Anwendung findet das Verfahren bereits zum Profiling von Fruchtsäften und Weinen, wobei sich neben Authentizitätsparametern wie Sorte, Herkunft, Jahrgang und Verarbeitung bis zu 50 weitere Qualitätsparameter in nur 15 min Messzeit quantitativ vollautomatisch erfassen lassen [7]. Kürzlich haben wir am Beispiel von Fleisch gezeigt, dass sich NMR auch zur schnellen Authentizitätsanalytik von festen Lebensmitteln eignet, indem ein entsprechender Extrakt hergestellt wird [8]. Aber auch Honig, der aufgrund seiner Zusammensetzung schwierig zu untersuchen ist, kann mittels NMR-Spektroskopie im Detail analysiert werden. Unter anderem konnten wir bereits zeigen, dass sich neben einzelnen Zuckern und Abbausubstanzen wie 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) sogar der Wassergehalt in der gleichen Messung bestimmen lässt [9].

Schnelle, exakte Messungen erfordern schnelle, exakte Probenvorbereitung

Bei Messzeiten von etwa 15 min können an einem NMR-Spektrometer pro Jahr etwa 20.000 Proben analysiert werden. Bedingt durch die hohe Reproduzierbarkeit der Messungen, welche die maßgebliche Grundlage für die Authentizitätsprüfung durch Klassifizierung mittels statistischer Methoden ist, steigt auch der Aufwand für die Probenvorbereitung im Labor. Durch die geforderte Präzision – jede Ungenauigkeit bei der Handhabung

der Probe würde unmittelbar die Genauigkeit der Messung verringern und damit vor allem Signale geringer konzentrierter Substanzen im Rauschen verschwinden lassen – und in Abhängigkeit von der Konsistenz der Probe wird der Aufwand erheblich.

Dies gilt insbesondere auch für Honig. Um im Rahmen der verfügbaren dynamischen Bandbreite reproduzierbare Spektren zu erhalten, müssen Grammengen von Honig auf ein Milligramm genau in einem definierten Volumen gelöst werden. Im Prinzip könnte dies rasch in einem Maßkolben erfolgen, wäre da nicht die zäh-pastöse Konsistenz von Honig, die vor allem bei kleinen Mengen den Einwiegevorgang schwierig und zeitaufwendig gestaltet. Die Automation dieser Vorgänge ist daher aus zweierlei Gründen unabdingbar:

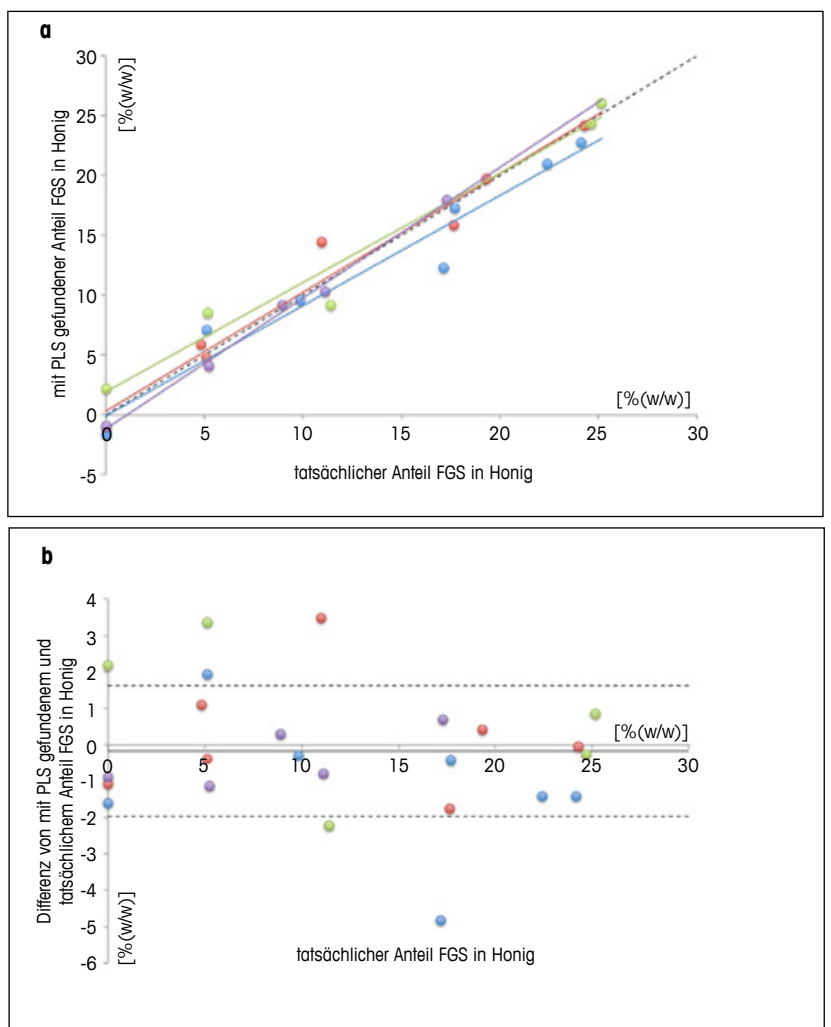


Abb. 3 Test der PLS-Analysen für FGS-Verfälschungen von Honig (in % w/w). Insgesamt wurden vier unabhängige Tests, dargestellt in verschiedenen Farben, durchgeführt. **3a** zeigt die Auftragung der tatsächlichen Werte gegen die mit PLS gefundenen Werte. Die Bestimmtheitsmaße (R^2) für die gefundenen Korrelationen liegen zwischen 0,95 und 0,99. Die Trendlinien für die einzelnen Tests sind als farbige Linien dargestellt, die Diagonale als gestrichelte schwarze Linie. In **3b** wird die Abweichungen (in % w/w) der mittels PLS ermittelten FGS-Konzentrationen von den wahren Werten gezeigt. Der Mittelwert der Abweichungen aus 24 PLS-Analysen liegt bei $-0,18\%$ (schwarze Linie), der mittlere quadratische Fehler der PLS-Vorhersage (RMSEP; gestrichelte Linien) beträgt $1,8\%$.

Prozesse lassen sich so zum einen beschleunigen, zum anderen werden Vorgänge reproduzierbarer und sicherer, beispielsweise durch das Eliminieren der persönlichen Varianz bei manuellen Pipettiervorgängen und durch die Vermeidung von Verwechslungen. Speziell für die Beschleunigung des Einwiegevorganges hat die ALNuMed GmbH auf das Quantostm-System von Mettler-Toledo zurückgegriffen und eine semi-automatische Probenvorbereitung geschaffen. Anstatt milligrammgenau eine definierte Menge Honig in einem volumetrischen Gefäß vorzulegen, wird eine ungefähre Zielmenge in einem verschließbaren Gefäß eingewogen. Das Quantos-System stellt dabei über eine Anzeige sicher, dass eine bestimmte Mindestmenge an Einwaage vorhanden ist, sodass das für die spätere NMR-Analyse erforderliche Volumen erreicht wird. Automatisch wird nun die Einwaage auf bis zu fünf Stellen exakt ermittelt. Anhand der Stoffeigenschaften von Honig und dem verwendeten Lösungsmittel wird nun die Menge an Lösungsmittel, die für die Herstellung einer entsprechenden volumetrischen Lösung erforderlich ist, errechnet und vollautomatisch gravimetrisch gesteuert zudosiert. Dieses Vorgehen erlaubt eine Halbierung der Zeit für die Probenpräparation. Vor allem bei hohem Probenaufkommen zeigt der automatisierte Prozess seine Vorteile: Proben werden mithilfe eines Barcode-Lesers zunächst identifiziert. Systemparameter wie Datum, Temperatur etc. werden im Laborinformationssystem genauso automatisch abgelegt wie sämtliche Wägeparameter. Fehlerquellen wie Probenverwechslungen und Zahlendreher werden dadurch systematisch minimiert.

Die Verwendung des Quantos-Wägesystems hilft somit bei der Auslastung des NMR-Spektrometers und steigert insgesamt die Qualität des Prozesses bei gleichzeitiger Reduktion der Kosten.

Nachweis von Zuckersirupen in Honigen

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie haben wir fünf verschiedene Honige – drei verschiedene Waldhonige, einen Akazienhonig und einen Vielblütenhonig – mit jeweils drei Zuckersirupen – einem FGS, einem Zuckerrübensirup und einem Zuckerrohrsirup – in jeweils vier verschiedenen Konzentrationen bis zu 25 % (w/w) verfälscht. Die Proben wurden dann mit dem Quantos-Wägesystem automatisch vorbereitet, in Wasser gelöst, auf einem Bruker 400 MHz Food-Screener analysiert und mittels der im AMIX-Softwarepaket implementierten *Partial-Least-Square* (PLS)-Methode ausgewertet. In Abbildung 2 sind die NMR-Spektren der reinen Zuckersirupe sowie die Spektren reiner Honige dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Zuckersirupe unterschiedliche Ähnlichkeiten zu den Honigen aufweisen. Während Zuckerrohrsirup, der fast ausschließlich aus Saccharose besteht, und Zuckerrübensirup, der produktionsbedingt eine Vielzahl zusätzlicher Signale aufweist, sich vergleichsweise deutlich von den Honigspektren unterscheiden, enthält großtechnisch hergestellter FGS praktisch nur Fructose und Glucose und verfügt damit kaum über Unterscheidungsmerkmale zu Honig.

Hier schafft tatsächlich die Anwendung der PLS-Methode Abhilfe. Mit bekannten Proben werden dabei mathematische Regressionsmodelle erstellt, anhand derer die Eigenschaften unbekannter Proben vorhergesagt werden können. Für diese Studie wurde für jeden der verwendeten Sirupe zunächst ein eigenes Modell erstellt. Um die Qualität der erstellten Modelle zu prüfen, wurden die vorhandenen Proben mit bekanntem Verfälschungsgrad (24 je Sirup) in zwei Gruppen geteilt. Die erste Gruppe, die zwischen 70 % und 80 % der Proben enthielt, wurde für die Erstellung der statistischen Modelle verwendet, die verbleibenden Proben wurden anhand dieser Modelle vorhergesagt und die Abweichung zwischen Vorhersage und wahren Wert ermittelt. Dieser Test wurde für jeden Sirup vierfach durchgeführt. In Abbildung 3 sind beispielhaft die Ergebnisse der PLS-Analysen für FGS dargestellt, wobei willkürlich fünf bis sieben Proben ausgewählt und anhand der mit den verbleibenden 19 bzw. 17 Proben erstellten PLS-Modellen vorhergesagt

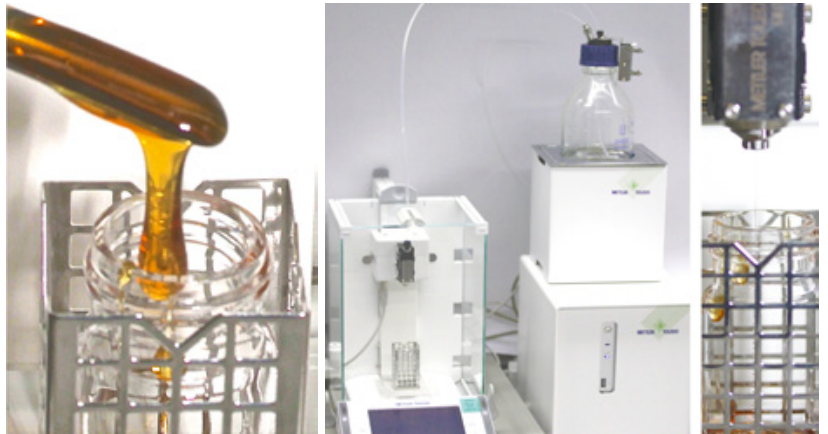
Tab. 1 Ergebnisse der Tests der PLS-Analyse von Honigen, die mit verschiedenen Sirupen gestreckt wurden. Insgesamt standen 24 Proben mit bis zu 25 % w/w Sirupanteil zur Verfügung. n ist die Zahl der Proben, die vorhergesagt wurden. 24-n Proben wurden für die Generierung der PLS-Modelle (Kalibrierung) verwendet. Für die Tests 1 bis 4 sind der mittlere quadratische Fehler der Kalibrierung (RMSEC, in % w/w) und der mittlere quadratische Fehler der Vorhersage (RMSEP, in % w/w) angegeben. Für die Kreuzvalidierung mit 10 % der Daten ist der entsprechende RMSEP-CV (in % w/w) angegeben.

	FGS	Zuckerrübe	Zuckerrohr
Test 1	n = 7 RMSEC: 0,41 % RMSEP: 1,59 %	n = 6 RMSEC: 0,32 % RMSEP: 1,63 %	n = 6 RMSEC: 0,19 % RMSEP: 3,32 %
Test 2	n = 7 RMSEC: 0,41 % RMSEP: 2,20 %	n = 6 RMSEC: 0,38 % RMSEP: 0,63 %	n = 6 RMSEC: 0,14 % RMSEP: 1,88 %
Test 3	n = 5 RMSEC: 0,51 % RMSEP: 0,82 %	n = 6 RMSEC: 0,34 % RMSEP: 0,92 %	n = 6 RMSEC: 0,09 % RMSEP: 2,54 %
Test 4	n = 5 RMSEC: 0,35 % RMSEP: 2,08 %	n = 6 RMSEC: 0,29 % RMSEP: 0,83 %	n = 6 RMSEC: 0,24 % RMSEP: 4,36 %
Kreuzvalidierung 10 %	RMSEP-CV: 2,74 %	RMSEP-CV: 1,61 %	RMSEP-CV: 4,84 %

wurden. Die gute Qualität der Modelle ist klar erkennbar – selbst Proben mit nur 5 % zugesetztem Fructose-Glucose-Sirup wurden richtig erkannt.

In Tabelle 1 sind die Ergebnisse für die vier einzelnen Tests und eine Kreuzvalidierung mit 10 % der Daten zusammengefasst. Für jeden der verwendeten Sirupe war es möglich, bereits 5 % an Zugabe verlässlich nachzuweisen. Die vorliegende Studie lässt erwarten, dass bei entsprechendem Ausbau der Methode routinemäßig Verfälschungen von mindestens 10 % erkannt werden können.

NMR-Spektren enthalten einen hohen Informationsgehalt über Inhaltsstoffe und deren relative Konzentrationsverhältnisse, die letztendlich die Aufdeckung von Sirupzusätzen in Honig erlauben. Damit eignet sich die NMR-Spektroskopie hervorragend für einen entsprechenden Schnelltest. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, dass NMR in der gleichen Messung zusätzlich die Quantifizierung von qualitätsrelevanten Inhaltsstoffen erlaubt und damit zur Einsparung von Kosten beitragen kann. Automation, etwa mithilfe des Quantos-Systems, trägt dazu bei, den Prozess der Probenvorbereitung reproduzierbarer zu gestalten und die Kosten zu senken.



Schnelle Vorbereitung von Honigproben für die NMR-Analytik: Statt Honig mg-genau einzuwiegen wird dieser nur grob vorgelegt. Quantos ermittelt die exakte Einwaage und dosiert automatisch die entsprechende Menge Lösungsmittel zu. Proben können über Barcodes identifiziert werden. Die Methode ist einfach, schnell und reproduzierbar: sie spart Kosten und erhöht die Qualität der Analysen.

■ s.schwarzinger@unibt.de

Literatur

- [1] <http://de.wikipedia.org/wiki/Varroamilbe>
- [2] Genersch, E. *et al.* (2010) *Apidologie* 41, 332–352. Sgolastra, F. *et al.* (2012) *Bull. of Insect.* 65, 273–280
- [3] <http://www.bmelv.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/2012/201-Zahl-der-Woche.html>
- [4] <http://www.statista.de>
- [5] <http://www.foodsafetynews.com/2013/02/honeygate-sting-leads-to-charges-for-illegal-chinese-honey-importation/#.U-H6lVY4ywc>
- [6] Elflein, L., Raezke, K.-P. (2008) *Apidologie*, 39, 574–587
- [7] Spraul, M. *et al.* (2009) *Nutrients* 1, 148–155. Godelmann, R. *et al.* (2013) *J. Agric. Food Chem.* 61, 5610–5619
- [8] Köberl, L. *et al.* (2013), *Q&more* 02.13, 43–47. Schwarzinger, S. *et al.* (2014) *FOOD-LAB* 2/14, 35–38
- [9] Rösch, P., Schwarzinger, S. (2012) *GIT Labor-Fachzeitschrift* 4/2012, 214–215

Bild: © istockphoto.com, gorgev

Impressum

q&more ist ein internationales Journal von Wissenschaftlern mit dem Ziel exzellente Forschung abzubilden und innovativen Lösungen für Forschung und Prozess neue Impulse zu geben. Das Unternehmen METTLER TOLEDO unterstützt die Herausgabe von q&more.

Verlag
succidia AG
Verlag & Kommunikation
Rösslerstr. 88 · 64293 Darmstadt
Tel. +49 (0) 6151/36056-0
Fax +49 (0) 6151/36056-11
info@succidia.de
www.succidia.de

Herausgeber
Jörg Peter Matthes [JPM]¹

Wissenschaftlicher Direktor
Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]²
brickmann@succidia.de

Titelbild: © istockphoto.com, kozak_kadr

Redaktion
Claudia Schiller, Leitung [CS]³
schiller@4t-da.de
Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]
Jörg Peter Matthes [JPM]
jpm@4t-da.de

Anzeigenverkauf
Natalia Villanueva Gomes⁴, Leitung
villanueva@succidig.de
Timo Dokkenwadel⁵
dokkenwadel@succidia.de

Anzeigenverwaltung
Svenja Rothenhäuser⁶
rothenhaeuser@succidia.de

Konzeption, Layout, Produktion
4t Matthes+Traut Werbeagentur
www.4t-da.de

Helen Voigt⁷
voigt@4t-da.de
Tel. +49 (0) 6151/851969

Angelique Göll⁸
goell@4t-da.de
Tel. +49 (0) 6151/851969

5. Jahrgang 2014
Je 2 Ausgaben deutsch, englisch, französisch p.a.
Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 3 vom August 2013

Preis
Einzelheft: 10 € zzgl. Versand
Jahresabo (2 Ausgaben)
Deutschland: 18 € zzgl. MwSt.,
europäisches Ausland: 40 €

Heftbestellung
qandmore@succidia.de

Druck
Frotscher Druck GmbH
Riedstraße 8 · 64295 Darmstadt
www.frotscher-druck.de

ISSN
2191-4842

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit schriftlicher Genehmigung und Quellenangabe gestattet. Der Verlag hat das Recht, den redaktionellen Beitrag in unveränderter oder bearbeiteter Form für alle Zwecke, in allen Medien weiter zu nutzen. Für unverlangt eingesandte Bilder und Manuskripte übernehmen Verlag und Redaktion sowie die Agentur keinerlei Gewähr. Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors.



www.succidia.de

