

Ber. d. Reinh.-Tüxen-Ges. 28, 136-142 Hannover 2016

‘PaleoVan’ (ICDP): 600.000 Jahre Klimageschichte anhand der Sedimente des Van-Sees (Türkei)

– Thomas Litt, Bonn –

Abstract

Lake Van (38.5° N, 43° E, volume 607 km³, area 3,520 km², maximum water depth 460 m), is the largest lake in Turkey extending for 130 km WSW-ENE on the eastern Anatolian high plateau. The sedimentary record of Lake Van, partly laminated, obtains a long and continuous continental sequence that covers multiple interglacialeglacial cycles. A deep drilling operation was carried out in 2010 supported by the International Continental Scientific Drilling Program (ICDP). The 220 m long continental pollen record is based on a well-dated composite profile drilled on the so-called Ahlat Ridge in water depth of 360 m encompassing the last 600,000 years. It is the longest continuous continental pollen record of the Quaternary in the entire Near East and central Asia obtained to date. The six glacial-interglacial cycles are clearly reflected in the vegetation development based on millennial-scale time resolution. The general pattern follows the astronomical cyclicality and can be correlated with the marine isotope stages (MIS).

1. Einleitung

Lange kontinentale Sedimentfolgen, insbesondere Seeablagerungen, eignen sich hervorragend als Archive zur Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte und des Paläoklimas. Deshalb sind sie auch spezielle Ziele des Internationalen Kontinentalen Tiefbohrprogramms (International Continental Scientific Drilling Program – ICDP). Allerdings sind ungestörte, kontinuierliche Folgen sehr selten, insbesondere auch im Nahen Osten.

Der Vansee – auf dem ostanatolischen Hochplateau in der Türkei gelegen (Abb. 1) – besitzt eine Oberfläche von 3,520 km², ein Volumen von 575 km³, eine maximale Tiefe von 450 m und eine Länge von 130 km WSW-ENE. Er ist der viertgrößte Endsee und der größte Sodasee der Welt. Innerhalb einer klimatisch sensitiven Region gelegen, repräsentiert er ein erstklassiges kontinentales Klimaarchiv zwischen Schwarzem Meer, Arabischer See und Rotem Meer. Ein internationales Team unter Leitung des Autors initiierte deshalb das PALEOVAN-Projekt im Rahmen des ICDP. Als wissenschaftliche Zielstellung des multidisziplinären Projektes stehen folgende Themen im Mittelpunkt (LITT et al. 2009, 2011):

- 1) Multiproxy-Analyse eines langen kontinentalen Sedimentarchivs incl. der Rekonstruktion der Paläovegetation und des Paläoklimas in einer sensitiven semiariden Region
- 2) Rekonstruktion der Dynamik von Seespiegelschwankungen und des hydrologischen Regimes
- 3) Entstehung des Vansees
- 4) Untersuchung und Interpretation von organischem Gehalt und von Biomarkern im Sediment als paläoökologische Proxies

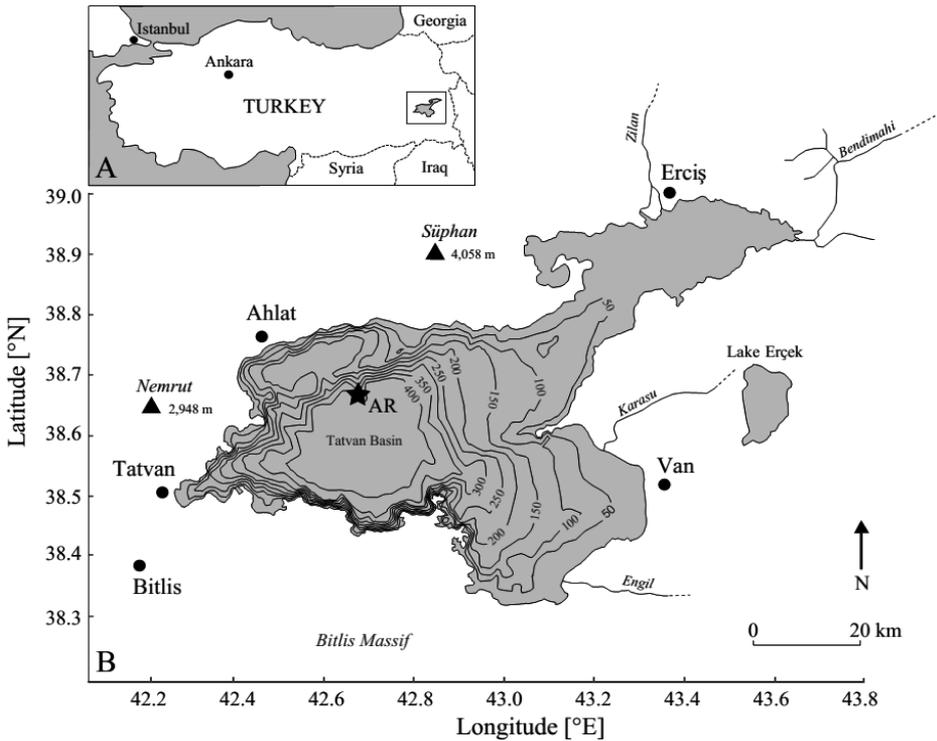


Abb. 1. (a) Lage des Vanses in der Türkei und (b) Bathymetrie des Vanses mit Hauptbohrlokaltät am sog. Ahlatrücken (AR, schwarzer Stern). Schwarze Dreiecke markieren aktive Vulkane, schwarze Punkte markieren größere Städte. Das Bitlis-Massiv erreicht Höhen bis 3500 m über NN.

- 5) Bestimmung von Edelgaskonzentrationen im Porenwasser der Seesedimente zur Analyse des terrestrischen Fluidtransportes
- 6) Analyse des regionalen Vulkanismus
- 7) Rekonstruktion von seismischer Aktivität in der Vergangenheit

Während der erfolgreichen ICDP-Bohrkampagne im Sommer 2010 wurden an zwei Schlüssel-lokalitäten mehrere tiefe Bohrungen abgeteuft. An der für paläoklimatologische Untersuchungen wichtigsten Lokalität, dem sog. Ahlat-Rücken (Wassertiefe ~360 m), konnte ein nahezu lückenloses, 220 m mächtiges Sedimentprofil, teilweise mit erhaltenen jährlicher Schichtung (Warven) erbohrt werden (LITT et al. 2012).

Mittlerweile sind die multidisziplinären Forschungsarbeiten an den Kernen so weit fortgeschritten, dass erste Ergebnisse in einem Sonderband der internationalen Zeitschrift „Quaternary Science Reviews“ publiziert werden konnten (LITT & ANSELMETTI [Hrsg.] 2014).

2. Regionale Vegetation

In Abhängigkeit des orographisch beeinflussten Niederschlagsmusters befindet sich die Region des Vanses in Südostanatolien in einer Übergangszone zwischen zwei Vegetationstypen (Waldsteppe und baumlose Steppe) des Irano-Turanischen Pflanzenterritoriums nach ZOHARY (1973). Der so-genannte Kurdo-Zagrosische Eichen-Waldsteppengürtel (Quercetea

brantii) reicht vom Taurusgebirge einschließlich des Bitlis-Komplexes über den Uferbereich im SW des Vansees bis zum südlichen Teil des Zagros-Gebirges im Südwesten des Iran. Die Waldsteppe besteht aus verschiedenen sommergrünen Eichenarten (*Quercus brantii*, *Q. infectoria*, *Q. ithaburensis*, *Q. libani*, *Q. robur*, *Q. petraea*, *Q. boissieri*, *Q. mannifera*). Weitere Gehölzarten sind *Pistacia atlantica*, *P. khinjuk*, *Acer monspessulanum*, *Juniperus oxycedrus*, *Pyrus syriaca*, *Crataegus* spp. und *Prunus*, *Amygdalus* spp. Die obere Baumgrenze bei 2500-2700 m wird durch *Betula verrucosa* gebildet (ZOHARY 1973, VAN ZEIST & BOTTEMA 1991). Oberhalb der Waldgrenze treten subalpine Zwergstrauchformationen auf. Sie sind charakterisiert durch dornige, polsterförmige *Astragalus*- und *Gypsophila*-Arten sowie weitere Gattungen mit ähnlicher Wuchsform (KÜRSCHNER et al. 1995, VAN ZEIST & BOTTEMA 1991). Der nördliche und nordöstliche Teil des Umlandes vom Vansee wird durch eine überwiegend baumlose Landschaft mit semiarider Vegetation bestimmt. Diese Zwergstrauch-Steppe der Irano-Turanischen Florenzprovinz im zentralen und östlichen Anatolien könnte ursprünglich durch eine kräuterreiche *Stipa-Bromus*-Steppe bestimmt gewesen sein, die durch eine *Artemisia*-Steppe, reich an dornigen Zwergsträuchern ersetzt wurde, bedingt durch intensive Beweidung (VAN ZEIST & BOTTEMA 1991). Gegenwärtig ist der nordöstliche Teil der Vanseeregion durch eine *Artemisia fragrans*-Steppe dominiert, begleitet von verschiedenen Arten der Gänsefußgewächse, der Gräser sowie von einigen sub-euxinischen Eichenwald-Elementen. Bemerkenswert ist die hohe Artenzahl innerhalb verschiedener Krautgattungen in der ostanatolischen Steppenvegetation wie z.B. *Achillea*, *Astracantha*, *Astragalus*, *Centaurea*, *Echinops*, *Thymus* u.a. (KÜRSCHNER et al. 1995).

3. Langer kontinentaler Pollenrekord

Für das Alters-Tiefen-Modell des aus Parallelbohrungen erstellten Kompositprofils vom Ahlatrücken wurden XRF-Messungen, organischer Kohlenstoff und Pollen als Proxies genutzt und mit grönländischen bzw. antarktischen Eiskern sowie mit marinen Isotopenstadien synchronisiert. Das Altersmodell wird durch Warvenzählungen, ¹⁴C-Datierungen und Ar/Ar-Datierungen an vulkanischen Tufflagen gestützt (STOCKHECKE et al. 2014). Auch der Vergleich der relativen Paläointensität des magnetischen Feldes mit der Referenzkurve (PISO-1500) sowie die Identifikation des Laschamp- und Blake-Events in den Sedimenten des Vansees durch VIGLIOTTI et al. (2014) erhöhen die Genauigkeit des Altersmodells, wonach die lakustrinen Ablagerungen des Vansees insgesamt 600 000 Jahre umfassen.

Die pollenanalytischen Daten zeigen eindrucksvoll den markanten Wechsel zwischen Glazialen und Interglazialen bzw. Stadialen und Interstadialen (Abb. 2). Warmzeiten konnten durch eine charakteristische thermophile Waldsteppenvegetation identifiziert werden, während in den Kaltzeiten baumfreies Offenland dominiert (LITT et al. 2014). Ein interessantes Muster ist das kohärente Szenario beim Glazial/Interglazial-Wechsel zwischen relativ trockenen kaltzeitlichen und relativ feuchten warmzeitlichen Bedingungen, die sich in verschiedenen biotischen und abiotischen Proxies widerspiegeln (KWIECIEN et al. 2014).

Generell ist die glaziale/stadiale Vegetation in der Vansee-Region während der letzten 600.000 Jahre sehr einheitlich und kann als Zwergstrauch-Steppe und Wüsen-Steppe mit *Ephedra*, *Artemisia*, Chenopodiaceae, Gräsern und Kräutern beschrieben werden. Neueste hochauflösende Untersuchungen des letzten Interglazials lassen im Pollenrekord sogar hochfrequente Klimaschwankungen wie Dansgaard/Oeschger-Events erkennen (PICKARSKI et al. 2015a).

Die Klimaxvegetation der verschiedenen Interglaziale (neben Holozän überdies MIS 5e, 7a, c, 7e, 9e, 1c, 13 a und 15a) ist charakterisiert durch Eichen-Steppenwald mit Pistazie und

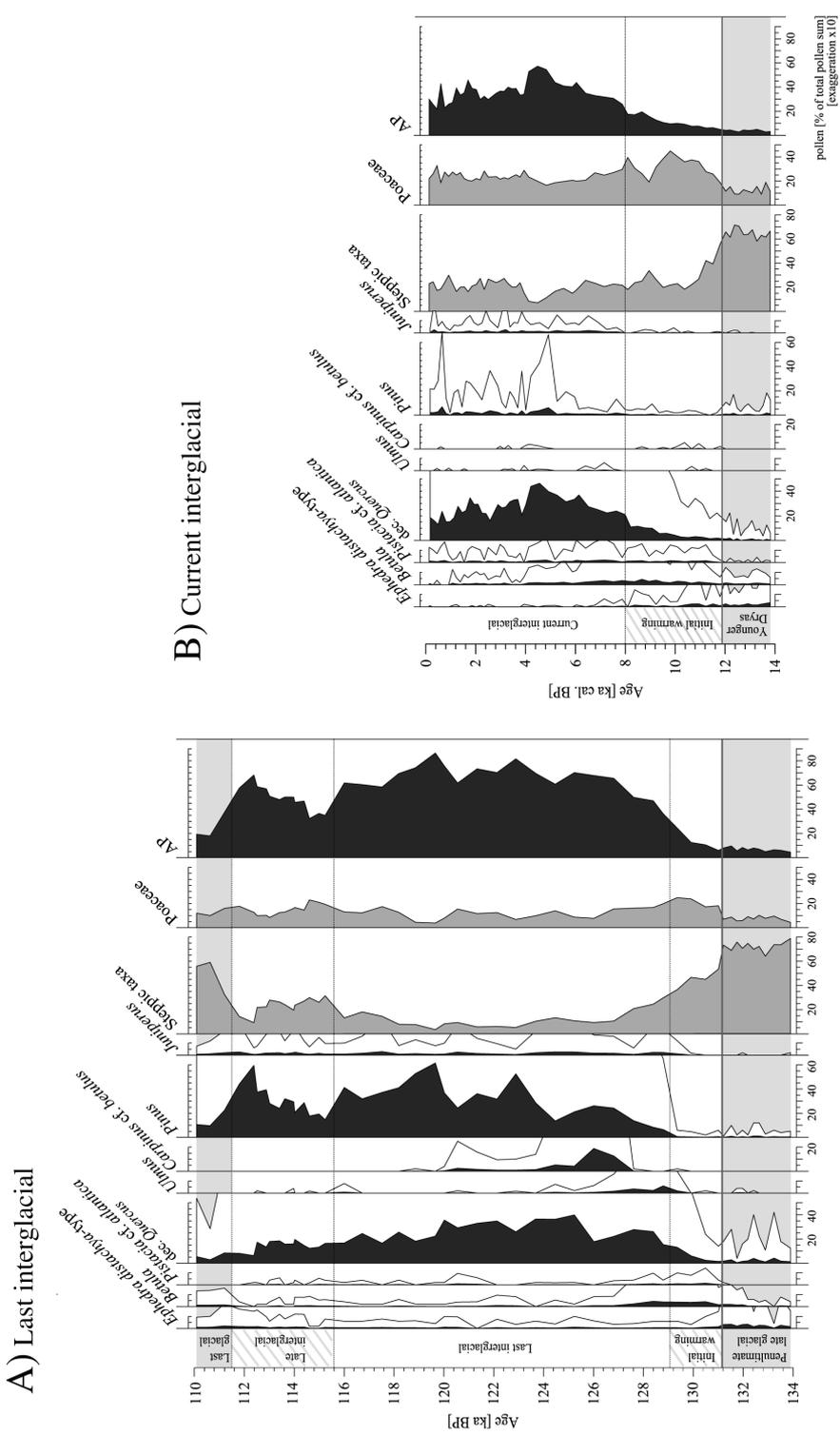


Abb. 3. Vergleich (A) letztes Interglazial (nach PICKARSKI et al. 2015b) mit (B) heutigem Interglazial (nach LITT et al. 2009). AP – Arboreal Pollen (Bäume und Sträucher). (nach PICKARSKI et al. 2015b).

Wacholder. Die Diversität der Baumgattungen erscheint in ihrer Diversität geringer verglichen mit der südeuropäischen Interglaziale in Bezug auf deren Waldsukzession. *Pinus* als weitere Gehölzkomponente spielt eine größere Rolle im letzten (MIS5e) und vorletzten Interglazial (MIS 7c und 7e). Auch wenn die Kieferwerte in MIS 5c ebenfalls relativ hoch sind, ist dieses Intervall klar als Interstadial zu klassifizieren aufgrund der geringeren Werte thermophiler Baumkomponente wie sommergrüne Eiche im Vergleich zu voll entwickelten Interglazialen.

Ein Vergleich zwischen dem letzten Interglazial (MIS5e) und dem Holozän (MIS 1) verdeutlicht (Abb. 3), dass die Kiefer sowie mesophile Elemente wie *Carpinus* und *Ulmus* im Gegensatz zur Eemwarmzeit keine Rolle in der nacheiszeitlichen Gehölzsukzession gespielt haben (LITT et al. 2009, WICK et al. 2003, PICKARSKI et al. 2015b). Demgegenüber ist die zeitliche Verzögerung der Eichenausbreitung am Beginn beider Interglaziale sehr ähnlich (ca. 3000 Jahre im Holozän und ca. 2100 Jahre im letzten Interglazial). Diese generelle Zeitverzögerung kann erklärt werden durch (1) geringere Migrationsraten von wärmeliebenden Gehölzen aus den Refugien und (2) Veränderungen in der Saisonalität, was sich insbesondere auf den Niederschlag auswirkt. Eichenarten sind stark abhängig von Frühjahrsniederschlägen und empfindlich in Bezug auf längere Trockenheit in dieser Jahreszeit, da dadurch die Auskeimung verhindert wird. Eine Reduktion von Frühjahrsniederschlägen sowie stärkere Sommertrockenheit fördert bei Temperaturerhöhung die Entwicklung einer grasdominierten Steppenvegetation. Überdies dokumentiert das letzte Interglazial eine volle Warmzeitentwicklung mit Unter- und Obergrenze, wobei die Vegetationsgeschichte nicht vom Menschen beeinflusst ist.

4. Zusammenfassung

Die lange kontinentale Sedimentfolge des Vansees stellt ein hervorragendes paläoökologisches und paläoklimatologisches Archiv dar und verdeutlicht, wie die terrestrische Umwelt auf Veränderungen der Atmosphäre, des Ozeans und des globalen Eisvolumens reagiert. Der interdisziplinäre Ansatz bei der Untersuchung der Vansee-Sedimente ermöglicht somit Einblicke in die Wechselbeziehungen zwischen Geo- und Biosphäre unter dem Einfluss abrupterer Klimaveränderungen, wobei aber auch unterschiedliche Reaktionen bzw. Reaktionsgeschwindigkeiten der verschiedenen biotischen und abiotischen Parameter deutlich werden. Der lange und teilweise jährlich geschichtete Sedimentrekord vom Vansee ist deshalb ein Schlüsselarchiv für das Paläoklima des Quartärs im östlichen Mittelmeerraum. Die geochronologische Präzision auf einer Skala zwischen Jahrtausend bis jährlich erlaubt nicht nur Vergleiche mit der astronomischen Zyklizität, sondern auch mit Klimaevents, die höhere Frequenzen als die Milankovitch-Zyklen aufweisen, wie z.B. die Dansgaard-Oeschger-Ereignisse. Der aus dem Vansee gewonnene Paläoklimarekord umfasst mit 600 000 Jahren eine viel längere Periode innerhalb des Quartärs, als alle bislang bekannten kontinentalen Profile im Nahen Osten.

Literatur

- KÜRSCHNER, H., T. RAUS & J. VENTER (1995): Pflanzen der Türkei. Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden.
- KWIECIEN, O., M. STOCKHECKE, N. PICKARSKI, G. HEUMANN, T. LITT, M. STURM, F. ANSELMETTI, R. KIPFER, & G.H. HAUG, G.H. (2014): Dynamics of the last four glacial terminations recorded in Lake Van, Turkey. – *Quaternary Science Reviews* **104**: 42-52.
- LITT, T & F.S. ANSELMETTI (Hrsg.) (2014): Results from the PALEOVAN drilling project: A 600'000 years long continental archive in the Near East. – *Quaternary Science Reviews* **104**, Special Issue.

- LITT, T. & F.S. ANSELMETTI (2014): Lake Van deep drilling project PALEOVAN. – *Quaternary Science Reviews* **104**: 1-7.
- LITT, T., F.S. ANSELMETTI, H. BAUMGARTEN, J. BEER, N. CAGATAY, D. CUKUR, E. DAMCI, C. GLOMBITZA, G. HAUG, G. HEUMANN, J. KALLMEYER, R. KIPFER, S. KRSTEL, O. KWIECIEN, F. MEYDAN, S. ÖRCEN, N. PICKARSKI, M.-E. RANDLETT, H.-U. SCHMINCKE, C.J. SCHUBERT, M. STURM, M. SUMITA, M. STOCKHECKE, Y. TOMONAGA, L. VIGLIOTTI, T. WONIK & the PALEOVAN Scientific Team (2012): 500,000 Years of Environmental History in Eastern Anatolia: The PALEOVAN Drilling Project. – *Scientific Drilling* **14**: 18-29.
- LITT, T., S. KRSTEL, M. STURM, R. KIPFER, S. ÖRCEN, G. HEUMANN, S.O. FRANZ, U.B. ÜLGEN, F. & NIESSEN, F. (2009): „PALEOVAN“, International Continental Scientific Drilling Program, (ICDP): Results of a recent site survey and perspectives. – *Quaternary Science Reviews* **28**: 1555-1567.
- LITT, T., N. PICKARSKI, G. HEUMANN, M. STOCKHECKE & P.C. TZEDAKIS (2014): A 600,000 year long continental pollen record from Lake Van, eastern Anatolia (Turkey). – *Quaternary Science Reviews* **104**: 30-41.
- PICKARSKI, N., O. KWIECIEN, D. LANGGUT, & T. LITT (2015a): Abrupt climate and vegetation variability in eastern Anatolia during the last glacial. – *Climate of the Past* **11**: 1491-1505.
- PICKARSKI, N., O. KWIECIEN, M. DJAMALI, & T. LITT (2015b): Vegetation and environmental changes during the last interglacial in eastern Anatolia (Turkey): a new high-resolution pollen record from Lake Van. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* **435**: 145-158.
- STOCKHECKE, M., O. KWIECIEN, L. VIGLIOTTI, F.S. ANSELMETTI, J. BEER, M.N. CAGATAY, J.E.T. CHANNELL, R. KIPFER, J. LACHNER, T. LITT, N. PICKARSKI, & M. STURM (2014): Chronostratigraphy of the 600,000 year old continental record of Lake Van, (Turkey). – *Quaternary Science Reviews* **104**: 8-17.
- VAN ZEIST, W. & S. BOTTEMA (1991): Late Quaternary vegetation of the Near East. – *Beihefte zum Tübinger Atlas des Vorderen Orients* **18**: 11–156.
- WICK, L., G. LEMCKE, & M. STURM (2003): Evidence of Lateglacial and Holocene climatic change and human impact in eastern Anatolia: high resolution pollen, charcoal, isotopic and geochemical records from the laminated sediments of Lake Van. – *Holocene* **13**: 665-675.
- VIGLIOTTI, L., J.E.T. CHANNELL & M. STOCKHECKE (2014): Paleomagnetic and Rock Magnetic Studies from Lake Van Sediments: Implications for Chronology and Paleo- environment Since 350 ka. – *Quaternary Science Reviews* **104**: 18-29.
- ZOHARY, M. (1973): *Geobotanical foundations of the Middle East*. Gustav Fischer Verlag, Swets & Zeitlinger, Stuttgart, Amsterdam.

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Thomas Litt, Steinmann-Institut für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, Universität Bonn, Nussallee 8, 53115 Bonn

E-Mail: t.litt@uni-bonn.de

Hinweise für Autoren

In den Berichten der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft werden Originalarbeiten, thematische Übersichten und Zusammenfassungen, wissenschaftliche Ergebnisse unserer Stipendiaten sowie die Vorträge der Rintelner Symposien publiziert.

Druckfertige **Manuskripte** sind an den Herausgeber zu schicken. Sie werden von zwei unabhängigen Gutachtern anonym referiert.

Der **Text** soll in normaler Maschinschrift (ohne Unterstreichungen und Versalien bei Autorennamen und im Literaturverzeichnis) vorliegen und außerdem als Datei auf einer CD (MS-DOS oder MAC, gängiges Programm, etwa WORD) eingereicht werden. Alle Auszeichnungen für besondere Schriftformen (kursiv, fett, Kapitälchen ...) in der Datei erfolgen durch die Schriftleitung.

Aufbau und Form des Manuskriptes:

1. Überschrift (kurz und prägnant; in normaler Schrift in Groß- und Kleinbuchstaben).
2. Ausgeschriebener Vor- und Nachname des Autors; Wohnort.
3. Zusammenfassung (Abstract) in Englisch.
4. Text:
 - Normalschrift auf DIN-A4-Seiten; 1½-zeilig, links 4 cm Rand
 - Gliederung im Dezimalsystem
 - Zitate mit Autor und Jahreszahl; zwei Autoren durch „&“ verbunden; bei mehreren Autoren nur erster Autor mit „et al.“ (ausführlich nur im Literaturverzeichnis)
 - Vorschläge für besondere Schriftformen mit den üblichen Auszeichnungen nur in der ausgedruckten Version (nicht in der Datei)
5. Zusammenfassung in Deutsch.
6. Literaturverzeichnis: Autoren in alphabetischer Reihenfolge; Arbeiten chronologisch geordnet. Zeitschriftentitel in den üblichen Abkürzungen mit Angabe von Band und Seitenzahlen, Erscheinungsort; bei Büchern Verlag und Erscheinungsort. Beispiele:
BURRICHTER, E. (1969): Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. (Abh. a. d. Landesmus. f. Naturk. Münster/Westf. **31** (1).), 60 S. – Münster.
ELLENBERG, H. (1982): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl., 1095 S. – Ulmer-Verlag, Stuttgart.
BARKMAN, J.J., J. MORAVEC & S. RAUSCHERT (1986): Code der pflanzensoziologischen Literatur. – *Vegetatio* **67**: 147-195. Dordrecht.
7. Name, Titel und Anschrift des Autors; E-Mail-Adresse.
8. Tabellen: durchnummeriert, mit Überschrift; Datei und guter, reproduzierbarer Ausdruck auf separaten Blättern; Abmessungen am Satzspiegel orientiert (12,5 x 20,2 cm).
9. Abbildungen: als Schwarzweiß- oder Farb-Vorlagen; Beschriftungen und Signaturen sind in die Abbildungen zu integrieren und müssen bei Verkleinerung auf Satzspiegelmaße lesbar sein. Jede Abbildung als separate Datei einreichen, möglichst als Original-Datei (z.B. *.cdr, *.tif oder als pdf) mit Angabe der verwendeten Schrift (Typ1, TTF).
Abbildungsunterschriften in numerischer Reihenfolge auf separatem Blatt.

Korrekturfahnen werden dem Autor einmalig zugestellt; Korrekturen gegen das Manuskript gehen zu Lasten des Autors.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Reinhold-Tüxen-Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Litt Thomas

Artikel/Article: [‘PaleoVan’ \(ICDP\): 600.000 Jahre Klimageschichte anhand der Sedimente des Van-Sees \(Türkei\) 136-142](#)