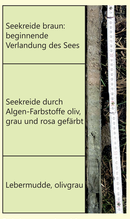
DENKMALPFLEGE INFORMATION

GEO WISSENSCHAFTEN

SEEABLAGERUNGEN ALS UMWELTARCHIVE

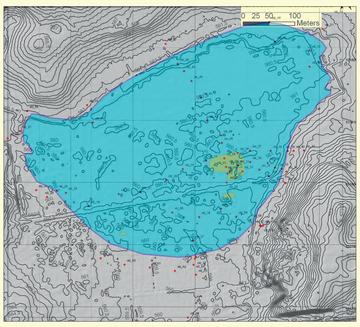
Mit Handbohrungen durch Torf und Seeablagerungen werden die äußersten Uferlinien des verlandeten Sees von Olzreute-Enzisholz gefunden. Auch die Feuchtbodensiedlungen, die Tiefe des Sees und die Phasen der Verflachung bis zur Verlandung sind in den erbohrten Sedimenten erkennbar.

Handbohrung im Moor von Olzreute-Enzisholz
LAD, H. Schlichtherle



Bohrkern aus dem Moor von Olzreute-Enzisholz

Wie die Seekreide-Sedimente zeigen, war der am Ende der letzten Eiszeit vor 15.000 Jahren entstandene See ein immer flacher, höchstens 4,5 Meter tiefer Klarwassersee. Er verlandete vor etwa 5.000 Jahren weitgehend. Auf der trocken gefallenen Seekreide wurden Siedlungen errichtet, die bei nachfolgenden Wasserhochständen wiederholt überschwemmt wurden. Zuletzt hat das Torfmoor die Reste der Dörfer überwuchert.

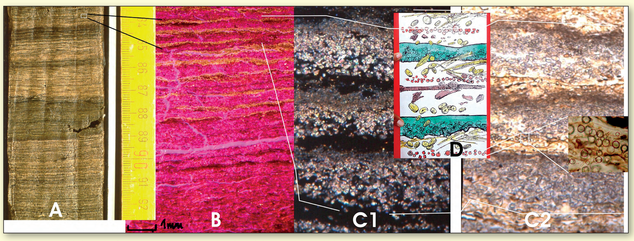


Größte Fläche des Sees von Olzreute-Enzisholz.

rot: Bohrpunkte
gelb: Siedelflächen

Handbohrung von einem Bohr-Ponton aus.

Handbohrungen auf Seen erfordern eine kompliziertere Technologie. Sie liefern ungestörte, lange Sedimentkerne u.a. für geochemische und mikrofazielle Analysen: Unter dem Mikroskop kann in Dünnschliffen von Seesedimenten der Aufbau von Jahreslagen studiert werden Sie sind aus feinsten Lagen von Algen und Diatomeen, Pollenkörnern und Kalkkristallen und Körnchen aus Sand, Schluff und Ton aufgebaut, die alle mit der Umweltgeschichte des Sees zusammenhängen. Holzkohlesplitter zeigen Hausbrand und Rodungen mit Feuer in der Umgebung an. Die in den Kulturschichten eingelagerten Abfälle geben Aufschluß über Lebensweise, Ökonomie und Ernährung der Menschen.

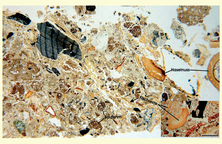


Darstellung verschiedener Analyseverfahren an einem Bohrkern aus dem Schleinsee (Gde. Kressbronn am Bodensee).

A: originaler Bohrkern mit Jahresschichten
B: Dünnschliff mit Jahresschichten
C1: Dünnschliff von drei Jahresschichten (Polarisations-Mikroskop)
C2: dasselbe Bildfeld (Durchlicht)

D: Schema-Skizze der Jahreszeitenabfolge:
Chrysophyceen-Lagen (rot, Spätwinter und Foto-Ausschnitt in C2)
Diatomeen (gelb, Frühsommer und Herbst)
Kalkkristalle (grün, Sommer)
organischer Detritus (braun: Herbst, Winter)

Nachweise von Änderungen des Klimas, von Seespiegelschwankungen, von menschlicher Tätigkeit wie Waldrodung, Ackerbau und Erosion mit fast jahrgenauen Altersangaben sind Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Untersuchungen. So erstehen lange vor der Schrift vor unseren Augen Bilder vom Kommen und Gehen der Menschen, vom Auf und Nieder ihrer Siedlungen über Jahrtausende.



Dünnschliff einer Kulturschicht (Höhe 2,7 cm): Partikel von Herdasche, Pflanzen, Holzkohle, Baulehm, geknackte Haselnüsse, Fischreste (Fotoausschnitt Maßstab= 0,5 mm).

Abb. 2-5: J. Merkt

Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Pfahlbauten-Informationszentrum Baden-Württemberg

DENKMALPFLEGE INFORMATION

POLLENANALYSE

POLLEN: KLEIN, ABER INFORMATIV

Blütenstaub ist – wie Staub – überall. Besonders im Frühsommer kann man häufig auf Fensterbänken, Pfützen, Seen und Mooren gelbe Schleier beobachten. Es ist Blütenstaub aus den umliegenden Wäldern, Parks und Gärten. Unter dem Mikroskop besteht der gelbe Staub aus unterschiedlich aussehenden Pollenkörnern. Jedes Korn kann fast immer einer Pflanzenart zugeordnet werden.

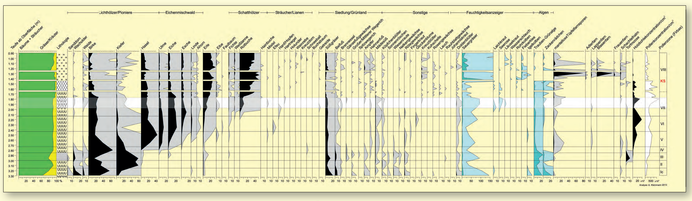
Pollenkörner erhalten sich unter Luftabschluß Tausende bis Millionen von Jahren – am besten in Seesedimenten und Torfen. Diese sind Umweltarchive; denn jede Sedimentschicht, die sich jährlich auf dem Seeboden ablagert, enthält Pollenkörner, die die Vegetation der umgebenden Region des jeweiligen Jahres abbilden.

Die Vegetationsentwicklung seit der letzten Vereisung bis heute (ca. 15 000 Jahre) ist in den Sedimenten der voralpinen Seen wie auch in denen des verlandeten Sees von Olzreute-Enzisholz konserviert. Sedimentkerne aus dem Seebeckentiefsten werden Zentimeter für Zentimeter sedimentologisch und palynologisch untersucht. Der jeweiligen Sedimentprobe wird mit Salzsäure der Kalk, mit Flußsäure die Silikate, mit Essigsäureanhydrit und Schwefelsäure das humose Störmaterial entfernt. Der Rest, der übrig bleibt, sind die Pollenkörner, die zu bestimmen und auszuzählen sind. Die unterschiedliche Vergesellschaftung der Pollenkörner gibt Auskunft über die Einwanderung der wärmeliebenden Gehölze, über Klimarückschläge, über Rodungsaktivitäten, über Industrialisierung. Häufig wird die Pollenanalyse zur Alterseinstufung herangezogen. Die Alter der einzelnen Florenstufen sind mittlerweile bekannt..

Hier in Olzreute-Enzisholz zeigen Bohrungen sedimentologisch einen ehemaligen Kleinsee an. Nach den Pollenanalysen bildete er sich in der Älteren Tundrenzeit (Ic) und verlandete in der Späten Wärmezeit (VIII). Die in VIII erfasste Kulturschicht (KS) gehört zur endneolithischen Siedlung, die dendrochronologisch zwischen 2900 und 2897 v. Chr. datiert ist. Zu dieser Zeit herrschte die Buche vor. An lichteren Standorten wuchsen vermehrt Hasel, an feuchteren Erle.

Sonnentau

Abbildungen der Pollen:
Beug, H.-J. (1961): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Stuttgart (Gustav Fischer Verlag).
Beug, H.-J. (2004): Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. München (Verlag Dr. Friedrich Pfeil).



Olzreute-Enzisholz: vereinfachtes Pollendiagramm der Gutsbohrung OLZ_12 (560,89 m Ü. NN) - Der prozentuale Anteil der Pollen und Sporen ist auf die Pollensumme der Bäume, Sträucher, Gräser und Kräuter bezogen. Pro Probe wurden 500 – 700 Pollenkörner ausgezählt.
Erstellung des Pollendiagramms: A. Kleinmann

Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
im REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

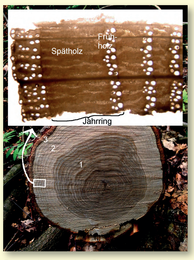
Pfahlbauten-Informationszentrum Baden-Württemberg

DENKMALPFLEGE INFORMATION

DENDRO CHRONOLOGIE

KALENDER IM HOLZ

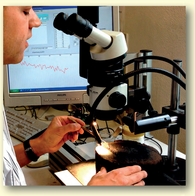
Jedes Holz archiviert Informationen zu den Wuchsbedingungen des Baumes, von dem es stammt. Wenn Dendrochronologen, **„Baumzeitkundler“**, Baum-Jahrringe messen, lesen sie diese Information aus, **um Hölzer jahrgenau zu datieren**. Denn das Wachstum des Baumes hängt stark von der Witterung im Jahresverlauf ab, und diese ist regional ähnlich. Dies ermöglicht den Aufbau von Jahrringkalendern. Darüber hinaus lesen wir in den Jahrringen über den Waldzustand und die Art der Nutzung des Waldes durch den Menschen.



Querschnitt durch einen Eichenstamm mit (1) Kernholz, (2) Splintholz, (3) Position des Kambiums unter der Rinde.
Ausschnitt: Bei 16facher Lupenvergrößerung im Dünnschnitt erkennt man das Frühholz mit großen Poren und das dichte Spätholz.
LAD, O. Nelle

Jahrringe speichern Wuchsbedingungen

Bäume wachsen bei Wärme und ausreichendem Wasser besser als bei Trockenheit und Kälte. Entsprechend können sie in der Wuchsperiode mehr oder weniger in den Zuwachs des Stammes investieren. **Ein Jahrring wird vom Frühjahr bis zum Herbst im Holzkörper angelegt**; die Holzzellen gehen aus einer dünnen Zellschicht, dem Kambium, hervor, die direkt unter der Rinde den Stamm umläuft. Der Ring wird entsprechend breiter, je besser die Wachstumsbedingungen sind. So entsteht über die Lebenszeit eines Baumes eine Abfolge von unterschiedlich breiten Ringen: Jahrringmuster entstehen, die bei Bäumen in einer Region sehr ähnlich sind. Neben der Witterung reagiert ein Baum auf Veränderungen der Lichtverhältnisse. Wird er von seinen Nachbarn beschattet, wächst er schlechter. Fallen Nachbarbäume z.B. durch die Axt eines Siedlers, bekommt er mehr Licht und reagiert darauf mit besserem Wachstum; ein breiterer Jahrring entsteht. Ebenso kann Schädlingsbefall oder das Abschneiden von belaubten Ästen das Wachstum des Baumes beeinträchtigen.



Die Vermessung des Holzerbes

Dendrochronologen messen die Breite jedes einzelnen Jahrringes eines Holzes mithilfe eines speziellen Messtisches und einer Lupe bei 6 – 40facher Vergrößerung

Jahrringmessung im Labor: Das Holz wird auf dem Messtisch von Jahrringgrenze zu Jahrringgrenze bewegt, die Strecke wird als Ringbreite im Rechner aufgezeichnet, die Jahrringkurve entsteht.
LAD, Dendrolabor

Die so gewonnene Messreihe wird nun mit einer Vergleichskurve in Übereinstimmung gebracht. Diese auch Jahrringkalender genannte Kurve wurde durch die Jahrring-Messung zahlreicher Bäume und Hölzer bekannten Alters erstellt. So lässt sich jahrgenau herausfinden, wann der Baum gewachsen ist. Wenn der letzte Jahrring unter der Rinde – die sogenannte „Waldkante“ – vorhanden ist, sprechen wir vom Fälldatum.

Einpassen einer Jahrringserie eines Holzes (bronzezeitliches Pfahlfeld Unteruhldingen) mittels Berechnung der Übereinstimmung und des visuellen Vergleiches in den Jahrringkalender.
LAD, Dendrolabor

Auswertungsarbeit am PC.
Im Zusammenspiel von Ähnlichkeiten im Jahrringmuster und Position im Pfahlplan werden Hausgrundrisse rekonstruiert.
(LAD/Dendrolabor)

Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Pfahlbauten-Informationszentrum Baden-Württemberg

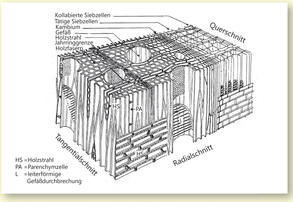
DENKMALPFLEGE INFORMATION

DENDRO CHRONOLOGIE

HOLZARTBESTIMMUNG

Ob Eiche oder Esche, **jede Baumart hat eine eigene Holzanatomie:** Zellenform und deren Anordnung zeigen ein für die jeweilige Art- bzw. Gattung spezifisches Muster. Mit einem Mikroskop können so auch nur wenige Millimeter große Stücke auf die Holzart bestimmt werden. Übrigens funktioniert das genauso mit Holzkohlen (s. Tafel „Holzkohleanalyse“).

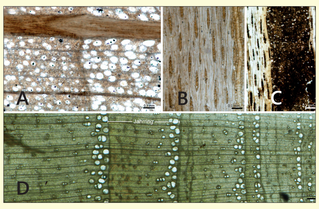
Eiche, beliebtes Bauholz durch alle Zeiten.



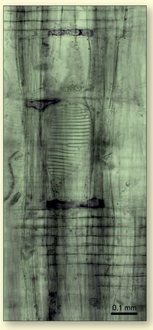
Darstellung der drei holzanatomischen Schnittebenen und ausgewählte Zelltypen.
aus: Grosser (1977), Die Hölzer Mitteleuropas.

Wir wollen hier vier häufig von den prähistorischen Siedlern verwendete Baumarten etwas näher vorstellen. **Eiche** und **Esche** gehören zu den ringporigen Hölzern. Im Frühjahr, bei Blattaustrieb, werden große wasserleitende Gefäße ausgebildet, die im Holz als „Löcher“ bzw. Poren gut zu erkennen sind. Später in der Vegetationszeit wird dichteres Holz gebildet, sodass nun nur noch kleinere Poren erkennbar sind. Ein Jahrring besteht dann aus dem großporigen Frühholz und dem kompakteren Spätholz. Bei der **Rot-Buche** ist die Verteilung der großen Poren über den Jahrring einigermaßen gleichmäßig, sie bildet zerstreutporiges Holz. Ähnlich verhält es sich mit der **Erle**, hier sind die Poren oft in länglichen Gruppen angeordnet. **Esche** hat wiederum charakteristische Zweierporengruppen im Spätholz.

Eiche und **Buche** haben breite Holzstrahlen. Diese sind wie Radspeichen als waagerechte Transportbahnen im Holzkörper orientiert. Die Zahl der Zellen, die diese Strahlen bilden, bestimmt deren Breite und Höhe – beides charakteristisch für die Bestimmung. Die **Erle** weist eine Besonderheit auf: hier bilden einzelne, aus einer Zellreihe bestehende Strahlen einen dann „zusammengesetzten“ Holzstrahl – das ist bei unseren heimischen Laubhölzern nur noch bei Hasel und Hainbuche zu finden, die sich aber wiederum aufgrund weiterer Merkmale abgrenzen lassen.



Mikroskopische Schnitte dreier Laubhölzer: A Querschnitt von Rot-Buche, zerstreutporiges Holz mit breiten Holzstrahlen; B Tangentialschnitt Esche, Holzstrahlen sind 3-5 Zellen breit; C Sehr breite und einreihige Holzstrahlen der Eiche – in der Kombination typisch für deren Anatomie (tangentialer Schnitt); D Querschnitt der Esche, ringporiges Holz mit links sehr breiten und rechts schmaleren Jahrringen (alle Maßstabsbalken 0,1 mm).



Ein solches weiteres Merkmal ist die Art, wie zwei wasserleitende „Röhren“zellen, die Tracheen, aneinanderstoßen. Bei vielen Holzarten fehlen an den Verbindungsstellen die Zellwände ganz, wie z.B. zwei Wasserrohre aneinander stehen. Bei anderen – und dazu zählt die **Erle**, im Gegensatz etwa zur Hainbuche – sind leiterförmige Strukturen vorhanden, die wir im Mikroskop erkennen.

Leiterförmige Durchbrechung eines Holzgefäßes der Erle.
alle Fotos LAD. O. Nelle.

Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART

Pfahlbauten-Informationszentrum Baden-Württemberg

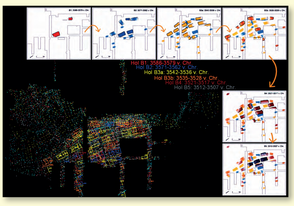
DENKMALPFLEGE

INFORMATION

DENDRO CHRONOLOGIE

PFAHLBAUHOLZ UND WALD

Als Teil der Pfahlbauarchäologie ist die Dendrochronologie von hoher Bedeutung. Erst die **Jahrringmessung** erschließt das **Alter** der Konstruktionen **jahrgenau.** Durch die Untersuchung zahlreicher Pfähle ist es möglich, **Hausgrundrisse** zu rekonstruieren. Diese wiederum dienen der Ermittlung von Hausgrößen, der Anzahl von Häusern und führen schließlich zu Plänen der ehemaligen Dorfstruktur.


Hörnle 1B
Hörnle 1B
Hörnle 1B

DENKMALPFLEGE INFORMATION

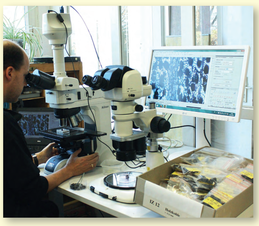
DENDRO CHRONOLOGIE

HOLZKOHLEANALYSE – ANTHRAKOLOGIE

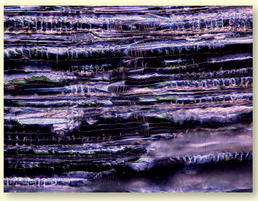
(griech. „anthraco“, schwarz, Kohle)

Holz stellt einen der wichtigsten **Rohstoffe** für den Menschen dar. Mesolithische Jäger wärmten sich an ihren Feuerstellen, die Siedler der Jungsteinzeit bauten Häuser aus Baumstämmen. Bäume prägen wie keine andere pflanzliche Lebensform die Landschaften des gemäßigten Klimas. Informationen über das ehemalige Vorhandensein bestimmter Baumarten und ihrer Nutzung finden sich überall im Boden. Um dieses umfangreiche Holzerbe vergangener menschlicher Gesellschaften zu untersuchen, werden neben feuchterhaltenem Holz auch **Holzkohlen** untersucht.

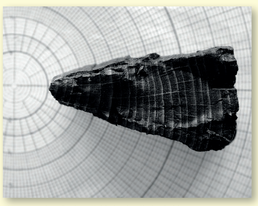
Holzkohle unterschiedlicher Größe
LAD, O. Nelle



Holzkohlen werden mit Auflichtmikroskop (links) und Stereolupe (rechts) anhand ihrer Holzanatomie baumartlich bestimmt
LAD, O. Nelle



Mikroskopisches Bild einer Erlen-Holzkohle, erkennbar sind die leiterförmigen Durchbrechungen (vgl. Tafel Holzbestimmung)
LAD, O. Nelle



Einpassen einer Buchen-Kohle in eine Kreisschablone zur Ermittlung des (Mindest-)Durchmessers
LAD, O. Nelle

Holzkohlen sind als archäologische Funde auf nahezu jeder Grabung in Schichten und Befunden vorhanden
LAD, O. Nelle

Holzkohle ist überall. Stücke verkohlten Holzes finden sich bei beinahe jeder archäologischen Ausgrabung, aber auch in Bodenprofilen fern archäologischer Stätten. Holzkohlen zählen damit zu den am weitest verbreiteten Informationsträgern der vergangenen Umwelt, denn sie erhalten sich im feuchten wie im trockenen Boden über Jahrtausende. Bereits 1 mm^3 große Kohlen lassen sich an frischen Bruchflächen mit geringem Präparationsaufwand mit Mikroskopen bei bis zu 500facher Vergrößerung bestimmen.

Dabei werden dieselben anatomischen Charakteristika herangezogen wie bei der Bestimmung von Holz (siehe Tafel „Holzbestimmung“). Bei ausreichend großen Fragmenten kann etwas über den Durchmesser des Baumes angegeben werden. Die **Holzkohleanalyse** bzw. **Anthrakologie trägt** neben der Pollenanalyse und der botanischen Großrestanalyse als eigenständige naturwissenschaftliche Disziplin **zum Verständnis der ehemaligen Umwelt bei**. Holzkohlen im archäologischen Kontext z. B. aus einer Siedlungsgrabung, sind **archäologische Funde**, genauso wie sonstige Pflanzenreste. Sie können unterschiedlicher Herkunft sein: entweder Rückstände von Konstruktionsholz, Brennholz, Werk- und Möbelholz, aber auch von Ästen und Zweigen, die zur Laubfütterung dienten.

Holzkohle ist in der Archäologie von großer Bedeutung, wenn kein feucht erhaltenes Holz vorkommt, und sie ist der einzige **Zugang zur Frage, welche Holzarten als Energieholz genutzt wurden**: zum Betreiben von Feuerstellen wie auch in der Glas- und Eisengewinnung. Außerdem ist und war Holzkohle selbst eine **Ressource**. Zum Reduzieren von Eisen war sie vor der Verwendung von fossiler Kohle essentiell.

Baden-Württemberg
LANDESAMT FÜR DENKMALPFLEGE
IM REGIERUNGSPRÄSIDIUM STUTTGART
Pfahlbauten-Informationszentrum Baden-Württemberg