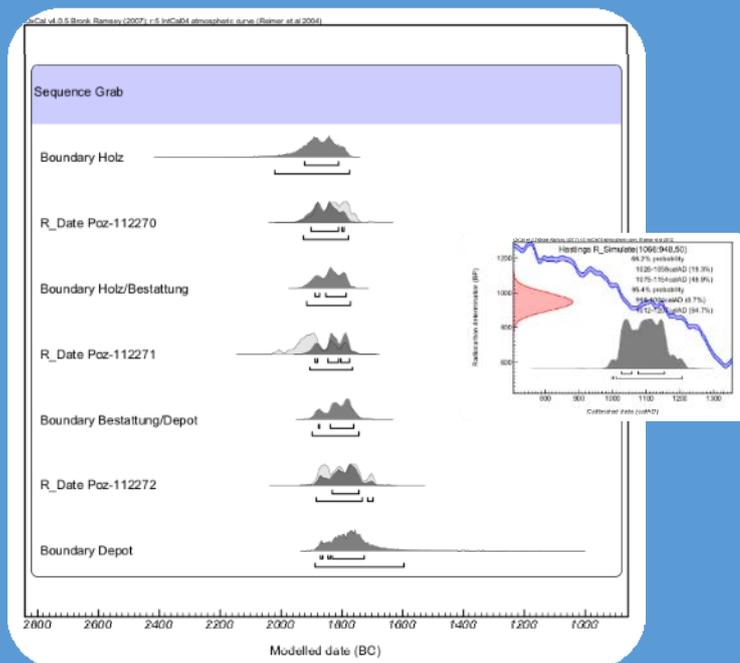


Erstellt WS2013/14 für OXCal



Jutta Kneisel
Johanna-Mestorf-Akademie
Leibnizstr. 3
D-24118 Kiel
Tel.: 0431/880-5925
jutta.kneisel@ufg.uni-kiel.de

Übungsblätter im Umgang mit dem Kalibrationsprogramm OXCAL 4.2

Erstellt WS2013/14 für OXCal

Dr. Jutta Kneisel
Johanna-Mestorf-Akademie
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Leibnizstr. 3
D-24118 Kiel
Tel.: 0431/880-5925
jutta.kneisel@ufg.uni-kiel.de

Übungsblätter zur Kalibration von ¹⁴C-Daten mit OxCal 4.2

Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Verfügbarkeit und Installation	4
2.1 Online	4
2.2 Download	4
3. Dateneingabe	5
3.1 Start: Kalibration eines ¹⁴ C-Datums.....	6
3.2 Einstellungen Format	7
3.2.1 Unter Show wählen Sie die Anzeige der Wahrscheinlichkeiten aus.....	7
3.2.2 Unter Plot wählen Sie die Anzeige der Grafik aus.....	8
3.2.3 Unter Style wählen Sie die Anzeigart.....	8
3.3 Multiplot.....	9
3.4 Multiplot für viele Daten	11
4. Daten in Excel vorbereiten	13
5. Daten kombinieren (R_Combine).....	16
6. Summenkalibration (sum).....	19
7. Daten und Grafiken speichern und öffnen.....	22
8. Daten simulieren	24
9. Layout Befehle für Multiplot	25
10. Diagnostik – Werkzeuge.....	26
10.1 Agreement indices (A)	26
10.2 Convergence.....	26
11. Stratigrafische Informationen (Sequenz, Phase).....	28
11.1 Verschiedene Sequenzen	29
11.2 Pfostenlöcher eines Hauses	30
Verschiedene Boundaries.....	31
12. Modellierung	32
13. Andere Kalibrationsprogramme	34
14. Programme für Bayesische Statistik.....	34
15. Literatur.....	35
16. Weiterführende Literatur und Beispiele	35
17. Online Datenbanken.....	38

1. Einleitung

Das vorliegende Handbuch richtet sich weitgehend an Anfänger, die eine Schritt für Schritt Anleitung für die Kalibrierung einzelner Daten oder Berechnung einfacher Sequenzen benötigen. Es wurde versucht die Grundlagen sehr einfach und übersichtlich mit vielen Bildern zu gestalten. Einige übliche aber komplexere Anwendungsbereiche sind in diesem Handbuch ebenfalls enthalten. Durch Querverweise auf das teils umständliche Oxcal Handbuch wurde versucht für die umfangreicheren Berechnungen eine Orientierungshilfe zu geben. Alle Angaben beziehen sich auf die Ausführungen des Oxcal Handbuches.

Oxcal ist ein Programm für die Analyse chronologischer Informationen. Das Programm ist in Oxford von Christopher Bronk Ramsay Mitte der 1990er Jahre entwickelt worden. Es existieren auch andere Kalibrationsprogramme, die unter Kapitel 13 aufgeführt werden.

Mit dem Computerprogramm OxCal kann der Benutzer viele verschiedene Arten von Analysen von ^{14}C -Daten durchführen, von der einfachen Kalibrierung bis hin zur Analyse eines gesamten Fundplatzes einschließlich der Informationen aus Stratigrafie und anderen Datierungsmethoden. Es ist möglich komplexe chronologische Modelle zu erstellen, Stichwort Bayessische Statistik. Die grafische Darstellung der Analysen gibt die Details des Modells und die Ergebnisse der Analyse in einer Art und Weise wieder, dass andere in der Lage sind die Ergebnisse zu reproduzieren (RAMSEY 1995).

Die Anwendungsbereiche können in zwei Hauptfunktionen unterteilt werden.

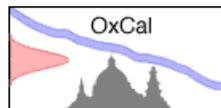
- 1 Die Kalkulation möglicher Altersbereiche für naturwissenschaftliche Datierungen (z.B. Radiokarbonaten).
- 2 Die Analyse von Gruppen von Ereignissen, die z.B. durch stratigrafische Beziehungen verbunden sind.

Sie können das Programm als online Version verwenden oder auf Ihrem Computer installieren (siehe folgendes Kapitel). In der Online Version haben Sie die Möglichkeit Projekte und Dateien zu speichern, auf die sie jederzeit wieder zugreifen können.

2. Verfügbarkeit und Installation

Das Programm funktioniert online über einen kostenlosen Account. Es ist auf der Homepage <http://c14.arch.ox.ac.uk/embed.php?File=oxcal.html> zugänglich. Für größere Datenmengen ist es möglich sich das Programm auch auf dem eigenen Computer zu installieren. Allerdings funktioniert OxCal nur mit Firefox v16 jüngere Versionen werden nicht unterstützt. Die Firefox Version 16 kann ebenfalls über die oben genannte Homepage heruntergeladen werden.

2.1 Online



Für den Online-Zugang klicken Sie auf [OxCal online](#).

Nachdem Sie sich angemeldet haben können Sie sich jederzeit mit einem Benutzernamen und Passwort einloggen.

Es erscheint die Hauptseite mit dem Handbuch rechts und einer Maske für die Dateneingabe links. Weiter Abschnitt Dateneingabe.

2.2 Download



Für den Download klicken sie auf [OxCalDistribution.zip](#) und folgen sie der Installationsanleitung ([installation instructions](#)).

3. Dateneingabe

Das Startmenü von OxCal erlaubt die sofortige Eingabe einzelner ^{14}C -Daten zur Kalibration.

Name – hier steht die Laborabkürzung und Labornummer.

Date – hier steht das unkalibrierte Alter der Probe.

\pm – hier steht die Standardabweichung.

Curve – Sie haben die Auswahl zwischen verschiedenen Kalibrationskurven. Standardmäßig wird in der Archäologie IntCal 09 verwendet.

Mit Klick auf das Feld **Calibrate** starten Sie den Rechengvorgang.

View Curve – ermöglicht Ihnen sich verschiedene Kurven anzeigen zu lassen.

Projects – führt Sie zu ihren gespeicherten Projekten.

OxCal 4.2 Manual

- Introduction
- Licence
- Installation
- Input of information
- Analysis
- Calibration Curves
- Viewing output
- Command reference
- Program development history
- References and bibliography
- Acknowledgements

Web interface build number: 78
Last Updated: 9/10/2013
(c) Christopher Bronk Ramsey 2013

References

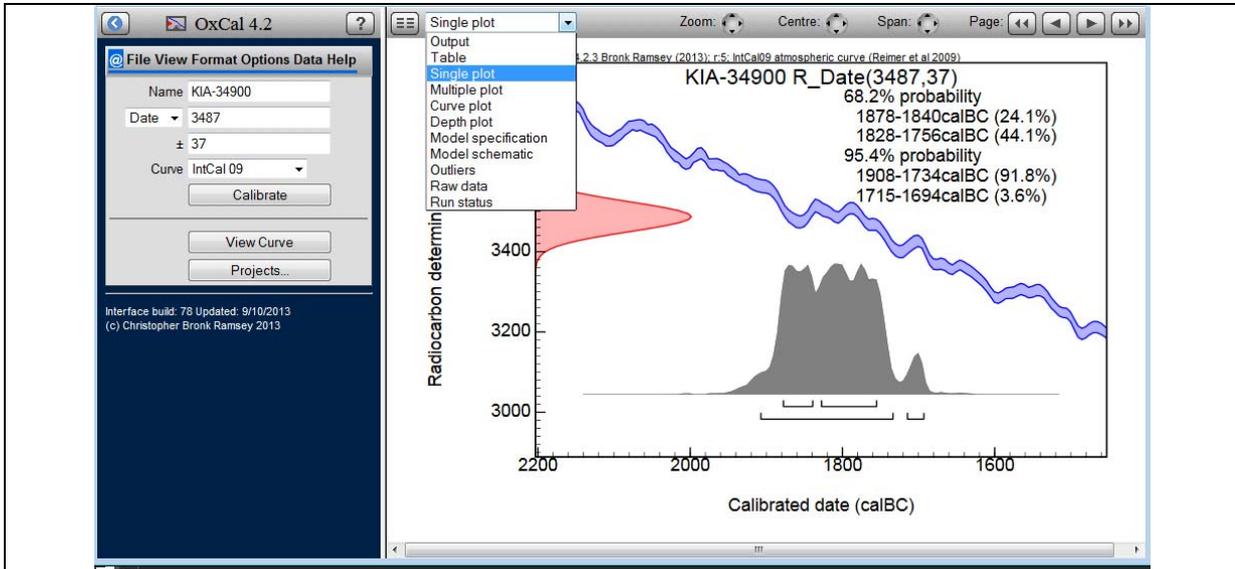
- Bronk Ramsey 1994 (first release notice)
- Bronk Ramsey 1995 (main introduction to program)
- Bronk Ramsey 1998 (approach and plans)
- Bronk Ramsey 2001 (developments 1995-2001)
- Bronk Ramsey et al. 2001 (D_Sequence method and tests of other methods)
- Bronk Ramsey 2008 (deposition models) [pre-print]
- Bronk Ramsey 2009a (new features of OxCal4)
- Bronk Ramsey 2009b (outlier analysis) [pre-print]
- Bronk Ramsey et al. 2010
- Lee and Bronk Ramsey 2012 (trapezoidal models)
- Radiocarbon Vol 55(4) (IntCal13 special issue)

If you use this program, you should quote the reference for the calibration curve used, the version of OxCal (with any non-standard options set) and the reference Bronk Ramsey 2009a. If you are wiggle-matching tree-ring sequences you should quote Bronk Ramsey et al. 2001. For deposition models Bronk Ramsey 2008 should be referenced and for outlier analysis Bronk Ramsey 2009b. For use of trapezoidal priors please quote Lee and Bronk Ramsey 2012.

Introduction

3.1 Start: Kalibration eines ¹⁴C-Datums

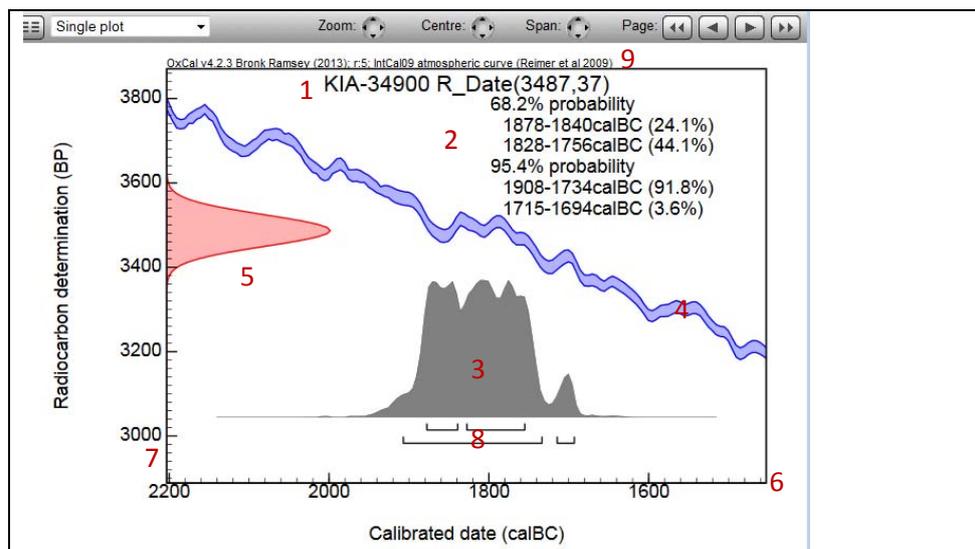
Beispiel: Sie wollen das Datum KIA-34900 3487±37 kalibrieren und geben die Daten entsprechend in die Maske ein. Klicken Sie auf **Calibrate**.



Warten Sie einen Moment und das kalibrierte Datum wird angezeigt, wenn Ihre Einstellungen den Vorgaben entsprechen (siehe unten). Sie können nun zwischen verschiedenen Ansichten in der oberen Menüleiste wählen (Output/Table/Single plot/ usw.). Nicht alle Ansichten sind für jede Analyse verfügbar. Spielen Sie dies ruhig einmal durch (OxCal > Input of information > Calibrating a single date).

Im Folgenden eine kurze Erklärung der Grafik.

10



1- Das Original Radiokarbondatum.

- 2- Die 1Sigma, 2Sigma (auch 3Sigma möglich aber nicht hier angezeigt) Bereiche mit den entsprechenden Wahrscheinlichkeiten.
- 3- Wahrscheinlichkeitsverteilung des kalibrierten Alters entlang der Zeitachse (6).
- 4- Der Verlauf der Kalibrationskurve.
- 5- Die Gaußsche Glockenkurve mit der Normalverteilung.
- 6- Die Kalenderjahre BC und AD.
- 7- Die Achse der Radiokarbonbestimmung.
- 8- Die 1Sigma, 2Sigma Bereiche in Bezug zur Zeitachse (Ranges).
- 9- Informationen zum Programm und der verwendeten Kalibrationskurve.
- 10- Verschiedene Optionen zum zoomen und Verändern der Darstellung. Hilfreich für eine Druckausgabe.

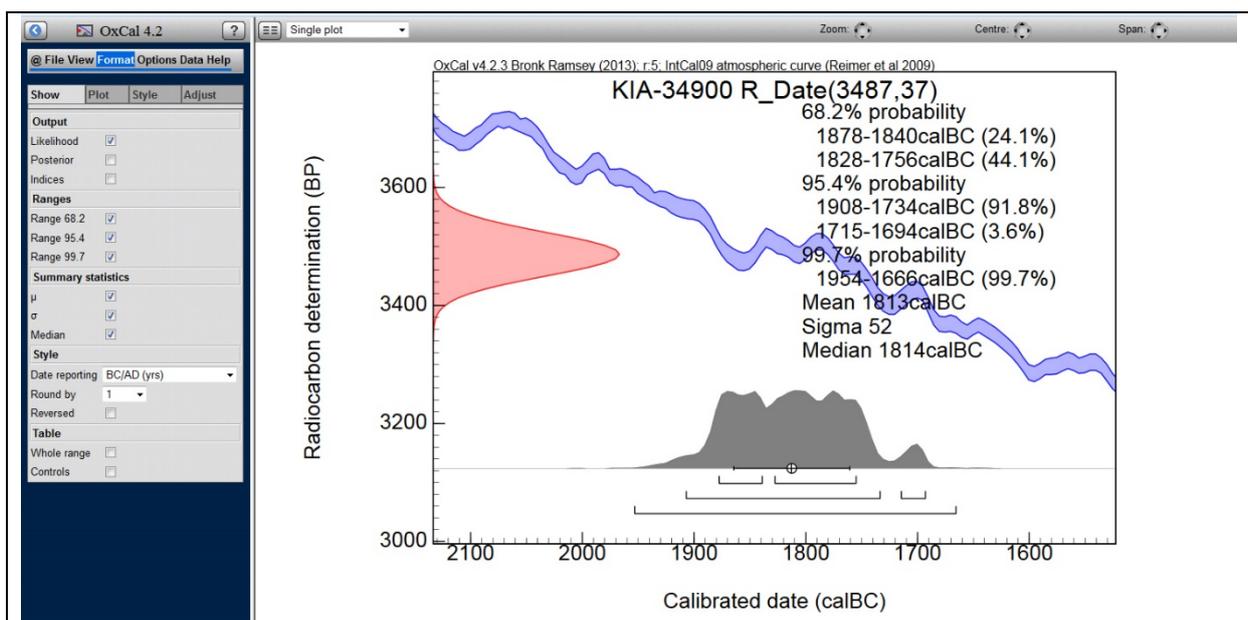
3.2 Einstellungen Format

Sie haben die Möglichkeit verschiedene Einstellungen auszuwählen, wie die Grafik aussehen soll. So können Sie zwischen 1-3 Sigma Bereichen wählen. Ferner können Sie den Durchschnittswert, den Sigma Wert und Median sich anzeigen lassen. Auch die Kalibrierungskurven und Ranges können Sie in der Anzeige ein- oder ausschalten.

Gehen Sie dazu im linken Fenster in der Menüleiste auf **Format**.

3.2.1 Unter **Show** wählen Sie die Anzeige der Wahrscheinlichkeiten aus.

- | | |
|--------------------|---|
| Likelihood | – Wahrscheinlichkeit |
| Ranges | – Sigma Bereiche |
| Summary statistics | – Durchschnittswert, Sigma und Medianwert |



3.2.2 Unter **Plot** wählen Sie die Anzeige der Grafik aus.

Mit einem Klick auf das Feld  aktualisieren Sie die Grafik.

Titel – Textzeile

Ranges – Die Balken unter der Wahrscheinlichkeitskurve, die die Sigma Bereiche auf der Zeitachse angeben

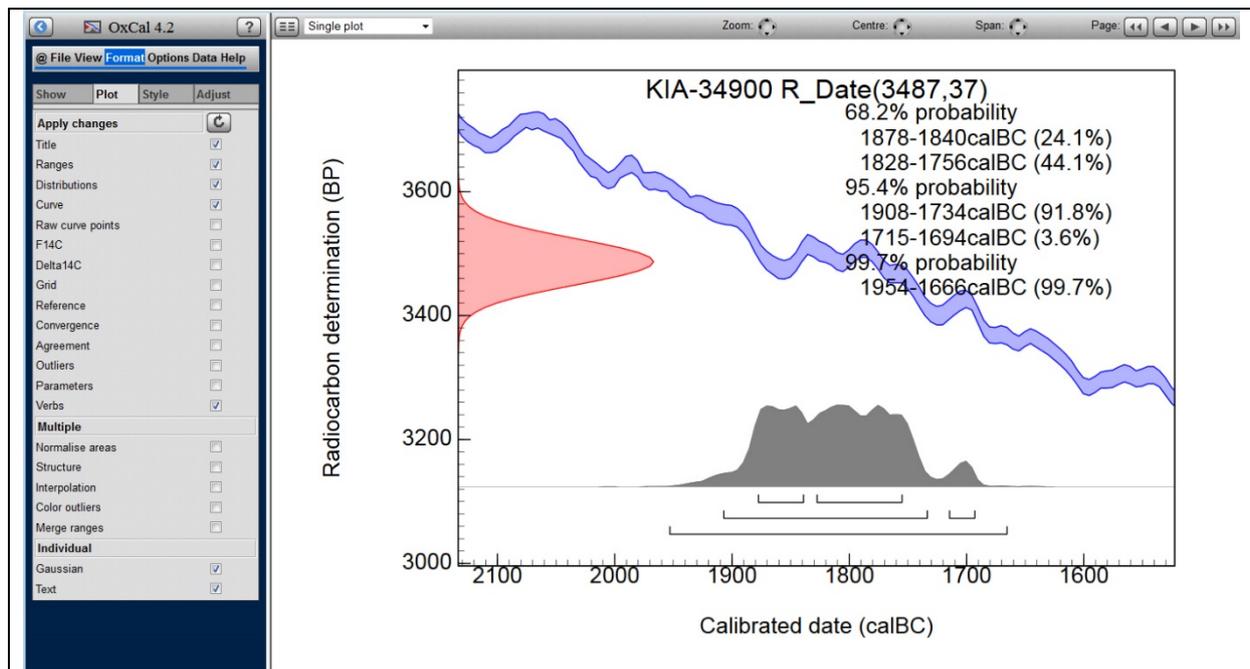
Distribution – Sie können zwischen einer Kurve oder einem Balkenplot wählen

Curve – zeigt die Kalibrationskurve an

Verbs – gibt Verwendung über die verwendete Datierung (z.B. R-Date)

Gaussian – gibt die Gauß'sche Glockenkurve wieder

Text – gibt den Text zu den Sigma Bereichen wieder



3.2.3 Unter **Style** wählen Sie die Anzeigeart.

So haben Sie beispielsweise die Möglichkeit **B&W only** auszuwählen, um eine schwarz-weiß Grafik zu erzeugen.

Mit einem Klick auf das Feld  aktualisieren Sie die Grafik.

3.2.4 Unter Adjust justieren Sie die Achsen

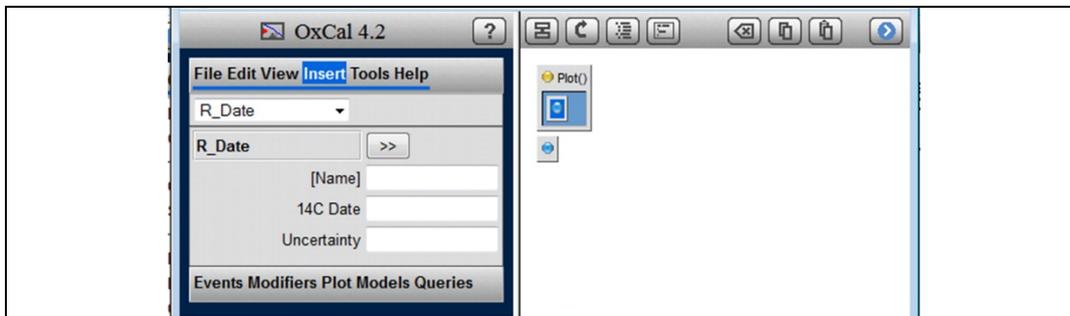
Sie haben die Option die Achsen zu verschieben bzw. zu vergrößern oder zu verkleinern. Mit Zoom verändern sie die Größe der Darstellung auf dem Bildschirm. Die X Achse bestimmt den angezeigten Abschnitt der Zeitskala. Die Y-Achse verändert die Höhe der Wahrscheinlichkeitskurve des Datums.

Mit einem Klick auf das Feld  aktualisieren Sie die Grafik.

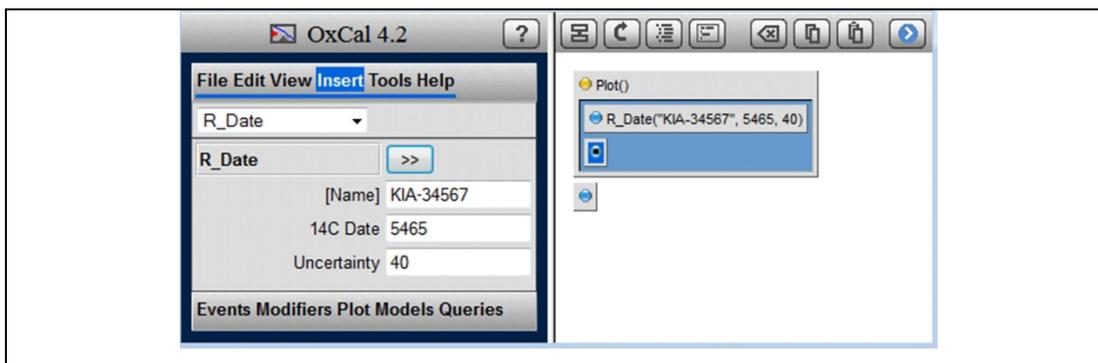
3.3 Multiplot

Sie können natürlich auch mehrere Daten eingeben. Dies nennt man einen Multiplot (OxCal > Input of information > Getting started with multi-plots).

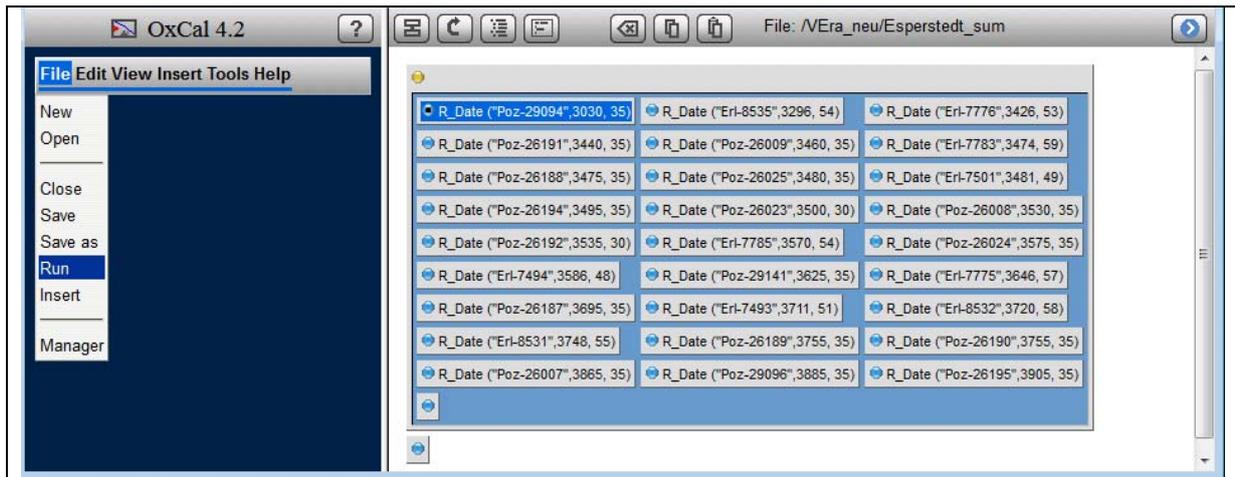
Dafür legen Sie eine neue Datei an. Gehen Sie im linken Menü auf **File** und wählen **New** aus. Es öffnet sich ein neues Fenster mit einer Menüleiste im linken Bereich und einem Plot im rechten Bereich. Um weitere Daten einzugeben klicken Sie auf Insert.



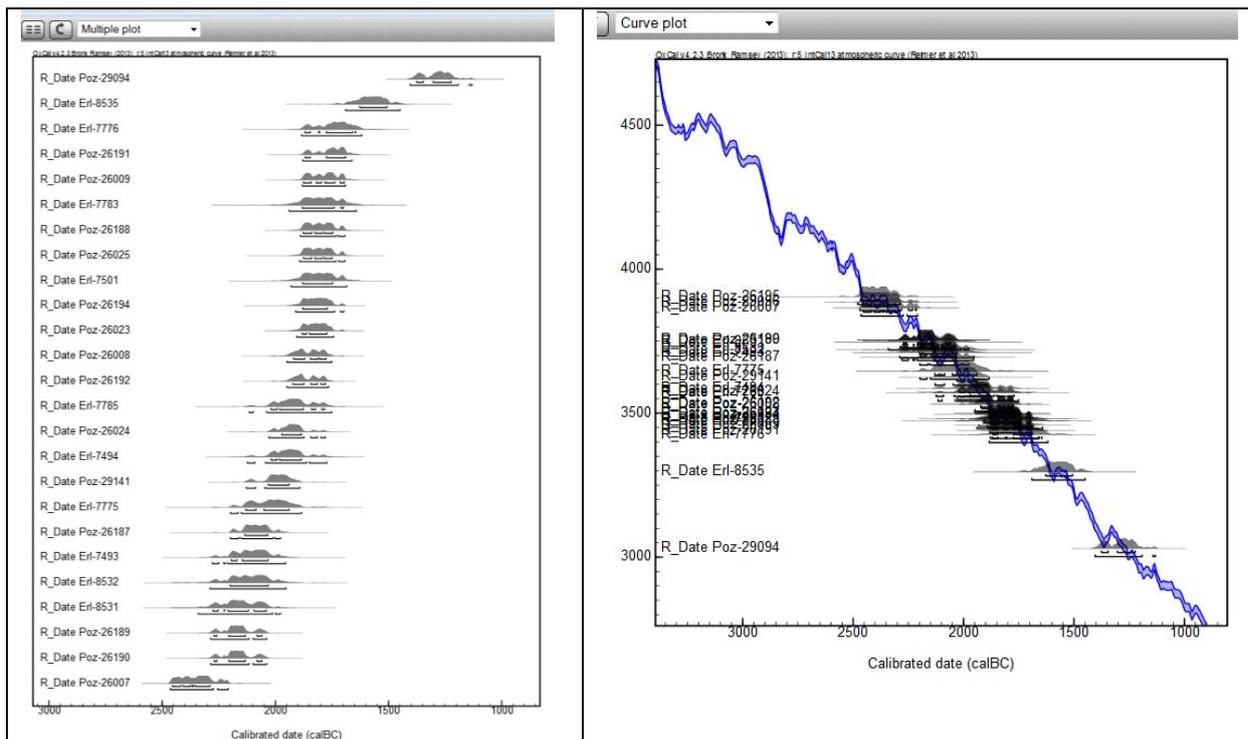
Geben Sie Ihr Datum in die vorgegeben Felder ein und klicken auf . Das Datum wird in den Plot eingefügt.



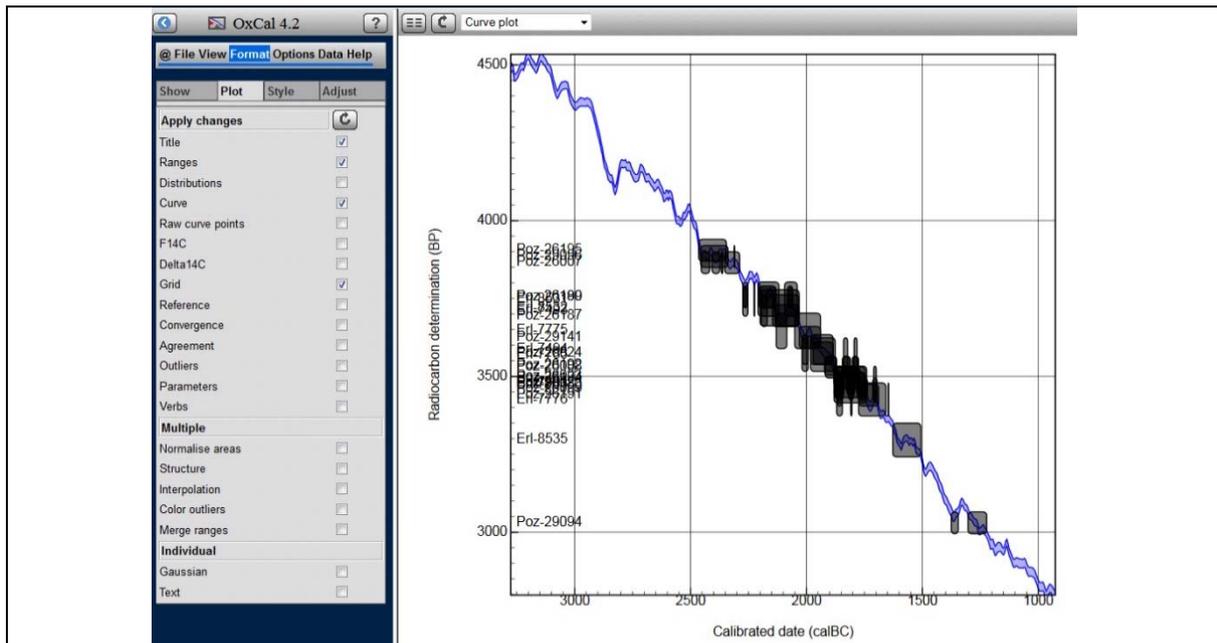
Dies wiederholen Sie für alle Daten, die Sie in den Multiplot einfügen wollen. Wenn Sie alle Daten eingegeben haben. Klicken Sie im linken Menü auf **File** und wählen **Run** aus.



Dies kann je nach Anzahl der Daten eine Weile dauern. Haben Sie Geduld. Sie können sich die Daten dann in einem Multiplot anschauen. Oxcal errechnet aber auch für jedes Datum einen Single Plot, die Sie mit den Pfeiltasten im rechten Menü einzeln durchgehen können. Zudem können Sie sich den Multiplot auch mit der Kalibrationskurve (Curve Plot) anzeigen lassen.



Wenn Sie im linken Menü unter **Format** → **Plot** die **Distributions** ausschalten erhalten Sie ein Balkendiagramm, das ebenfalls die Wahrscheinlichkeiten wiedergibt. Hier nur der 1Sigma Bereich.



Wenn Sie viele Daten in den Multiplot eingeben müssen, werden Sie diese Art der Dateneingabe umständlich finden.

Sie haben die Möglichkeit auch im Textfeld Daten einzugeben oder zu kopieren. Das empfiehlt sich immer bei größeren Datenmengen. Folgende Optionen in der rechten Menüleiste stehen zur Verfügung.



Ausschneiden



Kopieren



Einfügen

Sie können die Anzeigeoptionen der Dateneingabe verändern. Folgende Kästchen in der oberen rechten Menüleiste stehen zur Auswahl.



Model Ansicht



Umgedrehte
Reihenfolge



Listen
Ansicht

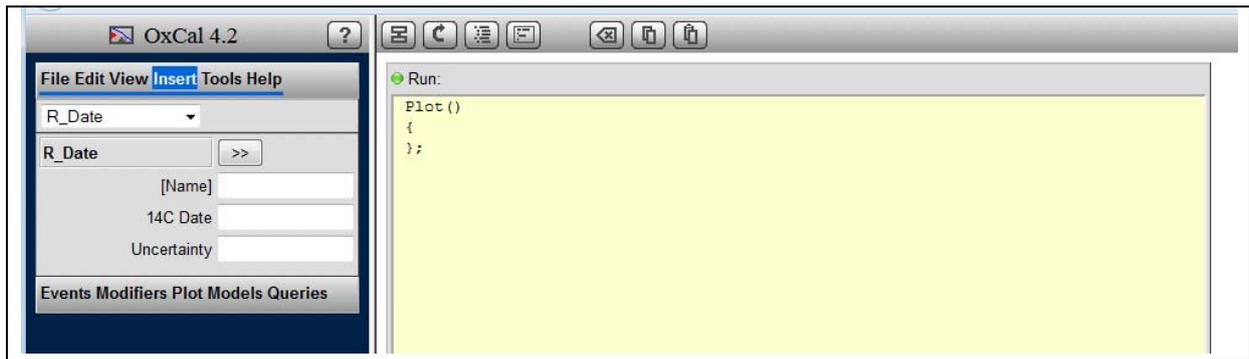


Kode Ansicht

3.4 Multiplot für viele Daten

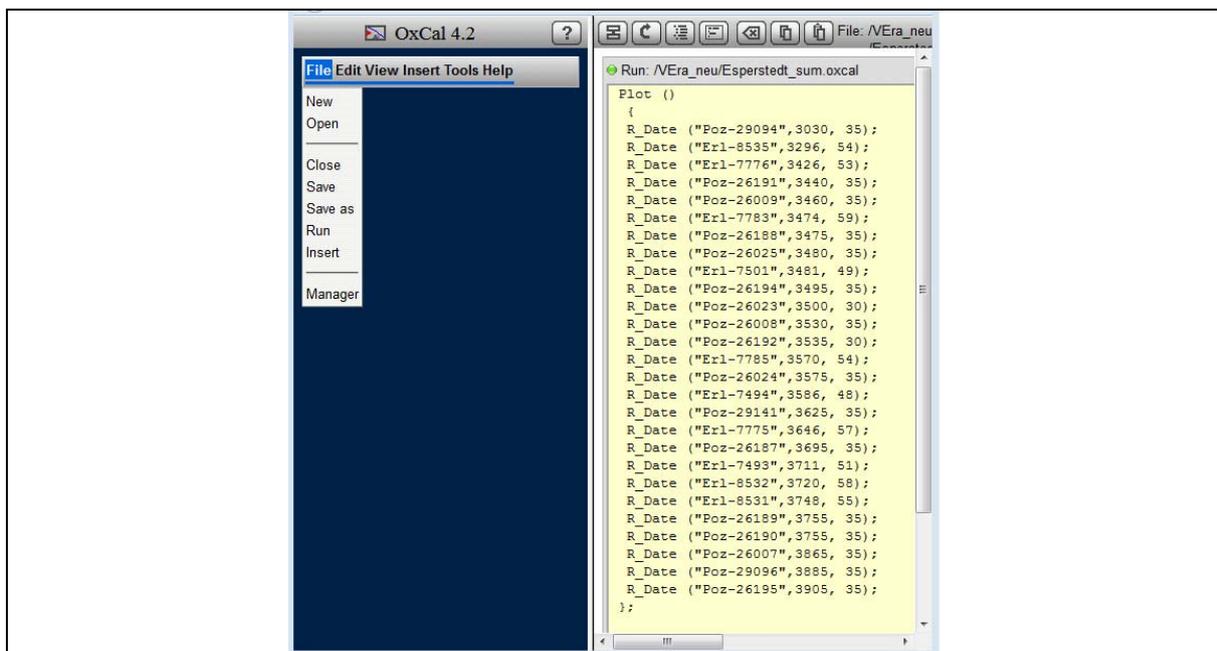
Legen Sie eine neue Datei an. Gehen Sie im linken Menü auf **File** und wählen **New** aus. Es öffnet sich ein neues Fenster mit einer Menüleiste im linken Bereich und einem Plot im rechten Bereich. Klicken

Sie auf das rot markierte Feld  im rechten Menü und es erscheint ein Textfeld.



Sie können nun ihre Daten aus Excel, Access oder einem Textprogramm einfach hineinkopieren (Copy/ Paste). Achten Sie allerdings darauf, dass die vorgegebene Syntax erhalten bleibt.

```
Plot ()
{
  R_Date ("Poz-29094",3030, 35);
};
```



Um die Kalibrierung zu starten, klicken sie entweder auf den grünen Punkt bei Run oder wählen Sie **File** und **Run** im linken Menü aus.

Um große Datenmengen einfach vorzubereiten verwenden Sie Excel (siehe Abschnitt 3).

4. Daten in Excel vorbereiten

Eine Eingabe von ¹⁴C-daten, wie sie auch in den online Datenbanken von Radon oder Radon-B vorliegt sieht meist folgendermaßen aus:

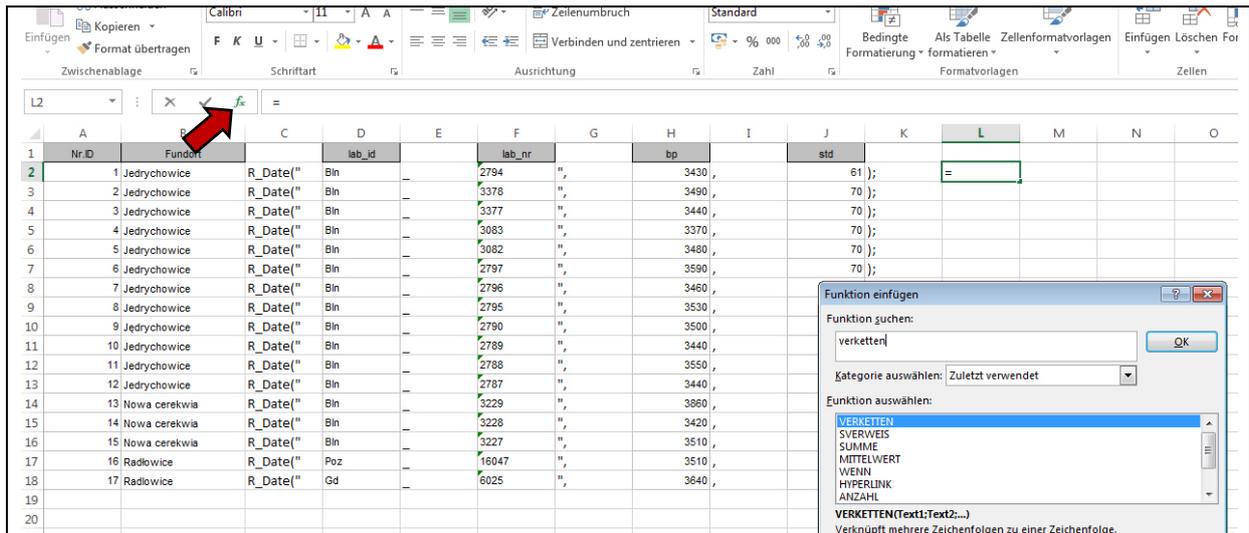
Nr.ID	Fundort	lab_id	lab_nr	bp	std
1	Jedrychowice	Bln	2794	3430	61
2	Jedrychowice	Bln	3378	3490	70
3	Jedrychowice	Bln	3377	3440	70
4	Jedrychowice	Bln	3083	3370	70
5	Jedrychowice	Bln	3082	3480	70
6	Jedrychowice	Bln	2797	3590	70
7	Jedrychowice	Bln	2796	3460	70
8	Jedrychowice	Bln	2795	3530	61
9	Jędrychowice	Bln	2790	3500	70
10	Jedrychowice	Bln	2789	3440	61
11	Jedrychowice	Bln	2788	3550	70
12	Jedrychowice	Bln	2787	3440	61
13	Nowa cerekwia	Bln	3229	3860	88
14	Nowa cerekwia	Bln	3228	3420	61
15	Nowa cerekwia	Bln	3227	3510	61
16	Radłowice	Poz	16047	3510	30
17	Radłowice	Gd	6025	3640	70

Um ein solches Datum (R_Date ("Poz-29094",3030, 35);) zu erhalten erstellen Sie 5 neue Spalten und kopieren diese in alle Zeilen (Spalten markieren und das schwarze Kreuz an der rechten unteren Ecke mit der linken Maustaste gedrückt halten und nach unten ziehen).¹

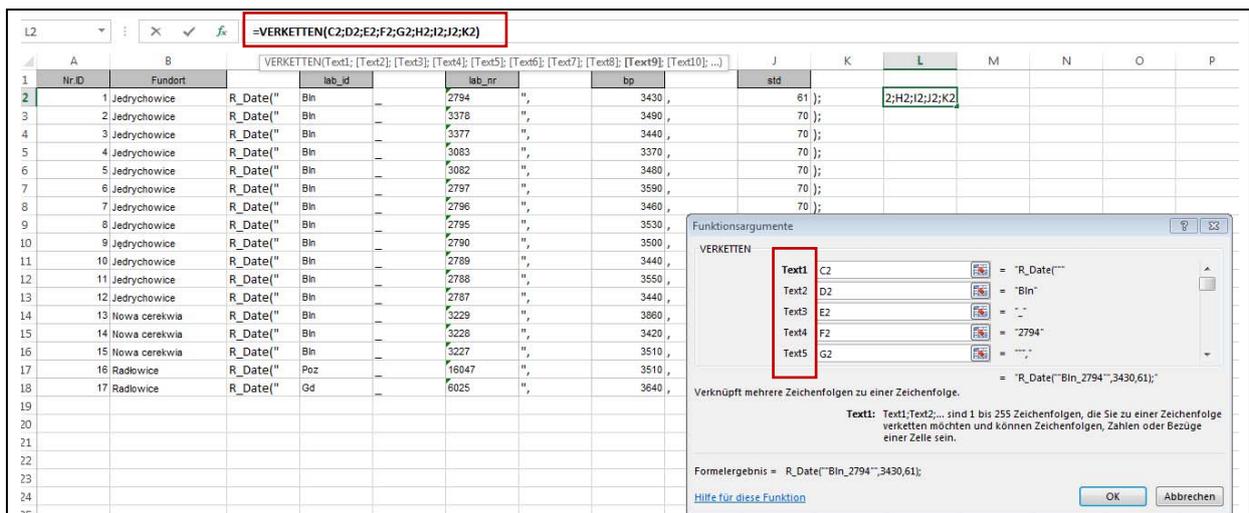
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
	Nr.ID	Fundort	lab_id	lab_nr	bp	std	R_Date("Poz-29094",3030,35);				
1	Jedrychowice	Bln	2794	3430	61						
2	Jedrychowice	Bln	3378	3490	70						
3	Jedrychowice	Bln	3377	3440	70						
4	Jedrychowice	Bln	3083	3370	70						
5	Jedrychowice	Bln	3082	3480	70						
6	Jedrychowice	Bln	2797	3590	70						
7	Jedrychowice	Bln	2796	3460	70						
8	Jedrychowice	Bln	2795	3530	61						
9	Jędrychowice	Bln	2790	3500	70						
10	Jedrychowice	Bln	2789	3440	61						
11	Jedrychowice	Bln	2788	3550	70						
12	Jedrychowice	Bln	2787	3440	61						
13	Nowa cerekwia	Bln	3229	3860	88						
14	Nowa cerekwia	Bln	3228	3420	61						
15	Nowa cerekwia	Bln	3227	3510	61						
16	Radłowice	Poz	16047	3510	30						
17	Radłowice	Gd	6025	3640	70						

Anschließend die Spalten ausschneiden und in die richtige Reihenfolge bringen. In die freie Zelle rechts des ersten Datensatzes gehen und auf Funktion (fx) in der Menüleiste klicken. Es öffnet sich ein Fenster. Geben sie **verketten** ein und klicken auf **ok**.

¹ Sie zum Befehl „verketten“ siehe auch: J. Kneisel, Übungsblätter zum Umgang mit Excel. Excel in praktischer Anwendung für Archäologen.

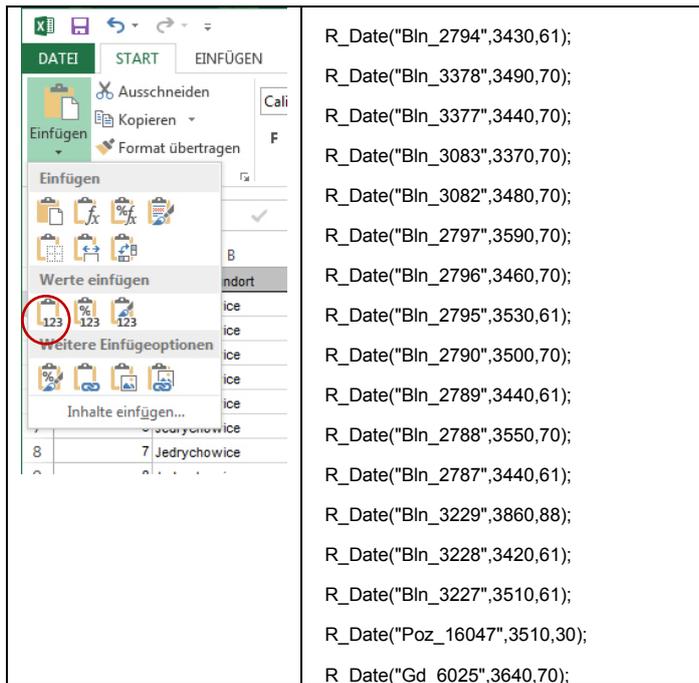


Geben sie nun in das Neue Fenster die Zellenbezeichnungen ein, die miteinander verketten werden sollen. Sie können auf die Zellen klicken. Es werden aber nur 5 Felder angezeigt, geben Sie daher den Rest in der Funktionszeile ein und klicken dann **ok** oder **enter**.



Das ¹⁴C-Datum mit der richtigen Syntax wird nun erstellt. Kopieren sie die Funktion wieder in die ganze Spalte (Spalte markieren und das schwarze Kreuz an der rechten unteren Ecke mit der linken Maustaste gedrückt halten und nach unten ziehen) und sie haben die Daten mit der richtigen Syntax.

Kopieren sie die Spalte in eine weitere Spalte, in dem Sie im Menü die Einfügeoption **Werte einfügen** auswählen. Eine neue Spalte mit den Werten wird erstellt.



The screenshot shows the Microsoft Excel interface. The 'Einfügen' (Paste) menu is open, and the '123' icon, representing a numeric value, is circled in red. To the right of the menu, a list of R_Date formulas is displayed, each on a new line. The formulas are: R_Date("Bln_2794",3430,61); R_Date("Bln_3378",3490,70); R_Date("Bln_3377",3440,70); R_Date("Bln_3083",3370,70); R_Date("Bln_3082",3480,70); R_Date("Bln_2797",3590,70); R_Date("Bln_2796",3460,70); R_Date("Bln_2795",3530,61); R_Date("Bln_2790",3500,70); R_Date("Bln_2789",3440,61); R_Date("Bln_2788",3550,70); R_Date("Bln_2787",3440,61); R_Date("Bln_3229",3860,88); R_Date("Bln_3228",3420,61); R_Date("Bln_3227",3510,61); R_Date("Poz_16047",3510,30); R_Date("Gd_6025",3640,70);

Diese können Sie nun auswählen, kopieren und in das Textfeld von Oxcal einfügen.

5. Daten kombinieren (R_Combine)

Die Combine Funktion erstellt eine Wahrscheinlichkeitsverteilung für ein bestimmtes Ereignis. Mehrere Daten eines gleichzeitigen Ereignisses werden miteinander kombiniert und die Wahrscheinlichkeit für das einzelne Ereignis errechnet. Ziel ist es die bestmögliche zeitliche Abschätzung für das Ereignis zu erhalten und den Zeitraum des Ereignisses einzugrenzen.

Beispiel: Wir haben 3 Radiokarbondaten aus einem Grab, die zeitlich die Grablege datieren.

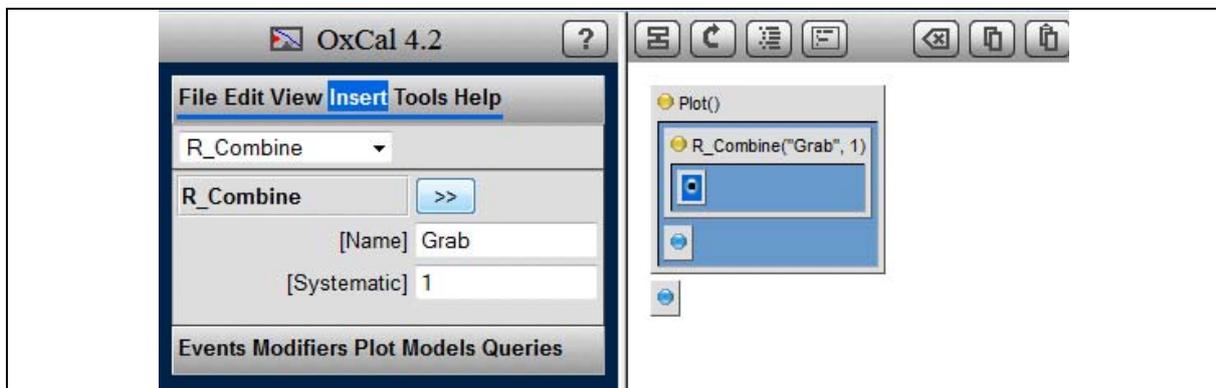
1. Ein Datum aus dem Menschenknochen, das den Sterbezeitpunkt angibt.
2. Ein Datum aus dem Weidengeflecht, auf dem der Tote lag. Das Weidengeflecht wird für die Bestattung angefertigt worden sein oder einige Jahre früher, auf jeden Fall ist es zeitnah zum Todeszeitpunkt.
3. Der Tote hatte verkohltes Getreide als Beigabe. Das Getreide wird entweder aus dem Jahr des Todes oder 1-3 Jahre älter sein, auch hier ist das Datum zeitnah zur Anlage des Grabes.

Alle 3 Daten spiegeln demnach das gleiche Ereignis wieder – die Grablege.

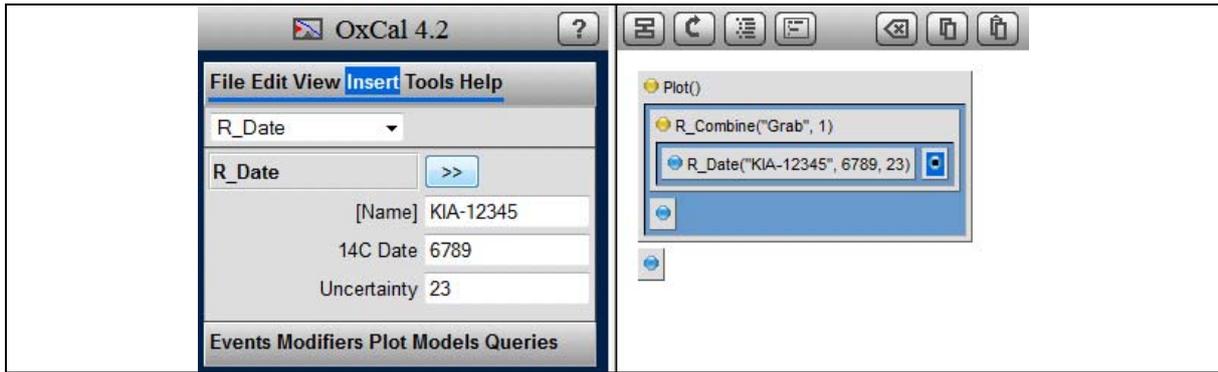
In diesem Fall ist es möglich die Daten zu kombinieren, um den Zeitpunkt des Ereignisses einzugrenzen.

Für die Combine Funktion öffnen Sie einen neuen File. Im linken Menü **File** → **New**. Klicken sie auf **Insert**. Nun wählen Sie im Listenfeld (Dropdown) **R_Combine** aus. Im Namensfeld können sie einen Namen für die Kalibration eingeben z.B. den Fundort oder das Ereignis etc. Zusätzlich können Sie eine Systematik einfügen.

Klicken Sie auf  und die Combine Funktion erscheint im rechten Plot.

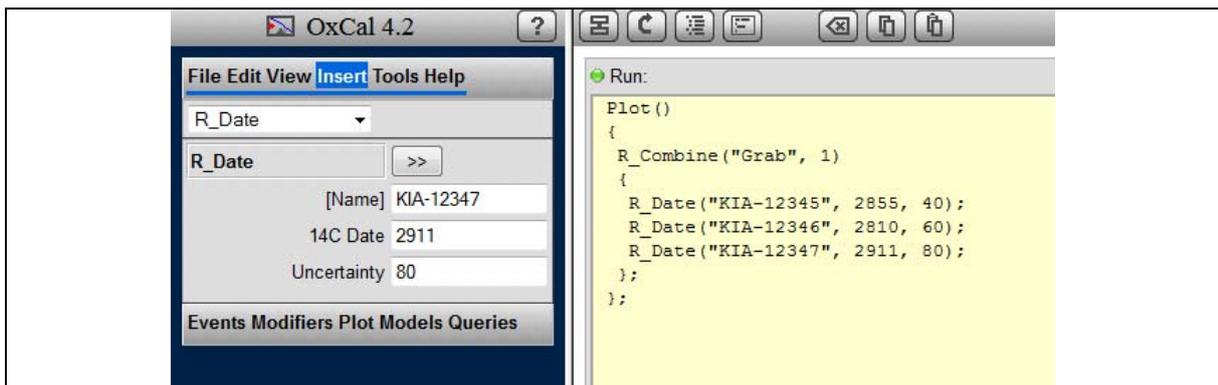


Um nun die Daten einzugeben ändern sie das Listenfeld (Dropdown) und wählen wieder R_Date aus. Nun haben Sie die normale Eingabemaske und können die Daten eingeben.



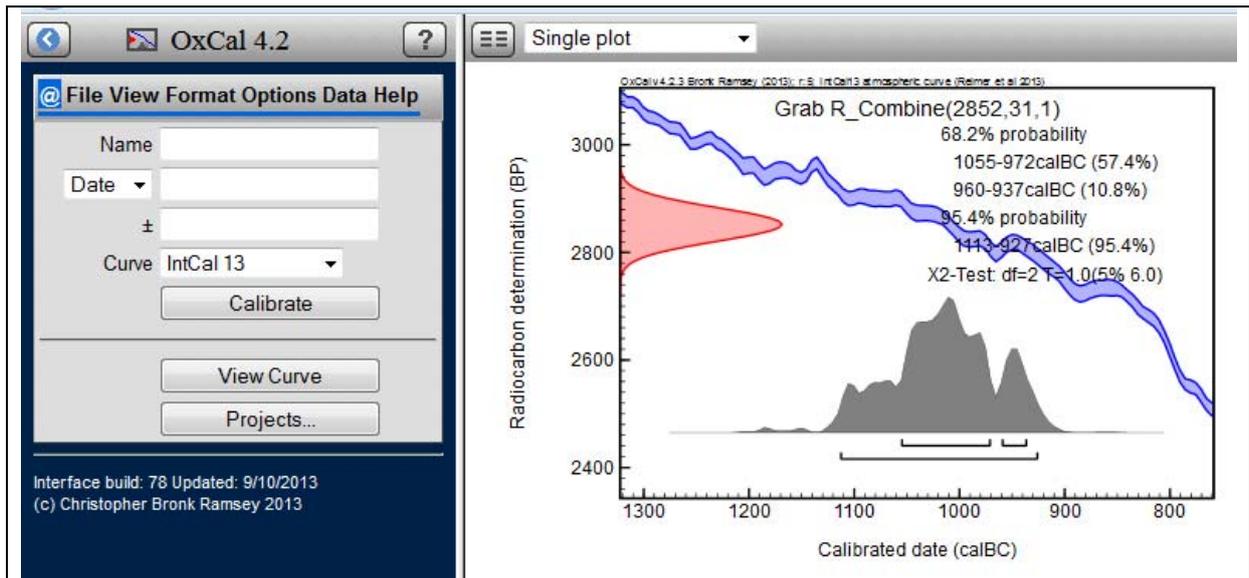
Wenn Sie lieber im Textfeld Modus arbeiten, können Sie folgende Vorlage verwenden. Achten Sie darauf, dass die Syntax erhalten bleibt.

```
Plot ()
{
Combine()
{
R_Date("A", 2000, 20) ;
R_Date("B", 2001, 30) ;
};
};
```



Sie starten die Analyse indem sie im rechten Textfeldmodus entweder auf den grünen Punkt **Run** klicken oder im linken Menüfeld **File** → **Run** auswählen.

Sie können sich unter **Single Plot** das kombinierte Ergebnis anzeigen lassen Der Chi Quadrat Test gibt Ihnen Informationen über die Genauigkeit des Ergebnisses.

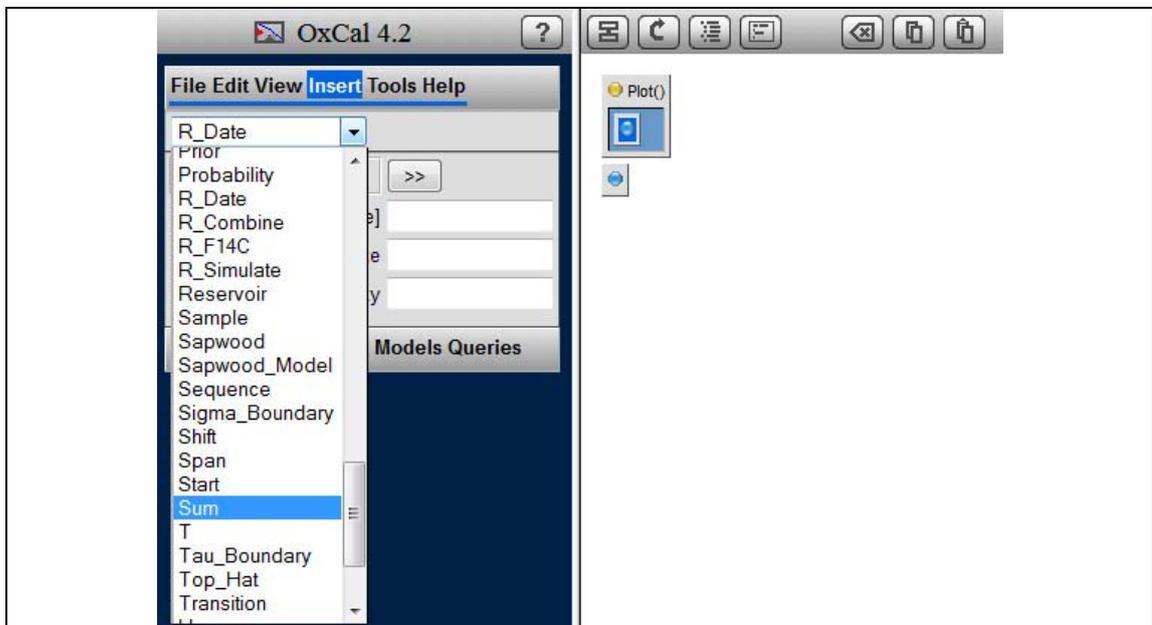


6. Summenkalibration (sum)

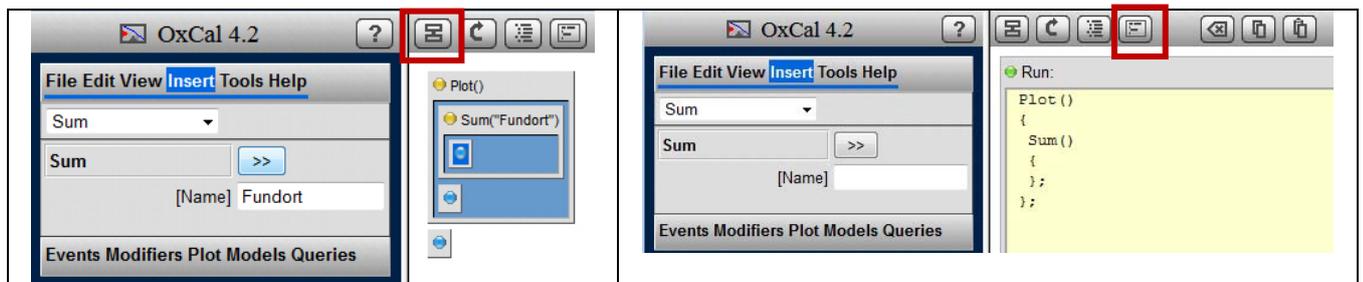
Eine Summenkalibration wird für eine Wahrscheinlichkeitsverteilung mehrerer Daten verwendet. Ziel ist es die bestmögliche Abschätzung für die zeitliche Verteilung zu erhalten. Die Summenfunktion mit zusätzlichen Funktionen verkürzt wird.

Das Resultat der Summenkalibration gibt kein einzelnes Ereignis wieder. Die 2 Sigma Wahrscheinlichkeit (95%) gibt eine Schätzung für den Zeitabschnitt wieder, in dem 95% der Ereignisse stattfanden – und nicht eine 95% Sicherheit in der alle Ereignisse stattgefunden haben. Dieser Unterschied ist wichtig.

Für die Summenkalibration öffnen Sie einen neuen File. Im linken Menü **File** → **New**. Klicken sie auf **Insert**. Nun wählen Sie im Listenfeld (Dropdown) **Sum** aus. Im Namensfeld können sie einen Namen für die Kalibration eingeben z.B. den Fundort oder die Fundgattung ect.

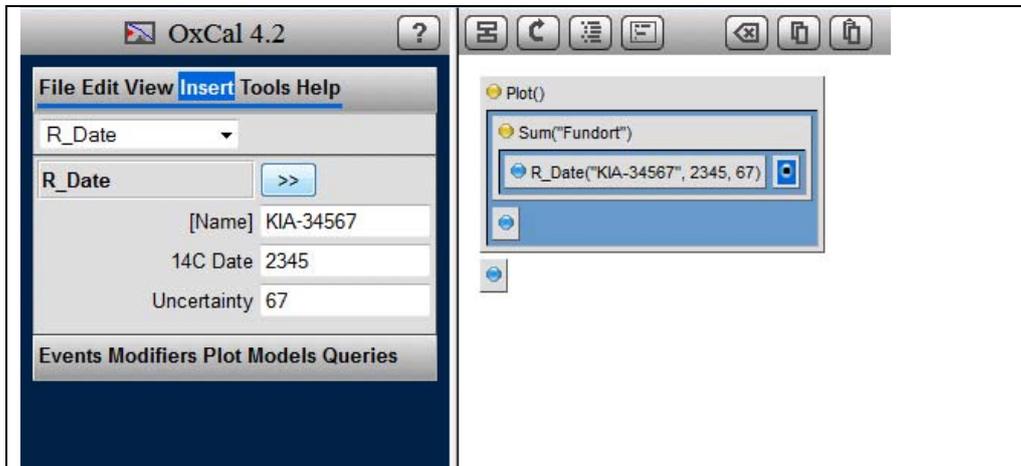


Klicken Sie auf  und die Summenfunktion erscheint im rechten Plot.



Je nach Ansicht haben Sie die oben dargestellte Ansicht vor sich.

Um nun die Daten einzugeben ändern sie das Listenfeld (Dropdown) und wählen wieder R_Date aus. Nun haben Sie die normale Eingabemaske und können die Daten eingeben.

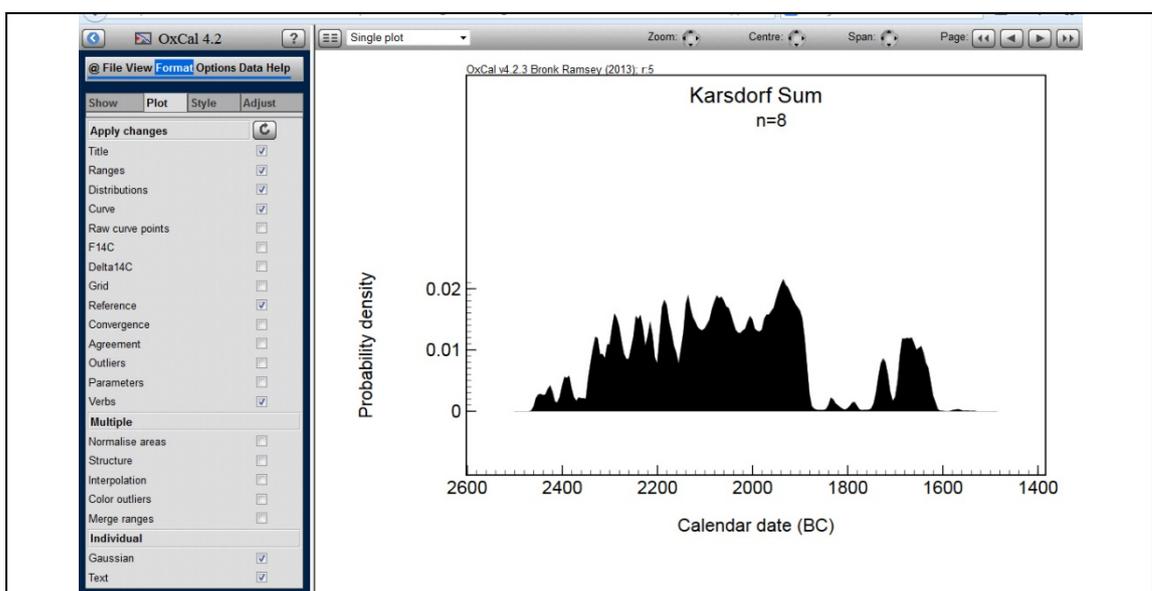


Wenn Sie lieber im Textfeld Modus arbeiten, können Sie folgende Vorlage verwenden. Achten Sie darauf, dass die Syntax erhalten bleibt.

```
Plot ( )
{
Sum ( )
{
R_Date ( "A" , 2000 , 20 ) ;
R_Date ( "B" , 2001 , 30 ) ;
} ;
}
```

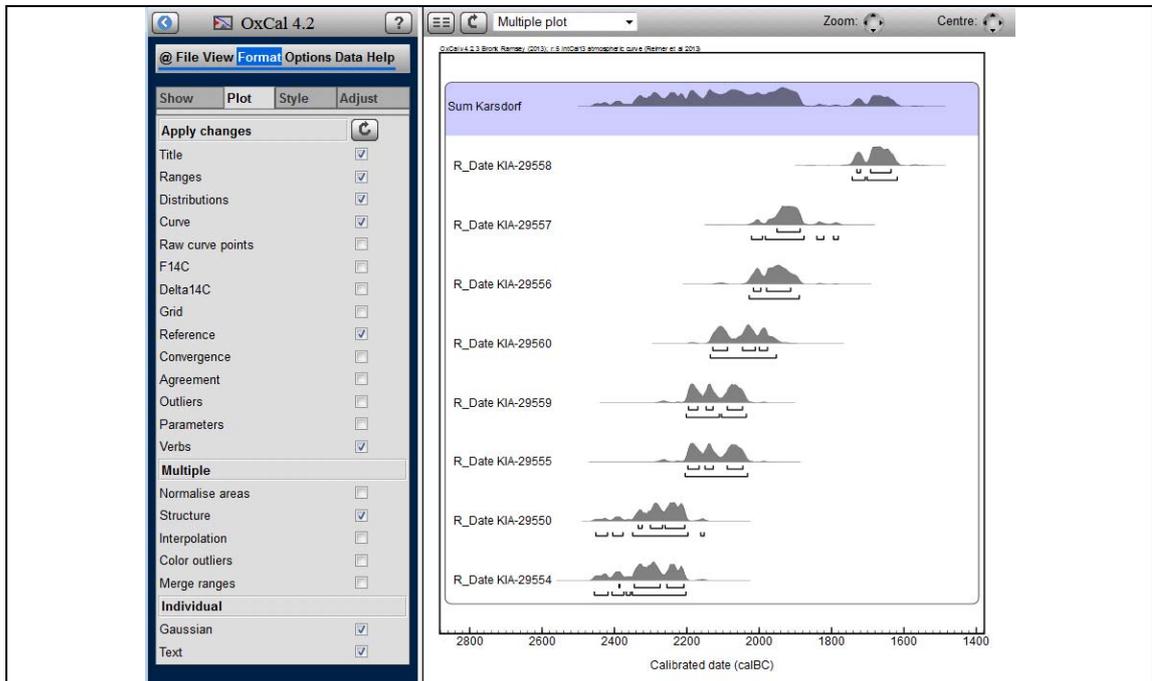
Sie starten die Analyse indem sie im rechten Textfeldmodus entweder auf den grünen Punkt **Run** klicken oder im linken Menüfeld **File** → **Run** auswählen.

Sie können sich unter **Single Plot** die Summenkalibration anzeigen lassen. **N=** gibt die Anzahl der verwendeten Daten wieder.



Sie haben aber auch die Möglichkeit, sich den **Multiplot** anzeigen zu lassen. Der Multiplot gibt die Wahrscheinlichkeiten für jedes einzelne Datum wieder. Dem vorangestellt ist die

Summenkalibration. Anhand dieser Darstellung kann man leichter abschätzen, welche Datenausreißer die Summenkalibration beeinflussen.



7. Daten und Grafiken speichern und öffnen

Im linken Menü können sie über **File → Open** oder **File → save as** Ihre Dateien speichern und wieder öffnen. Es öffnet sich ein Fenster, indem sie Unterordner erstellen und Ihre Dateien organisieren können (OxCal > Input of information > Save to and open from your local computer).

Wenn Sie die Datei öffnen wollen wählen Sie die Datei mit einem Klick aus und klicken Sie auf **Open** und die Datei wird geöffnet. Sie können auswählen, ob sie die Eingabe Datei oder die Ausgabedatei mit den bereits errechneten Grafiken und Tabellen sich anzeigen lassen möchten. Die folgenden Symbole stehen für:

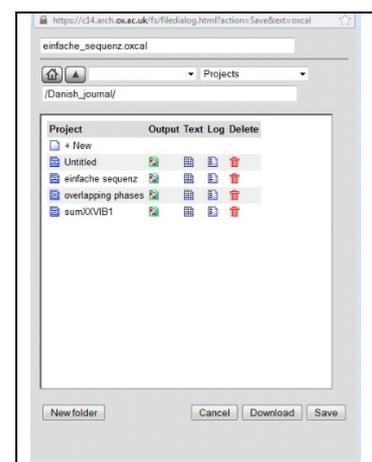
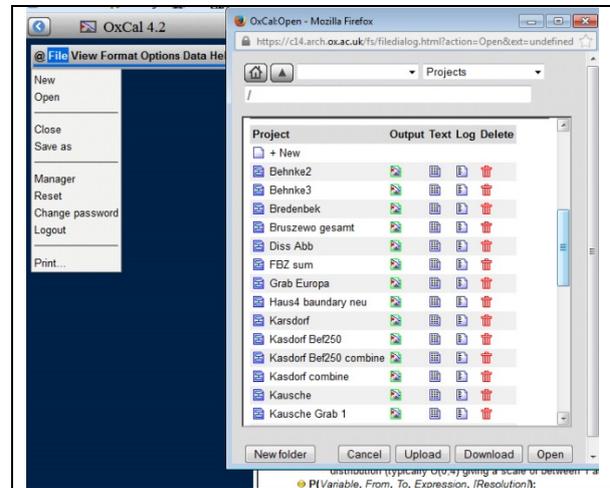
-  Eingabe Datei
-  Ausgabe Datei (Tabelle oder Grafik)
-  Text Datei
-  Log Datei
-  Löscht die Datei

Sie haben aber auch die Möglichkeit die Datei herunterzuladen (**Download**) oder eine Datei von einem anderen Speichermedium hochzuladen (**Upload**).

Wenn Sie die Datei speichern wollen, können Sie einen Ordner (Project) auswählen oder einen neuen Ordner anlegen (**New folder**). In der obersten Zeile können Sie den Dateinamen eingeben.

- *.oxcal Eingabedatei
- *.csv Ausgabetable
- *.svg Ausgabegrafik (wahlweise)
- *.pdf Ausgabegrafik (wahlweise)
- *.png Ausgabegrafik (wahlweise)
- *.prior für die Rohdaten

Mit **Save** speichern Sie die Datei. Sie ist dann jederzeit über Ihren Internetzugang wieder abrufbar. Mit **Download** können Sie sich die Datei herunterladen. Für das Speichern der Grafiken erscheint ein Optionsfeld über den Befehlsknöpfen Download und Save. Es empfiehlt sich im .svg Format zu speichern, dies kann von Adobe Illustrator gelesen werden und behält die Vektorgrafik bei.



Sie können auch den Datenmanager öffnen und sich dort die Dateien herunterladen und / oder öffnen. **File → Manager.**

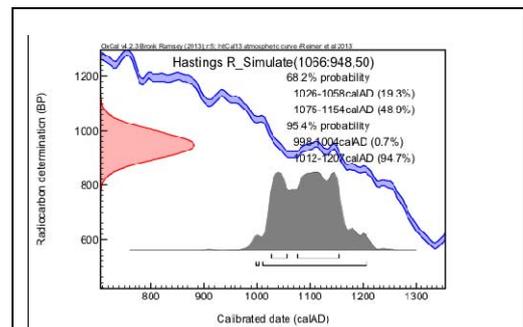
8. Daten simulieren

Kalenderdaten können sie mit der Option `R_Simulate` zu vergleichbaren ^{14}C -Daten umwandeln. Dies macht Sinn, wenn Sie Dendrodaten oder historische Daten zusammen mit anderen ^{14}C -Daten vergleichen wollen oder diese in eine statistische Analyse mit einbeziehen möchten. Wählen Sie im Insert Feld `R_Simulate` aus und füllen die Datenmaske mit dem entsprechenden Datum.

Oxcal verwendet das Beispiel der Schlacht von Hastings, von der wir das Kalenderjahr kennen. Mit der Annahme eines Fehlerwertes von ± 50 Jahren lässt sich ein Radiokarbondatum erstellen, mit zufälligen aber realistischen Fehlerwerten.

```
Plot()  
{  
  R_Simulate("Hastings", 1066, 50);  
};
```

Bei jeder Neuberechnung werden die Zufallswerte anders verteilt.

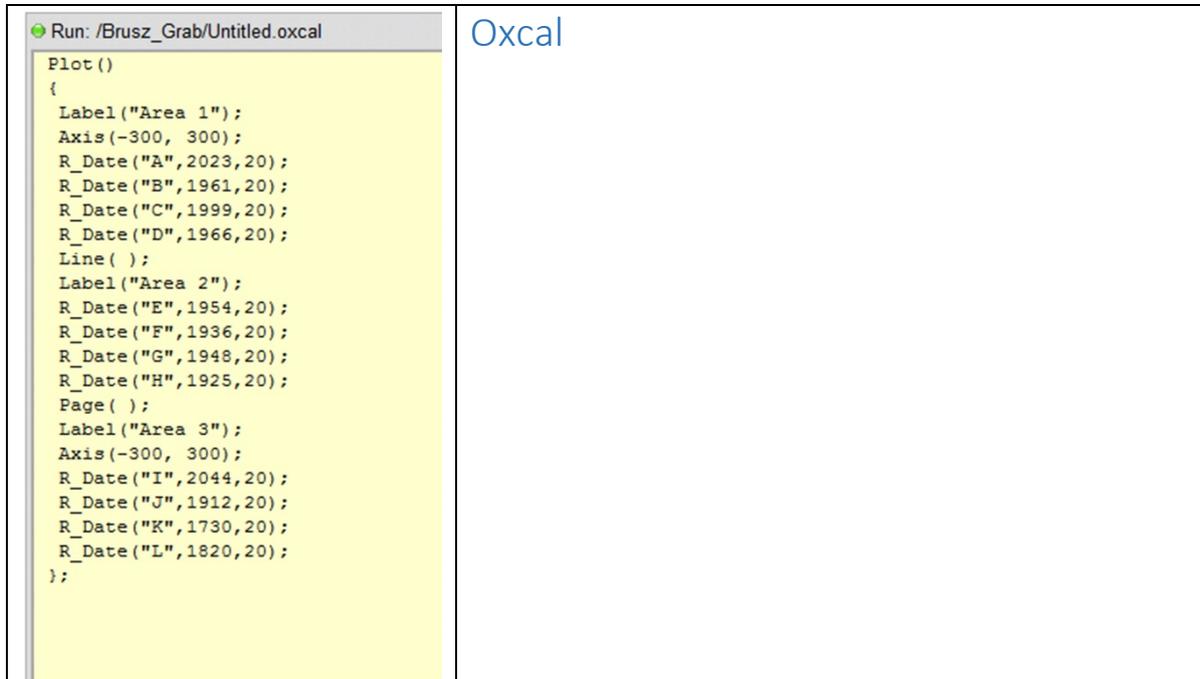


Für ein urgeschichtliches Datum, zum Beispiel aus der frühen Bronzezeit geben Sie ein Datum mit einem Minus Vorzeichen ein:

```
Plot()  
{  
  R_Simulate("Bronzezeit", -2000, 60);  
};
```

9. Layout Befehle für Multiplot

Es gibt einige Befehle, mit denen man einen Multiplot steuern kann.



Label

Der Befehl `Label("Area 1");` ermöglicht es im Multiplot eine Überschrift anzugeben. In diesem Fall Area 1.

Line

Der Befehl `Line();` ermöglicht es im Multiplot eine Linie / Trennlinie in der Ansicht einzufügen. Siehe Abbildung Multiplot.

Page

Der Befehl `Page();` ermöglicht es im Multiplot eine Seitentrennung vorzunehmen. Auf der Abbildung sind nur die ersten 2 Datenblocks angegeben, der Dritte folgt auf der nächsten Seite.

Axis

Der Befehl `Axis(-300, 300);` ermöglicht es im Multiplot die Achsen auf einen bestimmten Zeitraum einzugrenzen. In diesem Fall zwischen 300 BC und 300 AD.

10. Diagnostik – Werkzeuge

Unter dieser Rubrik in der OxCal Hilfe erhalten sie Informationen über die Qualität ihrer Berechnung.

OxCal > Analysis > Details > Diagnostic tools

10.1 Agreement indices (A)

Der **Agreement Index** ist das Maß für die Übereinstimmung zwischen dem (A-priori) Modell und der beobachteten Daten (Wahrscheinlichkeit)

Der Übereinstimmungsindex, sagt uns etwas darüber, wie gut das berechnete Modell mit den Beobachtungen stimmt (im Sinne von Wahrscheinlichkeit). Dies ist wichtig, da es sehr einfach ist, ein Modell zu konstruieren, dass im eindeutigen Widerspruch zu den beobachteten Daten steht. Es gibt vier Formen des Übereinstimmungsindex, die von dem Programm berechnet werden.

- Der individuelle Übereinstimmungsindex: A
 - Nützlich um die Proben zu identifizieren, die nicht mit dem Modell übereinstimmen
 - in Spalte A der Ausgabetable vermerkt
 - sollte normalerweise über 60% liegen
- Kombination Übereinstimmungsindex: A_{comb}
 - Wird verwendet um zu testen, ob die kombinierbar sind
 - in Spalte A_{comb} der Ausgabetable vermerkt
 - der akzeptable Schwellenwert liegt bei $1/\sqrt{2n}$ und ist abhängig von der Anzahl der Einheiten n
- Modell Übereinstimmungsindex: A_{model}
 - um festzustellen, ob das Modell als Ganzes ist nicht wahrscheinlich die Daten gegeben
 - in Spalte A_{model} der Ausgabetable vermerkt
 - sollte normalerweise über 60% liegen
- Der individuelle Übereinstimmungsindex: $A_{overall}$
 - wie A_{model} ; er ist ein Ergebnis des individuellen Übereinstimmungsindex
 - in Spalte $A_{overall}$ der Ausgabetable vermerkt
 - sollte normalerweise über 60% liegen

Ein alternativer Ansatz zur Verwendung von Übereinstimmungsindex ist die Ausreißer-Analyse (outliner). Wenn die Ausreißer-Analyse verwendet wird, wird der Übereinstimmungsindex dennoch berechnet.

10.2 Convergence

Das Konvergenz Integral ist ein Test für die Wirksamkeit des MCMC Algorithmus (MCMC ist eine Bayesische Analyse (BAYES 1763) von OxCal basierend auf multiplen Parametern).

Das Ausmaß, in dem die MCMC Analyse einen absolut repräsentativen Satz von A-posteriori Wahrscheinlichkeitsverteilungen ergibt, hängt von einer Reihe von Faktoren ab. Zu einem gewissen Grad kann die Wirksamkeit des Algorithmus getestet werden, indem verschiedene Durchläufe der Analyse auf ihre Ähnlichkeit untersucht werden. Dies wird durch die Berechnung eines Überlappungsintegrals gemessen:

Konvergenz Integral : C

- nützlich um zu überprüfen, ob eine repräsentative Verteilung für einen Parameter gefunden wurde
- in Spalte C der Ausgabetable angegebene
- sollte in der Regel über 95% liegen

Das Programm überprüft automatisch die Konvergenz aller Parameter und erhöht die Anzahl der MCMC Durchläufe, wenn einer unter 95% fällt.

Wenn Sie die Option "**include convergence data**" wählen, können Sie ein Beispiel Segment der MCMC Versuchssequenz auf einem einzelnen Plot zeichnen. Dies kann dazu dienen, den MCMC – Algorithmus zu verstehen.

Beachten Sie, dass eine gute Konvergenz garantiert nicht automatisch für eine repräsentative Lösung steht. Wenn die Mischung schlecht ist (wenn beispielsweise die Wahrscheinlichkeitsverteilungen sehr multi-modalen sind), ist es möglich, dass einige der Lösungen vielleicht nie in einem der MCMC Durchläufe erreicht wurden. In der Praxis mit dieser Art der Anwendung und des mit diesem Programm verwendeten MCMC -Kernel sind solche Fälle selten.

11. Stratigrafische Informationen (Sequenz, Phase)

Stratigrafische Informationen können in der Regel mit verschachtelten Sequenzen und Phasen mit zugehörigen Grenzen (*Boundaries*) eingegeben werden. In einer Sequenz können Sie auch eine zeitliche Lücke eingeben, indem Sie den **Gap** Befehl verwenden (siehe auch RAMSEY 2009 und http://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal3/arch_str.htm#phase).

Bitte beachten Sie, dass Gruppen von Ereignissen (innerhalb einer Periode oder Phase oder archäologischen Schicht) mit *Boundaries* umschlossen werden müssen. Die Auto Boundary-Funktion im Oxcal Programm soll dies erleichtern. Wenn Sie eine Phase oder ein Modell hinzufügen, fragt das Programm ob diese Gruppe eine gut definierte separate Gruppe ist (anstelle nur Teil einer größeren Gruppe von Ereignissen zu sein). Wenn sie **yes** eingegeben wird die Phase oder Sequenz mit automatisch mit *boundaries* abgegrenzt.

Innerhalb einer Sequenz können der *termini ante quem* und der *termini post quem* über **TAQ** und **TPO** definiert werden

Der Sonderfall des Wiggle-Matching wird durch die den definierten Sequenz-Befehl (D_Sequence) abgedeckt. In einer solchen Gruppe muss jedes Element durch eine **Gap**-Befehl zwischen den gemessenen Proben getrennt werden, der die Trennung zwischen den Proben anzeigt. Die gleiche Berechnung kann auch in einer etwas anderen Weise mit **Combine** durchgeführt werden (siehe D_Sequence). Ebenso verhält es sich mit Sequenzen, von denen der Abstand nur ungefähr bekannt ist. Dies wird mit dem variablen Sequenz-Befehl (V_Sequence) abgedeckt, bei dem jedes Element durch eine Lücke (Gap) mit einem Fehlerausdruck (error term) getrennt werden muss.

Es ist ferner möglich, ein Datum mit zusätzlichen Einschränkungen zu belegen, wenn Sie es mehrfach verwenden, indem Sie den Befehl XReference setzen. Zum Beispiel:

```
Sequence
{
  R_Date "A" 900 30;
  R_Date "B" 830 60;
};
Sequence
{
  R_Date "C" 940 60;
  TPQ
  {
    XReference "A";
  };
  R_Date "D" 890 70;
};
```

Hier: A ist älter als B und D; B ist jünger als A; C ist älter als D; D muss jünger sein als A und C.

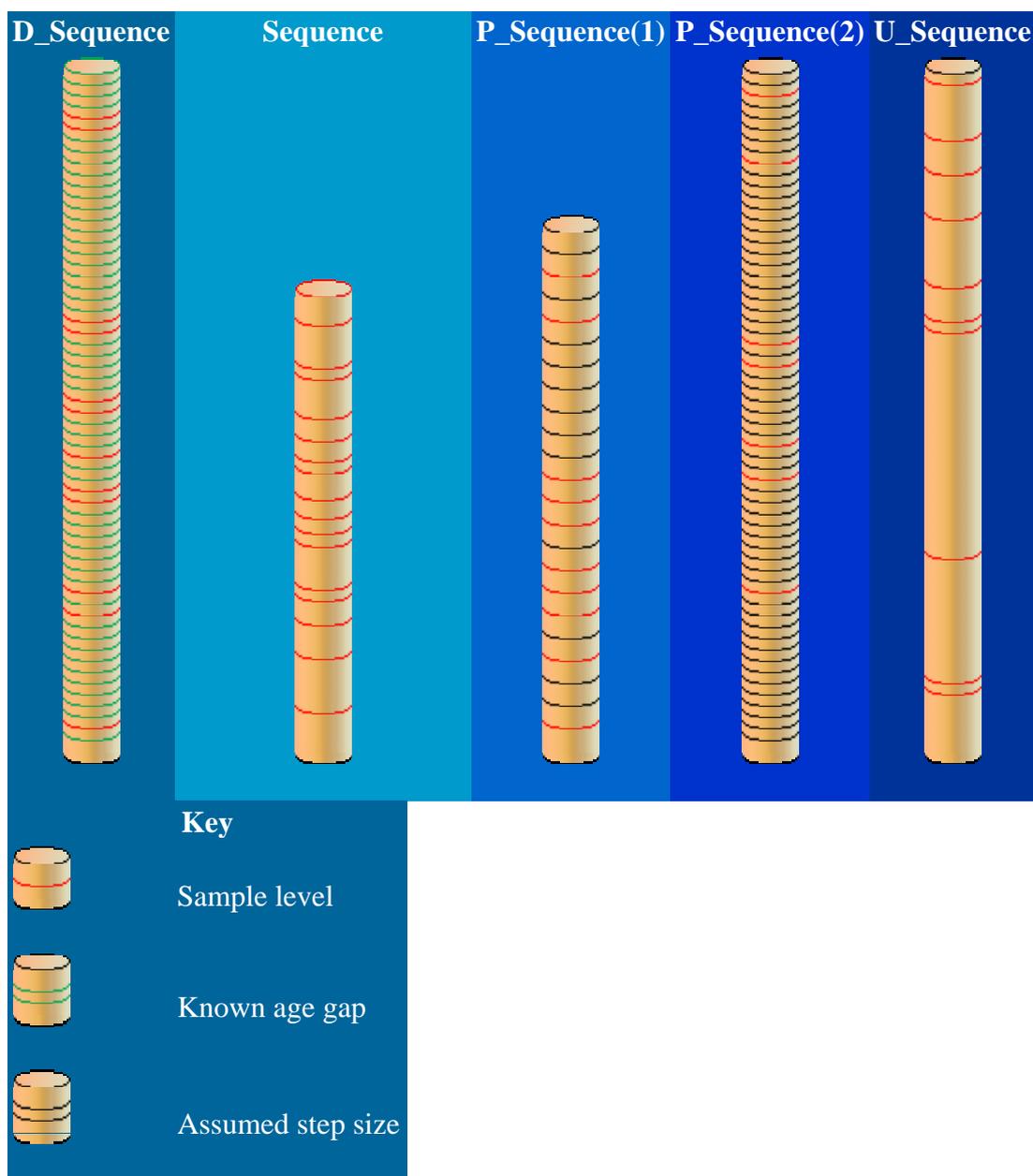
Zahlreiche weitere Beispiele und ausführliche Beschreibungen finden Sie im Oxcal Manual.

11.1 Verschiedene Sequenzen

Das Programm OxCal unterscheidet verschiedene Sequenzfolgen.

- D-Sequence
- Sequence
- P_Sequence (1)
- P_sequence (2)
- U-Sequence

Im Handbuch finden sie ein Video, das Ihnen den Ablauf der unterschiedlichen Sequenzen erklären soll (OxCal > Analysis > Operations > Deposition models > Schematic of deposition processes).



Das Diagramm oben veranschaulicht die verschiedenen Deponierungsprozesse für eine:

- D_Sequence – definiert Lücken zwischen Ereignissen
- Sequence – nur wenn die Reihenfolge der datierten Ereignisse bekannt ist
- P_Sequence – die zugrundeliegende Ablagerung wird durch einen Poisson Prozess (random) vermittelt, mit einer gegebenen Körnigkeit oder Abschnittsgröße, je feiner die Körnigkeit desto gleichmäßiger wird die Ablagerung sein.
- U_Sequence – wenn von einer perfekt gleichmäßigen Ablagerungen ausgegangen wird

11.2 Pfostenlöcher eines Hauses

Bei Hausgrundrissen werden häufig mehrere Pfosten datiert mit zum Teil unterschiedlichen Ergebnissen. Korrekterweise darf hier keine Combine Funktion angewandt werden, da die Pfosten ja nicht unbedingt zeitgleich sind. Hier wird eine einfache Sequenz mit Phase und Boundary gerechnet, die den Anfang und Endpunkt der Aktivitätsphase des Hauses widerspiegelt.

Die Daten werden vom ältesten zum jüngsten sortiert.

```
Sequence()
{
  Boundary("Start");
  Phase()
  {
    R_Date("A",3050,25);
    R_Date("B",3010,25);
    R_Date("C",3020,25);
    R_Date("D",3000,25);
  };
  Boundary("End");
};
```

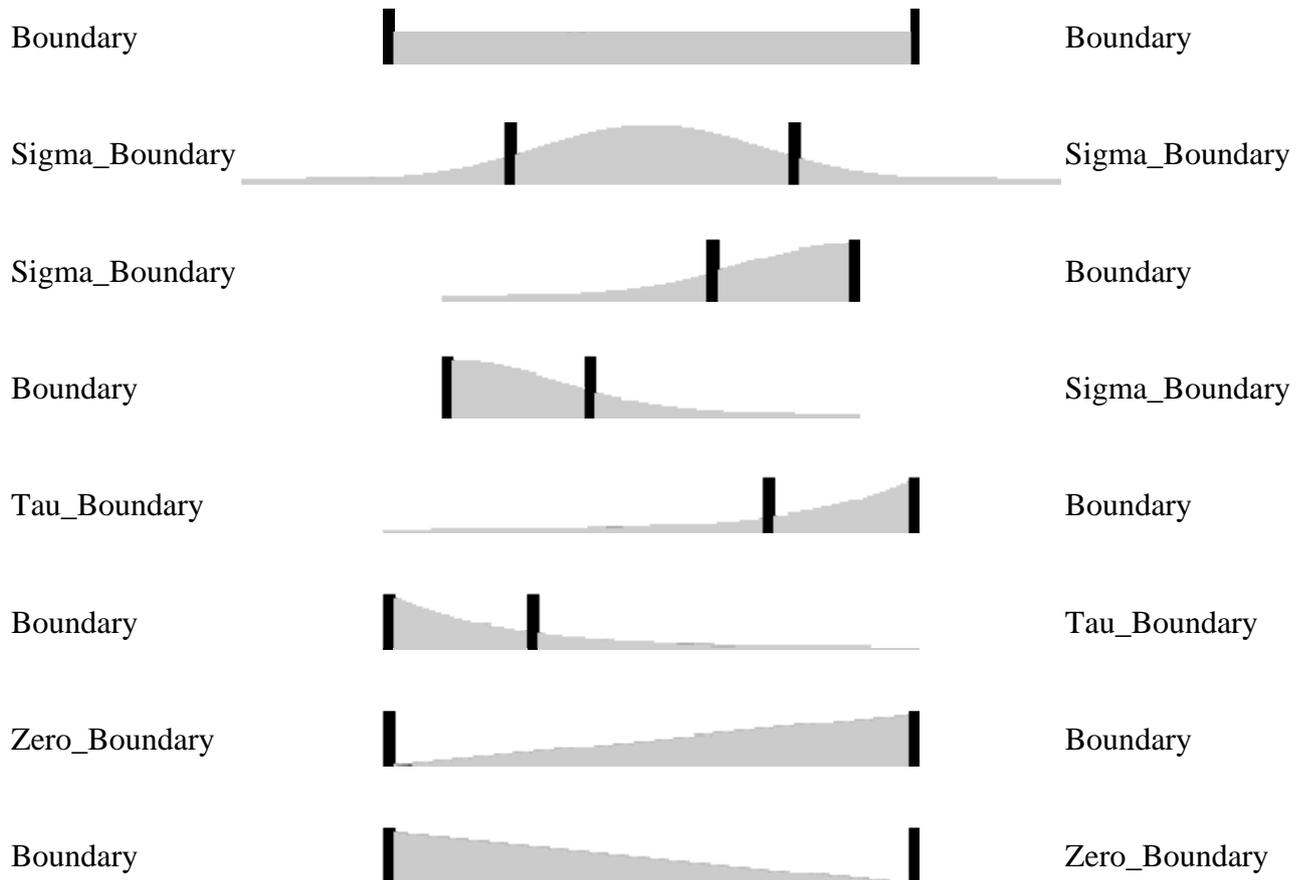
Verschiedene Boundaries

Es gibt verschiedene Arten von Boundaries, die in der OxCal Funktion möglich sind. Am besten beschreibt die Grafik aus dem OxCal manual die Bedeutung der unterschiedlichen Boundaries.

Boundaries sind nötig um bei Sequenzen einen Anfangs und Endpunkt zu setzen. Rechnen Sie mehrere Sequenzen müssen diese ebenfalls voneinander abgegrenzt werden. Dabei kann man die Eigenschaft des Überganges definieren.

Insgesamt gibt es vier verschiedene Boundaries, die je nachdem wie sie kombiniert werden, unterschiedliche Abgrenzungen beschreiben (OxCal > Analysis > Operations > Groupings).

- Boundary([Name], [Expression]);
- Sigma_Boundary([Name], [Expression]);
- Tau_Boundary([Name], [Expression]);
- Zero_Boundary([Name], [Expression]);



12. Modellierung

Es gibt verschiedene Modelle, die sich rechnen lassen. Einige sind in den vorangegangenen Kapiteln bereits vorgestellt worden. Hier eine Zusammenfassung der Modelle, die OxCal als Voreinstellung anbietet. Die vorliegenden Modelle stellen eine Erleichterung für den Benutzer dar, da der Code automatisch generiert wird. Sie finden die Option im linken Menüfenster unter **Tools → Models →**

Beispiele im Programm Code finden sie unter: **OxCal > Analysis > Operations** und **OxCal > Analysis > Examples** (OxCal > Input of information > Tools for helping with input files)

Phases

Phasen bilden Gruppen von Ereignissen, die alle zu einer zusammenhängende Gruppe in einem gewissen Rahmen gehören, aber für die es keine Informationen über die interne Reihenfolge gibt. Es wird ein Programm-Code für mehrere Phasen erzeugt, den Sie füllen müssen mit:

- Der Anzahl der Gruppen.
- Ob sie aneinandergrenzen (das heißt die Gruppe beginnt, wenn die vorherige endet), sequentiell (d.h. das heißt die Gruppe beginnt, wenn die vorherige endet mit einer möglichen Lücke dazwischen) oder Überlappung (eine Phase beginnen vielleicht eher als die vorhergehende endet).
- Sie müssen dann die Phasen mit datierten Ereignissen füllen. Sie können dies am einfachsten über **Tools → Import** oder mit **Insert** bewerkstelligen, wo sie die Daten einzeln dann eingeben können.

Sequences

Dies funktioniert im Wesentlichen wie im Phasenmodell, nun haben aber alle Ereignisse innerhalb jeder Gruppe eine vordefinierte Reihenfolge.

14C date combination

Ermöglicht Ihnen eine Reihe von Daten einzugeben, unter der Annahme, dass sie alle genau das gleiche Alter haben (z.B. 5 Daten von einem Skelett). Das Programm fragt nach einem Namen für die Gruppe, eine zusätzliche Abweichung und dann die Daten, die miteinander kombiniert werden sollen in einem drei Spalten-Format (Name, Datum (BP), Abweichung) getrennt nach verschiedenen Optionen (wählbar).

Dendro wiggle match

Dieses Modell funktioniert für Berechnungen die Situation (meist für Jahrringe bei Bäumen geeignet), in denen der genaue Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Ereignisse bekannt ist. Das Programm öffnet ein Dialogfeld, indem die Eingabe in einem Vier-Spalten-Format erwartet wird (Name, Datum (BP), Abweichung, Lücke) getrennt nach verschiedenen Optionen (wählbar). Das älteste Datum sollte zuerst eingegeben werden.

Deposition model

Diese Reihe von Modellen deckt Daten ab, die innerhalb einer Sedimentabfolge verteilt sind und sollten von oben nach unten eingegeben werden. Die Elemente sollen wie folgt eingegeben werden:

- Die Daten für die Sequenz in einem vier Spalten Format (Name, Date (BP), Abweichung, Tiefe)
- Entweder ist das flexible 'Poisson' deposition Modell auszuwählen, wenn nicht wird davon ausgegangen, dass die Ablagerungen gleichmäßig erfolgte

- der 'k' Parameter; je höher er ist, desto starer ist das Modell. Liegt er bei 0 dann wurden die Daten in einer einfachen Sequenz eingegeben, allerdings enthalten sie Tiefeninformation.
- Die Trennzeichen für die Daten (Tab, Komma ... etc.).

Exponential distribution

Dieses Modell setzt voraus, dass anders als in der normalen Phase, in der die Daten als etwa gleichmäßig verteilt bezeichnet werden, sie nun exponentiell verteilt sind, die Möglichkeiten sind:

- Anstieg (Häufigkeit der datierten Ereignisse steigt mit der Zeit)
- Abstieg (Frequenz fallend)
- Geordnet (wenn alle Ereignisse in einer vordefinierten Reihenfolge liegen)
- Die zentrale Phase oder Sequenz muss dann mit Ereignissen gefüllt werden.

Ramped distribution

Dieses Modell ist vergleichbar mit der exponentiellen Verteilung mit der der Ausnahme, dass der zugrunde liegende Wahrscheinlichkeit ist eine triangulären Verlauf statt eines exponentiellen einnimmt.

Normal distribution

Die datierten Ereignisse werden als normal verteilt angesehen, sie können entweder in einer geordneten Sequenz oder in einer ungeordneten Phase dargestellt werden.

Outlier model

Dies ist eine Analyse für Ausreißer. Das Ausreißer-Modell sollte in der Regel am Anfang stehen. Eines der Beispielmmodelle kann ausgewählt und eingesetzt werden, oder die Parameter können von Hand geändert werden.

13. Andere Kalibrationsprogramme

<http://calib.qub.ac.uk/calib/download/>

Auch von der Universität in Köln wird das Kalibrationsprogramm CalPal zur Verfügung gestellt. Für den download benötigt man einen Account.

<http://download.calpal.de/calpal-library/calpal-newsletter/>

IOSACal ist ein freies Programm des IOSA Projekts.

<http://c14.iosa.it/en/latest/>

Stefano Costa, IOSACal Documentation, Release 0.1.

<https://media.readthedocs.org/pdf/iosacal/latest/iosacal.pdf> 1.12.2013

14. Programme für Bayesische Statistik

Chronomodel 1.5 ist ein Open-Source-Projekt. Sie können die Daten alles selbst von Grund auf neu zusammenstellen. Es ist etwas intuitiver, da es weniger mit Texteingabe als visuell mit Blöcken und Kästchen arbeitet.

<http://www.chromodel.fr/downloads>

<http://www.chromodel.fr/home>

15. Literatur

BAYES 1763

T. R. BAYES, An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 53, 1763, 370-418.

RAMSEY 1995

C. B. RAMSEY, Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy. The oxcal program. *Radiocarbon* 32, 2, 1995, 425-30.

RAMSEY 2009

C. B. RAMSEY, Bayesian analysis of radiocarbon dates. *Radiocarbon* 51, 1, 2009, 337-60.

16. Weiterführende Literatur und Beispiele

Summenkalibration Pro und Kontra

JOHN MEADOWS/DANIEL A. CONTRERAS, Summed radiocarbon calibrations as a population proxy: a critical evaluation using a realistic simulation approach. *Journal of Archaeological Science* 52, 2014, 591-608.

MARA WEINELT/CHRISTIAN SCHWAB/JUTTA KNEISEL/MARTIN HINZ, Climate and societal change in the western Mediterranean area 4.2 ka BP. In: HARALD MELLER/H. W. ARZ/REINHARD JUNG/ROBERTO RISCH (Hrsg.), 2200 BC - Ein Klimasturz als Ursache für den Zerfall der Alten Welt? 7. Mitteldeutscher Archäologentag vom 23. bis 26. Oktober 2014 in Halle (Saale). Tagungsberichte des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle 12 (Halle (Saale) 2015) 461-480.

MARTIN HINZ/INGO FEESER/KARL-GÖRAN SJÖGREN/JOHANNES MÜLLER, Demography and the intensity of cultural activities: an evaluation of Funnel Beaker Societies (4200–2800 cal BC). *Journal of Archaeological Science* 39, 10, 2012, 3331–3340.

STEPHEN J. SHENNAN/KEVAN EDINBOROUGH, Prehistoric population history: from the Late Glacial to the Late Neolithic in Central and Northern Europe. *Journal of Archaeological Science* 34, 2007, 1339-1345.

Beispiele für bayesche Statistik (Auswahl)

KAREN MARGRETHE HORNSTRUP/JESPER OLSEN/JAN HEINEMEIER/HENRIK THRANE/PIA BENNIKE, A new absolute Danish Bronze Age Chronology as based on Radiocarbon Dating of Cremated Bone Samples from Burials. *Acta Archaeologica* 83, 2012, 9-53.

STEFAN SCHWENZER, Zum Beginn der Frühbronzezeit in Bulgarien. In: BARBARA HOREJS/REINHARD JUNG/ELKE KAISER/BIBA TERŽAN (Hrsg.), Interpretationsraum Bronzezeit. Bernhard Hänsel von seinen Schülern gewidmet. *Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie* 121 (Bonn 2005) 181-198.

JUTTA KNEISEL, New Chronological Research of the Late Bronze Age in Scandinavia. *Danish Journal of Archaeology* 2, 2, 2013, 95-111.

ALBERTI GIANMARCO, Issues in the absolute chronology of the Early–Middle Bronze Age transition in Sicily and southern Italy: a Bayesian radiocarbon view. *Journal of Quaternary Science* 28, 6, 2013, 630–640.

VICENTE LULL/RAFAEL MICÓ/CRISTINA RIHUETE-HERRADA/ROBERTO RISCH, Funerary practices and kinship in an Early Bronze Age society: a Bayesian approach applied to the radiocarbon dating of Argaric double tombs. *Journal of Archaeological Science* 40, 2013, 4626-4634.

GIACOMO CAPUZZO/ELISABETTA BOARETTO/JUAN A BARCELÓ, EUBAR: A Database of 14c measurements for the European Bronze Age. A bayesian analysis of 14c-dated archaeological contexts from Northern Italy and Southern France. *Radiocarbon* 56, 2, 2014, 857-869.

JUAN ANTONIO BARCELÓ/GIACOMO CAPUZZO/BERTA MORELL/KATIA FRANCESCA ACHINO/AGUEDA LOZANO, The Statistics of Time-to-Event. Integrating the Bayesian Analysis of Radiocarbon Data and Event History Analysis Methods. In: STEFANO CAMPANA/ROBERTO SCOPIGNO/GABRIELLA CARPENTIERO/MARIANNA CIRILLO (Hrsg.), Keep the revolution going. Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology. CAA 2015 in Siena (Siena 2015) 533-542.

Allgemeine Einführung Chronologie²

Eggert, M.K.H. (2005)² Prähistorische Archäologie. Konzepte und Methoden (Tübingen) 146–161.

Breunig, P. (1987) 14C-Methode und andere naturwissenschaftliche Datierungsverfahren. In: Breunig, 14C-Chronologie des vorderasiatischen, südost- und mitteleuropäischen Neolithikums (Wien) 13–45.

Zerbst, U. (1998) Die Datierung archäologischer Proben mittels Radiokarbon (14C). Studium Intergrale Journal 5. online-artikel

Diskussion

Taylor, R.E. (1997) Radiocarbon dating. In: Taylor & Aitken (eds) Chronometric dating in Archaeology, 65–96.

Van Strydonck, M. et al. (1999) What's in a 14C date? In: Evin et al. (eds) 14C et archéologie (Rennes) 433–448.

Geyh, M. (2001) Erwartungen und Enttäuschungen bei der Deutung von 14C-Daten. In: Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel (Regensburg) 59–75.

Michczynski, A. (2007) Is it possible to find a good point estimate of a calibrated radiocarbon date? Radiocarbon 49, 393–401.

14C-Methode: Techniken, Kalibration, Holzkohle, Knochen und andere Materialien, Reservoir-effekte, Kontamination, Grenzen

Reimer, P. et al. (2004) IntCal04 Terrestrial radiocarbon age calibration, 0–26 cal KYR BP. Radiocarbon 46, 1029–1058.

Van der Plicht, J. (2004) Calibration at all ages? In: Higham, Ramsey, Owen (eds) Radiocarbon and Archaeology. Oxford Monograph 62, 1–8.

Hedges, R.E.M. (1992) Sample treatment strategies in radiocarbon dating. In: Taylor et al. (eds) Radiocarbon after four decades, 165–183.

Taylor, R.E. (1992) Radiocarbon dating of bone: to collagen and beyond. Id., 375–402.

Higham, T. et al. (2006) AMS radiocarbon dating of ancient bone using ultrafiltration. Radiocarbon 48, 179–195.

J. OLSEN/K. M. HORNSTRUP/J. HEINEMEIER/P. BENNIKE/H. THRANE, Chronology of the Danish Bronze Age based on ¹⁴C Dating of cremated bone remains. Radiocarbon 53, 2, 2011, 261-75.

Stratigraphisches Arbeiten mit 14C-Daten: Beprobung, Probenmaterial, Dendrokalkulation, wiggle matching

Christen, J.A. & Litton, C.D. (1995) A Bayesian approach to wiggle-matching. Journal of Archaeological Science 22, 719–725.

Goslar, T. & Madry, W. (1998) Using the Bayesian method to study the precision of dating by wiggle-matching. Radiocarbon 40, 551–560.

Ramsey, C.B. et al. (2001) Wiggle matching radiocarbon dates. Radiocarbon 43, 381–389.

Ramsey, C.B. (1995 + 2001) Radiocarbon calibration and analysis of stratigraphy: the OxCal program. Radiocarbon 37, 425–430. (Development of the radiocarbon Program OxCal. Radiocarbon 43, 355–363.

² Diese Literaturliste mit Ergänzungen stammt von einem Seminar von P. Della Casa an der Universität Zürich (http://www.prehist.uzh.ch/static/pdf/seminar_FS08.pdf 10.3.2014).

Der Lösung auf der Spur: Stratigraphie, Daten und Interpretationen von Kastanas

- Jung, R. & Weninger, B. (2004) Kastanas and the chronology of the Aegean late bronze age and early iron age. In: Higham, Ramsey, Owen (eds) Radiocarbon and Archaeology. Oxford Monograph 62, 209–228.
- Manning, S. et al. (2002) No systematic early bias to mediterranean 14C ages: radiocarbon measurements from tree-ring and air samples provide tight limits to age offset. Radiocarbon 44, 739–754.
- Newton, M. et al. (2005) A dendrochronological 14C wiggle-match for the early iron age of north Greece. In: 104–113.
- Trachsel, M. (2004) Untersuchungen zur relativen und absoluten Chronologie der Hallstattzeit. UPA 104, 153–196.

Statistisches Arbeiten mit 14C-Daten: Probenqualität, Wahrscheinlichkeit, Kumulation, Kalibrationsprogramme

- Weninger, B. (1997) Studien zur dendrochronologischen Kalibration von archäologischen 14C-Daten. UPA 43 (Frankfurt).
- Evin, J. et al. (1995) Calibration et modes de représentation des datations radiocarbone concernant le Néolithique de l'est et du sud-est de la France. In: Voruz (ed) Chronologies néolithiques. De 6000 à 2000 avant notre ère dans le Bassin rhodanien (Genève) 31–39.
- Weninger, B. & Jöris, O. (2004) Glacial radiocarbon age calibration: the CalPal program. In: Higham, Ramsey, Owen (eds) Radiocarbon and Archaeology. Oxford Monograph 62, 9–16.
- K. M. HORNSTRUP/J. OLSEN/J. HEINEMEIER/H. THRANE/P. BENNIKE, A new absolute Danish Bronze Age Chronology as based on Radiocarbon Dating of Cremated Bone Samples from Burials. Acta Archaeologica 83, 2012, 9-53.

Kontroverse Lösungsvorschläge: 14C-Chronologie des europäischen Neolithikums

- Breunig, P. (1987) 14C-Chronologie des vorderasiatischen, südost- und osteuropäischen Neolithikums (Wien).
- Voruz, J.-L. (1990) Chronologie de la Néolithisation alpine. In: Actes du Ve colloque sur les Alpes dans l'Antiquité. Bulletin d'études préhist. et arch. alpines, 63–108.
- Stöckli, W.E. (2002) Absolute und relative Chronologie des Früh- und Mittelneolithikums in Westdeutschland (Basel).
- Strien, H.-C. (2005) Rezension zu Stöckli 2002. Germania 83, 158–161.

14C-Daten und historische Daten: Anwendungen, Unterschiede, Konfliktpotential

- Sherratt, S. (2005) High Precision Dating and archaeological chronologies – revisiting an old problem. In: Levy & Higham (eds) The Bible and radiocarbon dating (London) 114–125.
- Schoch, M. (1995) Die minoische Chronologie: Möglichkeiten und Grenzen konventioneller und naturwissenschaftlicher Methoden. Documenta naturae 94 (München).
- Manning, S. (1996) Dating the Aegean Bronze Age: without, with, and beyond radiocarbon. In: Randsborg (ed) Absolute chronology, Archaeological Europe 2500–500 BC, 15–37.

Ein ungelöstes Dilemma? Thera und die Chronologie der ägäischen Spätbronzezeit

- Hardy, D.A. & Renfrew, A.C. (eds) (1990) Thera and the Aegean World III. Proceedings Bd. 3, Chronology (London) – Beiträge Baillie, Betancourt, Housley, Kuniholm, Manning.
- Manning, S. & Weninger, B. (1992) A light in the dark: archaeological wiggle matching and the absolute chronology of the close of the Aegean late bronze age. Antiquity 66, 636–663.
- Manning, S. (1999) A test of time: the volcano of Thera and the chronology and history of the Aegean and east Mediterranean in the mid second mill. BC (Oxford).
- Ramsey, C.B. et al. (2004) Dating the volcanic eruption at Thera. Radiocarbon 46, 325–344.

17. Online Datenbanken

Diese Liste enthält eine Reihe von Web-Adressen mit Online-Datenbanken für ^{14}C -Daten, die ich über den Lauf der Jahre gesammelt habe. Manche sind daher vielleicht nicht mehr aktuell oder habe neue Adressen. Dies bitte ich zu entschuldigen. Viele der genannten Datenbanken sind jedoch in Radon und Radon-B integriert, soweit es den zeitliche Rahmen Neolithikum-frühe Eisenzeit betrifft.

<http://radon-b.ufg.uni-kiel.de/>

<http://radon.ufg.uni-kiel.de/>

RADON - Radiokarbonaten online. Online Radiocarbonaten für Europa im Zeitraum vom Neolithikum bis in die frühe Eisenzeit. In der Datenbank ist eine Kalibrierung und Summenkalibration integriert. Daten und Kalibrationen können als Bilder und Tabellen heruntergeladen werden.

<http://context-database.uni-koeln.de/>

^{14}C Radiocarbon Kontext Datenbank Naher Osten (Epipalaeolithik, PPN, PN, und Chalcolithische Fundplätze und angrenzende Regionen)

<http://c14.kikirpa.be/>

Royal Institute for Cultural Heritage Radiocarbon and stable isotope measurements

<http://www2.rgzm.de/tomba1/home/frames.htm>

Eine von der EU geförderte mehrsprachige Datenbank zu reich ausgestatteten Gräbern der Bronze- und älteren Eisenzeit in Europa (ca. 2400/2300 - 480/450 v.Chr.) mit verschiedenen Suchoptionen und umfangreicher Bibliographie. (Java plugin erforderlich)

http://www.c14.sk/?page_id=73

Slowakei database

<http://www.britarch.ac.uk/info/c14.html>

Archaeological Site Index to Radiocarbon Dates from Great Britain and Ireland

http://www.telearcheology.org/?page_id=40

Database of C14 dates for prehistory in Catalonia

<http://www.anthropology-resources.net/Texts/14Clabs.html>

verschiedene Datenbanken

<http://www.archeometrie.mom.fr/banadora/>

Banque de données des dates radiocarbones de Lyon pour l'Europe et le Proche-Orient

<http://www.canadianarchaeology.ca/>

Canadian Archaeological Radiocarbon Database (the main CARD database: over 6000 dates of archaeological and vertebrate palaeontological sites in Canada) (in english and in french)

<http://www.waikato.ac.nz/cgi-bin/nzcd/search.pl>

New Zealand archaeological radiocarbon database

<http://www.radiocarbon.org/Info/index.html>

Webseite mit Informationen zu Online ^{14}C Datenbanken, beinhaltet aber nicht alle ^{14}C Labore und wurde 2011 das letzte Mal erneuert.

<http://c14.arch.ox.ac.uk/>

Oxford Radiocarbon Accelerator Unit

<http://www.tayproject.org/C14searcheng.html>

Türkische Datenbank

Notizen