

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 24098 Kiel

ZBSA Schleswig  
DFG-Projekt INHILLDAUGAR  
Dr. Timo Ibsen, Dr. Jens Schneeweiß  
Schlossinsel 1  
24837 Schleswig

Leibniz-Labor für Altersbestimmung und  
Isotopenforschung,  
AMS  $^{14}\text{C}$ -Labor

Hausanschrift:  
Max-Eyth-Straße 11-13, 24118 Kiel

Postanschrift: 24098 Kiel

[www.leibniz.uni-kiel.de](http://www.leibniz.uni-kiel.de)

Paketanschrift:  
Max-Eyth-Straße 11-13, 24118 Kiel

**Bearbeiter**  
Dr. Christian Hamann

**Mail, Telefon, Fax**  
[chamann@leibniz.uni-kiel.de](mailto:chamann@leibniz.uni-kiel.de)  
tel +49(0)431-880-3895  
fax +49(0)431-880-7401

**Datum**  
16.08.2023

### Datierungsergebnisse der Proben KIA-57816 – KIA-57826

Sehr geehrte Herr Dr. Ibsen, sehr geehrter Herr Dr. Schneeweiß,  
mit diesem Schreiben erhalten Sie die Ergebnisse unserer Datierung.

Im Anschluss an die Messergebnisse finden Sie eine Zusammenstellung der verwendeten Methoden und der zitierten Literatur.

Sollten Sie noch Fragen oder Wünsche haben, erreichen Sie mich per Telefon oder E-Mail.

Freundliche Grüße



Dr. Christian Hamann

		CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
<b>KIA-57816</b>	<b>Lubasta, BOH 2, Probe 3, -50 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	1,7 mg C / 0,8 mg C	73,48 ± 0,28	2475 ± 30 BP	-24,7 ± 0,3 ‰
<b>KIA-57817</b>	<b>Lubasta, BOH 4, Probe 3, -63 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	0,4 mg C / 0,4 mg C	70,54 ± 0,28	2805 ± 35 BP	-23,2 ± 0,2 ‰
<b>KIA-57818</b>	<b>Lubasta, BOH 7, Probe 3, -35 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	1,5 mg C / 1 mg C	93,26 ± 0,31	561 ± 27 BP	-23,0 ± 0,1 ‰
<b>KIA-57819</b>	<b>Lubasta, BOH 7, Probe 4, -62 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	0,9 mg C / 0,9 mg C	77,19 ± 0,28	2080 ± 29 BP	-22,5 ± 0,2 ‰
<b>KIA-57820</b>	<b>Lubasta, BOH 9, Probe 3, -54 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	1 mg C / 1 mg C	70,31 ± 0,24	2830 ± 28 BP	-21,3 ± 0,2 ‰
<b>KIA-57821</b>	<b>Lubasta, BOH 12, Probe 2, -43 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	3 mg C / 1 mg C	86,85 ± 0,30	1133 ± 27 BP	-21,5 ± 0,1 ‰
<b>KIA-57822</b>	<b>Lubasta, BOH 14, Probe 1, -44 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	0,3 mg C / 0,3 mg C	85,38 ± 0,32	1270 ± 30 BP	-27,9 ± 0,2 ‰
<b>KIA-57823</b>	<b>Lubasta, BOH 17, Probe 1, -40 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	1,9 mg C / 1 mg C	98,77 ± 0,32	modern	-21,9 ± 0,1 ‰
<b>KIA-57824</b>	<b>Lubasta, BOH 17, Probe 2, -75 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	0,3 mg C / 0,3 mg C	71,53 ± 0,29	2690 ± 35 BP	-24,9 ± 0,3 ‰
<b>KIA-57825</b>	<b>Lubasta, BOH 20, Probe 1, -50 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	2,5 mg C / 0,9 mg C	39,84 ± 0,19	7395 ± 40 BP	-20,9 ± 0,1 ‰
<b>KIA-57826</b>	<b>Lubasta, BOH LB02, -355 cm</b> Holzkohle / Laugenrückstand	3 mg C / 1 mg C	24,57 ± 0,15	11275 ± 50 BP	-27,1 ± 0,6 ‰

<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57816 Lubasta, BOH 2, Probe 3, -50 cm**

Holzkohle (alnus/corylus); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

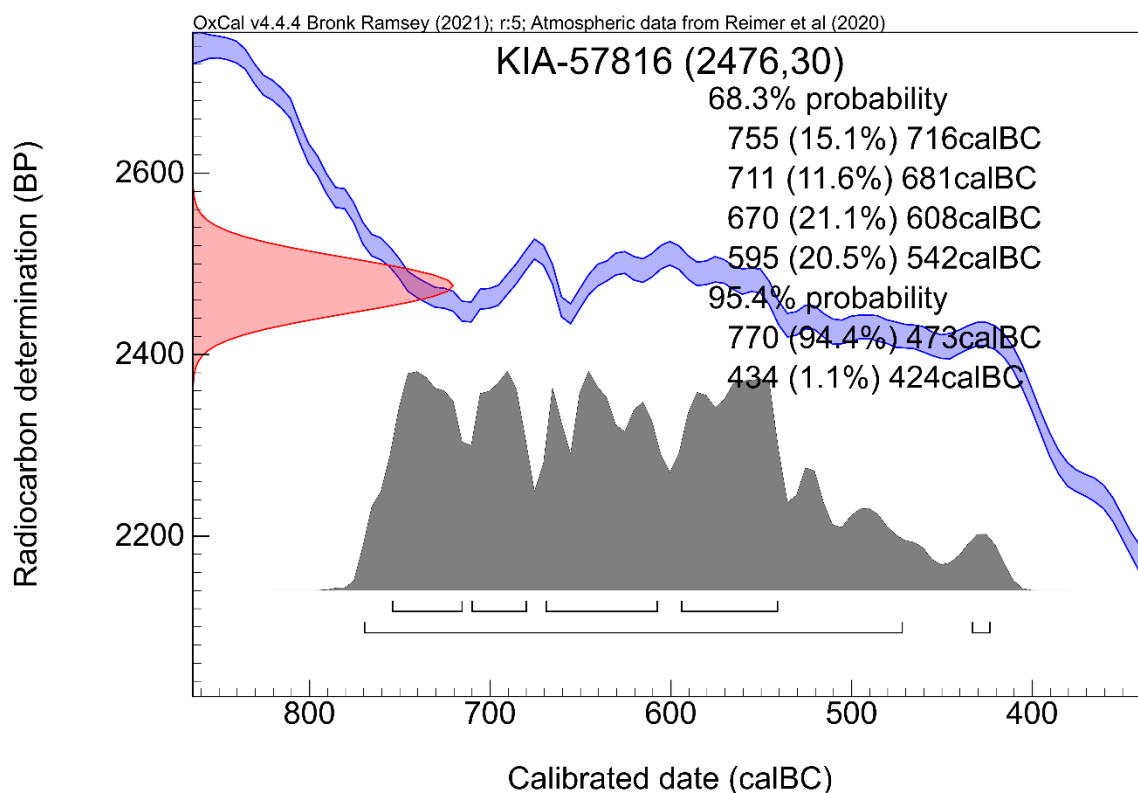
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
1,7 mg C / 0,8 mg C	73,48 ± 0,28	2475 ± 30 BP	-24,7 ± 0,3 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 69 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 75 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57817 Lubasta, BOH 4, Probe 3, -63 cm**

Holzkohle (cone scale); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

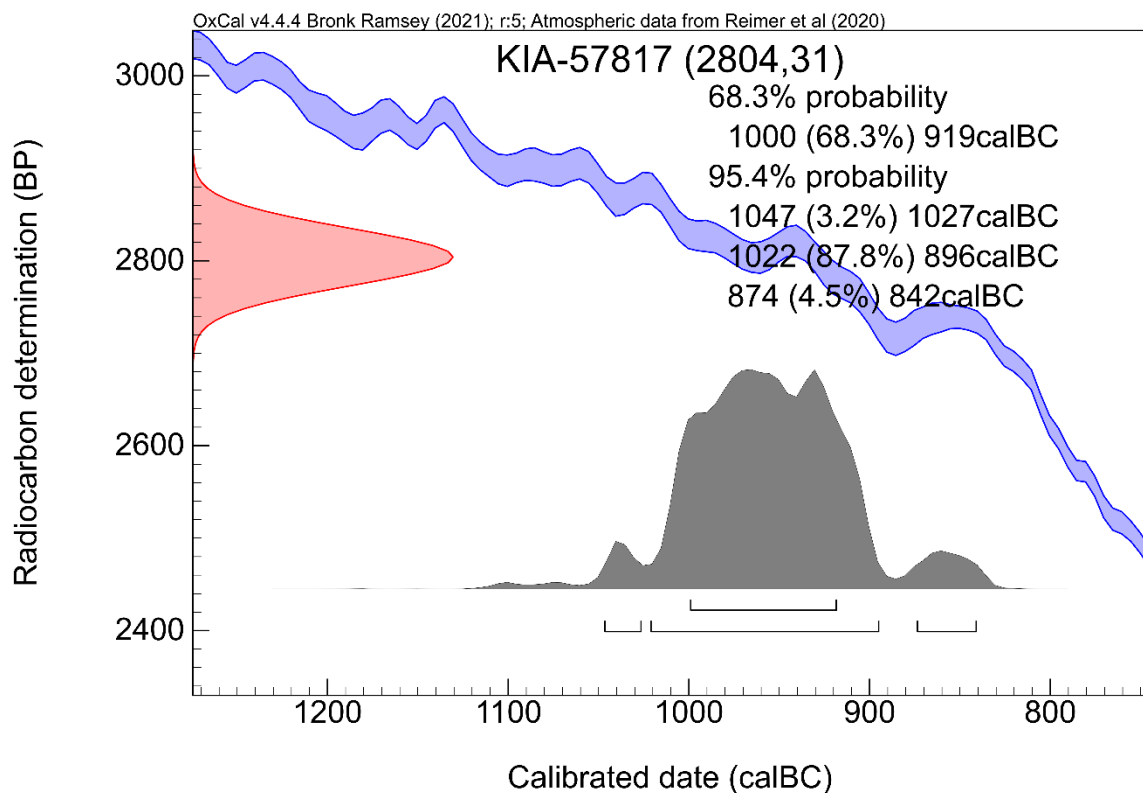
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
0,4 mg C / 0,4 mg C	70,54 ± 0,28	2805 ± 35 BP	-23,2 ± 0,2 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 52 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 46 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57818 Lubasta, BOH 7, Probe 3, -35 cm**

Holzkohle (cone scale); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

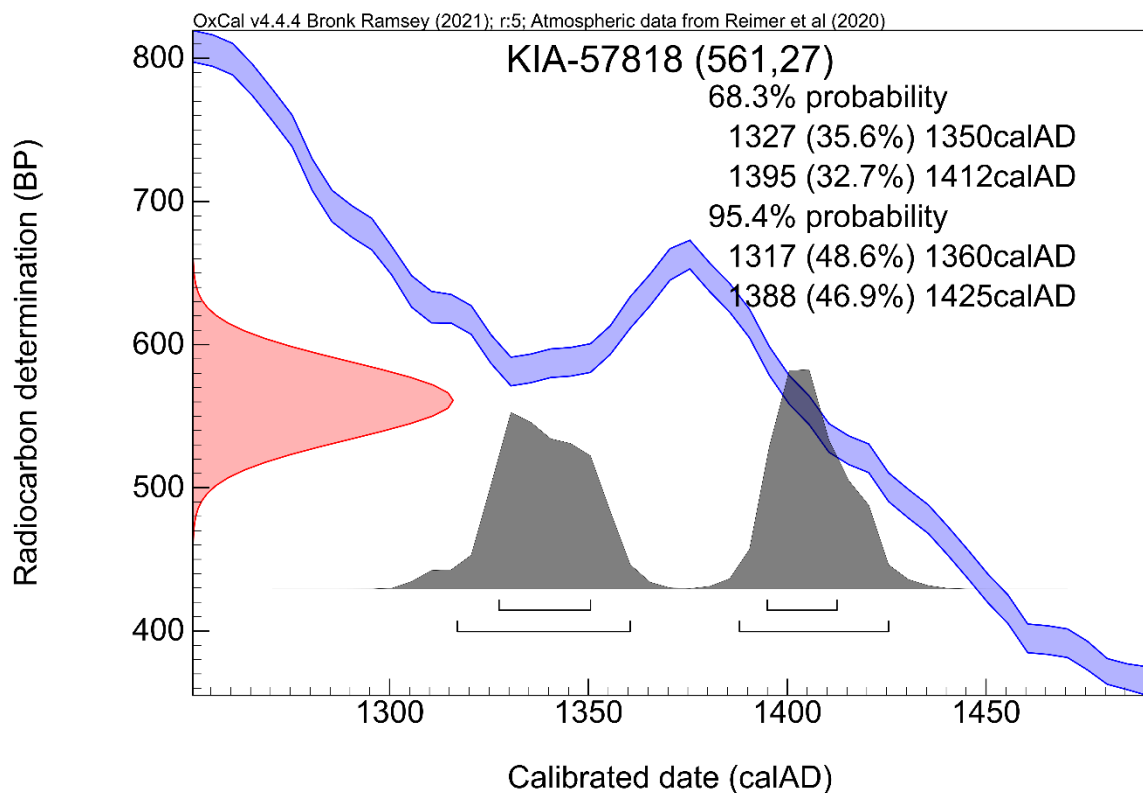
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
1,5 mg C / 1 mg C	93,26 ± 0,31	561 ± 27 BP	-23,0 ± 0,1 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 66 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 70 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57819 Lubasta, BOH 7, Probe 4, -62 cm**

Holzkohle (pinus); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

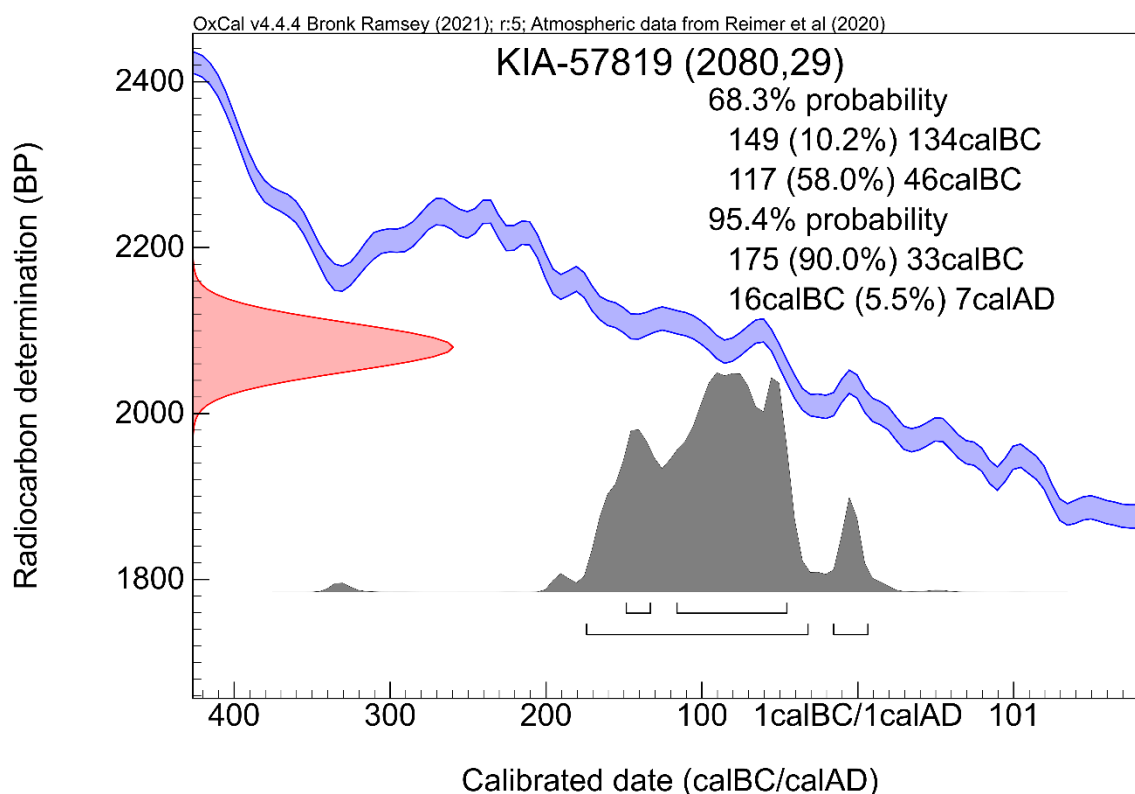
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
0,9 mg C / 0,9 mg C	77,19 ± 0,28	2080 ± 29 BP	-22,5 ± 0,2 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 60 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 89 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57820 Lubasta, BOH 9, Probe 3, -54 cm**

Holzkohle (pinus); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

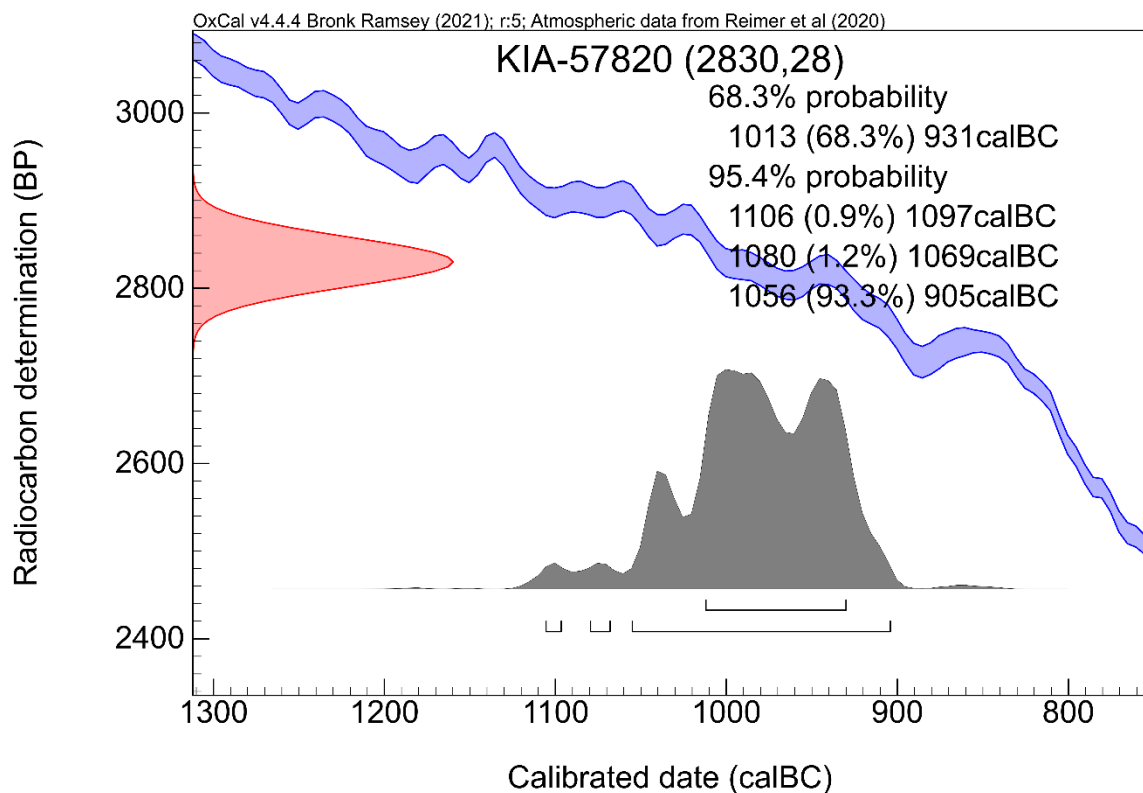
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
1 mg C / 1 mg C	70,31 ± 0,24	2830 ± 28 BP	-21,3 ± 0,2 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 60 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 44 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57821 Lubasta, BOH 12, Probe 2, -43 cm**

Holzkohle (pinus branch); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

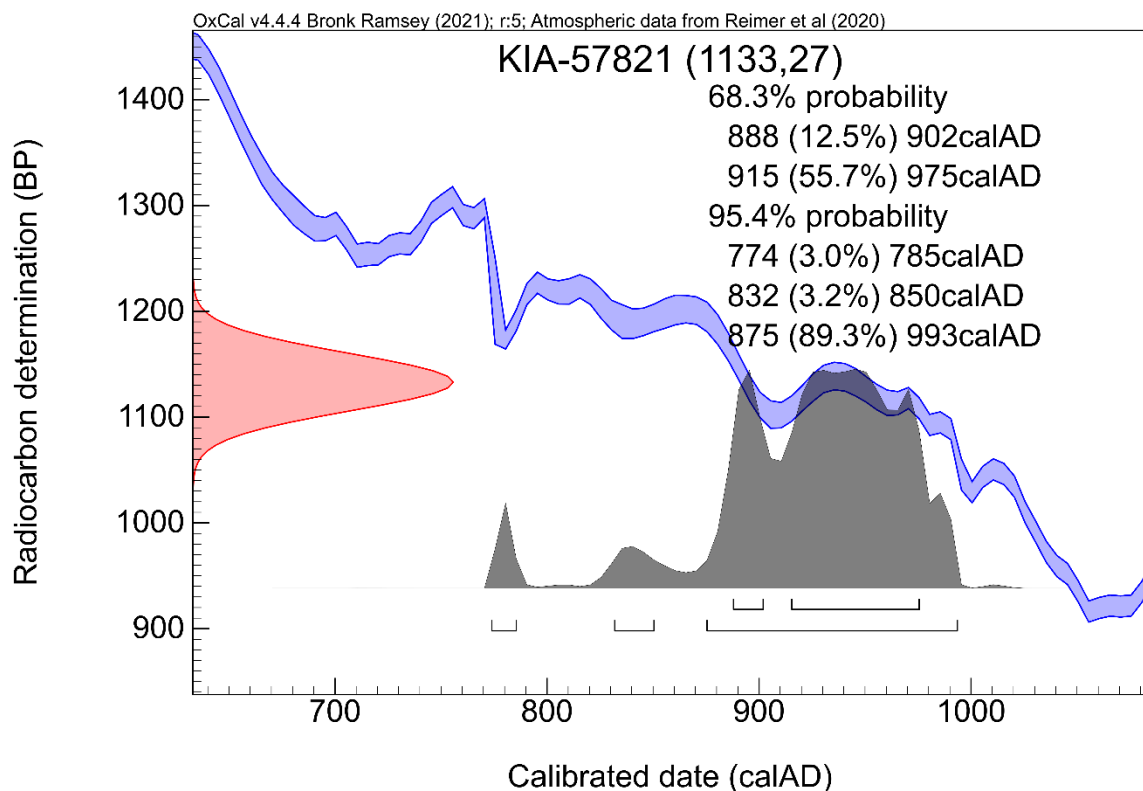
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
3 mg C / 1 mg C	86,85 ± 0,30	1133 ± 27 BP	-21,5 ± 0,1 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 68 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 70 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.



# **KIA-57822 Lubasta, BOH 14, Probe 1, -44 cm**

Holzkohle (pinus); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

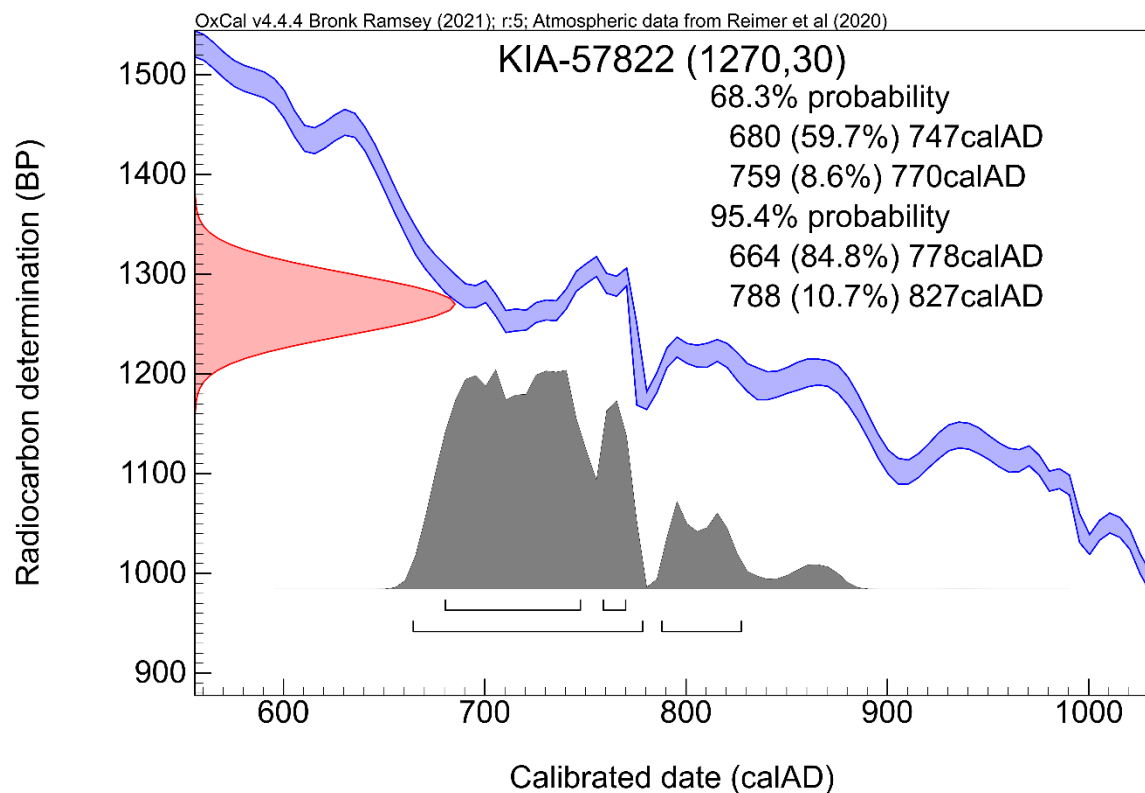
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
0,3 mg C / 0,3 mg C	85,38 ± 0,32	1270 ± 30 BP	-27,9 ± 0,2 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 10 (±1) %

Anteil Fraktion in Probe: 54 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57823 Lubasta, BOH 17, Probe 1, -40 cm**

Holzkohle (cone scale); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

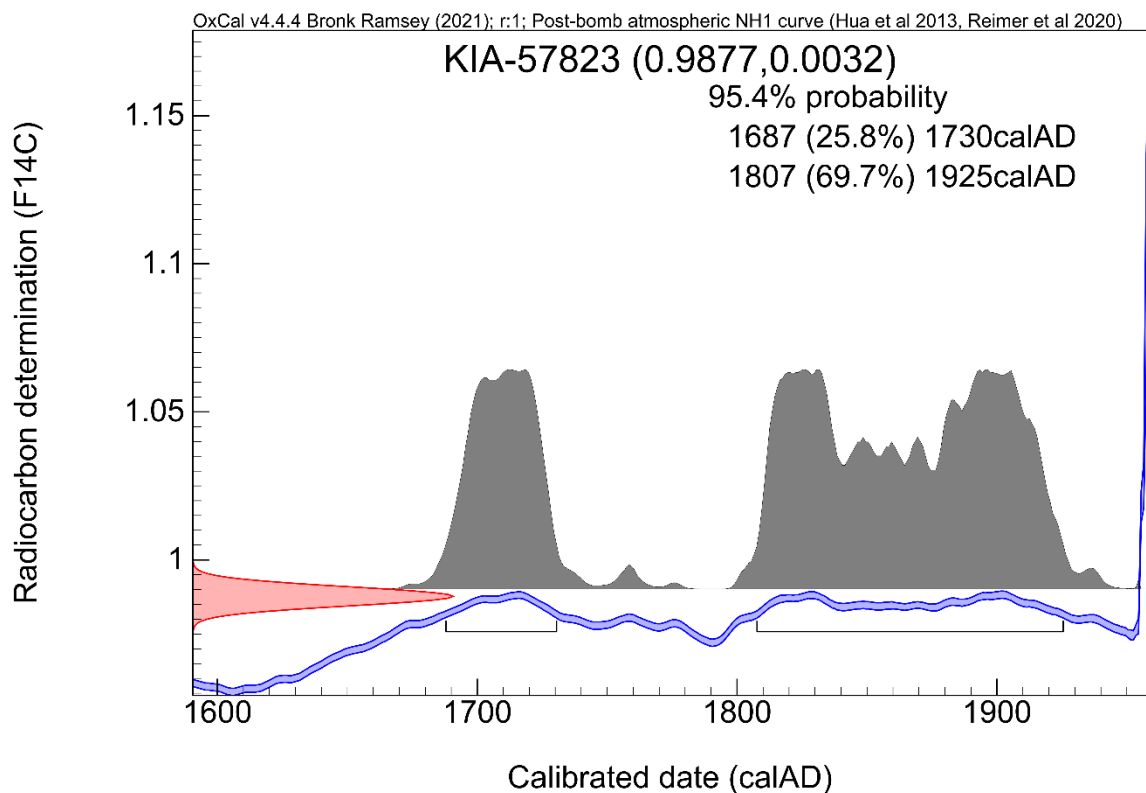
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
1,9 mg C / 1 mg C	98,77 ± 0,32	modern	-21,9 ± 0,1 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 63 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 49 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57824 Lubasta, BOH 17, Probe 2, -75 cm**

Holzkohle (pinus); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

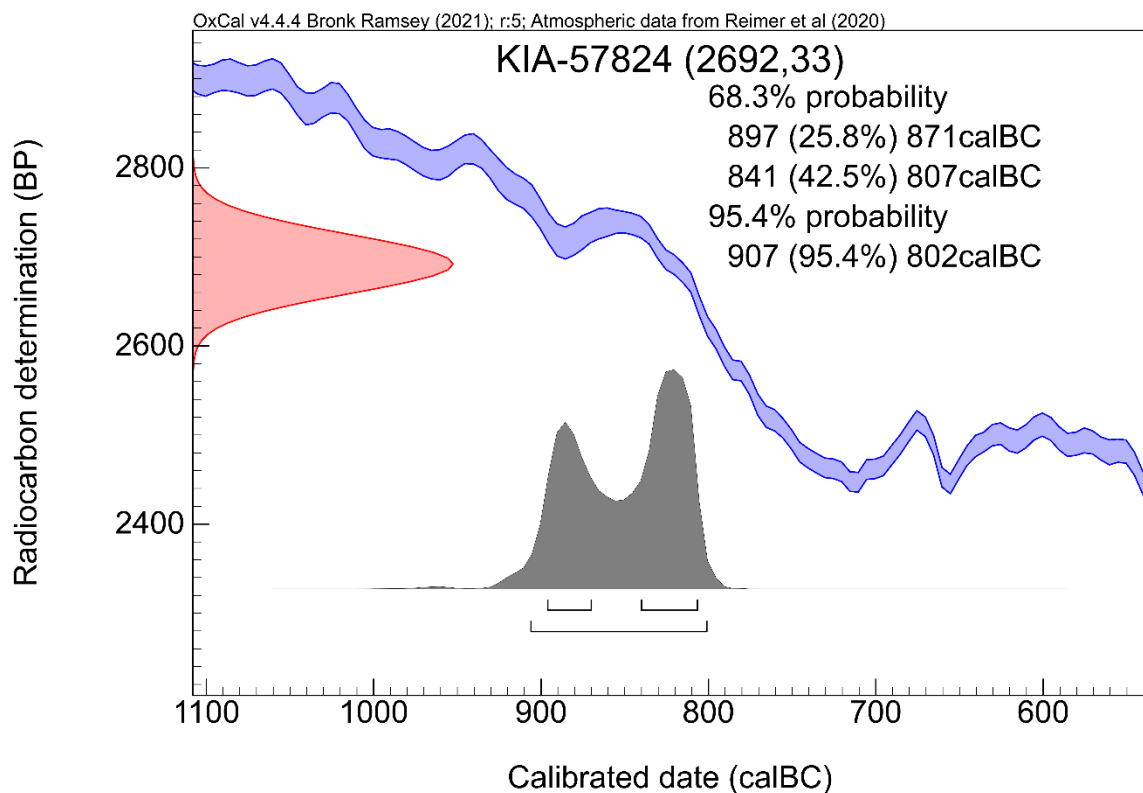
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
0,3 mg C / 0,3 mg C	71,53 ± 0,29	2690 ± 35 BP	-24,9 ± 0,3 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 46 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 34 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57825 Lubasta, BOH 20, Probe 1, -50 cm**

Holzkohle (pinus branch); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

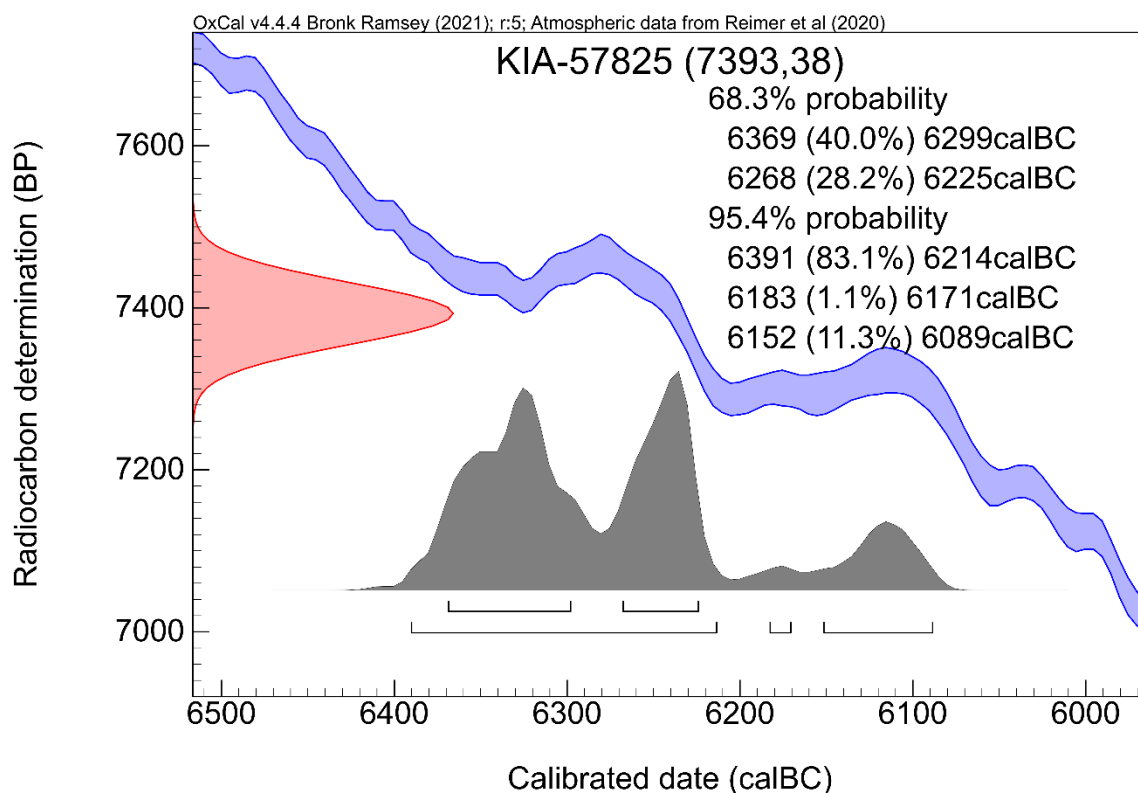
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
2,5 mg C / 0,9 mg C	39,84 ± 0,19	7395 ± 40 BP	-20,9 ± 0,1 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 57 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 63 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

# **KIA-57826 Lubasta, BOH LB02, -355 cm**

Holzkohle (pinus cone); Fundort: Lubasta, Lettland; alle Proben stammen aus Bohrkernen aus einem Burgwall.

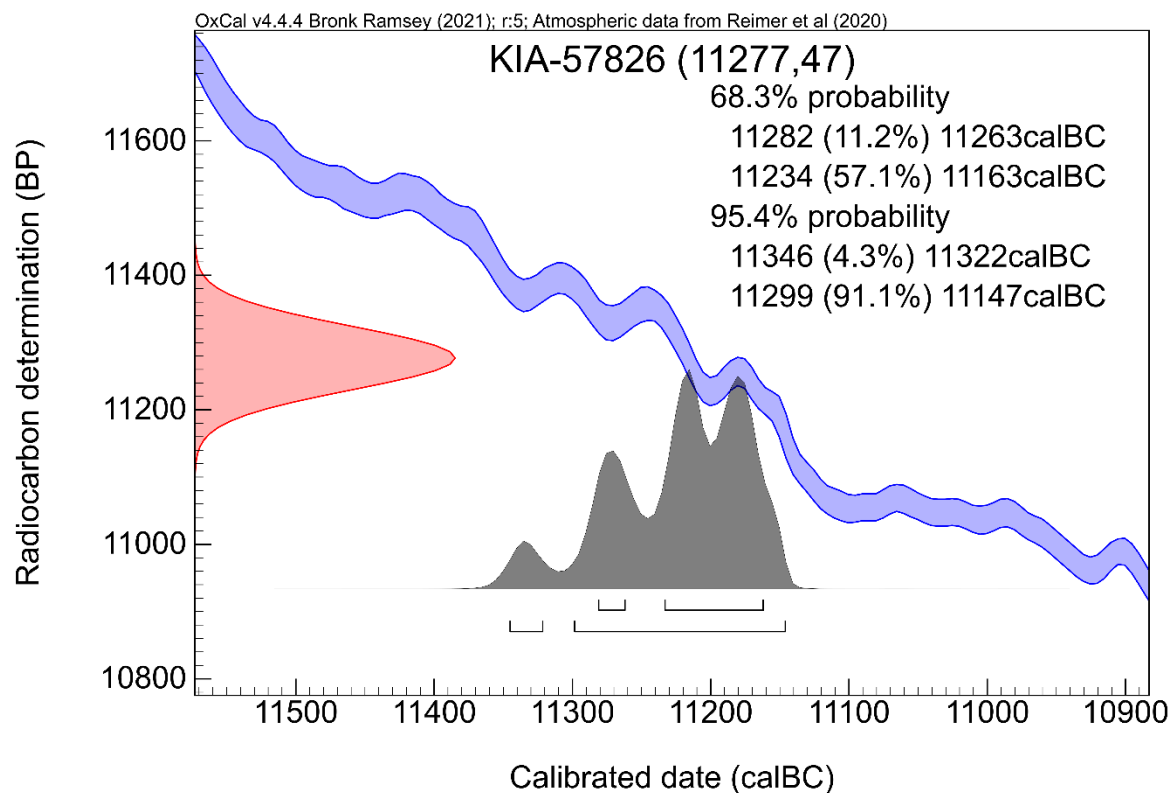
Probentyp: Holzkohle

Datierte Fraktion: Laugenrückstand

CO <sub>2</sub> / Graphit	pMC <sup>†</sup>	Radiokarbonalter	δ <sup>13</sup> C <sup>‡</sup>
3 mg C / 1 mg C	24,57 ± 0,15	11275 ± 50 BP	-27,1 ± 0,6 ‰

Anteil Kohlenstoff im Extrakt (Laugenrückstand): 47 (±2) %

Anteil Fraktion in Probe: 30 %



<sup>†</sup> pMC bezeichnet den prozentualen Anteil an modernem Kohlenstoff, bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950, korrigiert auf δ<sup>13</sup>C = -25 ‰ mittels des per AMS bestimmten δ<sup>13</sup>C-Wertes.

<sup>‡</sup> Bitte beachten Sie, dass der δ<sup>13</sup>C Wert Fraktionierungen in der Probenaufbereitung sowie während der AMS Messung beinhaltet und daher nicht mit einer massenspektrometrischen Messung verglichen werden kann.

### Aufbereitung von Organik, Laugenrückstand

Die Probe wird unter dem Mikroskop auf Verunreinigungen kontrolliert und eine geeignete Menge Material wird zur Datierung entnommen. Das ausgewählte Material wird dann mit 1 % HCl, 1 % NaOH bei 60 °C, und wieder mit 1 % HCl behandelt (Laugenrückstand).

### Verbrennung zu CO<sub>2</sub>

Die Verbrennung erfolgt mit CuO und Silber in einer evakuierten Quarzampulle bei 900 °C.

### Graphitisierung

Das erzeugte CO<sub>2</sub> wird unter Zugabe von H<sub>2</sub> und Eisenpulver als Katalysator bei 600 °C zu Graphit reduziert und das Eisen-Graphit-Gemisch in einen Probenhalter für die AMS-Messung gepresst.

### AMS-Messung

Die Messung erfolgt mit dem Beschleuniger-Massenspektrometer (AMS) des Typs *HVE 3MV Tandetron 4130* des Leibniz-Labors. Die mit dem AMS simultan gemessenen Isotopenverhältnisse <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C und <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C der Probe werden mit denen des CO<sub>2</sub>-Messstandards (Oxalsäure II) verglichen und um per Doppelblindversuch bestimmte Effekte der Exposition mit probenfremdem Kohlenstoff während der Probenaufbereitung korrigiert. Das so ermittelte und auf Isotopenfraktionierung korrigierte Verhältnis des <sup>14</sup>C-Gehalts der Probe bezogen auf den hypothetischen Wert der Atmosphäre im Jahr 1950 wird in pMC (percent Modern Carbon) angegeben. Aus diesem Wert wird anschließend das konventionelle <sup>14</sup>C-Alter (Radiokarbonalter) gemäß Stuiver and Polach<sup>3</sup> berechnet. Die Unsicherheit des <sup>14</sup>C-Ergebnisses berücksichtigt die Unsicherheit im gemessenen <sup>14</sup>C/<sup>12</sup>C Verhältnis von Probe und Messstandard, die Unsicherheit der Korrektur auf Isotopenfraktionierung und die Unsicherheit des Blindwertes. Der mit dem AMS ermittelte  $\delta^{13}\text{C}$ -Wert ist aufgrund auftretender Isotopenfraktionierungseffekte nicht direkt vergleichbar mit  $\delta^{13}\text{C}$ -Werten, die in einem CO<sub>2</sub>-Massenspektrometer gemessen werden.

### Kalibrierung

Eine Kalibrierung der konventionellen <sup>14</sup>C-Alter in Kalenderjahre erfolgt mit dem Programmpaket OxCal<sup>4</sup> und den Intcal20<sup>1</sup> und Post-bomb atmospheric NH<sup>14</sup> Datensätzen.

### Literatur

1. Reimer, P. J. *et al.* The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 1–33 (2020) doi:10.1017/rdc.2020.41.
2. Ramsey, C. B. & Lee, S. Recent and Planned Developments of the Program OxCal. *Radiocarbon* **55**, 720–730 (2013).
3. Stuiver, M. & Polach, H. A. Discussion: reporting of <sup>14</sup>C data. *Radiocarbon* **19**, 355–363 (1977).
4. Hua, Q., Barbetti, M. & Rakowski, A. Z. Atmospheric Radiocarbon for the Period 1950–2010. *Radiocarbon* **55**, 2059–2072 (2013).