

## ZÜRICH-PARKHAUS OPÉRA / CH: ERSTER DIREKTER NACHWEIS FÜR EINE NEOLITHISCHE BIENENBEHAUSUNG

### DIE GRABUNG ZÜRICH-PARKHAUS OPÉRA

Im Zuge des Baus einer Tiefgarage wurde im Stadtzentrum von Zürich/CH eine Feuchtbodenfundstelle entdeckt, die 2010/2011 großflächig ausgegraben wurde (Abb. 1). Obwohl in Zürich eine große Dichte an Feuchtbodensiedlungen bekannt ist, handelt es sich um eine der wenigen großflächig gegrabenen Fundstellen dieser Art. Auf einer Fläche von 3000 m<sup>2</sup> wurden acht Siedlungsphasen untersucht. Eine dieser acht Siedlungen wurde nur am Rand erfasst und die Reste der zwei jüngsten Phasen wiesen keine Schicht-erhaltung mehr auf. Deshalb wurden nur sechs Siedlungsschichten dokumentiert, von denen sich zwei durch eine sehr gute organische Erhaltung auszeichneten. Sie erlaubten nicht nur die Untersuchung des Pfahlfeldes, sondern lieferten auch große Mengen an Funden und naturwissenschaftlichen Proben, die als

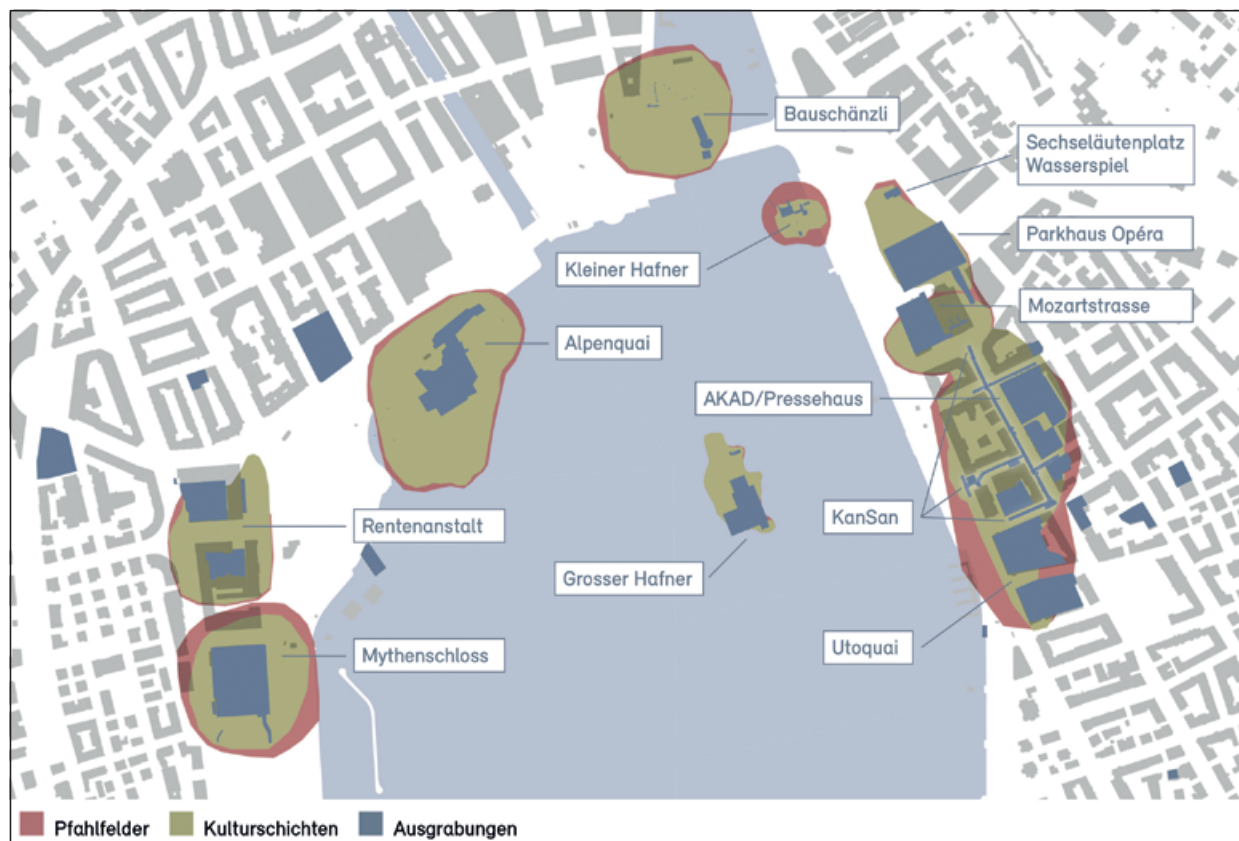
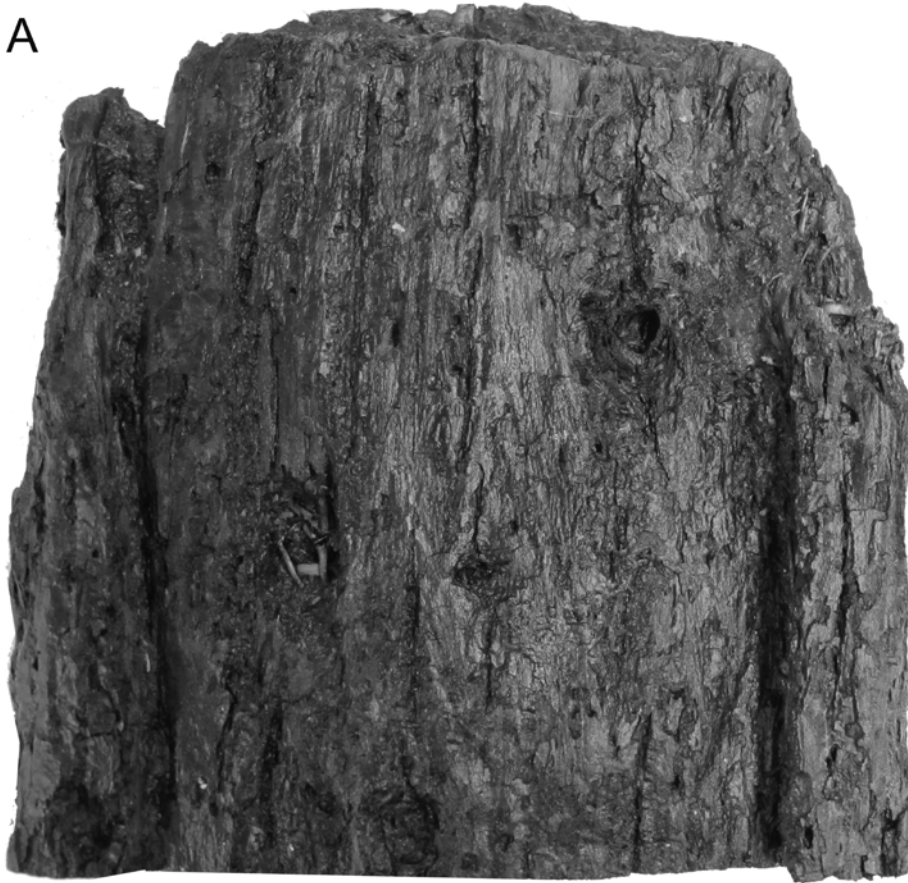
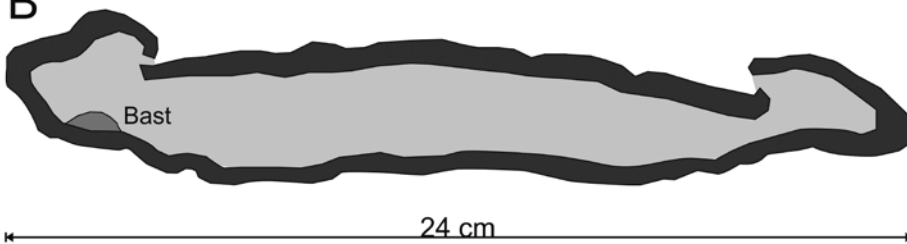


Abb. 1 Archäologische Feuchtbodenfundstellen und Grabungsflächen am Ausfluss des Zürichsees in Zürich/CH. – (Grafik Amt für Städtebau Zürich).

**A****B**

**Abb. 2** Holzröhre aus Rinde. – **A** unmittelbar nach der Grabung. – **B** Querschnitt. Hellgrau gibt die organische Matrix der Kulturschicht an, mit der das Objekt verfüllt war. – (Foto und Querschnitt Amt für Städtebau Zürich). – M. 1:2.

Grundlage für eine multidisziplinäre Untersuchung in der folgenden Auswertung dienen. Die detaillierten Resultate wurden in drei Monographien (Bleicher/Harb 2015; 2017; Harb/Bleicher 2016), weitere Aspekte der Grabung, Taphonomie wie auch der Siedlungsstruktur wurden in internationalen Zeitschriften veröffentlicht (Bleicher/Harb 2018; Bleicher u. a. 2018; Tóth u. a. 2019). Zusätzlich wurden spezialisierte Artikel über den prähistorischen Gebrauch von technischen Ölen, Europas ältesten Knochenleim, Brotfunde und eine ganze Reihe botanischer und ökonomischer Studien publiziert (z. B. Antolín u. a. 2016; 2017; Bleicher u. a. 2015; Heiss u. a. 2017; Spangenberg u. a. 2014). An dieser Stelle wird ein Fund präsentiert, bei dem es sich vermutlich um eine Bienenbehausung aus den Jahren 3176-3153 v. Chr. handelt.

## MATERIAL

Schichten mit organischer Erhaltung aus prähistorischen Siedlungen erhalten sich dank einer sehr schnellen Sauerstoffzehrung. An Seeufnern wird dies durch einen sehr großen Eintrag nährstoffreicher Substanzen





**Abb. 4** FK 831.1 vor (A) und nach (B) der Probenahme für die infrarotspektroskopischen Untersuchungen am Schweizerischen Nationalmuseum. – (Fotos Schweizerisches Nationalmuseum).

Während der Reinigung im Feldlabor fiel auf, dass das Rindenobjekt eigentlich zwei Lagen aufwies, wobei die Innenseiten aufeinanderlagen, ohne dass sich dazwischen Holz befand. Nur an einer Stelle konnten Bastreste identifiziert werden, die an der Innenseite der Rinde hafteten (**Abb. 2, B**). Wegen der starken Sedimentpressung kann die Holzartenbestimmung nur mit einiger Unsicherheit als Lindenbast angegeben werden. Da der Bast an den meisten Stellen fehlte, handelt es sich vermutlich um Rinde, von der der Bast als Rohmaterial für pflanzliche Fasern entfernt wurde, eine Nutzung, die in der entsprechenden Fundschicht gut belegt ist (Rast-Eicher 2016).

Das Objekt aus Borke formte eine flache Röhre mit einem Durchmesser von 24 cm. Es ist nicht vollständig, da es am Rand durch einen Profilgraben geschnitten wurde. Da ein hohler Baumstrunk von einer Ufersiedlung am Bodensee (Arbon-Bleiche 3, Kt. Thurgau/CH) als Bienenbehausung interpretiert wurde (Leuzinger 2002, 112-113) und der hier beschriebene Fund sich klar von den ansonsten üblichen Rinden unterschied, war die Hypothese naheliegend, dass es sich bei dem Objekt ebenfalls um eine Bienenbehausung handelt.

## METHODEN

Bei einer Bienenbehausung müssten Wachsrückstände chemisch nachweisbar sein. Analysen wurden im Labor für Konservierungsforschung des Schweizerischen Nationalmuseums mit der infrarotspektroskopischen Methode an kleinen Proben des Holzobjektes mit dem FTIR Excalibur FTS 3500GX Fa. Biorad mit UMA-500 Mikroskop durchgeführt (**Abb. 4**). Die Ergebnisse gaben Hinweise auf eine organische Substanz (neben den üblichen organischen Substanzen in Holz), welche aus einer längerkettigen C-H-Verbindung besteht, wie sie auch in Bienenwachs vorkommt. Da die Ergebnisse nicht eindeutig interpretierbar waren, wurde die gaschromatographische Massenspektrometrie-Analyse (GC-MS) als weitere Untersuchungsmethode einbezogen. Zu diesem Zweck wurden zwei kleine Proben aus dem Holzobjekt genommen, getrocknet und zur Untersuchung an das Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften der ETH Zürich geschickt. Dort wurden sie mittels GC-MS auf Bienenwachsspuren untersucht (**Tab. 1**).

Für die gaschromatographische Analyse mussten die beiden Holzpartikelproben einer Derivatisierung unterzogen werden, um auch die hochmolekularen Wachsbestandteile, die ansonsten aufgrund ihrer geringen Flüchtigkeit gaschromatographisch nicht detektiert werden könnten, erfassen zu können.

Reagenzien		Pyridin	Trimethylchlorsilan (TMCS)	N,O-Bis(trimethylsilyl)tri-fluoroacetamid (BSTFA)
	Qualität	Zur Analyse wasserfrei	-	-
	Reinheit	-	≥ 99 %	≥ 99 %
	Hersteller	Acros-Organics	Sigma Aldrich	Sigma Aldrich
	Produktcode	290860010	101888195	1002534776
Laborgeräte und Verbrauchsmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Magnetrührer mit Heizfunktion</li> <li>- Kolbenhubpipette Eppendorf Research plus 10-100 µl</li> <li>- Eppendorf 2-100 µl Pipettenspitzen (0030077547, Dualfilter T.I.P.S.®, PCR clean und sterile)</li> <li>- Magnetrührstäbchen</li> <li>- Ölbad</li> <li>- Agilent Vial (5128-0715 2 ml clear glass write-on)</li> <li>- Agilent Insert (5181-3377 400 µl glass flat bottom insert)</li> <li>- Einmalspritzen 1 ml (Henke Sass Wolf, 4010-200V0)</li> <li>- Agilent 0.2 µm PTFE-Spritzenfilter (5190-5082 4 mm)</li> </ul>			

**Tab. 1** Für die GC-MS-Untersuchungen verwendetes Equipment und Materialien. – (ETH Zürich).

Für jede Probe wurde ein 2 ml GC-Vial vorbereitet, 50 µl Pyridin zugegeben und mit 30 µl BSTFA und 20 µl TMCS versetzt. Anschließend wurden die Holzpartikelproben mit einer Pinzette in die Derivatisierungslösung überführt und mit je 40 µl Pyridin versetzt. Die Proben wurden unter leichtem Rühren für 30 Minuten bei 90 °C inkubiert, anschließend der Überstand mittels eines 0.2 µm PTFE-Spritzenfilters filtriert und in ein 400 µl Vialeinsatz überführt. Die gelblichen Lösungen wurden anschließend mittels GC-MS analysiert (Tab. 2).

## RESULTATE

Die GC-MS-Analysen und der Abgleich der identifizierten Verbindungen mit der NIST 14-Massenspektren-Bibliothek wiesen unter anderem Kohlenwasserstoffe, Wachssäuren und Alkohole nach. Bei den Kohlenwasserstoffen handelt es sich um höhere, ungeradzahlige Alkane wie Tricosan ( $C_{23}H_{48}$ ) oder Nonacosan ( $C_{29}H_{60}$ ) und Alkene wie Octadecen ( $C_{18}H_{36}$ ) oder Tricosen ( $C_{23}H_{46}$ ), bei den Alkansäuren um Wachssäuren wie die Lignocerinsäure ( $C_{24}H_{48}O_2$ ) oder die Hexacosansäure ( $C_{26}H_{52}O_2$ ) und bei den Alkoholen um Wachsalkohole wie Tetracosanol ( $C_{24}H_{50}O$ ) oder Hexacosanol ( $C_{26}H_{54}O$ ) bzw. deren Derivate. Des Weiteren konnten auch Verbindungen pflanzlichen Ursprungs, wie zum Beispiel die Triterpenoide Olean-12-en-3-one ( $C_{30}H_{48}O$ ) oder Friedelin ( $C_{30}H_{50}O$ ), die als Rindenbestandteil von unterschiedlichen Baumarten bekannt sind, nachgewiesen werden. Die **Abbildungen 5-8** zeigen die Gaschromatogramme der silylierten Holzpartikel-Wachs-Extraktionen von Probe 1 und 2. **Abbildung 9** zeigt ein Chromatogramm einer derivatisierten internen Referenz-Bienenwachsprobe.

Beim Abgleich der Massenspektren mit der verwendeten NIST 14-Massenspektren-Bibliothek konnten nicht alle detektierten Verbindungen eindeutig identifiziert werden. Dies liegt einerseits daran, dass die Massenspektren-Bibliothek mit ihren über 270 000 hinterlegten EI-Spektren zwar eine breite Palette an Verbindungen mit einem Molekulargewicht von unter 800 Dalton umfasst, aber selbstverständlich nicht sämtliche natürliche Substanzen und deren Derivate abdeckt. Andererseits war eine Vielzahl der detektier-

GC-MS-System	GC	Agilent 7890B (G3440B)					
	MS	Agilent 5977A (G7039A)					
	Säule	Agilent 121-5522LTM DB-5ms -60 °C bis 325 °C (350 °C): 20 m × 180 µm × 0.18 µm					
	Trägergas	Helium					
<b>Parameter</b>	<b>Methoden-Parameter A für Probe 1 und 2</b>			<b>Methoden-Parameter B für Probe 1 und 2</b>			
Injektortemperatur	330 °C			330 °C			
Druck	24.863 psi			24.863 psi			
Temperaturprogramm	Rate °C/min	Value °C	Hold time Min	Rate °C/min	Value °C	Hold time Min	
		60	2		60	2	
	10	300	5	5	300	5	
	15	325	20	25	325	0	
	Aux-Temperatur: 330 °C			Aux-Temperatur: 330 °C			
Einspritzvolumen	1 µl			0.5 µl			
Splint	1:1			1:1			
Solvent Delay	10 min.			10 min.			
Gain Factor	1.00			1.00			
Start Mass	32 m/z			32 m/z			
End Mass	800 m/z			800 m/z			
Auswertung/ Interaktionsparameter	Initial Area Reject			0			
	Initial Peak Width			0.069			
	Shoulder Detection			OFF			
	Initial Threshold			20.5			

**Tab. 2** Bei den Untersuchungen verwendetes GC-MS-System und -Bedingungen. – (ETH Zürich).

ten Verbindungen nur in kleinsten Spuren mit einem entsprechend geringen Signalrauschverhältnis vorhanden, was eine eindeutige Identifikation erschwerte und teils sogar verunmöglichte. Doch obwohl manche Verbindungen, wie z. B. Tetracosan und Pentacosan, mit nahezu identischen chemischen und physikalischen Eigenschaften und sehr ähnlichen Massenspektren nicht immer zweifelsfrei unterschieden werden konnten, handelt es sich dennoch in beiden Fällen um langkettige Kohlenwasserstoffe, welche in der Literatur (z. B. Maia/Nunes 2013; Brüscheiler u. a. 1989) als typische Bienenwachsbestandteile beschrieben sind und somit dennoch zweifelsfrei als Wachsbestandteil identifiziert werden konnten.

Die **Tabelle 3** bietet einen Überblick der aus Probe 1 und 2 mittels GC-MS-Analysen nachgewiesenen Bienenwachsverbindungen im Abgleich mit Referenzanalysen von pharmazeutischem Bienenwachs und eigenen Bienenwachsanalysen. Die MS-Analyseergebnisse von Probe 1, 2 und der Referenzbienenwachsprobe im Abgleich mit der NIST 14-Massenspektren-Bibliothek können unter Supplementary data eingesehen werden.

## DISKUSSION

### Analyseergebnisse

Obwohl für die Analysen nur sehr kleine Probenmengen zur Verfügung standen, konnte mittels der durchgeführten gaschromatographischen Massenspektrometrie-Analyse eine Vielzahl von Wachsbestandteilen erfasst und identifiziert werden. Dabei handelt es sich nebst den Wachsverbindungen um weitere Verbin-

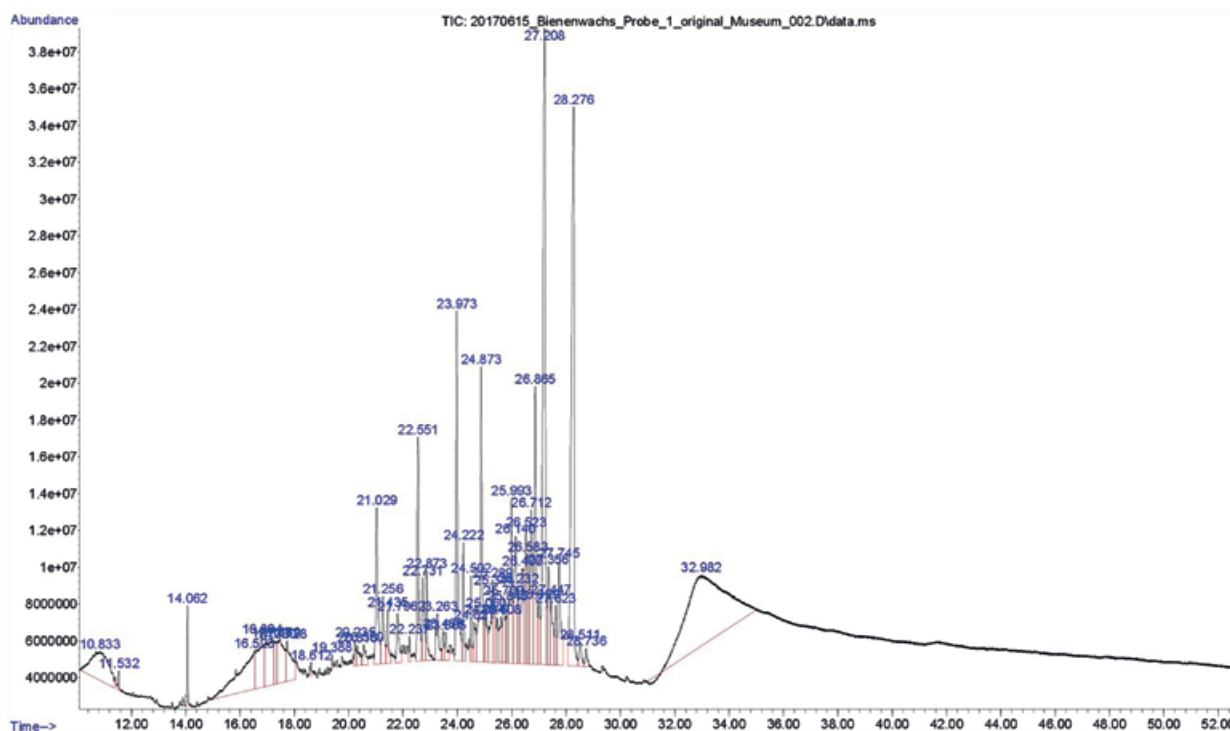


Abb. 5 Chromatogramm von der derivatisierten Holzpartikelprobe 1, analysiert mit GC-MS Methode A. – (Grafik ETH Zürich).

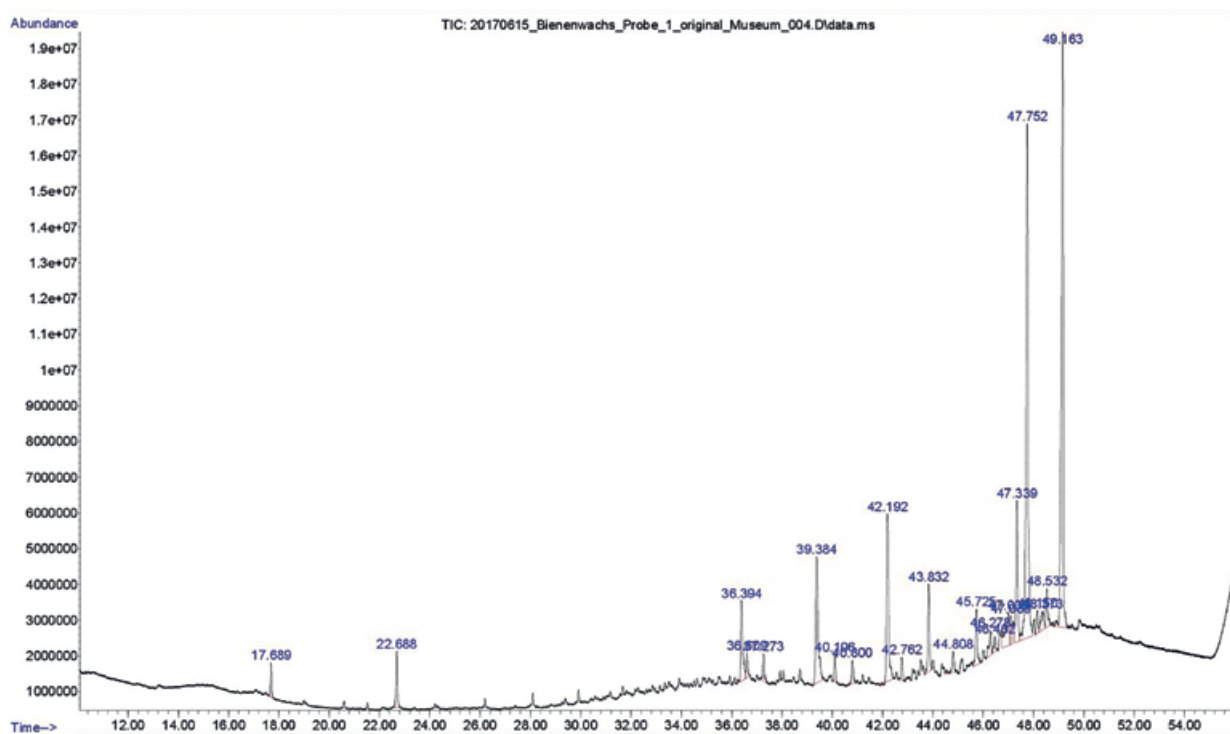


Abb. 6 Chromatogramm von der derivatisierten Holzpartikelprobe 1, analysiert mit GC-MS Methode B. – (Grafik ETH Zürich).

dungen, wie zum Beispiel das Triterpenoid Friedelin, das als Baumrindenbestandteil der Holzpartikelprobe zugeordnet werden konnte. Es gab aber auch Verbindungen, die nicht eindeutig identifiziert werden konnten. Dies lag einerseits daran, dass die zu untersuchende Probe keine Reinsubstanz, sondern ein Gemisch

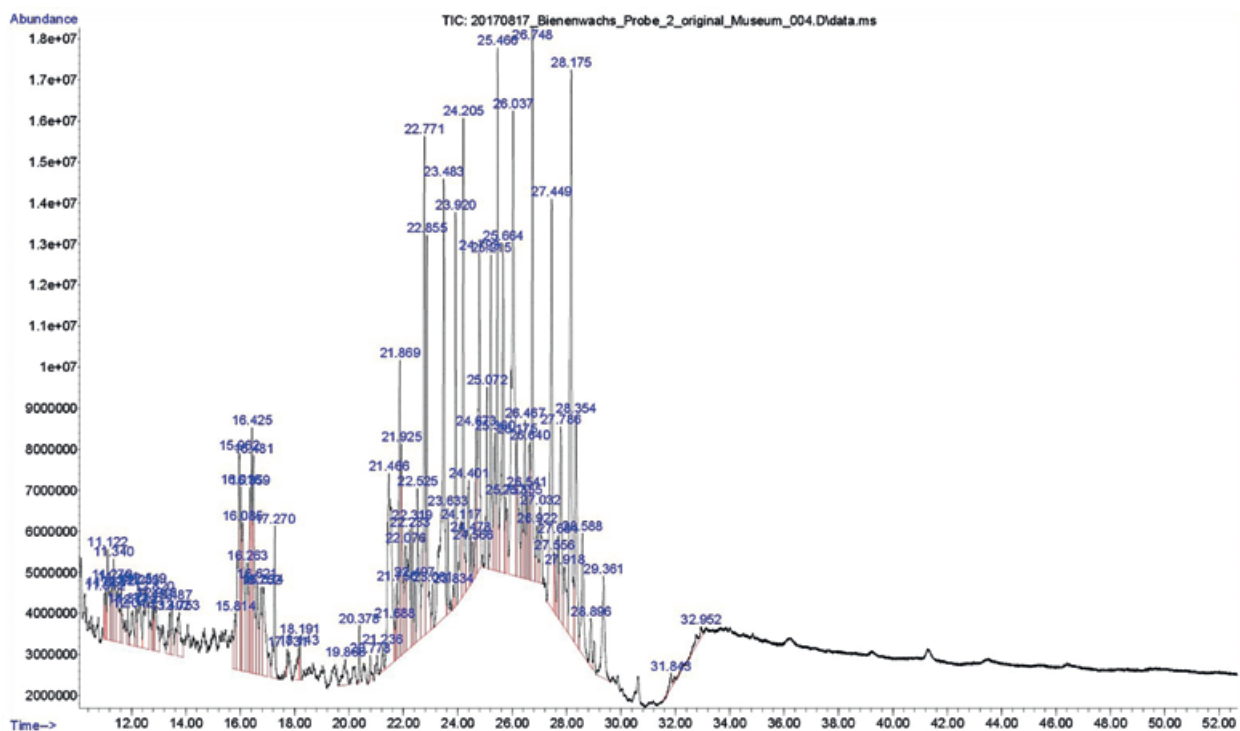


Abb. 7 Chromatogramm von der derivatisierten Holzpartikelprobe 2, analysiert mit GC-MS Methode A. – (Grafik ETH Zürich).

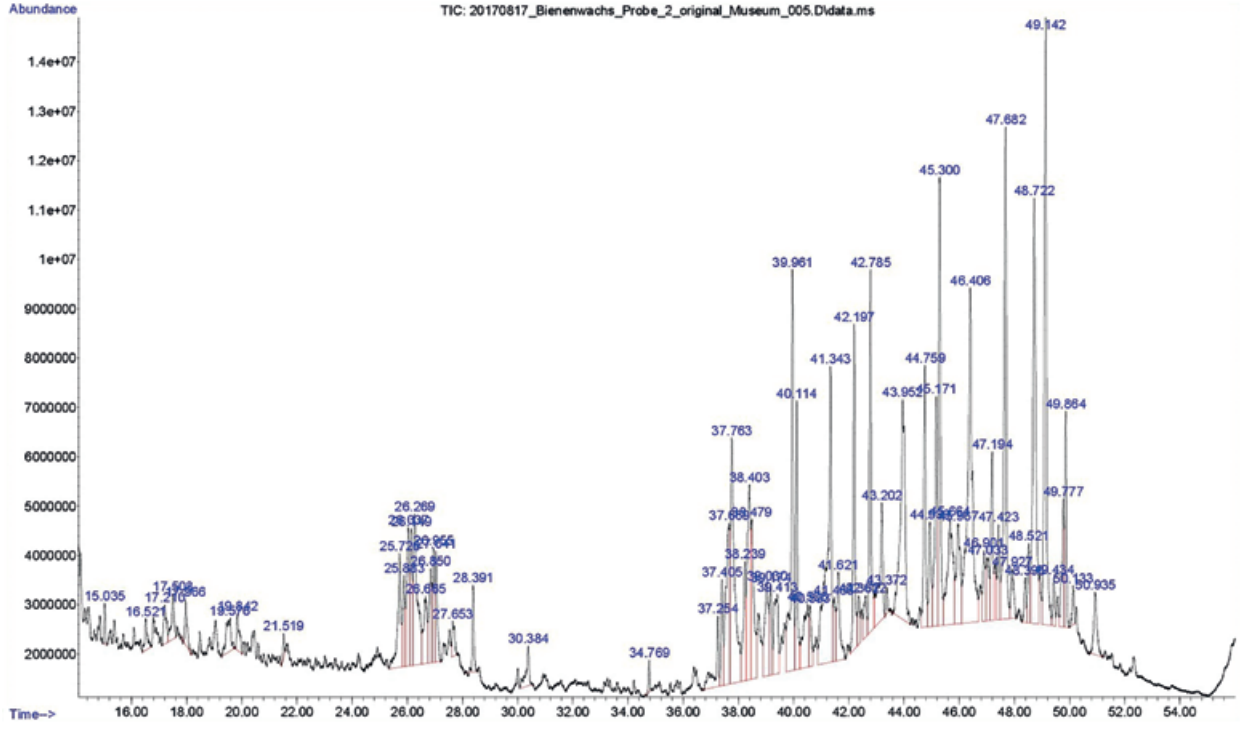
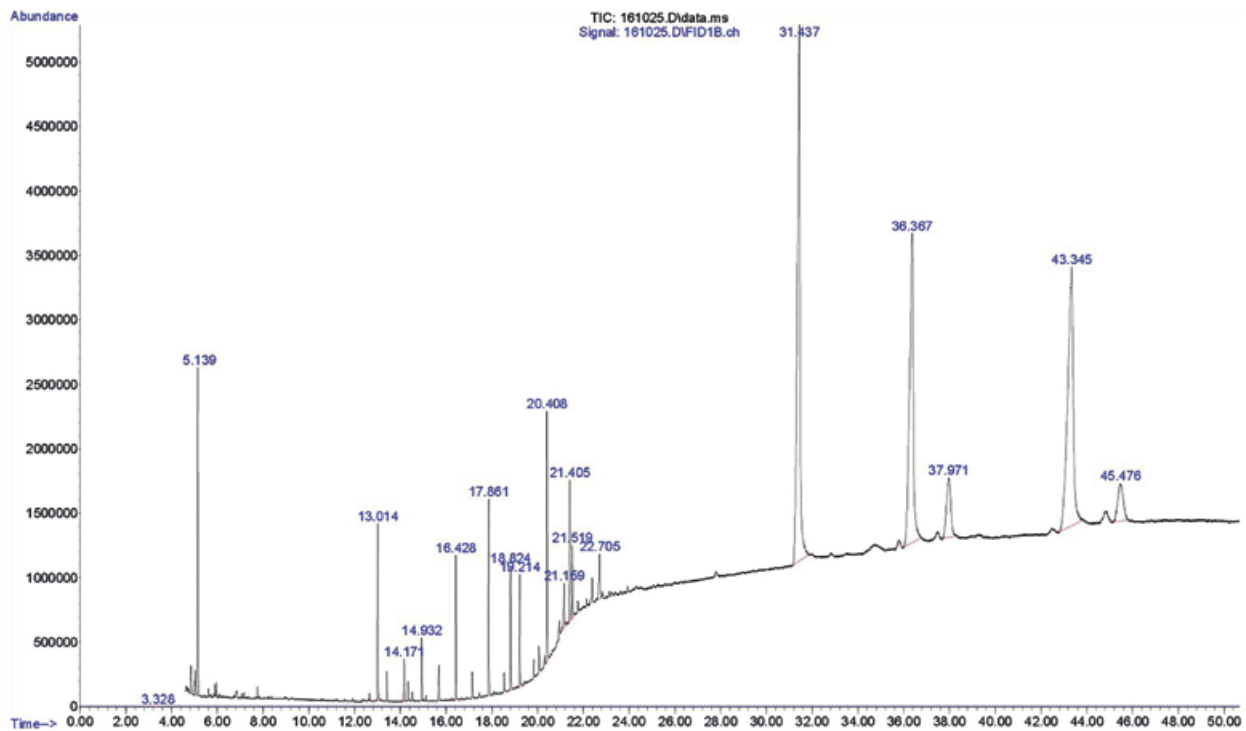


Abb. 8 Chromatogramm von der derivatisierten Holzpartikelprobe 2, analysiert mit GC-MS Methode B. – (Grafik ETH Zürich).

aus Holz, Wachsbestandteilen von weniger als 1 mg und weiteren Kontaminationen war, und andererseits daran, dass in der zur Spektrenidentifikation verwendeten NIST 14-Massenspektren-Bibliothek nicht alle detektierten Verbindungen und EI-Spektren hinterlegt sind. Dies trifft auch auf die in der Referenzprobe und





**Abb. 9** Chromatogramm einer derivatisierten internen Referenz-Bienenwachsprobe. – (Grafik ETH Zürich).

in der Literatur publizierten Spektren für die gegen Ende der Messung detektieren Peaks zu (Shimadzu o. J., 30). Dabei handelt es sich um Palmitinsäureester mit über 30 C-Atomen, die wir nur mit Referenzsubstanzen und den in der erwähnten Literatur entnommenen Spektren und Zusammensetzungen vergleichen und identifizieren konnten. Bei den beiden untersuchten Holzproben konnten diese hochmolekularen Wachsbestandteile aber nicht nachgewiesen werden. Wir vermuten, dass die Palmitinsäureester über die Zeit zu kürzeren Fettsäuren, Estern, Kohlenwasserstoffen und/oder Alkoholen zerfallen sein könnten.

Trotz des Fehlens dieser hochmolekularen Wachsbestandteile zeigen die GC-MS-Analysen in beiden untersuchten Proben aber deutlich ein für Bienenwachs charakteristisches Substanzspektrum. Zudem schließt die Absenz von Verbindungen wie Triglyceriden oder ein Anteil von Stearinsäure von unter 0.5 % andere tierische Wachse wie Wollwachs aus.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass beide untersuchten Proben ein für Bienenwachs charakteristisches Substanzspektrum aufweisen. Sicher ist eine Kulturschicht eine Thanatozoenose mit einer Vielzahl an unterschiedlichen organischen Verbindungen, die dort eingebracht und im Rahmen der Diagenese verändert und degradiert wurden. Wir sind weit davon entfernt, einen Überblick über sämtliche in diesem Kontext möglicherweise auftretenden Reaktionen und Substanzen zu haben. Dennoch ist es vor dem Hintergrund des beobachteten Substanzspektrums sehr wahrscheinlich, dass Bienenwachs das Ausgangsmaterial war, dessen Diagenese zur schließlich verprobten und untersuchten Substanz geführt hat.

Der Fund kann also als eine Röhre aus Lindenborke beschrieben werden, in deren Innerem Bienenwachs war. Es könnte sich um einen Borkenbehälter handeln, in dem entweder Bienenwachs gesammelt oder der mit Bienenwachs abgedichtet wurde. Ansonsten ist die Interpretation als Bienenbehausung die nächstliegende. Für die Interpretation als Bienenbehausung sprechen die Ähnlichkeit in Form und Größe mit der Holzröhre aus Arbon und die Tatsache, dass keine Behälter aus grober Lindenborke aus Ufersiedlungen bekannt sind. Für die Behälterhypothese spricht am ehesten, dass im Inneren keine Bienenreste gefunden

Probe 1: Methode A			Probe 1: Methode B			Probe 2: Methode A			Probe 2: Methode B			Referenz: 3.2 Analysis of Pharmaceutical Beeswax GCMS			Referenz: Bienenwachsanalyse		
RT	Verbindung		RT	Verbindung		RT	Verbindung		RT	Verbindung		RT	Verbindung		RT	Verbindung	
20.09	1-Hexacosen		22.69	1-Tetradecen	20.78	Behensäure, TMS Derivat	30.38	Stearinsäure, TMS Derivat		Palmitinsäure		16.11	Palmitinsäure, TMS Derivat		16.11	Palmitinsäure, TMS Derivat	
20.32	9-Hexacosen		36.39	Octadecen	22.08	Behensäure, TMS Derivat	37.25	<i>Docosanol, TBDMS Derivat</i>		Heicosan		17.90	11-Octadecensäure		17.90	11-Octadecensäure	
20.55	Tricosan		36.61	9-Tricosen	22.52	<i>Eicosan</i>	39.41	<i>Eicosan</i>		Stearinsäure		18.06	Stearinsäure, TMS Derivat		18.06	Stearinsäure, TMS Derivat	
21.03	1-Hexacosen		37.27	<i>Docosanol, TMS Derivat</i>	22.86	1-Tetracosanol, TBDMS Derivat	40.11	1-Tetracosanol, TBDMS Derivat		Docosan		18.37	Ölsäure, TMS Derivat		18.37	Ölsäure, TMS Derivat	
21.26	Pentacosen		39.38	1-Octadecen	23.48	Lignocerinsäure	40.51	1-Hexacosanol, TBDMS Derivat		Tricosan		18.68	Heneicosan		18.68	Heneicosan	
21.43	<i>Docosanol, TMS Derivat</i>		40.11	1-Tetracosanol, TMS Derivat	23.92	Nonacosan	41.34	Lignocerinsäure, TMS Derivat		Tetracosan		18.73	Tricosan		18.73	Tricosan	
21.80	1-Hexacosen		40.80	Nonacosan	24.12	1-Octacosanol, TBDMS Derivat	41.46	Lignocerinsäure, TBDMS Derivat		Pentacosan		19.53	Tetracosan		19.53	Tetracosan	
21.98	17-Pentriaconten		42.19	Hexacosen	24.21	1-Hexacosanol, TBDMS Derivat	42.20	Hexacosan		Behensäure		19.83	Triacontan		19.83	Triacontan	
22.55	1-Docosen				24.79	Hexaconsäure, TMS Derivat	42.79	1-Hexacosanol, TBDMS Derivat		Hexacosan		20.23	Heneicosan		20.23	Heneicosan	
22.87	1-Tetracosanol, TMS Derivat				25.76	<i>Methyl-2-thia-octadecanoat</i>	43.95	Lignocerinsäure, TMS Derivat		Heptacosan		20.45	Tricosan		20.45	Tricosan	
23.26	Heptacosanol				26.04	<i>Trimethylsilyltriacontanooat</i>	44.76	Octacosan		Lignocerinsäure		20.67	Pentacosan		20.67	Pentacosan	
23.56	Hexadecensäure				26.64	1-Triacontanooat, TBDMS Derivat	45.30	1-Octacosanol, TBDMS Derivat		Octacosan		20.79	Behensäure, TMS Derivat		20.79	Behensäure, TMS Derivat	
23.97	Hexacosen				27.45	<i>Trimethylsilyltriacontanooat</i>	46.41	<i>Trimethylsilyltriacontanooat</i>		Nonacosan		21.14	Heneicosan		21.14	Heneicosan	
24.11	1-Hexacosanol, TBDMS Derivat				29.36	<i>Trimethylsilyltriacontanooat</i>	47.19	Tricosan		Tricosan		21.70	Heptacosan		21.70	Heptacosan	
							48.72	<i>Trimethylsilyltriacontanooat</i>		1-Hentriacontan		22.16	Lignocerinsäure		22.16	Lignocerinsäure	
										Hentriacontan		22.94	Tetracosanol, TBDMS Derivat		22.94	Tetracosanol, TBDMS Derivat	
										Montansäure		23.31	9-Octadecen		23.31	9-Octadecen	
										Dotriacontan		23.76	Hexacosansäure, TMS Derivat		23.76	Hexacosansäure, TMS Derivat	
										Palmitinsäureester		24.06	Hexacosan		24.06	Hexacosan	
												24.14	1-Octadecen		24.14	1-Octadecen	
												24.20	Pentacosen		24.20	Pentacosen	
												24.28	1-Hexacosanol, TBDMS Derivat		24.28	1-Hexacosanol, TBDMS Derivat	
												24.77	Nonacosan		24.77	Nonacosan	
												24.92	Hexacosansäure, TMS Derivat		24.92	Hexacosansäure, TMS Derivat	
												25.54	Octacosanol, TBDMS Derivat		25.54	Octacosanol, TBDMS Derivat	
												26.59	Hexacosan		26.59	Hexacosan	

**Tab. 3** Auflistung der mittels GC-MS-Analysen nachgewiesenen Bienenwachsverbindungen im Abgleich mit Referenzanalysen von pharmazeutischem Bienenwachs und eigenen Bienenwachsanalysen. – Rechte: Verbindungen, die mit publizierten Bienenwachsverbindungen übereinstimmen und durch Referenzanalysen bestätigt werden. – Kursiv: Verbindungen, die typische Bienenwachskomponenten aufweisen. – (ETH Zürich).

wurden. Allerdings sind Hautflüglerreste generell im Insektenspektrum selten (Schäfer 2017). In jedem Falle würde auch diese zweite Hypothese zunächst die Nutzung von Bienenprodukten nachweisen.

### **Nachweis von Bienenprodukten und Bienenhaltung in prähistorischer Zeit**

Die nachgewiesene Verwendung bieneneigener Produkte reicht bis weit vor die Sesshaftwerdung unserer Vorfahren zurück. Folgt man der in der Publikation präferierten Datierung der Funde von der Wallburg bei Pöhlde, Herzberg am Harz (Lkr. Göttingen; Thieme u. a. 2014, 68-70), datiert der älteste Nachweis für die Verwendung von Bienenwachs – als Bestandteil eines Klebstoffes – in das mittlere Jungpaläolithikum. In das späte Jungpaläolithikum ist ein Altfund zu datieren, der erst im Jahre 2017 aufgrund neu durchgeführter chemischer Analysen mit der Thematik in Zusammenhang gebracht wurde. An einer Speerspitze aus Elchknochen, die bei Flussbegradigungen der Seseke bei Bergkamen-Oberaden (Lkr. Unna) gefunden wurde, konnten ebenfalls Reste eines Klebstoffes mit Bienenwachs nachgewiesen werden (Baales/Birker/Mucha 2017, 1155-1170). Auffallend ist hier, dass Nachweise für den Gebrauch des Wachses und nicht des Honigs erfolgten, welcher bei der Betrachtung der Bienenprodukte aus heutiger Sicht immer im Vordergrund steht. Für das Mesolithikum liegen Felsbilder aus dem heutigen Spanien vor, welche die Beerntung von Bienenvölkern in Fels- oder Baumhöhlen zeigen (Crane 2001). Diese Technik wird im Allgemeinen »Honigjagd« genannt. Dabei werden wildlebende Honigbienenvölker in ihrer Wohnstätte z. B. im Wald beerntet. Hierbei werden jedoch immer die gesamten Waben entnommen, so dass zeitgleich auch das Wachs geerntet wird und die Bezeichnung »Honigjagd« irreführend ist.

Bereits seit dem Neolithikum wurde auch die Honigbiene in Siedlungsnähe in von Menschen bereitgestellten Behausungen gehalten. Den ersten Hinweis darauf bot die Interpretation zweier Holzröhren aus der Seeufersiedlung Arbon-Bleiche 3 als Bienenbehausungen (Leuzinger 2002, 112-113). An diesen Fundstücken konnten zum Zeitpunkt der Bearbeitung keinerlei chemische Analysen mehr vorgenommen werden, so dass sich diese Interpretation nicht durch Wachsanhaftungen nachweisen lassen konnte. Eine sehr wahrscheinliche Bestätigung der Interpretation ist in dem vorliegenden und hier diskutierten Fund aus Zürich-Parkhaus Opéra zu sehen.

Der Gebrauch von Bienenwachs ist durch das gesamte Neolithikum hindurch dank GC-MS-Analysen an Lipidproben von Keramikscherben regelmäßig nachgewiesen. Im Zuge einer groß angelegten Studie wurde u. a. auch eine Verbreitungskarte der Bienenhaltung in Europa erstellt (Roffet-Salque/Regert/Zoughlami 2015). Sie erhärtet die Hinweise auf die regelhafte Nutzung bieneneigener Produkte für die Zeit der ersten bäuerlichen Kulturen in Mitteleuropa.

Für die frühe Bronzezeit wird auch der regelmäßige Gebrauch von Stößeln v. a. aus Schiefer für die Trennung von Bienenwachs und -honig in Keramikgefäßen postuliert (Ache u. a. 2017). Spätestens seit dem Beginn der Bronzezeit ist aufgrund von Überlegungen zu handwerklichen Techniken generell von einer regelhaften Bienenhaltung auszugehen: Für das Wachsauerschmelzverfahren wurde eine stetige Verfügbarkeit nicht geringer Mengen an Wachs benötigt. Wachs ist als ein wichtiger Rohstoff anzusehen, der gezielt geerntet und aufbereitet werden musste. Auch für die Spätbronzezeit existiert mit einer sehr großen Klotzbeute (künstlich hergestellte, als Bienenbehausung dienende Holzröhre) aus Berlin-Lichterfelde ein Fund, der als Bienenbehausung interpretiert wird (Lehmann 1965, 45-98). In der Bronzezeit gibt es auch erste eindeutige Funde von Getränken mit Honig, z. B. beim Grabfund des sogenannten Mädchens von Egtved/DK (Koch 2000, 37-39).

Die Eisenzeit Mitteleuropas ist bisher leider funderleer bezüglich konkreter Bienenbehausungen. Allerdings gibt es Funde von Getränkeresten, die auf eine große Menge Met oder honighaltige Getränke hinweisen,

bzw. Funde, die als Honig gedeutet werden. Honig scheint eine große Bedeutung gehabt zu haben, da er in den prominenten Kontexten, wie z. B. dem Grab von Hochdorf (Lkr. Ludwigsburg; Körber-Grohne 1985, 85-164) oder den Gräbern vom Glauberg (Wetteraukreis; Frey/Herrmann 1997, 543-550), vorkommt. Die Funde weisen auf eine stark verbreitete imkerliche Tätigkeit hin: Eine der beiden Kannen vom Glauberg enthielt nämlich einen Mischhonig aus elf verschiedenen geografischen Regionen, was aufgrund unterschiedlicher Pollen nachgewiesen werden konnte.

In die frühe Römische Kaiserzeit datiert der erste Fund einer Bienenbehausung, die keine Klotzbeute ist: ein Rutenstülper von der Feddersen Wierde (Lkr. Cuxhaven; Ruttner 1981, 165-170). Rutenstülper sind bienenkorbähnliche Geflechte aus Weidenruten. Ein weiterer Fund aus dieser Zeit ist erneut eine hölzerne Klotzbeute der frühkaiserzeitlichen Siedlung von Pinnow (Lkr. Parchim; Schmidt 2011, 127-131).

### **Zur Frage der Bienenhaltung**

Die Frage, ob die gefundenen neolithischen hölzernen Röhren liegend oder stehend als Bienenbeute genutzt wurden, kann nicht eindeutig beantwortet werden. Imkerlich ist zu sagen, dass beides gleichermaßen funktioniert und besonders der deutschsprachige Raum eine verwirrende Vielfalt an Bienenbehausungen hervorgebracht hat. Für die stehende Aufstellungsart scheint es mehr Hinweise zu geben, die jedoch frühestens auf antike Schriftquellen oder historische Abbildungen zurückzuführen sind und also keine tatsächliche Quelle für das Neolithikum darstellen.

Das Material Lehm oder Ton spielt bisher im archäologischen Fund und auch in den historischen Kenntnissen zur Imkerei in Mitteleuropa keine Rolle. Tonröhren sind ab der Vorgeschichte für den mediterranen Raum als Bienenbehausungen bekannt und werden auch von antiken Autoren wie z. B. Columella genannt. Hier ist jedoch auch zu lesen, dass das Material verwendet werden sollte, welches lokal vorhanden und klimatisch geeignet ist. In diesem Zusammenhang beschreibt Columella den Ton als eher unvorteilhaft für die Imkerei (Columella 9, 2-16).

Insgesamt ist zu sagen, dass die Landschaftsform und auch die Kulturlandschaft eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung und Etablierung der Form der Bienenbehausungen spielen. In den großen Waldgebieten des östlichen Mittel- und Osteuropas hat sich die sogenannte Waldbienenzucht herausgebildet, die bis heute fälschlicherweise als allgemeingültige imkerliche Urform angesehen wird (Schier 1976, 514-528). Agrarische Kulturlandschaften haben jedoch offensichtlich von Beginn an (auch) andere Haltungsformen hervorgebracht und die Honigbiene wurde mit dem Aufkommen von Siedlungen auch in deren Nähe gehalten, wie an den Holzhöhrenfunden (und dem Rutenstülperfund) im Siedlungskontext zu erkennen ist.

Die Holzröhre aus Zürich-Parkhaus Opéra wurde inmitten einer Pfahlbausiedlung mit enger Bebauung gefunden, die sich auf dem offenen Wasser, je nach Wasserstand einige Dutzend Meter vom damaligen Ufer entfernt, befand. Bienen können problemlos über offenes Wasser fliegen, weshalb die Siedlungslage nicht gegen eine Bienenhaltung spricht. Der Fundort der Bienenbehausung legt eine Aufstellung des Bienenvolkes innerhalb der Siedlung nahe. Dies wäre möglich, wegen der dichten Überbauung aber nicht ideal. Wenn Bienen bald nach dem Ausflug aus ihrer Behausung auf ein Hindernis treffen – wie z. B. die Wand des nächsten Hauses –, tendieren sie dazu direkt aufzusteigen, so dass sie nicht durch die Siedlung hätten fliegen müssen. Je nach Trachtlage neigen Bienen jedoch dazu, auch von üblichen Handlungsweisen abzuweichen. Eine erhöhte Aufstellung (»stehend«), Aufhängung (»liegend«) oder sonstige Befestigung über Kopfhöhe wäre an diesem Ort hilfreich.

Die Honigbiene wurde im letzten Jahrhundert züchterlich stark auf Sanftmut hin bearbeitet. Wie stark die Aggressivität der Honigbienen zu prähistorischen Zeiten ausgeprägt war, lässt sich nur vermuten. Mittelal-

terliche Abbildungen zeigen jedoch auch die Handhabe ohne Schutzkleidung, so dass ein Umgang mit den Bienen möglich gewesen sein muss. Eine Bienenhaltung am Rande der Siedlungen scheint naheliegender als in der Häusergasse, eine Verlagerung der Bienenstände weit außerhalb des Siedlungsgebietes jedoch nicht notwendig. Es ist durchaus möglich, dass die Bienenbehausung aus Parkhaus Opéra ursprünglich am Siedlungsrand stand und nachträglich innerhalb der Siedlung entsorgt wurde.

Bei den wild lebenden Honigbienen – wie sie im Paläo- und Mesolithikum bereits beerntet wurden – und bei den Honigbienen, die bis heute als Nutztiere gehalten werden, handelt es sich um ein und dieselbe Biene, nämlich *Apis mellifera*. Die heute fälschlicherweise im allgemeinen Gebrauch übliche Unterscheidung verschiedener Bienenrassen ist biologisch nicht korrekt, da sie lediglich Unterarten darstellen. In Europa kommen noch immer verschiedene, natürlich entstandene, lokal angepasste Unterarten der Honigbiene vor (Meixner u. a. 2013, 1-28). Über das gesamte Gebiet West- und Mitteleuropas war die *Apis mellifera mellifera* heimisch (Ruttner 1992), die im 20. Jahrhundert gezielt durch eine andere lokale Unterart, *Apis mellifera carnica*, ersetzt wurde.

In welchem Maße die gezielte Haltung der Bienen im Neolithikum die Beerntung wildlebender Honigbienen ablöste oder sich die beiden Methoden ergänzten, lässt sich nicht mit Sicherheit sagen. Dass es ab dem Neolithikum die Bienenhaltung gab, steht jedoch außer Frage.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Kenntnisse zur prähistorischen Bienenhaltung in Mitteleuropa sind noch stark fragmentiert. Jedes Puzzleteil eines neu gefundenen und der Bienenhaltung zuschreibbaren Objektes – wie die vorliegende Holzröhre aus Zürich-Parkhaus Opéra – erhellt einen weiteren Aspekt des zu rekonstruierenden Gesamtbildes.

Die GC-MS-Analysen an einer in die Zeitspanne von 3176-3153 v. Chr. datierenden Röhre aus Lindenborke wiesen zweifelsfrei das für Bienenwachs typische Substanzspektrum von Kohlenwasserstoffen, Alkoholen und freien Fettsäuren auf. Die schon früher geäußerte Vermutung des Gebrauchs von Holzröhren als Bienenbehausungen im Neolithikum findet hier eine deutliche Bestätigung.

Für die Haltung kommt nur die Honigbiene, *Apis mellifera*, als einzige genutzte Art in Frage. Ob die Bienen innerhalb der Siedlung oder an deren Rand gehalten wurden, lässt sich zum derzeitigen Zeitpunkt nicht mit Sicherheit sagen. Eine Lage am Rande der Siedlung mit grober Flugrichtung zum nächstgelegenen Ufer wäre der geeignetste Standort gewesen.

Wie oben gezeigt wurde, ist die Verwendung und Verarbeitung von Bienenprodukten in Europa ab dem Neolithikum regelmäßig nachgewiesen. Holzröhrenfunde und die Analysen auf Wachsreste scheinen die bisher bekannten Indikatoren zum Nachweis der Bienenhaltung im Neolithikum darzustellen. Die genauen Verarbeitungsprozesse von Bienenwachs und -honig sowie deren Verwendung sind jedoch noch weitgehend unbekannt. Da die Materialien der Imkerei inklusive der Bienenbehausungen aus organischem Material bestehen, kann ein Nachweis nur gelingen, wenn auf der Fundstelle organische Erhaltung gegeben ist. Sicher bietet der reichhaltige Fundus der Feuchtbodensiedlungen im Raum Zürich großes Potential für solche Analysen, die nicht zuletzt Aufschluss über den Kontext geben könnten, in welchem die Bienenprodukte verwendet wurden.

Eine stärkere Verbreitung des Wissens um die prähistorische Bienenhaltung sollte die Aufmerksamkeit der Archäologinnen und Archäologen bei Ausgrabungen in Fundstellen mit organischer Erhaltung oder bei der Datenbearbeitung dahingehend sensibilisieren, diesen Themenbereich mitzudenken. Es ist nicht ausgeschlossen, dass sich in den Archiven zahlreiche Funde befinden, die das Bild der prähistorischen Imkerei bereichern könnten, jedoch bisher nicht als solche erkannt werden.

## Literatur

- Ache u. a. 2017: M. Ache / S. Delgado-Raack / E. Molina / R. Risch / A. Rosell-Melé, Evidence of Bee Products Processing: A Functional Definition of a Specialized Type of Macro-lithic Tools. *Journal Arch. Scien. Reports* 14, 2017, 638-650. DOI: 10.1016/j.jasrep.2017.06.025.
- Antolín u. a. 2016: F. Antolín / N. Bleicher / Ch. Brombacher / M. Kühn / S. Jacomet, Quantitative Approximation to Large-seeded Wild Fruit Use in a Late Neolithic Lake Dwelling: New Results from the Case Study of Layer 13 of Parkhaus Opéra in Zürich (Central Switzerland). *Quaternary International* 404A, 2016, 56-68. DOI: 10.1016/j.quaint.2015.08.003.
- 2017: F. Antolín / B. L. Steiner / Ö. Akeret / Ch. Brombacher / M. Kühn / P. Vandorpe / N. Bleicher / E. Gross / G. Schaeren / S. Jacomet, Studying the Preservation of Plant Macroremains from Waterlogged Archaeological Deposits for an Assessment of Layer Taphonomy. *Review of Palaeobotany and Palynology* 246, 2017, 120-145. DOI: 10.1016/j.revpalbo.2017.06.010.
- Baales/Birker/Mucha 2017: M. Baales / S. Birker / F. Mucha, Hafting with Beeswax in the Final Palaeolithic: A Barbed Point from Bergkamen. *Antiquity* 91/359, 2017, 1155-1170. DOI: 10.15184/aqy.2017.142.
- Bleicher/Burger 2015: N. Bleicher / M. Burger, Dendroarchäologie und Pfählfeldanalyse in den neolithischen Siedlungen von Zürich-Parkhaus Opéra. In: Bleicher / Harb 2015, 100-142.
- Bleicher/Harb 2015: N. Bleicher / Ch. Harb (Hrsg.), Zürich-Parkhaus Opéra. Eine neolithische Feuchtbodenfundstelle. Band 1: Befunde, Schichten und Dendroarchäologie. Monogr. Ktarch. Zürich 48 (Zürich, Egg 2015).
- 2017: N. Bleicher / Ch. Harb (Hrsg.), Zürich-Parkhaus Opéra. Eine neolithische Feuchtbodenfundstelle. Band 3: Naturwissenschaftliche Analysen und Synthese. Monogr. Ktarch. Zürich 50 (Zürich, Egg 2017).
- 2018: N. Bleicher / Ch. Harb, Settlement and Social Organisation in the Late Fourth Millennium BC in Central Europe: The Waterlogged Site of Zurich-Parkhaus Opéra. *Antiquity* 92/365, 2018, 1210-1230. DOI: 10.15184/aqy.2018.109.
- Bleicher/Schubert 2015: N. Bleicher / C. Schubert, Why Are They Still There? A Model of Accumulation and Decay of Organic Prehistoric Cultural Deposits. *Journal Arch. Scien.* 61, 2015, 277-286. DOI: 10.1016/j.jas.2015.06.010.
- Bleicher u. a. 2015: N. Bleicher / Ch. Kelstrup / J. V. Olsen / E. Cappellini, Molecular Evidence of Use of Hide Glue in 4<sup>th</sup> Millennium BC Europe. *Journal Arch. Scien.* 63, 2015, 65-71. DOI: 10.1016/j.jas.2015.08.012.
- 2018: N. Bleicher / F. Antolín / O. Heiri / S. Häberle / H. Hüster Plogmann / S. Jacomet / Ch. Pümpin / Ph. Rentzel / M. Schäfer / J. Schibler / Ph. Wiemann / M. van Hardenbroek / M. Tóth / N. Zweifel, Middens, Currents and Shorelines: Complex Depositional Processes of Waterlogged Prehistoric Lakeside Settlements Based on the Example of Zurich-Parkhaus Opéra (Switzerland). *Journal Arch. Scien.* 97, 2018, 26-41. DOI: 10.1016/j.jas.2018.06.010.
- Brüschweiler/Felber/Schwager 1989: H. Brüschweiler / H. Felber / F. Schwager, Bienenwachs – Zusammensetzung und Beurteilung der Reinheit durch gaschromatographische Analyse. *European Journal of Lipid Science and Technology* 91/2, 1989, 73-79. DOI: 10.1002/lipi.19890910207.
- Crane 2001: E. Crane, *The Rock Art of Honey Hunters*. International Bee Research Association (Cardiff 2001).
- Frey/Herrmann 1997: O.-H. Frey / F.-R. Herrmann, Ein frühkeltischer Fürstengrabhügel am Glauberg im Wetteraukreis, Hessen. Bericht über die Forschungen 1994-1996. *Germania* 75/2, 1997, 459-550.
- Harb/Bleicher 2016: Ch. Harb / N. Bleicher (Hrsg.), Zürich-Parkhaus Opéra. Eine neolithische Feuchtbodenfundstelle. Band 2: Funde. Monogr. Ktarch. Zürich 49 (Zürich, Egg 2016).
- Heiss u. a. 2017: A. G. Heiss / F. Antolín / N. Bleicher / Ch. Harb / S. Jacomet / M. Kühn / E. Marinova / H.-P. Stika / S. M. Valamoti, State of the (T)Art. Analytical Approaches in the Investigation of Components and Production Traits of Archaeological Bread-like Objects, Applied to Two Finds from the Neolithic Lakeshore Settlement Parkhaus Opéra (Zürich, Switzerland). *PLoS ONE* 12/8, 2017, e0182401. DOI: 10.1371/journal.pone.0182401.
- Koch 2000: E. Koch, Bejagt, biavl och biprodukter fra Nordeuropas bronzælder. *Aarb. Nordisk Oldkde. og Hist.* 2000 (2001), 7-54.
- Körper-Grohne 1985: U. Körper-Grohne, Die biologischen Reste aus dem hallstattzeitlichen Fürstengrab von Hochdorf, Gemeinde Eberdingen (Kreis Ludwigsburg). In: H. Küster / U. Körper-Grohne (Hrsg.), Hochdorf I. *Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 19 (Stuttgart 1985) 85-164.
- Lehmann 1965: H. Lehmann, Ein dreitausendjähriger »Klotzstülper« aus Berlin-Lichterfelde. *Berliner Bl. Vor- u. Frühgesch.* 11, 1965, 45-98.
- Leuzinger 2002: U. Leuzinger, Holzartekfate. In: A. De Capitani / S. Deschler-Erb / U. Leuzinger / E. Marti-Grädel / J. Schibler (Hrsg.), Die jungsteinzeitliche Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3. 2: Funde (Frauenfeld 2002) 76-114.
- Maia/Nunes 2013: M. D. Maia / F. M. Nunes, Authentication of Beeswax (*Apis Mellifera*) by High-temperature Gas Chromatography and Chemometric Analysis. *Food Chemistry* 136/2, 2013, 961-968. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.09.003.
- Meixner u. a. 2013: M. Meixner / M. A. Pinto / M. Bouga / P. Kryger / E. Ivanova / S. Fuchs, Standard Methods for Characterising Subspecies and Ecotypes of *Apis Mellifera*. *Journal of Apicultural Research* 52/4, 2013, 1-28. DOI: 10.3896/IBRA.1.52.4.05.
- Rast-Eicher 2016: A. Rast-Eicher, Textilfunde. In: Harb/Bleicher 2016, 188-196.
- Roffet-Salque/Regert/Zoughlami 2015: M. Roffet-Salque / M. Regert / J. Zoughlami u. a., Widespread Exploitation of the Honeybee by Early Neolithic Farmers. *Nature* 527, 2015, 226-230. DOI: 10.1038/nature15757.
- Ruttner 1981: F. Ruttner, Ein Bienenkorb von der Nordseeküste aus prähistorischer Zeit. In: W. Haarnagel (Hrsg.), Feddersen Wierde: die Ergebnisse der Ausgrabung der vorgeschichtlichen Wurt Feddersen Wierde bei Bremerhaven in den Jahren 1955 bis 1963. Band III (Wiesbaden 1981) 165-170.
- 1992: F. Rutter, *Naturgeschichte der Honigbienen* (München 1992).
- Schäfer 2017: M. Schäfer, Invertebratenreste. In: Bleicher/Harb 2017, 144-165.
- Schier 1976: RAC 2 (1976) 514-528 s. v. Biene (B. Schier).

- Schmidt 2011: J.-P. Schmidt, Die frühkaiserzeitliche Siedlung von Pinnow, Lkr. Parchim. Bodendenkmalpfl. Mecklenburg-Vorpommern Jahrb. 58, 2011, 127-131.
- Shimadzu o.J.: Analysis of Pharmaceutical Beeswax – GCMS. In: Shimadzu, Analysis Guidebook. Pharmaceutical Analyses. [www.barascientific.com/article/ShimadzuMagazine/pdf-databook/Pharmaceutical%20Analyses%20C219\\_E002.pdf](http://www.barascientific.com/article/ShimadzuMagazine/pdf-databook/Pharmaceutical%20Analyses%20C219_E002.pdf) (31.5.2021).
- Spangenberg u. a. 2014: J. E. Spangenberg / M. Ferrer / S. Jacomet / N. Bleicher / J. Schibler, Molecular and Isotopic Characterization of Lipids Staining Bone and Antler Tools in the Late Neolithic Settlement, Zurich Opera Parking, Switzerland. *Organic Geochemistry* 69, 2014, 11-25. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2014.01.015.
- Thieme u. a. 2014: H. Thieme / L. Fiedler / U. Baumer / P. Diemann, Jungpaläolithische Funde von der Wallburg »König Heinrichs Vogelherd« bei Pöhlde, Stadt Herzberg am Harz, Ldkr. Osterode am Harz. *Die Kunde. Zeitschr. Niedersächs. Arch. N. F.* 65, 2014 (2017) 57-82.
- Tóth u. a. 2019: M. Tóth / M. van Hardenbroek / N. Bleicher / O. Heiri, Pronounced Early Human Impact on Lakeshore Environments Documented by Aquatic Invertebrate Remains in Waterlogged Neolithic Settlement Deposit. *Quaternary Science Reviews* 205, 2019, 126-142. DOI: 10.1016/j.quascirev.2018.12.015.

### Zusammenfassung / Summary / Résumé

#### Zürich-Parkhaus Opéra/CH: Erster direkter Nachweis für eine neolithische Bienenbehausung

Eine aus der spätneolithischen Feuchtbodensiedlung Zürich-Parkhaus Opéra/CH stammende Röhre aus Lindenborke (3176-3153 v. Chr.) erweckte den Verdacht, dass es sich um den Rest einer Bienenbehausung handelte. Die nachfolgenden gaschromatographischen Massenspektrometrie-Analysen an der ETH Zürich bestätigten dies: Ein für Bienenwachs typisches Substanzspektrum von Kohlenwasserstoffen, Alkoholen und freien Fettsäuren konnte zweifelsfrei nachgewiesen werden. Es handelt sich damit vermutlich um den ältesten direkten Nachweis einer Bienenbehausung. Ein kurz nach 3400 v. Chr. datierender ausgehöhlter Baumstamm aus der Feuchtbodensiedlung Arbon-Bleiche 3 (Kt. Thurgau/CH) wurde bereits dahingehend interpretiert, der Nachweis durch eine Analyse war aber noch nicht möglich. Die Verwendung von Bienenprodukten im Neolithikum Europas wurde bereits mehrfach nachgewiesen. Die genauen Verarbeitungsprozesse sowie die Art der Verwendung von Bienenwachs und -honig sind aber noch unbekannt. Der reichhaltige Fundus auch organischer Funde aus den Feuchtbodensiedlungen nördlich der Alpen bietet sicher das Potential, künftig mehr über die Nutzung von Bienenprodukten herauszufinden.

#### Zurich, Car Park Opéra/CH: First Direct Evidence for a Neolithic Beehive

A tube of lime bark (3176-3153 BC) discovered in the Late Neolithic wetland settlement under the car park Opéra in Zurich/CH was suspected of representing the remains of a beehive. The resulting gas chromatography-mass spectrometry analysis, carried out by the Swiss Federal Institute of Technology in Zurich, confirmed this. A range of substances from hydrocarbons, alcohols and free fatty acids typical of beeswax could be proven beyond doubt. This is probably the earliest, direct evidence for a beehive. A hollowed out tree-trunk, dated to shortly after 3400 BC, from the wetland settlement of Arbon-Bleiche 3 (Ct. Thurgau/CH) has already been interpreted as such, but the analytical proof was not possible. The use of bee products in Neolithic Europe has already been shown several times. The precise operating processes, as well as the type of use for beeswax and honey are still unknown, however. The rich pool of finds, including the organic ones, from the wetland sites north of the Alps, certainly offers the potential for discovering more in the future about the use of bee products.

Translation: C. Bridger

#### Zürich-Parkhaus Opéra/CH: première preuve directe d'une ruche néolithique

Un tube en écorce de tilleul du site lacustre Zürich-Parkhaus Opéra/CH (3176-3153 av. J.-C.) du Néolithique récent faisait penser à un reste de ruche. Les analyses qui suivirent à l'ETH par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse l'ont confirmé: Un spectre de substances caractéristique à la cire d'abeille – hydrocarbures, alcools et acides gras libres – a pu être identifié. Il s'agit ainsi probablement de la plus ancienne preuve directe de l'existence d'une ruche. Un tronc évidé daté de peu après 3400 av. J.-C., provenant du site lacustre Arbon-Bleiche 3 (Ct. Thurgau/CH) fut déjà interprété dans ce sens, mais aucune analyse n'avait encore pu le prouver. L'utilisation de produits apicoles durant le Néolithique européen a déjà été prouvée plusieurs fois. Mais les processus exacts de fabrication et le type d'utilisation de la cire et du miel restent inconnus pour l'instant. Le stock très riche de trouvailles organiques provenant des sites lacustres du nord des Alpes offre certainement la possibilité d'en apprendre davantage sur l'utilisation des produits apicoles.

Traduction: Y. Gautier

*Schlüsselwörter / Keywords / Mots clés*

Zürich-Parkhaus Opéra / Spätneolithikum / Feuchtbodensiedlung / Bienenbehausung / Klotzbeute / GC-MS-Analyse  
Zurich car park Opéra / Late Neolithic / wetland settlement / beehive / bee gums / GC-MS analysis  
Zürich-Parkhaus Opéra / Néolithique récent / site lacustre / ruche / ruche-tronc / analyse GC-MS

**Christian Harb**  
Kantonsarchäologie Zürich  
Stettbachstr. 7  
CH - 8600 Dübendorf  
christian.harb@bd.zh.ch

**Niels Bleicher**  
Amt für Städtebau  
Unterwasserarchäologie und Dendro-  
chronologie  
Seefeldstr. 317  
CH - 8008 Zürich  
niels.bleicher@zuerich.ch

**Sonja Guber**  
Schulstr. 38  
D - 36320 Kirtorf  
sonja.guber@immenzit.de

**Erwin Hildbrand**  
Schweizerisches Nationalmuseum  
Sammlungszentrum  
Lindenmoosstr. 1  
CH - 8910 Affoltern am Albis  
erwin.hildbrand@nationalmuseum.ch

**Nikita Kobert**  
ETH Zürich  
Departement Chemie und Angewandte  
Biowissenschaften  
Vladimir-Prelog-Weg 1-5/10  
CH - 8093 Zürich  
niki.kobert@chem.ethz.ch