



Spurensuche in Seesediment und Schrift

Interdisziplinäre Archivforschung in Bad Waldsee

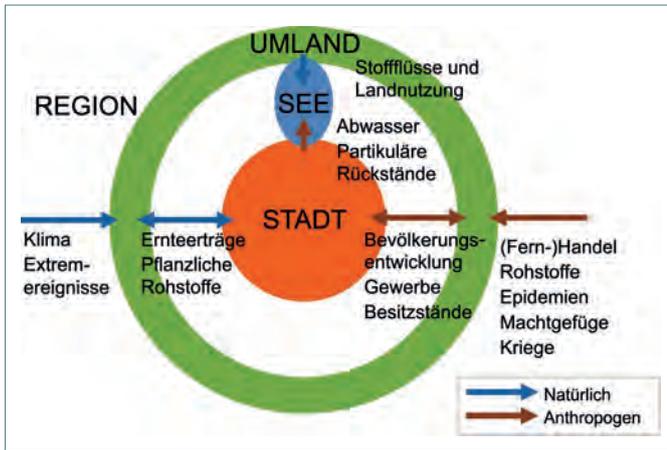
Claudia Lemmes und Kristin Haas

Die oberschwäbische Stadt Bad Waldsee, 23 km nordöstlich von Ravensburg gelegen, wirbt für sich als Kneippkurort – seit 1956 als anerkanntes Heilbad – für Gesundheitsurlaub, Badekur und Rehabilitation. Dabei wird auch der Stadtsee für Sport- und Freizeitaktivitäten hervorgehoben.¹

Dieser See stellt unter den deutschen Gewässern eine Besonderheit dar, denn seine Sedimentlagen sind außerordentlich gut erhalten und meist jahreszeitlich geschichtet. Ähnlich wie bei Baumringen können diese Schichten (Warven) ausgezählt werden und ermöglichen die Erstellung einer teilweise jahrgenauen Warvenchronologie. Direkt neben dem Stadtsee liegt der mittelalterliche Kern der Stadt, deren umfangreiche schriftliche Überlieferung in mehreren Archiven erhalten ist.

Diese Rahmenbedingungen ermöglichen ein interdisziplinäres Forschungsprojekt zur Wirtschafts- und Umweltgeschichte zwischen 1200 und 1800, wobei vor allem die langfristige Wechselwirkung zwischen Mensch und Umwelt im Fokus steht. So können Veränderungen, Konjunkturphasen und Umbrüche der städtischen Wirtschaftsweise nachvollzogen sowie die Widerstandsfähigkeit gegenüber regionalen Einflussfaktoren untersucht werden.

Das Forschungsvorhaben wird seit 2020 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Dabei arbeiten Geobiowissenschaften, Archäobotanik, Dendrochronologie und Geschichtswissenschaft gemeinsam auf Grundlage von drei »Archiven«: den Umweltarchiven »Stadtsee« und »Baum« sowie dem historischen, schriftlichen Archiv.



Leitbild für das Wirkungsgefüge Stadt-Umland-Region am Fallbeispiel Bad Waldsee mit Wechselwirkungen von menschlichen und natürlichen, klimatischen Einflüssen

Modell des Mensch-Klima-Umweltsystems

Das Projekt hat zwei Herausstellungsmerkmale: Erstens die interdisziplinäre Zusammenarbeit von Geistes- und Naturwissenschaften und zweitens die in dieser Form bisher einzigartigen Untersuchungen mit der Interpretation von wirtschafts-, sozial- und umweltgeschichtlichen Phänomenen in bis zu jahrgenauer Auflösung.

Anhand der schriftlichen und geobiowissenschaftlichen Archive sowie dem Archiv »Baum« können sowohl menschliche Einflüsse als auch natürliche klimatische Ereignisse erforscht werden. Dafür werden Seesedimentkerne aus dem Stadtsee geochemisch-biologisch untersucht und Analysen an lokalen Hölzern durchgeführt. Beteiligt sind hier Mitarbeitende aus der Angewandten Sedimentgeologie (TU Darmstadt), der Umwelt- und Paläoklimaforschung (TU Braunschweig) sowie der Pollen- und

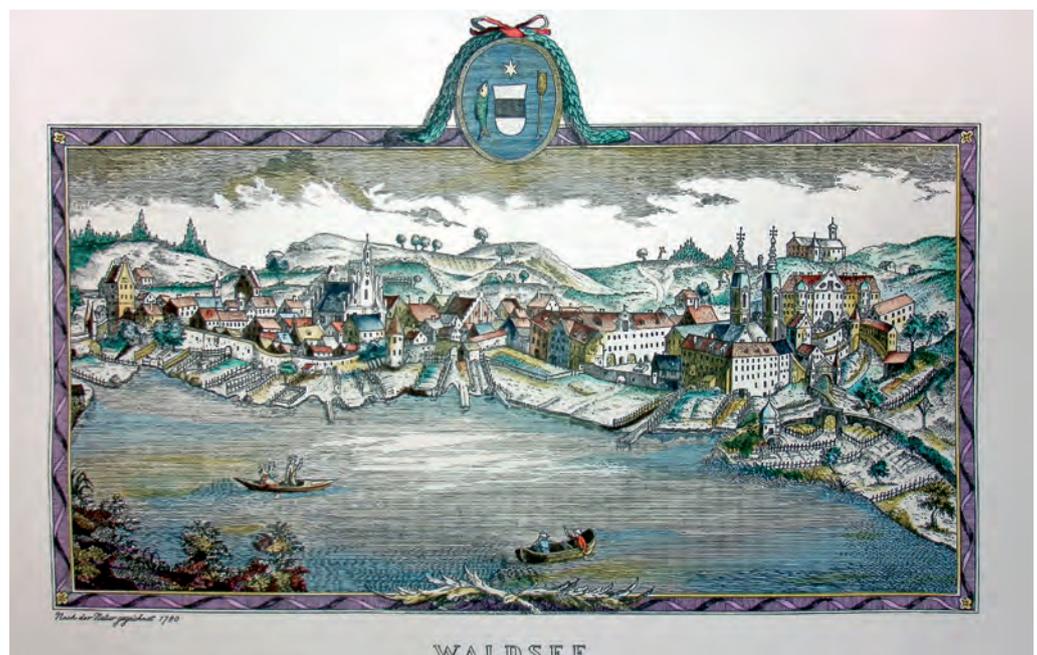
Baumringanalyse (Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg). Zugleich wird von Seiten der Geschichtswissenschaft (Uni Tübingen) anhand schriftlicher Überlieferungen wie etwa Ratsprotokollen, Urkunden und Akten eine Wirtschaftstopografie der Stadt in Mittelalter und früher Neuzeit erstellt. Dabei werden auch Katastrophenergebnisse wie Brände oder Wetterextreme berücksichtigt. Die jeweils erhobenen Daten werden miteinander abgeglichen und gemeinsam interpretiert. Die so gewonnenen Erkenntnisse sollen zu einem Modell des mittelalterlichen bis frühneuzeitlichen Mensch-Klima-Umweltsystems für Bad Waldsee und seine Umgebung zusammengeführt werden. Durch das Heranziehen verschiedener Archive sowie durch den Blick verschiedener Disziplinen auf die Daten können Lücken geschlossen und das Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Mensch und Umwelt wesentlich verbessert werden.

Die Stadtgeschichte im Überblick

Eine Siedlung »walahse« wird erstmals 926 schriftlich erwähnt.² 1181 bestätigte Kaiser Friedrich I. eine bereits bestehende Klerikergemeinschaft als Augustiner-Chorherrenstift, ehe König Albrecht I. Waldsee im Jahr 1298 zur Stadt erhob. Die ersten Stadtherren waren die Herren von Wallsee, die Waldsee 1331 an die österreichischen Herzöge verkauften. Bis zum Ende des Alten Reiches verblieb die Stadt im Besitz der Habsburger, doch verpfändeten diese zwischen 1386 bzw. 1402 und 1680 Waldsee und vier weitere Städte an die Truchsess von Waldburg, bis sich die sogenannten fünf Donaustädte selbst aus der Pfandschaft auslösten. 1805/1806 wurde Waldsee in das Königreich Württemberg eingegliedert.³

Im Rahmen des DFG-Projekts entsteht am Institut für Geschichtliche Landeskunde und Historische Hilfswissenschaften eine Dissertation, bei der vor allem die Hand-

Der sog. Handwerkerstich von 1780 mit einer historischen Ansicht des Stadtsees und der Altstadt Waldsees





Ausschnitt einer Zunftordnung der Waldseer Weber aus dem 17. Jahrhundert

lungsspielräume verschiedener Akteure der für Waldsee bedeutenden Textilproduktion und des Handels untersucht werden. Im gesamten Raum Oberschwaben stellte neben dem Getreidehandel⁴ die Leinwand- und Barchentproduktion (ein Mischgewebe aus Leinen und Baumwolle) einen wichtigen Wirtschaftsfaktor dar.⁵ Reichsstädte wie Memmingen, Biberach, Augsburg und Ravensburg, aber auch Landstädte wie Waldsee bildeten eine Gewerbelandschaft. Schriftlich überlieferte Hinweise auf Leinwandherstellung und Handel in Waldsee im größeren Stil sind bereits für Ende des 14. und Anfang des 15. Jahrhunderts greifbar.⁶

Der zeitliche Schwerpunkt des historischen Teilprojekts liegt im 17. Jahrhundert. Der Dreißigjährige Krieg, der mit dem Eintreffen schwedischer Truppen 1632 Waldsee erreichte, markiert für die gesamte städtische Wirtschaft und damit auch für die Textilproduktion eine Umbruchphase. So wurde beispielsweise durch den städtischen Rat entschieden, dass die Bleichetätigkeit während des Aufenthalts der schwedischen Truppen eingestellt werden solle, da die Gefahr bestand, dass die Leinenstücke von den Soldaten gestohlen werden könnten.⁷

Wechselseitige Einflüsse zwischen Umwelt und Wirtschaft

Von besonderem Interesse für die historischen Untersuchungen sind die Handlungsspielräume von Webern,

Bleichern und Färbern, die sich in Zünften organisierten, den städtischen Führungsgremien sowie den Stadtherren von Waldsee – im engeren Untersuchungszeitraum zunächst die Truchsess von Waldburg und ab 1680 die Herzöge von Österreich. Welche Ziele und Interessen verfolgten die Akteure in sich verändernden Konjunkturphasen der Textilproduktion im Verlauf des 17. Jahrhunderts? Wie gingen sie dabei vor? Über welche Handlungsmöglichkeiten verfügten sie? Wo gab es Überschneidungen zwischen den jeweiligen Akteursgruppen und wer konnte auf wen Einfluss nehmen? Dies sind Fragen, denen in der entstehenden Doktorarbeit nachgegangen wird.

Da die wirtschaftshistorischen Untersuchungen in das gesamte Projekt eingebettet werden, spielt der wechselseitige Einfluss von wirtschaftlichen Tätigkeiten und Umwelt eine zentrale Rolle. So stellen etwa die Landnutzung und Landschaftsentwicklung, beispielsweise der Anbau von Feldfrüchten, Nutzpflanzen und dabei insbesondere von Flachs, Sonderkulturen wie zum Beispiel Wein sowie etwaige Schwankungen im Ausbau beziehungsweise Rückgang von Ackerflächen entscheidende Einflussfaktoren dar. Ein weiterer zentraler Bereich sind die Auswirkungen der damaligen klimatischen Rahmenbedingungen, da von der Witterung beispielsweise die agrarwirtschaftlichen Erträge abhingen und damit auch die Rohstoffmengen für die Leinenproduktion sowie für den Handel.

Bei diesen beiden Themenkreisen wird die historische Forschung stark von den Ergebnissen der naturwissenschaftlichen Untersuchungen der Seesedimente sowie der Baumproben profitieren. Pollen- und Schadstoffeinträge können potentiell jahrgenau nachgewiesen werden. Zudem kann durch die naturwissenschaftlichen Methoden das historische Klima durch die Klimasignale in den Seesedimenten viel genauer rekonstruiert werden, als schriftliche Quellen dies ermöglichen würden. Auch die Ergebnisse der Baumringanalyse tragen zur Nachzeichnung der vergangenen regionalen klimatischen Verhältnisse bei.

Von historischer Seite wird hingegen viel mehr der menschliche Einfluss auf wirtschaftliche Tätigkeiten wie etwa sich verändernde Mächteverhältnisse oder kriegerische Auseinandersetzung untersucht. Darüber hinaus tragen Hinweise aus den Schriftquellen zum Standort einzelner Produktionsstätten zur Rekonstruktion des früheren Stadtbildes von Waldsee bei, wodurch wiederum nachvollzogen werden kann, wo Gewerbeschadstoffe, etwa die einer Gerberei, von der Stadt in die Umwelt gelangt sind.

Auch die Folgen des Dreißigjährigen Krieges in Waldsee schlagen sich sowohl in den Schriftquellen als auch in den Sedimenten nieder. So wird in mehreren historischen Quellen berichtet, dass die Menschen aufgrund der Kriegshandlungen aus der Stadt geflohen sind. Die Ergebnisse der naturwissenschaftlichen Untersuchungen deuten darauf hin, dass der Nährstoffeintrag in den See mit

dem Kriegsverlauf zurückgegangen ist. Dies lässt auf einen Rückgang der Bevölkerung und eine damit verbundene reduzierte Abwassereinleitung schließen. Gleichzeitig konnte ein hoher Anteil an Holzkohlepartikeln nachgewiesen werden, was vermutlich auf einige lokale und regionale Brandereignisse im Zuge von Plünderungen und anderen kriegerischen Auseinandersetzungen zurückzuführen ist.

Acht Meter lange Bohrkerne umfassen über 3000 Jahre

Die kombinierte Bearbeitung des historischen Schriftarchivs und geochemisch-biologischer Untersuchungen an den Sedimenten des Stadtsees bietet die einmalige Möglichkeit, die langfristigen Wechselwirkungen der Stadtentwicklung Bad Waldsees und deren Umweltauswirkungen auf die Gewässer und die Umgebung zu ermitteln. Dabei ist es unabdingbar, neben dem Einfluss des Menschen auch klimatische Einflussfaktoren mit zu berücksichtigen. Letztere wirkten sich unmittelbar auf die Verfügbarkeit von Nahrungsmitteln und Rohstoffen aus oder führten zur Veränderung wichtiger Handelsrouten. Parallel wird die Aktivität des Menschen im Umland über Waldrodung, Ackerbau oder ganz unmittelbar durch Abwassereinleitungen aus den verschiedenen Gewerben oder Haushalten direkt in den See bemerkbar.

Bei dem Umweltarchiv »See« handelt es sich um Ablagerungen am Grund des Stadtsees, in denen sowohl klimatische Schwankungen als auch menschliche Einflüsse gespeichert und archiviert werden können. Um dieses Archiv zu erschließen, wurden mehrere Bohrungen durchgeführt, wovon die letzte im Sommer des Jahres 2021 stattgefunden hat. Während der Bohrkampagne wurden mehrere Sedimentkerne im tiefsten Bereich des Stadtsees gezogen und insgesamt 24 m neues Kernmaterial gewonnen. Hinzu kommen Kurzkerne aus verschiedenen Bereichen des Sees und Wasser- sowie Planktonproben zum aktuellen Gewässerzustand. Jeder ungefähr 8 m lange Bohrkern umfasst den Zeitabschnitt der letzten ca. 3300 Jahre. Der im Projekt fokussierte Unters-



Forscherinnen und Forscher des DFG-Projekts auf einer Plattform auf dem Stadtsee Bad Waldsee bei der Entnahme von Sedimentkernen 2021

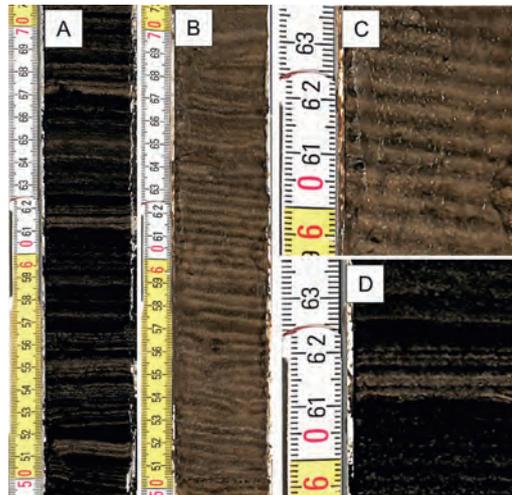
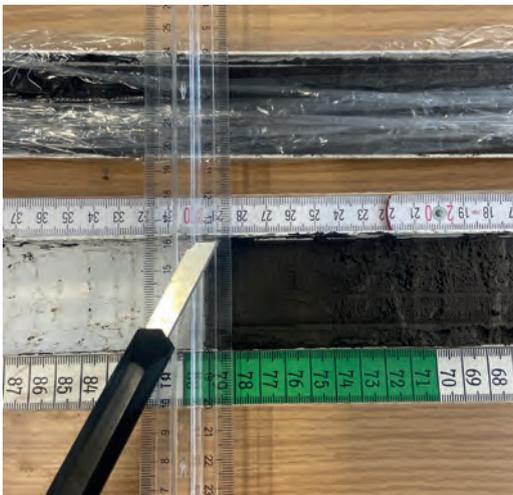
suchungszeitraum vom Mittelalter bis zur frühen Neuzeit hat eine Bohrkernlänge von 3 m.

Im Projekt wird ein sogenannter »Multi-Proxy-Ansatz« verfolgt, indem sedimentologische, biochemische und biologische Parameter der Seesedimente als indirekte Zeiger (Proxies) für längst vergangene Veränderungen im aquatischen Ökosystem genutzt und gemeinsam analysiert werden. Diese Vorgehensweise erinnert an ein Puzzle, bei dem sich ein umso detaillierteres Bild ergibt, je mehr Teile ergänzt werden können.

Damit die weiteren Untersuchungen in allen beteiligten Disziplinen durchgeführt werden können, werden die Bohrkern im Labor längs aufgeschnitten, aufgeklappt und zentimeterweise aufgeteilt.

Die Seen von Bad Waldsee

Auf einer schmalen Landenge zwischen zwei Seen, dem großen Stadtsee und dem kleineren Schlossee, befindet sich die oberschwäbische Stadt Bad Waldsee. Entstanden sind die Seen gegen Ende der letzten Eiszeit, als sich der Rheingletscher allmählich zurückzog. Die historische Alt-



Links: Beprobung des Sedimentkerns: Hierbei werden die Sedimentbohrkerne in 1 cm Abschnitte aufgeteilt. Die Proben wurden an die verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen für weitere jeweilige Untersuchungen verteilt.

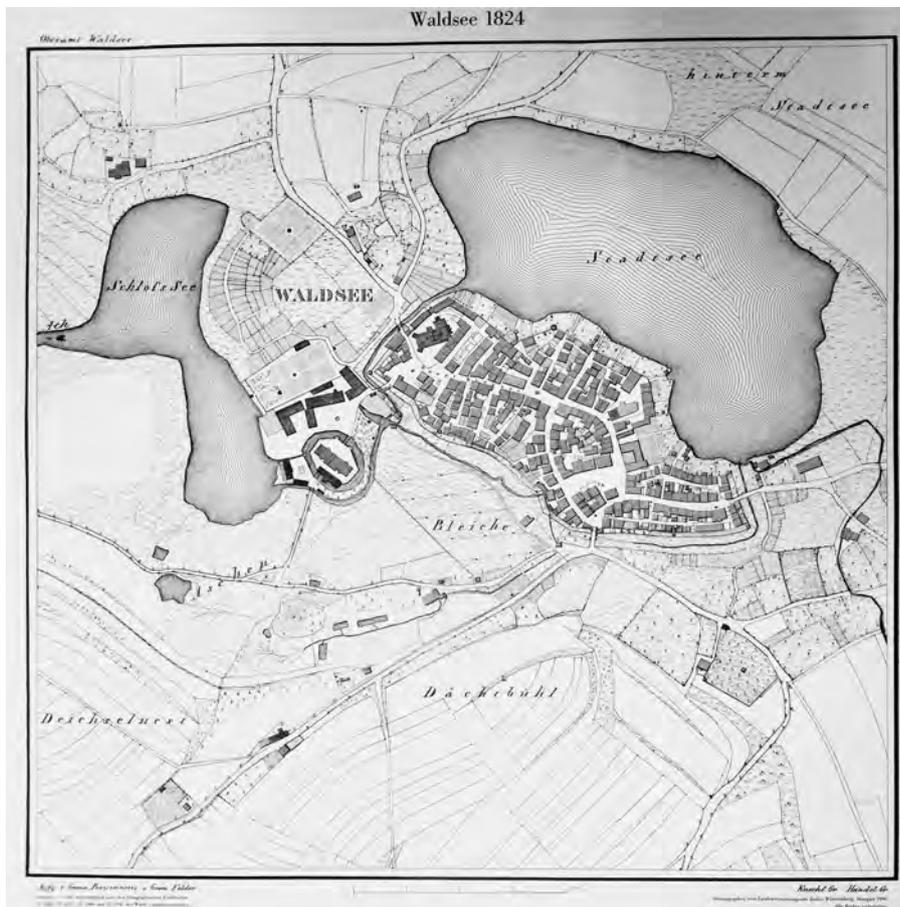
Rechts: Querschnitt der Seesedimentsequenz mit der Wechselagerung von hellen und dunklen Schichten (Warven)

stadt grenzt direkt an das südwestliche Seeufer des Stadtsees an. Heutzutage wird sein 1975 ha umfassendes Einzugsgebiet überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Der See hat eine Fläche von 14 ha und eine maximale Tiefe von 10,7 m. Im Frühjahr und Herbst wird der See vollständig durchmischt, wohingegen er im Sommer eine stabile Schichtung ausbildet.

Die Sedimente des Stadtsees haben eine ganz besondere Eigenschaft: Sie lassen eine rhythmische Wechsellagerung aus hellen und dunklen Lagen erkennen, wobei ein Lagenpaar stets dem Zeitraum eines Kalenderjahres entspricht. Eine solche horizontale Wechsellagerung wird als Warve bezeichnet, eine komplette Abfolge davon als Warvenschichtung oder Lamination.⁸ In Abhängigkeit von den Jahreszeiten wird im See unterschiedliches Material abgelagert. Im gemäßigten Klima der Region um Bad Waldsee entsteht während der warmen Jahreszeit eine helle kalkreiche Lage, bestehend aus Kalzitkristallen und den Schalen von abgestorbenen Kieselalgen. In der kalten Jahreszeit entsteht durch die Reste abgestorbener Organismen und mineralischer Partikel eine dunkle organikreiche Lage, jedoch bleibt diese Schichtung nur unter bestimmten Bedingungen erhalten. Am Grund des Sees muss Sauerstoffmangel vorherrschen, damit es nicht zur Wühlätigkeit von Wassertieren kommen kann. Das Aussehen der Warven verändert sich während der einzelnen Zeitabschnitte. Intensive Landnutzung sowie Abwässerleitung führten im Mittelalter zum verstärkten Eintrag von Nährstoffen in den See. Infolgedessen steigerte sich die Bioproduktivität in den Sommermonaten deutlich, wodurch bis zu 1 cm dicke Warven entstanden. Im 4. bis 6. Jahrhundert hingegen wurden die Nährstoffe durch die stark rückläufige Landwirtschaft im Umland des Sees zurückgehalten. Der Zustand des Gewässers verbesserte sich, da wieder mehr Sauerstoff vorhanden war, jedoch konnte die Warvenschichtung dadurch in diesem Zeitabschnitt kaum erhalten werden.

Isotope ermöglichen die Datierung

Um eine hochauflösende Umweltrekonstruktion gewährleisten zu können, muss ein möglichst genaues Alters-Tiefen-Modell erstellt werden. Nur so können die Ergebnisse aus den einzelnen Disziplinen miteinander verglichen und kombiniert werden. Die mikroskopische Untersuchung der Warven anhand von Dünnschliffen



Waldsee auf einer historischen Karte von 1824

ermöglicht die Erstellung einer Warvenchronologie.⁹ Hierbei werden die Warven nacheinander ausgezählt. Die Sedimente des Stadtsees sind leider nicht durchgängig laminiert. In diesem Fall spricht man daher von einer schwimmenden oder schwebenden Warvenchronologie, die in weitere Datierungspunkte eingehängt wird. Solche Ankerpunkte werden über absolute Datierungsmethoden bestimmt. Beispielsweise lässt sich das Alter von Sedimenten mittels radioaktiver Isotope abschätzen, die im Sediment zu finden sind. So gelangte das Cäsium Isotop ¹³⁷Cs beim Reaktorunfall von Tschernobyl 1986 in die Umwelt. Es hat eine Halbwertszeit von 30,2 Jahren. Oftmals wird auch das Blei Isotop ²¹⁰Pb genutzt, das kontinuierlich über die Atmosphäre eingetragen wird.¹⁰ Mit dieser Technik lassen sich die jüngsten oberflächennahen Sedimente datieren. Ältere Zeitabschnitte werden über die Radiokarbondatierung an organischem Material, wie Pflanzengroßreste, die in den See gespült worden sind, datiert. Das dazugehörige Kohlenstoffisotop ¹⁴C hat eine Halbwertszeit von 5730 Jahren.

Hochaufgelöste Schadstoffmessungen

Seesedimente wirken auf Schadstoffe ähnlich wie ein Filter. Anorganische sowie organische Verbindungen lagern sich in den Sedimenten ab und werden dort gespeichert. Mittels hochaufgelöster Schadstoffmessungen am Sedi-

ment ist es möglich, deren Eintragungsgeschichte aus mittelalterlichen Produktionsstätten wie Metallverarbeitung, Gerbereien und Textilproduktion über die Zeit nachzuvollziehen.

Ein besonderes Augenmerk liegt dabei auf einer organischen Schadstoffgruppe, den sogenannten Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK). Sie entstehen bei unvollständigen Verbrennungsprozessen und reichern sich aufgrund ihrer Langlebigkeit in der Umwelt an.¹¹ Neben anthropogenen Ursprüngen wie beispielsweise dem häuslichen Herdfeuer oder der Köhlerei gelten Waldbrände und Vulkanausbrüche als natürliche Ursprünge.¹² PAK werden in Sedimenten mit der organischen Spurenanalytik nachgewiesen: Das getrocknete Sediment wird mit einem organischen Lösemittel extrahiert. Die so gewonnenen Extrakte werden aufkonzentriert und gaschromatographisch in die einzelnen Verbindungen getrennt. Anhand bestimmter PAK-Verteilungsmuster kann ihre Quelle identifiziert oder die Verbrennungstemperatur bestimmt werden.¹³ Darüber hinaus ist es möglich zu bestimmen, ob überwiegend Hart-

Nadelhölzer oder Gräser verbrannt worden sind. Gemeinsam mit der hochaufgelösten Pollen- und Holzkohleanalytik können so Rückschlüsse auf das verwendete Brennmaterial gezogen werden. Ergänzend wird das Sediment hinsichtlich der enthaltenen Schwermetalle untersucht. Diese anorganischen Schadstoffe gelangen meist über Metallverarbeitung sowie durch Farbpigmente oder Gerbstoffe aus der Färberei und der Gerberei in den See. Das hier genutzte Verfahren, die sequentielle Extraktion, gibt Auskunft über die Metallspezies und die Bioverfügbarkeit der Schwermetalle. Auch wenn keine bedenklichen Schadstoff-Konzentrationen über den aktuell geltenden Richtwerten zu erwarten sind, können moderne Analysemethoden auch äußerst geringe Schadstoffmengen aus mittelalterlichen oder frühneuzeitlichen Gewerben sichtbar machen.

Im November 2023 wird eine Abschlusstagung mit der gesamten Projektgruppe in Bad Waldsee stattfinden, bei der alle Ergebnisse präsentiert und die Vorträge anschließend in einem Sammelband veröffentlicht werden.

Über die Autorinnen

Claudia Lemmes (M.A.) studierte Philosophie und Geschichte mit dem Schwerpunkt Mittelalter an der Universität Tübingen. Sie promoviert im Rahmen des DFG Projekts Bad Waldsee bei Prof. Dr. Sigrid Hirbodian und Prof. Dr. Peter Rückert am Institut für Geschichtliche Landeskunde und Historische Hilfswissenschaften an der Universität Tübingen. Kristin Haas (M.Sc.) studierte Geowissenschaften an der Universität Tübingen und am Karlsruher Institut für Technologie. Sie promoviert im Rahmen des DFG Projekts Bad Waldsee bei Prof. Dr. Matthias Hinderer am Institut für Angewandte Geowissenschaften an der TU Darmstadt.

Quellen und Literatur

Stadtarchiv Bad Waldsee Nr. 13, 69, 1427, 74 I. Stadtarchiv Bad Waldsee Ratsprotokolle 1624–1631, 1632–1642
Appleby, Peter / Oldfield, Frank.: The calculation of lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported ²¹⁰Pb to the sediment, in: CATENA, 5. Jg. (1978), H. 1, S. 1–8
Bjorseth, Alf / Ramdahl, Thomas: Sources and emissions of PAH. – In: Bjorseth, A. & Ramdahl, T. [Hrsg.]: Handbook of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (1985), New York (M. Dekker), S. 1–20
Buck, Holger: Recht und Rechtsleben einer oberschwäbischen Landstadt. Das Stadtrecht von Waldsee (= Veröffentlichungen des Stadtarchivs Bad Waldsee, Bd. 8), Bergatreute 1993
De Geer, Gerard: Geochronologie der letzten 12000 Jahre, in: Geologische Rundschau, 3. Jg. (1912), H. 7, S. 457–471

Gocht, Tilman: Die vier griechischen Elemente: Massenbilanzierung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Kleinzugsgebieten des ländlichen Raumes. Tübingen 2005. Zugl.: Tübingen, Univ., Diss., (2005), S. 1–205
Höhnke (= Lemmes), Claudia/ Krahn, Kim Jasmin/ Haas, Kristin: Zusammenspiel von Mensch und Umwelt in Bad Waldsee. Interdisziplinäre Forschung zu mittelalterlicher bis frühneuzeitlicher Stadt- und Klimaentwicklung und deren Auswirkung auf Gewässer, hg. von Ulrich Hart-eisen/Matthias Hardt/Andreas Dix/Haik Thomas Porada/Ute Wardenga: LANDSCHAFT – REGION – IDENTITÄT. [S. I.] 2021, S. 523–541.
Hruza, Karel: Die Herren von Wallsee. Geschichte eines schwäbisch-österreichischen Adelsgeschlechts (1171–1331) (= Forschungen zur Geschichte Oberösterreichs, Bd. 18), Linz 1995
Irsigler, Franz: Getreidemärkte und Getreidepreise in Oberschwaben, in: Sigrid Hirbodian/Rolf Kießling/Edwin E. Weber (Hrsg.): Herrschaft, Markt und Umwelt. Wirtschaft in Oberschwaben 1300–1600, Stuttgart 2019, S. 269–286
Kießling, Rolf: Im Spannungsfeld von lokalem Markt und europäischem Fernhandel – Oberschwaben als Wirtschaftsregion der Vormoderne, in: Sigrid Hirbodian/Rolf Kießling/Edwin E. Weber (Hrsg.): Herrschaft, Markt und Umwelt. Wirtschaft in Oberschwaben 1300–1600, Stuttgart 2019, S. 323–350
Yunker, Mark B./Macdonald, Robie W./Vingarzan, Roxanne/Mitchell, Reginald H./Goyette, Darcy/Sylvestre, Stephanie: PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition, in: Organic Geochemistry, 33. Jg. (2002), H. 4, S. 489–515
Zolitschka, Bernd: Jahreszeitlich geschichtete Seesedimente ausgewählter Eifelmaare. Paläolimnologische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Klima- und Besiedlungsgeschichte, in: Documenta naturae Nr. 60 (1990), S. 1–226

Anmerkungen:

- 1 <https://www.bad-waldsee.de/>, zuletzt geöffnet am 15.07.2022, 09:50
- 2 Hruza: Die Herren von Wallsee. Geschichte eines schwäbisch-österreichischen Adelsgeschlechts (1171–1331), S. 18
- 3 Buck: Recht und Rechtsleben einer oberschwäbischen Landstadt. Das Stadtrecht von Waldsee, S. 16–22
- 4 Irsigler: Getreidemärkte und Getreidepreise in Oberschwaben, S. 276
- 5 Kießling: Im Spannungsfeld von lokalem Markt und europäischem Fernhandel – Oberschwaben als Wirtschaftsregion der Vormoderne, S. 328
- 6 StABW Nr. 13 und Nr. 69 Art. 64–67, Höhnke (=Lemmes)/ Krahn/ Haas: Zusammenspiel von Mensch und Umwelt in Bad Waldsee. Interdisziplinäre Forschung zu mittelalterlicher bis frühneuzeitlicher Stadt- und Klimaentwicklung und deren Auswirkung auf Gewässer, hier S. 526f.
- 7 StABW Ratsprotokolle 1632–1642, fol. 53r
- 8 Zolitschka: Jahreszeitlich geschichtete Seesedimente ausgewählter Eifelmaare. Paläolimnologische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Klima- und Besiedlungsgeschichte, S. 39f.
- 9 de Geer: Geochronologie der letzten 12000 Jahre, S. 465f.
- 10 Appleby/ Oldfield: The calculation of lead-210 dates assuming a constant rate of supply of unsupported ²¹⁰Pb to the sediment, S. 2f.
- 11 Gocht: Die vier griechischen Elemente: Massenbilanzierung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Kleinzugsgebieten des ländlichen Raumes, S. 20f.
- 12 Bjorseth/ Ramdahl: Sources and emissions of PAH, S. 5f.
- 13 Yunker/ Macdonald/ Vingarzan/ Mitchell/ Goyette/ Sylvestre: PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition, S. 490f.