



# Radiokohlenstoffdatierung einzelner Fettsäuren extrahiert aus archäologischen Keramikscherben

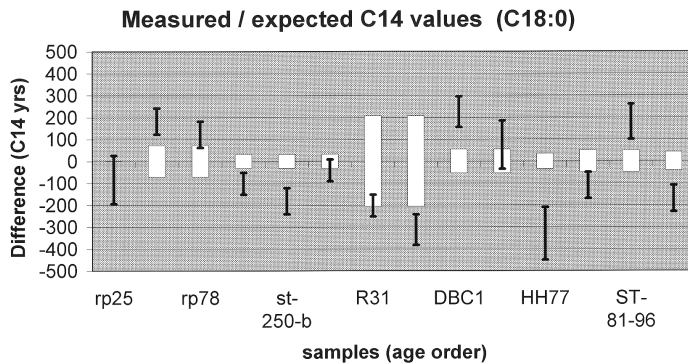


Abbildung 1: Abweichungen der Messwerte (schwarze Balken) vom erwarteten Alter der Scherben (weiße Felder) sortiert nach dem Alter von ca. 1 ka links bis 5 ka rechts [St01, 192].

## 1 Der Versuch

Aus vorhergehenden Untersuchungen war bekannt, daß sich aus alten Scherben Fettsäuren extrahieren lassen und daß Palmitinsäure ( $C_{16:0}$ ) und Stearinsäure ( $C_{18:0}$ ) die beiden wichtigsten Komponenten dabei sind. Es schien daher erfolgversprechend, diese beiden Anteile und damit indirekt die Scherbe zu datieren. Der Versuch war grundsätzlich erfolgreich, allerdings fielen die Ergebnisse im Mittel um  $54 \pm 183$  a ( $C_{18:0}$ ) resp.  $224 \pm 260$  a ( $C_{16:0}$ ) zu jung aus. Die Streuung dieser Abweichungen lag darüberhinaus weit über den erwarteten Fehlergrenzen der Messung.

## 2 Ist die Grenze erreicht?

Die Größe der Proben lag zwischen 29–1081  $\mu\text{g}$  mit typischen Werten um 400  $\mu\text{g}$ . Es stellt sich die Frage, ob eine weitere Verringerung für die Zukunft erwartet werden kann oder ob die theoretische Grenze erreicht ist.

### 2.1 Sind 100 $\mu\text{g}$ viel oder wenig?

#### 2.1.1 Wieviel haben wir?

Mit dem Atomgewicht für Kohlenstoff 12  $\text{g}/\text{mol}$ , der Loschmidtzahl  $6 \cdot 10^{23}$  Atome/mol und dem Anteil an Radiokohlenstoff in der Umgebungsluft  $10^{-12}$  kommen wir auf 5 000 000 Atome Radiokohlenstoff in der Probe.

#### 2.1.2 Wieviel brauchen wir?

Der Anteil am Gesamtfehler, der allein aus dem Zählen des Radiokohlenstoffs stammt, sollte nicht über 10 a liegen. Das

Table 1  $C_{18:0}$  for LH column,  $C_{16:0}$  for RH column, and where designated as \*,  $C_{18:1}$

Sherd <sup>a</sup>	Wt C ( $\mu\text{g}$ )	Date	Error	Sherd	Wt C ( $\mu\text{g}$ )	Date	Error
				rp22	29	500	150
rp25	293	720	60	rp25	270	1230	60
				*rp25	245	740	60
rp73	371	1060	50				
rp78	416	1000	60	rp78	79	850	50
				*rp78	157	760	60
st-250-a	489	1700	50	st-250-a	614	1500	50
st-250-b	871	1620	40	st-250-b	552	1400	60
st-250-c	615	1760	50	st-250-c	558	1530	70
R31	326	4300	110				
R5-9	769	4190	70	R5-9	599	4220	70
				*R5-9	204	4100	110
DBC1	242	4730	80	DBC1	104	4020	110
DBC-E	280	4580	130				
HH77	350	4540	80				
ST-81-938	365	4550	90	ST-81-938	442	4280	60
ST-81-96	794	4840	60	ST-81-96	511	4780	60
Sw Trk 2	1081	4860	60	Sw Trk 2	504	4790	60

<sup>a</sup>Sites: rp = West Cotton; st = Stanwick; R = Yarnton; DBC = Eton Rowing Lake; HH and ST = Hambleton Hill; Sw Trk = Sweet Track

Tabelle 1: Ergebnisse der Einzelmessungen ([St01, 195]).

sind  $1/573$  der Halbwertszeit von 5730 a. Die 573. Wurzel aus 2 sind 1.0012. Allein für eine Auflösung von 1 % müssen wir mindestens 1000 Atome zählen. Für dieselbe Genauigkeit brauchen wir rund das hundertfache.

### 2.1.3 Ergebnis

Im Ergebnis enthält unsere Probe also noch rund das fünfzigfache des absoluten Minimums. In der Praxis ist allerdings wie meist nicht die Physik sondern die Chemie der begrenzende Faktor. Trotz aller Sorgfalt enthält die Probe bis zu 4  $\mu\text{g}$  „modernen“ und bis zu 5  $\mu\text{g}$  „toten“ Kohlenstoff (aus Erdöl-derivaten). Deshalb sind mindestens 200  $\mu\text{g}$  Probenmaterial nötig, um diese Fehlerquelle auf unter  $\pm 50$  a zu drücken.

## 3 Kann man damit etwas anfangen?

Aus noch nicht verstandenen Gründen fallen die Ergebnisse im Mittel stets zu jung aus und schwanken die Abweichungen ca. 200 Jahre um den Mittelwert. Aktuell umstrittene Datierungsprobleme sind z. B. der Vulkanausbruch von Thera und die der salomonischen Zeit zugeschriebenen Schichten auf Tells in Israel. In beiden Fällen differieren die vertretenen Meinungen um ca. 100 Jahre. Die Kulturstufen des Neolithikums und der Bronzezeit folgen ähnlich dicht oder noch näher aufeinander. Für solche Fragestellungen kann die Fettsäurendatierung also nichts beitragen.

Ein anderes wichtiges Ergebnis ist allerdings, daß die gemessenen organischen Reste tatsächlich so alt sind wie die Scherbe selbst und keine rezenten Verunreinigungen darstellen. Die Ergebnisse von Isotopenuntersuchungen z. B. zum

Table 2. Radiocarbon dates of individual fatty acids from potsherds SW1 and SW2. The associated timbers used to make the Sweet Track were dated between the winter of 3807/6 BC and the spring of 3806 BC by dendrochronology.

Sample/ fatty acid	<sup>14</sup> C lab. number	Combusted yield (µg C)	% Modern <sup>14</sup> C	Radiocarbon age (BP)	Calibrated calendar dates (BC)	
					1σ	2σ
SW1 (C <sub>16:0</sub> )	OxA-V-1045-17	883	54.0 +/- 0.35	4950 +/- 50	3780-3660	3940-3640
SW1 (C <sub>18:0</sub> )	OxA-V-1045-18	996	54.5 +/- 0.35	4870 +/- 50	3710-3540	3780-3520
SW2 (C <sub>16:0</sub> )	OxA-X-850-13	~400	55.1 +/- 0.4	4790 +/- 60	3650-3510	3670-3370
SW2 (C <sub>16:0</sub> )	OxA-V-1045-19	1026	54.3 +/- 0.35	4910 +/- 50	3760-3640	3800-3530
SW2 (C <sub>18:0</sub> )	OxA-X-850-14	1140	54.6 +/- 0.4	4860 +/- 60	3710-3530	3780-3510
SW2 (C <sub>18:0</sub> )	OxA-V-1046-5	614	54.3 +/- 0.5	4900 +/- 80	3780-3630	3940-3520

Tabelle 2: Die Einzelergebnisse vom Sweet Track ([Be08, 708]).

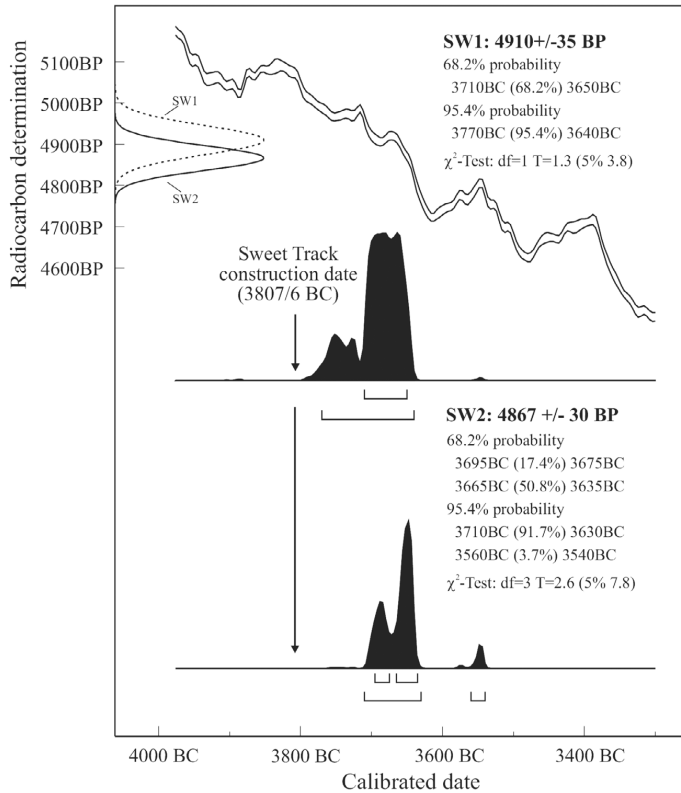


Abbildung 2: Die beiden kumulierten Ergebnisse für die Messungen an zwei Scherben vom Sweet Rack [Be08, 709].

Nachweis von Milchverarbeitung beziehen sich also tatsächlich auf die untersuchten Kulturen.

## 4 Résumé

- Fettsäurenreste in Tonscherben lassen sich datieren und sind so alt wie die Scherbe selbst.
- Mit heutigen Aufbereitungsmethoden ist die theoretische Mengengrenze praktisch erreicht und eine weitere deutliche Steigerung der Empfindlichkeit nicht zu erwarten.
- Die Genauigkeitsanforderungen heutiger Fragestellungen können mit der Methode nicht erfüllt werden.

## Literatur

**Be08** R. Berstan, A. W. Stott, S. Minnitt, C. Bronk Ramsey, R. E. M. Hedges & R. P. Evershed, *Direct dating of pottery from its organic residues, New precision using compound-specific carbon isotopes. Antiquity* **82** (2008), 702–713.

**Co03** M. S. Copley, R. Berstan, S. N. Dudd, G. Docherty, A. J. Mukherjee, V. Straker, S. Payne, & R. P. Evershed, *Direct chemical evidence for widespread dairying in prehistoric Britain. PNAS* **100** (2003), 1524–1529.

**Ev02** Richard P. Evershed et al., *Chemistry of Archaeological Animal Fats. Accounts Chemical Research* **35** (2002), 660–668.

**St01** A. W. Stott, R. Berstan, P. Evershed, R. E. M. Hedges, C. Bronk Ramsey & M. J. Humm, *Radiocarbon Dating of Single Compounds Isolated from Pottery Cooking Vessel Residues. Radiocarbon* **43** (2001), 191–197.



Die Präsentation und Literatur liegen auf:  
[axel.berger-odenthal.de/work/Referat/](http://axel.berger-odenthal.de/work/Referat/)