

Landschafts- und Flussgeschichte der unteren Donau im Umfeld des Siedlungshügels Măgura Gorgana, Südrumänien

**Jürgen Wunderlich, Christoph Herbig, Elena Marinova, Dirk Nowacki
und Astrid Röpke**

1 Einleitung

Im westlichen Schwarzmeergebiet zeugen zahlreiche Siedlungshügel von der Besiedlung und kulturellen Entwicklung dieser Region im 5. Jahrtausend v. Chr. Bereits in dieser Zeit dürfte die Donau eine wichtige Rolle für die Fernbeziehungen zwischen Mitteleuropa und der Schwarzmeerregion gespielt haben, weshalb den an der unteren Donau gelegenen Tellsiedlungen für die Erforschung der spätneolithischen und kupferzeitlichen überregionalen Wirtschaftsbeziehungen besondere Bedeutung zukommt. Einer dieser Tells ist der nahe dem Dorf Pietrele in der rumänischen Walachei gelegene Măgura Gorgana. Die den Tell aufbauenden und in seiner unmittelbaren Umgebung vorkommenden Siedlungsschichten sind vor allem der spätneolithischen Boian- und der kupferzeitlichen Gumelnița-Kultur zuzuordnen. Sie werden seit 2002 im Rahmen eines deutsch-rumänischen Gemeinschaftsprojektes untersucht (Hansen et al. 2004). Mit einem multidisziplinären archäologisch-naturwissenschaftlichen Ansatz wird Fragen der Chronologie und Siedlungsweise sowie der wirtschaftlichen Aktivitäten und Landnutzung nachgegangen. Die Lage des Tells unmittelbar am Rand der Donauaue lässt erwarten, dass die kupferzeitliche Siedlung über die Donau in ein größeres Netz von Fernbeziehungen eingebunden war. Da heute die Donau etwa 7 km vom Tell entfernt am Südrand der Aue verläuft, sollen fluvialmorphologische und paläoökologische Untersuchungen klären, ob zur Zeit der Besiedlung des Tells eine direkte Anbindung an die Donau existierte und wie sich die ökologischen Gegebenheiten und damit die Nutzungsmöglichkeiten der Aue darstellten (Hansen et al. 2006).

Seit den 1960er Jahren ist die Aue in dem Flussabschnitt bei Măgura Gorgana vollständig drainiert und wird intensiv agrarisch genutzt. Topographische Karten und Corona-Satellitenbilder zeigen, dass vor den Kultivierungsmaßnahmen ein verzweigtes Netz von natürlichen Gerinnen bestand. Sumpfbereiche und Seen waren charakteristische Elemente der Überschwemmungsebene, und Uferwälle entlang der Wasserläufe boten trockenere Standorte. Ob sich dieses Bild der Donauaue auf das 5. Jahrtausend v. Chr. übertragen lässt, soll durch sedimentologische Untersuchungen der mehrere Meter mächtigen holozänen Ablagerungen, die den Talboden auf seiner gesamten Breite bedecken, geprüft werden.

Zu den holozänen Umweltbedingungen und der Entwicklung der Donauaue in der Region um Măgura Gorgana liegen bislang nur sehr wenige Arbeiten vor. Während das Donaudelta vergleichsweise gut untersucht ist (siehe u. a. Yanko-Hombach et al. 2007; Giosan et al. 2006), liegen zur Landschafts- und Flussentwicklung im Bereich der unteren Donau außer den geoarchäologischen Untersuchungen im Rahmen des rumänisch-englischen Forschungsprojektes SRAP (Howard et al. 2004; Macklin et al. 2011), den palynologischen Arbeiten von Tomescu (2000) und Lazarova/Bozilova (2001) sowie dem Überblick über Geomorphologie und Geologie des Donautals in Rumänien, herausgegeben vom Institutul de Geologie si Geografie al Academiei Republicii Socialiste Romania (1969) nur wenige verwertbare Untersuchungsergebnisse vor. Zur Klärung der paläoökologischen und fluvialmorphologischen Entwicklung sind daher eigene Geländeaufnahmen und die Erkundung des oberflächennahen Untergrundes mittels Bohrungen und geophysikalischen Methoden erforderlich. Mit diesen Methoden lassen sich unterschiedliche fazielle Einheiten, die bestimmte Ablagerungsmilieus repräsentieren,

differenzieren und durch Datierung von geeignetem Material zeitlich einordnen. Dabei liefern neben physikalischen und chemischen Sedimentanalysen insbesondere Pollen und pflanzliche Makroreste wertvolle Hinweise auf die zu verschiedenen Zeiten vorherrschenden Standortfaktoren und Sedimentationsbedingungen. Aufgrund des komplexen Ablagerungsgeschehens fluvialer Systeme lassen sich aber Pollenanalysen an den Auensedimenten nicht in gleicher Weise auswerten wie solche an kontinuierlich gewachsenen Ablagerungen (z. B. in Seen und Mooren), und eine klassische Vegetationsgeschichte ist nicht zu schreiben. Dennoch sind auf der Basis derartiger Analysen Aussagen zur damaligen lokalen und extralokalen Vegetation und damit Rückschlüsse auf das fluviale Geschehen möglich, weshalb der Wert dieser Analysen für die paläoökologischen und fluvialmorphologischen Untersuchungen nicht zu unterschätzen ist.

Auf Anregung von Dr. A. J. Kalis wurden sowohl zur paläoökologischen Rekonstruktion als auch zur Differenzierung und zur Parallelisierung unterschiedlicher fazieller Einheiten Pollen- und Makrorestanalysen durchgeführt, weshalb ihm dieser Beitrag gewidmet ist. Am Beispiel eines Bohrkerns mit kontinuierlicher Pollenführung sollen die Möglichkeiten, die ein multidisziplinärer Ansatz zur Unterstützung der Faziesanalyse bietet, dargestellt werden.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich von der rumänischen Stadt Giurgiu bis zur Mündung des Arges bei Oltenita und ist auf das Donautal beschränkt. Das Tal verläuft hier in SW-NO-Richtung und ist etwa 60 m in das nördlich angrenzende, aus Sedimenten des Tertiärs und Quartärs aufgebaute Plateau eingetieft. Im Gegensatz zu dem stromaufwärts angrenzenden Talabschnitt, in dem die Überflutungsebene durch Flussterrassen eingengt wird, nimmt die Aue im Untersuchungsgebiet mit einer Breite von 8–9 km den gesamten Talboden ein. Sie weist ein schwaches Gefälle von Süd nach Nord auf. Ältere fluviale Terrassen sind hier am nördlichen Talhang lediglich als schmale Leisten ausgebildet und erreichen erst wieder bei Oltenita eine größere Ausdehnung. Auf der untersten Terrassenleiste, etwa 10 m über der Aue, liegt Măgura Gorgana. Die Donau selbst verläuft entlang des südlichen Talhangs und bildet hier die Grenze zwischen Rumänien und Bulgarien. Anders als der sehr steile nördliche Talhang ist der Anstieg auf der südlichen Talseite wesentlich geringer und wird durch breite Terrassenflächen gegliedert. In den Mündungsbereichen der südlichen Seitentäler haben sich Feuchtgebiete entwickelt, die von der Donau durch Uferwälle abgetrennt sind.

Im gesamten Untersuchungsgebiet wird die Aue heute durch ein dichtes Kanalnetz gegliedert, in das ehemalige natürliche Gerinne einbezogen sind. Ausgedehnte Seen, die noch bis in die 60er Jahre des vorigen Jahrhunderts im Arbeitsgebiet anzutreffen waren (Abb. 1), wurden im Zuge von Kultivierungsmaßnahmen trockengelegt und werden, wie auch die übrige Aue, intensiv landwirtschaftlich genutzt.

Klimatisch ist die Region um Măgura Gorgana durch ein gemäßigtes Kontinentalklima gekennzeichnet, das dem Cfa (= feuchtemäßigtes Klima mit heißen Sommern) der Köppen-Geiger-Klimaklassifikation zuzurechnen ist. Warme Sommer mit Konvektionsniederschlägen wechseln mit sehr kalten schneereichen Wintern. Die mittleren Jahresniederschläge belaufen sich an der Station Giurgiu auf 553 mm. Die Jahresmitteltemperatur beträgt 11,6 °C, mit einer Amplitude der Monatsmitteltemperaturen von 25,5 °C, was den kontinentalen Charakter des Klimas unterstreicht (Mavrocordat 1971). Unter diesen klimatischen Bedingungen haben sich auf den mit Löss überdeckten Terrassenflächen und Plateaus ausgelaugte Schwarzerden entwickelt, da das Klima für typische Schwarzerden zu kurze Dürreperioden und insgesamt zu feuchte Verhältnisse aufweist. Diese Böden entwickelten sich unter natürlichen Bedingungen unter lichten Wäldern und offenen Steppen (Mavrocordat 1971). In den Hangbereichen sind die Profile vielfach gekappt oder werden von zum Teil mächtigen Kolluvien überlagert. In der Aue werden hingegen kalkreiche Alluvionen angetroffen, die überwiegend vom Grundwasser beeinflusst und daher durch kräftige Vergleyungsmerkmale gekennzeichnet sind. Im südlichen Bereich der Aue sind in der Bodenkarte Rumäniens (Comitetul de Stat de Geologiei Institutul Geologic 1964) lokale Vorkommen von karbonathaltigen kastanienfarbenen Tschernosemen ausgewiesen, die von Mavrocordat (1971) als Entwicklungsstadium hin zum typischen Tschernosem angesehen werden. Sie werden auf jüngeren Terrassen der Donau angetroffen, die trockenere Standorte darstellen.

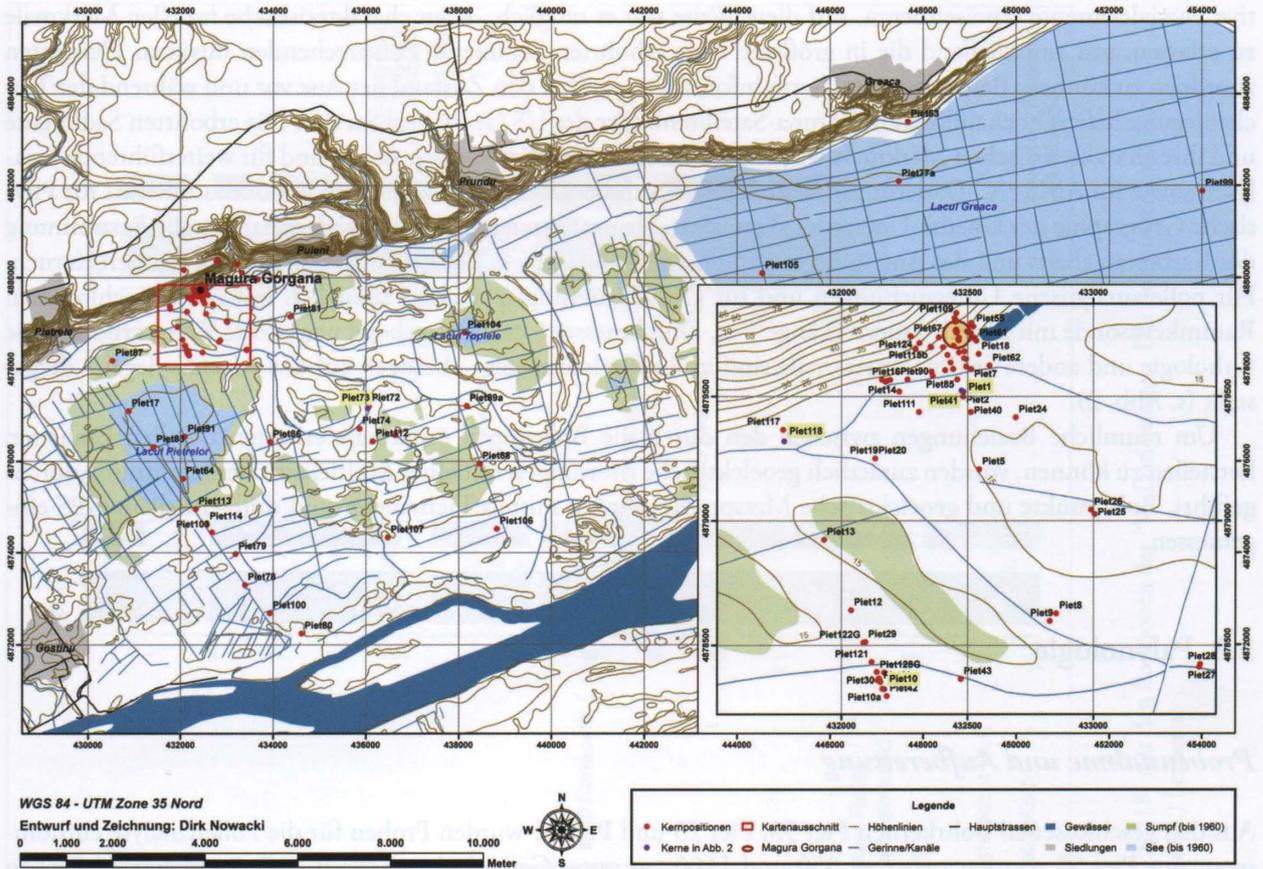


Abb. 1. Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes mit Lage der Bohrungen. Die einstige Ausdehnung der trockengelegten Seen Lacul Pietrelor und Lacul Greaca ist ebenfalls dargestellt.

Die natürliche Vegetation des Untersuchungsgebietes besteht aus Hartholz- und Weichholzaunenwäldern in Kombination mit Röhrichtern und Sumpflvegetation in den unteren donauanahen Lagen (Bohn et al. 2000/2003). Auf den oberen Terrassen und dem Plateau kommen potentiell submediterranean-subkontinentale thermophile Zerreichen- und Balkaneichenwälder sowie Mischformen vor. In offeneren Bereichen sind submediterranean-subkontinentale Kraut-Gras-, z. T. Wiesensteppen natürlich anzutreffen. An manchen Stellen finden sich auch danubisch-balkanische Salzwiesen im Komplex mit Salzfluren. Diese Vielfalt der Naturräume ist in der Umgebung von Măgura Gorgana in der Donauaue allerdings kaum palynologisch und makrobotanisch nachzuweisen.

3 Methoden

3.1 Sedimentologische Analysen

Zur Erfassung der mehrere Meter mächtigen holozänen Ablagerungen in der Donauaue wurde eine Rammkern-Bohrausrüstung mit Motorbohrhammer und hydraulischem Ziehgerät eingesetzt und damit Bohrtiefen von bis zu 17 m erreicht. Die Auswahl der Bohrpunkte und der Verlauf der Geoelektrikprofile orientierte sich an den in topographischen Karten und Satellitenbildern erkennbaren Strukturen, die unterschiedliche, heute meist inak-

tive Fluvialelemente repräsentieren. Auf diese Weise war es möglich, deren charakteristische faziellen Merkmale zu erfassen, um anschließend die in größerer Tiefe erbohrten Sedimente entsprechenden fluvialen Elementen zuordnen zu können. Besonders detaillierte Informationen über den Zustand der Aue vor und während der Trockenlegung liefern hochauflösende Corona-Satellitenbilder des US Geological Service. Die erbohrten Sedimente und ihre charakteristischen Merkmale wurden im Gelände detailliert angesprochen und für weiterführende Analysen sowie für AMS-¹⁴C-Datierungen beprobt. Die Sedimentanalysen erfolgten im Labor des Instituts für Physische Geographie der Goethe-Universität Frankfurt. Sie umfassten außer Korngrößenanalysen die Bestimmung des Karbonatgehalts und des Anteils an organischem Material sowie Elementanalysen an ausgewählten Kernen. Für pollenanalytische Untersuchungen und für OSL-Datierungen wurden zusätzlich mit einer geschlossenen Rammkernsonde mit Plastik-Linern (Länge 1 m, Durchmesser 5 cm) weitgehend ungestörte Kerne erbohrt. Die Lithologie und andere Sedimentmerkmale sind in Profilzeichnungen – bezogen auf den Meeresspiegel – dargestellt (s. Abb. 2).

Um räumliche Beziehungen zwischen den durch die Bohrungen punkthaft erfassten faziellen Einheiten herstellen zu können, wurden zusätzlich geoelektrische Messungen mit einer Multielektrodenanordnung durchgeführt. Bohrpunkte und geoelektrische Messprofile wurden mittels Tachymeter und differentiellem GPS eingemessen.

3.2 Palynologie

Probennahme und Aufbereitung

Aus den geschlossenen Bohrkernen Piet 53, Piet 73 und Piet 21 wurden Proben für die Pollenanalyse entnommen: Aus Piet 53 wurden zwischen 350 und 1100 cm unter Geländeoberfläche (GOF) insgesamt 24 Proben analysiert (s. Abb. 3). Dem Kern Piet 73 wurden lediglich 4 Proben aus lithologisch unterschiedlichen Bereichen in den Tiefen 4,10–4,20 m (73-A), 4,20–4,30 m (73-B), 4,50–4,60 m (73-C) und 5,10–5,20 m (73-D) entnommen und analysiert (vgl. Abb. 6). Ebenso wurden aus Piet 21 zu Prospektionszwecken Proben aufbereitet und gezählt. Alle Proben wurden im Labor für Archäobotanik des Instituts für Archäologische Wissenschaften der Goethe-Universität Frankfurt am Main nach gängiger Methode aufbereitet (Moore et al. 1991). Um die Pollenkonzentrationen zu bestimmen, wurde jeweils eine Tablette mit einer definierten Menge exotischer Rezentpollen hinzugefügt (Stockmarr 1971). Als Aufbewahrungsmedium der Pollenpräparate dient Silikonöl.

Identifizierung der Pollen und Sporen, Darstellung und Zonierung

Aufgrund der unterschiedlichen Sedimentations- und Erhaltungsbedingungen schwankt die Pollensumme pro Probe zwischen 300 und 800. Für die Berechnung der Pollensumme wurden Pteridophyten, Cyperaceae und Wasserpflanzen herausgenommen. Als Bestimmungsliteratur dienten Moore et al. (1991), Faegri/Iversen (1989), Beug (2004), der Pollenatlas von Reille (1992; 1998), die Reihe der Northwest European Pollen Flora I–VIII von Punt et al. (1976–2003) sowie Chester/Raine (2001). Dungsporen als Hinweis auf Beweidung wurden nach Van Geel et al. (2003) bestimmt. Begleitend wurde die Pollenvergleichssammlung des Labors für Archäobotanik der Goethe-Universität Frankfurt am Main genutzt. Die Pollen-Prozent-Diagramme (Relativdiagramme) und Pollen-Konzentrations-Diagramme wurden mit Tilia sowie Tiliagraph (Grimm 2003) erstellt. Gemäß der local pollen assemblage zones (lpaz) wurden die Diagramme biostratigraphisch in Zonen gegliedert (Birks/Gordon 1985) und diese nachfolgend mit den Analysen der Makroreste in Einklang gebracht.

Pflanzenkohlepartikel

Mit den mikroskopisch kleinen Pflanzenkohlepartikeln in den Pollenpräparaten lassen sich Brände in prähistorischer und historischer Zeit belegen (MacDonald et al. 1991; Whitlock/Larsen 2001). Die winzigen Pflanzenkohlenreste (Stückgrößen länger als 10 µm bzw. $\geq 75 \mu\text{m}^2$) wurden als unabhängiger Indikator für die Bewertung

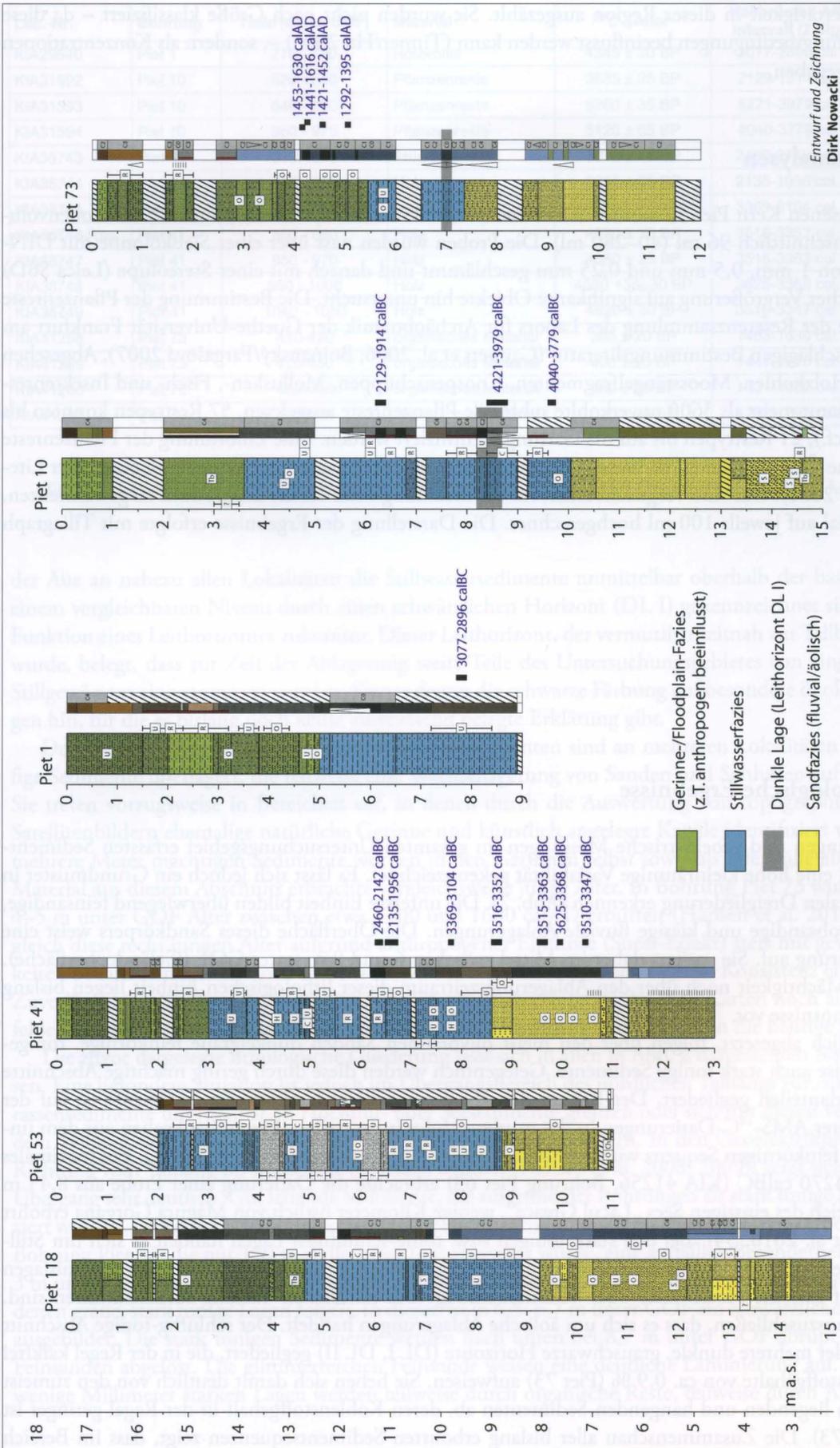


Abb. 2. Pietrele. Lithologische Profile ausgewählter Bohrerne (Piet 1, 10, 41, 53, 73, 118) mit den Positionen der ¹⁴C-Datierungen. Die Bohrungen sind auf Meeresspiegelniveau (m a.s.l.) bezogen.

von Langzeit-Feuertätigkeit in dieser Region ausgezählt. Sie wurden nicht nach Größe klassifiziert – da diese von den Aufbereitungsbedingungen beeinflusst werden kann (Tinner/Hu 2003) –, sondern als Konzentrationen (Partikel/cm³) angegeben.

3.3 Makrorestanalysen

Aus dem geschlossenen Kern Piet 53 wurden 97 Proben für Makrorestanalysen entnommen. Das Probenvolumen betrug durchschnittlich 96 ml (40–280 ml). Die Proben wurden nass über einer Siebkolonne mit DIN-Maschenweiten von 1 mm, 0,5 mm und 0,25 mm geschlämmt und danach mit einer Stereolupe (Leica S6D) bei 6,3- bis 40-facher Vergrößerung auf signifikante Objekte hin untersucht. Die Bestimmung der Pflanzenreste erfolgte mit Hilfe der Referenzsammlung des Labors für Archäobotanik der Goethe-Universität Frankfurt am Main und der einschlägigen Bestimmungsliteratur (Cappers et al. 2006; Bojňanský/Fargašová 2007). Abgesehen von Holzresten, Holzkohlen, Moosstängelfragmenten, Knospenschuppen, Mollusken-, Fisch- und Insektenresten wurden insgesamt mehr als 3600 unverkohlte subfossile Pflanzenreste ausgelesen. 57 Resttypen konnten bis auf die Art (inkl. cf.), 21 Resttypen bis auf die Gattung identifiziert werden. Eine Einordnung der Pflanzenreste in unterschiedliche Ökogruppen (z. B. Wasserpflanzen, Ackerunkräuter) basiert auf aktueller ökologischer Literatur (Oberdorfer 2001). Um eine Vergleichbarkeit für die Erstellung eines Tiefen-Diagramms zu gewährleisten, wurde das Material auf jeweils 100 ml hochgerechnet. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Tiliagraph (Grimm 2003).

4 Ergebnisse

4.1 Sedimentologische Ergebnisse

Die durch Bohrungen und geoelektrische Messungen im gesamten Untersuchungsgebiet erfassten Sedimentfolgen sind durch eine hohe kleinräumige Variabilität gekennzeichnet. Es lässt sich jedoch ein Grundmuster in Form einer vertikalen Dreigliederung erkennen (Abb. 2). Die unterste Einheit bilden überwiegend feinsandige, zum Teil auch grobsandige und kiesige fluviale Ablagerungen. Die Oberfläche dieses Sandkörpers weist eine schwache Relieferung auf. Sie variiert daher im Mittel zwischen 6 und 9 m unter GOF (Geländeoberfläche). Weder über die Mächtigkeit noch über den Ablagerungszeitraum dieser lithologischen Einheit liegen bislang zuverlässige Erkenntnisse vor.

Farblich deutlich abgesetzt, folgen über den meist olivbraunen Sanden dunkelgraue feinkörnige, tonig-schluffige-, teilweise auch stark tonige Sedimente. Gelegentlich werden diese durch gering mächtige Abschnitte mit höheren Sandanteilen gegliedert. Der Beginn der Ablagerung dieser feinkörnigen Sedimente ist auf der Grundlage mehrerer AMS-¹⁴C-Datierungen in das mittlere Holozän zu stellen. Für einige Proben aus dem unteren Bereich der feinkörnigen Sequenz wurden Alter um 4000 calBC ermittelt (Abb. 2; Tab. 1). Ein maximales Alter von 4690–4270 calBC (KIA 41256, Bohrung Piet 63) erbrachte die Datierung einer Probe aus 8,45 m Tiefe, die im Bereich des einstigen Sees „Lacul Greca“, wenige Kilometer östlich von Măgura Gorgana erbohrt wurde (Hansen et al. 2010, 54). Bei den stark tonigen bzw. tonig-schluffigen Lagen handelt es sich um Stillwasserablagerungen, während die stark schluffigen und sandigen Einschaltungen möglicherweise Ereignislagen darstellen, die auf extreme Hochwässer oder Sedimenteintrag vom nördlichen Talhang zurückzuführen sind. Ebenso ist nicht auszuschließen, dass es sich um äolische Ablagerungen handelt. Der schluffig-tonige Abschnitt ist durch einen oder mehrere dunkle, grauschwarze Horizonte (DL I, DL II) gegliedert, die in der Regel kalkfrei sind und Kohlenstoffgehalte von ca. 0,9 % (Piet 73) aufweisen. Sie heben sich damit deutlich von den zumeist stark kalkhaltigen liegenden und hangenden Sedimenten ab, deren Kohlenstoffgehalt in der Regel geringer ist (ca. 0,6 %, Piet 73). Die Zusammenschau aller bislang erbohrten Sedimentsequenzen zeigt, dass im Bereich

Lab.-Nr.	Bohrung	Tiefe (cm u. GOF)	Material	¹⁴ C - Alter	Kalibriertes Altersintervall (2 Sigma)	δ ¹³ C (‰)
KIA29640	Piet 1	770 - 790	Holzkohle	4345 ± 30 BP	3077-2896 cal BC	-26.68 ± 0.07
KIA31592	Piet 10	620 - 640	Pflanzenreste	3635 ± 25 BP	2129-1914 cal BC	-23.86 ± 0.22
KIA31593	Piet 10	840 - 880	Pflanzenreste	5260 ± 35 BP	4221-3979 cal BC	-22.69 ± 0.09
KIA31594	Piet 10	960 - 975	Pflanzenreste	5120 ± 55 BP	4040-3779 cal BC	-29.48 ± 0.21
KIA38743	Piet 41	630 - 645	Frucht/Samen	3825 ± 45 BP	2460-2142 cal. BC	-24.05 ± 0,18
KIA38744	Piet 41	650 - 675	Holz	3665 ± 25 BP	2135-1956 cal. BC	-24.15 ± 0.11
KIA38745	Piet 41	775 - 785	Holz	4550 +35/-30 BP	3369-3104 cal. BC	-27.25 ± 0.26
KIA38746 Rep.	Piet 41	860 - 880	Holz	4630 ± 30 BP	3516-3352 cal. BC	-26.67 ± 0.30
KIA38747	Piet 41	950 - 970	Holz	4650 ± 25 BP	3515-3363 cal. BC	-32.06 ± 0.20
KIA38748	Piet 41	990 - 1000	Holz	4680 +35/-30 BP	3625-3368 cal. BC	-28.36 ± 0.16
KIA38749	Piet 41	1040 - 1050	Holz	4620 ± 30 BP	3510-3347 cal. BC	-29.17 ± 0.15
KIA41258	Piet 73	410-420	organisches Material	365 ± 20 BP	1453-1630 cal. AD	-23.94 ± 0.44
KIA41259	Piet 73	420-430	organisches Material	400 ± 20 BP	1441-1616 cal. AD	-29.67 ± 0.13
KIA41260	Piet 73	450-460	organisches Material	460 ± 20 BP	1421-1452 cal. AD	-26.31 ± 0.23
KIA41261	Piet 73	510-520	organisches Material	625 ± 20 BP	1292-1395 cal. AD	-27.01 ± 0.25

Tab. 1. AMS-¹⁴C-Altersbestimmungen an organischem Material aus der Donauaue südlich von Mägura Gorgana.

der Aue an nahezu allen Lokalitäten die Stillwassersedimente unmittelbar oberhalb der basalen Sandfazies in einem vergleichbaren Niveau durch einen schwärzlichen Horizont (DL I) gekennzeichnet sind, dem somit die Funktion eines Leithorizontes zukommt. Dieser Leithorizont, der vermutlich zeitnah zur Tellbesiedlung gebildet wurde, belegt, dass zur Zeit der Ablagerung weite Teile des Untersuchungsgebietes von einem oder mehreren Stillgewässern eingenommen wurden. Ferner deutet die schwarze Färbung auf besondere ökologische Bedingungen hin, für die es bislang noch keine ausreichend belegte Erklärung gibt.

Den tonigen und schluffig-tonigen Stillwassersedimenten sind an mehreren Lokalitäten feinsandig-schluffige Sedimente überlagert, die teilweise eine Wechsellagerung von Sanden und Schluffen aufweisen (s. Abb. 2). Sie treten vorzugsweise in Bereichen auf, in denen durch die Auswertung von topographischen Karten und Satellitenbildern ehemalige natürliche Gerinne und künstlich angelegte Kanäle identifiziert wurden. Diese teils mehrere Meter mächtigen Sedimente wurden in den Gerinnen selbst sowie als Uferwälle abgelagert. Datierbares Material aus diesem Abschnitt erbrachte vergleichsweise junge Alter. In Bohrung Piet 73 wurden in Tiefen von 4–5 m unter GOF Alter zwischen etwa 1300 und 1600 calAD ermittelt (Hansen et al. 2010, 54; 59). Wenngleich diese recht jungen Alter aufgrund anthropogener Einflüsse (Suess-Effekt) stets mit gewissen Ungenauigkeiten behaftet sind, so ist doch die Anzahl der Proben und die chronologische Konsistenz ein Hinweis auf ihre Zuverlässigkeit. Im Bereich ehemaliger Seen, die in älteren topographischen Karten noch ausgewiesen sind, fehlen diese Sedimente. Hier reichen die limnischen Ablagerungen direkt bis an die heutige Oberfläche.

Die zuvor dargelegte lithologische Gliederung lässt sich in allen in Abb. 2 dargestellten Bohrkernen nachweisen. Eine besondere Situation ist jedoch im Übergangsbereich des nördlichen Talhangs zur Aue gegeben, wo Terrassensedimente unmittelbar an Hochflut- oder Seesedimente grenzen oder sich mit diesen verzahnen. Auch auf dem Talhang erodiertes Material kann die Sedimentabfolgen gliedern. In den Geoelektrikprofilen, die in N-S-Richtung vom Talhang bis in die Aue gemessen wurden (Hansen et al. 2008; 2009), zeigt sich dieser horizontale Übergang sehr deutlich. Gut leitende Sedimente, die aufgrund der Bohrungen als stark tonige Sedimente identifiziert wurden, gehen nach Süden in schlechter leitende Hochflutsedimente über. In diesem Übergangsbereich wies Bohrung Piet 53, die nur 150 m südlich des Tells abgeteuft wurde, eine auffällige Besonderheit auf: Die obersten 3 m unter GOF werden durch die typischen schluffig-feinsandigen, z. T. laminierten Sedimente aufgebaut unter denen graue, stark tonige Lagen folgen. In diesen ist in 6,5–6,7 m unter GOF ein schwärzlicher Horizont (DL II) ausgebildet. Die stark tonigen Sedimente werden nach unten bei 8,7 m unter GOF abrupt von dunkelgrauen Feinsanden abgelöst. Die glimmerreichen Feinsande weisen eine deutliche Laminierung auf. Die einzelnen nur wenige Millimeter starken Lagen werden teilweise durch organische Reste, teilweise durch Anreicherungen von

Glimmer getrennt. Einzelne größere Holzstückchen konnten geborgen werden. In den benachbarten Bohrungen Piet 39 und Piet 40 (Lage s. Abb. 1) liegen im gleichen Niveau tonige bis schluffige Sedimente vor.

Bohrung Piet 53 erfolgte mit einer geschlossenen Sonde, während nur 50 cm neben Piet 53 die Bohrung Piet 41 mit offenen Rammkernsonden durchgeführt wurde. Sie erbrachte eine identische Profilabfolge (s. Abb. 2). Aus Bohrung Piet 41 wurde organisches Material für AMS-¹⁴C-Datierungen gewonnen. Die Ergebnisse sind in Tab. 1 zusammengestellt und lassen sich auf Piet 53 übertragen. Für den Abschnitt zwischen 8,6 und 10,5 m unter GOF wurden vier Alter ermittelt, die zwischen 3500 und 3300 calBC liegen. In 7,8 m unter GOF wurde ein 2 Sigma-Altersintervall von 3369–3104 calBC ermittelt. Dies stimmt recht gut mit einer Datierung überein, die an Material der nur wenige Meter südöstlich von Piet 41 abgeteuften Bohrung Piet 1 durchgeführt wurde. In Piet 1 wurde ebenfalls aus 7,8 m Tiefe ein Holzkohlestück gefördert, das ein Alter von 3077–2896 calBC (2 Sigma) erbrachte. Holzreste und Früchte/Samen, die in Piet 41 aus Tiefen zwischen 6,3 und 6,75 m unter GOF entnommen wurden, ergaben Alter, die zwischen ca. 1950 und 2400 calBC liegen. Diese Datierungen finden eine Parallele in Bohrung Piet 10, ca. 1200 m südlich auf gleichem Niveau gelegen, wo zwischen 6,2 und 6,4 m unter GOF ein Alter von ca. 2130–1915 calBC ermittelt wurde (s. Abb. 2). In dieser Bohrung fehlen jedoch die für Piet 41 und 53 typischen grauen, laminierten Sande. Vielmehr wurden in Piet 10 in vergleichbarer Tiefe zwischen 8,5 und 10 m Tone und tonig-schluffige Ablagerungen erbohrt, aus denen organisches Material auf Alter zwischen 3780 und 4220 calBC datiert wurde, was belegt, dass diese Sedimente bereits gegen Ende der Besiedlung von Mägura Gorgana abgelagert wurden.

Die Sedimentabfolge in Bohrung Piet 41/53 unterscheidet sich damit deutlich von anderen Profilen, indem sie in Tiefen von 8,6 bis mindestens 11 m unter GOF Feinsande aufweist, die im 4. Jahrtausend v. Chr. offenbar in relativ kurzer Zeit abgelagert wurden. Lediglich in Bohrung Piet 118, die ca. 700 m westlich, ebenfalls nahe dem Auenrand abgeteuft wurde, konnten in der gleichen Tiefe die grünlichgrauen laminierten Feinsande mit viel organischem Material erbohrt werden, von denen jedoch noch keine Datierungen vorliegen. In fast allen anderen Bohrungen treten im gleichen Niveau deutlich ältere Stillwasserablagerungen auf.

4.2 Paläoökologische Ergebnisse

Die in den lithologischen Profilen erkennbaren Wechsel des Ablagerungsmilieus, die überwiegend sehr abrupt erfolgen, gehen einher mit Veränderungen der Vegetation, welche sich in den Pollen- und Makrorestspektren widerspiegeln. Während aus Bohrkern Piet 53 entsprechende Analysen vorliegen, wurden an Kern Piet 73 nur an vier ausgewählten Positionen, ober- und unterhalb eines Fazieswechsels, Proben pollenanalytisch untersucht.

Anhand der Pollenanalysen und Makrorestuntersuchungen an Sedimenten aus dem Bohrkern Piet 53 wurden vier Zonen ausgewiesen (Abb. 3; 4). Einige Makroreste sind in Abb. 5 zusammengestellt.

4.2.1 Bohrkern Piet 53

Zone Piet 1 (1090–880 cm): Weichholzaue

Pollen

Lokale und extralokale Vegetation: In der Umgebung ist eine Weichholzaue entwickelt, die u. a. von *Alnus* (Erle, 5–8 %), *Salix* Typ (Weide, 2–3 %), *Vitis vinifera* ssp. *sylvestris* (Wilder Wein), *Humulus* (Hopfen), *Sambucus nigra* (Schwarzer Holunder) und *Thalictrum flavum* Typ (Gelbe Wiesenraute) gebildet wird. Die flussbegleitende Vegetation setzt sich aus Cyperaceae (Sauergräsern), *Butomus umbellatus* (Schwanenblume), *Typha angustifolia* (Rohrkolben) inklusive des Pollentyps *Sparganium emersum* Typ (Igelkolben) zusammen. Das Vorkommen der Pollentypen von Wasserpflanzen, wie *Potamogeton* Typ (Laichkraut) und *Nuphar lutea* (Teichrose), weist auf Perioden mit geringerer fluvialer Aktivität hin. Dungsporen (*Podospora* typ, *Sordaria* Typ) lassen vermuten, dass in der Nähe Tiere weideten.

Regionale Trends: *Quercus* (Eiche, 20 %), *Carpinus* (Hainbuche, 5 %) und *Corylus* (Hasel, 10 %) nehmen den größten Teil der Baumpollen des Laubwaldes ein, *Ulmus* (Ulme) erreicht mit 7 % zu Beginn der Zone die höchsten Werte insgesamt. *Picea* (Fichte) aus höheren Regionen ist in dieser Phase noch mit 10–15 % nachgewiesen. *Fagus* (Buche) ist durchgängig belegt. Kräuter von außerhalb der Aue erreichen durchschnittlich 10 %. Nachweise von Pollen von *Cerealia* (Getreide), *Chenopodiaceae* (Gänsefußgewächse) und *Polygonum aviculare* (Vogel-Knöterich) verweisen auf menschlichen Einfluss in der Umgebung der Auenlandschaft.

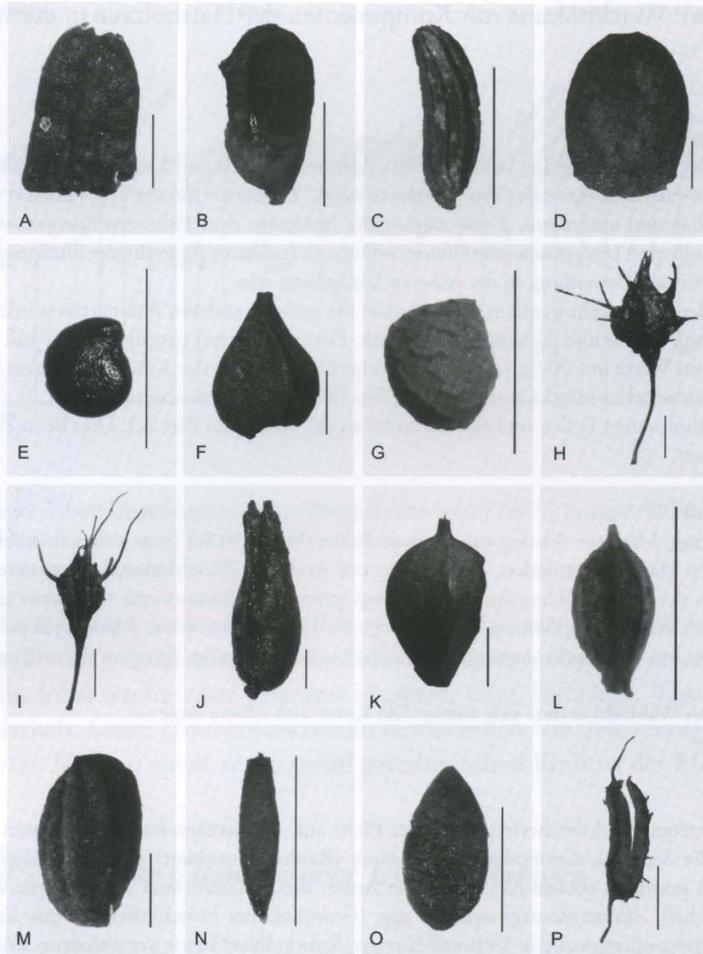


Abb. 5. Pietrele, Bohrkern PIET 53. Pflanzliche Großreste. A *Abies alba*; B *Alisma plantago-aquatica* agg.; C *Butomus umbellatus*; D *Ceratophyllum demersum*; E *Chenopodium rubrum*; F *Polygonum aviculare* agg.; G *Ranunculus aquatilis* agg.; H, I *Rumex maritimus* vel *palustris*; J *Salix* sp.; K *Schoenoplectus lacustris*; L *Cyperus fuscus*; M *Thalictrum flavum*; N *Typha* cf. *angustifolia*; O *Urtica dioica*; P *Zannichellia palustris* agg. Maßstab = 1 mm.
(Fotos: Christoph Herbig)

Die geschlossene Kurve von präholozänen Pollen und Sporen ist ein Hinweis darauf, dass die geschichteten Sande remobilisiertes Material enthalten. Es sind kaum Hinweise auf Feuertätigkeit zu finden, die Kurve der Pflanzenkohlepartikel ist niedrig.

Makroreste

Die Zone Piet 1 ist durch das regelmäßige Vorhandensein von Resten von *Alnus glutinosa* (Schwarz-Erle) und *Salix* sp. (Weide) sowie einem hohen Anteil von pflanzlichem Grobdetritus (Zweigfragmente, Rinde, Blattfragmente, Moose) gekennzeichnet. Dabei markiert das Aussetzen von Weide und Moosresten das Ende der Zone. Außerdem sind einige Nadelfragmente von *Abies alba* (Weißtanne) belegt, bei denen es sich höchstwahrscheinlich um umgelagertes präholozänes Material handelt (vgl. Pollen). Auch das Vorhandensein des Bodenpilzes *Cenococcum geophilum* deutet auf eine Vermischung von alluvialen und limnischen mit terrestrischen Sedimenten hin.

Die Pollen- und Makrorestspektren in Zone Piet 1 zeigen einen lokalen Auwald in der näheren Umgebung sowie eine Ufer/Röhricht- und Wasserpflanzenvegetation, die die Ränder der Rinne säumt. Präholozänes Material sowie der Bodenpilz *Cenococcum geophilum* weisen auf höhere Fließgeschwindigkeit und dynamische Prozesse im Gewässer hin.

Zone Piet 2 (870–650 cm): Weichholzaue mit Komponenten der Hartholzaue in der späteren Phase

Pollen

Subzone Piet 2.1. (870–800 cm)

Lokale und extralokale Vegetation: Der untere Teil von Zone Piet 2 ist immer noch von Elementen der Weichholzaue dominiert (*Alnus*, >8 %), *Salix* Typ, >18 %), *Vitis*, *Humulus/Cannabis* Typ, *Sambucus nigra*, *Thalictrum flavum* Typ). Ebenso wird die Vegetation am Ufer- saum weiter von Cyperaceae, *Butomus umbellatus*, *Typha angustifolia* (inklusive dem Pollentyp *Sparganium emersum* Typ) geprägt. Ein deutlicher Anstieg von Wasserknöterich (*Polygonum amphibium*) könnte als Indikator für geringere Fließgeschwindigkeit gewertet werden. Dungsoren könnten ein Hinweis auf Beweidung in der näheren Umgebung sein.

Regionale Trends: Der Anteil der Fichte geht deutlich zurück, auch die meisten anderen Baumarten werden spärlicher: Pollen von *Carpinus*, *Ostrya* Typ (Hopfenbuche), *Ulmus* und *Corylus* gehen zurück. *Fraxinus* (Esche) tritt nicht mehr auf. Nur *Quercus*, allerdings auch lokal vertreten, erreicht weiterhin Werte um 20 %. Gleichzeitig steigt die Diversität der Kräuter, inklusive der anthropogenen Indikatoren wie *Plantago lanceolata* (Spitzwegerich) und *Centaurea nigra* Typ (Schwarze Flockenblume).

Die geschlossene Kurve der präholozänen Pollen und Sporen endet an der Grenze zu Piet 2.2. Dies ist in Zusammenhang mit der geringeren fluvialen Aktivität zu sehen.

Subzone Piet 2.2. (800–650 cm)

Lokale und extralokale Vegetation: Mit dem Anstieg von *Quercus*-Pollen (bis zu 30 %) ist es wahrscheinlich, dass ein Anteil aus der Aue selbst stammt, von den dortigen Hartholzbeständen. Pollentypen von Arten der Weichholzaue präsentieren weiterhin das Vorkommen dieser Vegetationsformation in der näheren Umgebung. Allerdings gehen die Prozentwerte von *Alnus* und *Salix* sichtbar zurück. Es bildet sich ein Stillwasserbereich mit Wasserpflanzen wie *Potamogeton* Typ, *Nuphar lutea*, *Myriophyllum*, *Nymphaea alba*. Die Ränder des Gewässers werden nach wie vor von *Typha angustifolia* (beinhaltet den Pollentyp *Sparganium emersum* Typ), *Butomus umbellatus*, Cyperaceae u. a. gebildet.

Regionale Trends: Im regionalen Waldbild ändert sich wenig. Die Kurve von *Ulmus* setzt aus.

Makroreste

In der Tiefe von 797–786 cm treten Fruchtkörperfragmente der Eiche auf, der einzigen belegten Baumart in dieser Zone. Wasserpflanzen wie *Nymphaea alba* (Weiße Seerose), *Ceratophyllum demersum* (Rauhes Hornblatt) und *Myriophyllum* sp. (Tausendblatt) sowie *Potamogeton* sp. (Laichkräuter) kommen ebenso häufig vor wie Arten, die an Ufern oder im Röhricht wachsen. Stark vertreten sind *Oenanthe aquatica* (Wasserfenchel), *Alisma plantago-aquatica* agg. (Gewöhnlicher Froschlöffel), *Scirpus lacustris* (Seebinsse), *Ranunculus acris* (Scharfer Hahnenfuß), *Typha* cf. *angustifolia* (Schmalblättriger Rohrkolben) sowie verschiedene Knötericharten (*Polygonum* sp.). Signifikant ist eine durchschnittliche Konzentration von 368 Resten pro 100 ml von *Chenopodium rubrum* (Roter Gänsefuß) bei 687 cm, welcher in Unkrautfluren offener Kiesufer wächst (Oberdorfer 2001, 346). Holzkohlereste, Wasserläuferüberdauerungsstadien, Mollusken und Ostrakoden (Muschelkrebse) liegen stetig vor.

Das regelmäßige Vorhandensein von Wasserläuferüberdauerungsstadien, Ostrakoden, Mollusken und vor allem aber der Pollen und Makroreste von Pflanzen, welche in langsam fließenden Gewässern, in offenen Teichen oder Altwassern vorkommen, sprechen für eine Phase mit geringer Fließgeschwindigkeit, möglicherweise der Entstehung eines Altarmes.

Zone Piet 3 (650–402 cm): schluff- und tonreiche Ablagerung mit korrodiertem Spektrum

Der folgende ton- und schluffreiche Abschnitt zwischen 650–402 cm enthält kaum Pflanzenreste und Pollenkörner. Daher ist keine Interpretation möglich.

Zone Piet 4 (402–233 cm): Auwald/Feuchtwiesen

Makroreste

An Ackerbegleitpflanzen sind *Scleranthus annuus* (Einjähriges Knäuelkraut), *Papaver* sp. (Mohn), *Fumaria officinalis* (Gewöhnlicher Erdrach), *Setaria pumila* (Rote Borstenhirse), *Echinochloa crus-galli* (Hühnerhirse) und verschiedene Gänsefußarten belegt. Gleichzeitig finden sich die Ruderalpflanzen oder Magerrasenarten wie *Euphorbia helioscopia* (Sonnenwend-Wolfsmilch), *Euphorbia exigua* (Kleine Wolfsmilch), *Onopordon acanthium* (Gewöhnliche Eselsdistel), *Chelidonium majus* (Schöllkraut), *Verbena officinalis* (Gewöhnliches Eisenkraut) und *Arenaria serpyllifolia* agg. (Quendel-Sandkraut). Als Trittpflanze ist *Polygonum aviculare* agg. (Vogel-Knöterich) stetig vertreten. Schließlich konnte ein Leinkapselfragment (*Linum usitatissimum*) gefunden werden. Möglicherweise sind auch die Funde von *Urtica dioica* (Große Brennnessel) als Eutrophierungszeiger in Zusammenhang mit menschlichen Aktivitäten zu sehen; sie kommt aber auch natürlich in Auenwäldern und an Waldsäumen vor (Oberdorfer 2001, 321). Auffällig ist, dass makroskopische Holzkohlefragmente und Sklerotien von *Cenococcum geophilum* in den Proben selten waren.

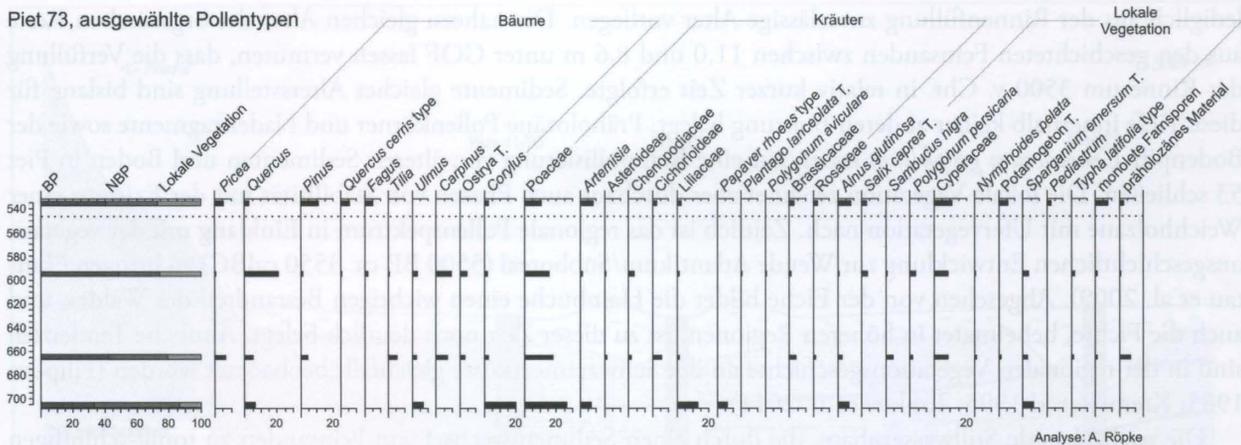


Abb. 6. Übersichtsdiagramm zur Prospektion von Piet 73 (ausgewählte Taxa).

Die Beschreibung dieser Zone beruht vornehmlich auf den Makroresten, da sie nur mit zwei Pollenproben repräsentiert ist, die aber ähnliche Tendenzen wie die Makrorestuntersuchungen erkennen lassen. Die Spektren zeigen eine Mischung aus lokal wachsenden Pflanzen (Auwald, Ufer, Röhricht, Wasserpflanzen) und Pflanzen außerhalb der Auenlandschaft. Diese Zone unterscheidet sich deutlich von den vorangegangenen. Die steigende Anzahl synanthroper Arten lässt auf einen zunehmend gestalterischen Einfluss des Menschen in der Auenlandschaft schließen.

4.2.2 Bohrkern Piet 73 – Erste palynologische Untersuchungen

Die aus Bohrkern Piet 73 entnommenen Proben stammen zum einen aus tonigen bzw. tonig-schluffigen Stillwassersedimenten (73-B bis 73-D) und zum anderen aus den darüber liegenden fluvialen Ablagerungen (73-A), die Alter aus dem 14. bis 16. Jahrhundert AD aufweisen (vgl. Abb. 2). Die für Kern Piet 73 vorliegenden ersten Ergebnisse der palynologischen Untersuchungen sind in Abb. 6 zusammengestellt.

Die unterste Probe enthält noch *Corylus*-Werte von 20 % sowie vergleichsweise hohe *Ulmus*- und *Tilia*-Werte (6–7 %). Danach geht *Ulmus* und *Corylus* zurück, und *Carpinus* steigt an. Ein deutlicher Bruch ist zur obersten Probe (535 cm) zu verzeichnen. *Fagus* steigt an, *Tilia* und *Carpinus* gehen deutlich zurück, und *Ulmus* ist nicht mehr nachgewiesen. Zusammen mit der gleichzeitig auftretenden Schichtgrenze von schluffigem Ton zu schluffigem Feinsand bei 5,5 m ist von einem Hiatus zeitlich größeren Umfangs auszugehen. Die Ergebnisse der palynologischen Untersuchungen an Kern Piet 73 deuten an, dass es sich bei der Stillwasserfazies (73-B bis 73-A) aus dem mittleren Holozän handelt. Leider fehlen verwertbare AMS-¹⁴C-Datierungen für diesen Bereich.

5 Diskussion

Im Vergleich zu anderen Auenstandorten wurde in Bohrung Piet 53 offenbar eine Sondersituation angetroffen, die es ermöglicht, die Entwicklung dieses tellnahen Bereichs am Rande der Aue im Spiegel der Fluss- und Landschaftsgeschichte genauer zu erfassen. Hierfür werden nun die oben beschriebenen Ergebnisse der Einzeldisziplinen zusammengeführt und in einem größeren Kontext diskutiert. Grundlage für die nachfolgenden Überlegungen ist das schematische Profil in Abb. 7.

Die ¹⁴C-Altersbestimmungen und der Vergleich mit anderen Bohrungen lässt vermuten, dass an der Lokalität von Piet 41/53 eine Rinne existierte, die in eine ältere Stillwasserfazies, wie sie in Piet 10 und zahlreichen anderen Bohrungen angetroffen wurde (s. Abb. 2), eingetieft war. Ihre Erstreckung nach Westen wird durch die Befunde in Kern Piet 118 belegt, während die östliche Fortsetzung bislang nicht nachgewiesen werden konnte. Ob dieses Gerinne bereits zur Zeit der Besiedlung des Tells im 5. Jahrtausend v. Chr. existierte ist unklar, da

lediglich aus der Rinnenfüllung zuverlässige Alter vorliegen. Die nahezu gleichen Alter der organischen Reste aus den geschichteten Feinsanden zwischen 11,0 und 8,6 m unter GOF lassen vermuten, dass die Verfüllung der Rinne um 3500 v. Chr. in relativ kurzer Zeit erfolgte. Sedimente gleicher Altersstellung sind bislang für diese Tiefe innerhalb keiner anderen Bohrung belegt. Präholozäne Pollenkörner und Nadelfragmente sowie der Bodenpilz *Cenococcum geophilum* lassen auf eine Remobilisierung von älteren Sedimenten und Boden in Piet 53 schließen. Die lokale Vegetation zeichnet aber durchaus auch Phasen von Stabilität mit der Existenz einer Weichholzaue mit Ufervegetation nach. Zeitlich ist das regionale Pollenspektrum in Einklang mit der vegetationsgeschichtlichen Entwicklung zur Wende Atlantikum/Subboreal (5500 BP, ca. 3550 calBC) zu bringen (Tantau et al. 2009). *Abgesehen von der Eiche bildet die Hainbuche einen wichtigen Bestandteil des Waldes, und auch die Fichte, beheimatet in höheren Regionen, ist zu dieser Zeit noch deutlich belegt.* Ähnliche Tendenzen sind in der regionalen Vegetationsgeschichte an der Schwarzmeerküste gleichfalls beobachtet worden (Filipova 1985; Kremenetski 1995; Tonkov et al. 2011).

Die nachfolgende Stillwasserphase, die durch einen Sedimentwechsel von Feinsanden zu tonig-schluffigen Ablagerungen gekennzeichnet ist, konnte im gesamten Auenbereich nachgewiesen werden. Sie beginnt im 4. Jahrtausend v. Chr. und setzt sich im 3. Jahrtausend v. Chr. fort, gegen dessen Ende es zur Ausbildung einer dunklen Lage (DL II) kam. Für diese wurde in Piet 41 und Piet 10 ein nahezu identisches Alter ermittelt. Innerhalb der Stillwasserfazies nehmen Schwimmblattgesellschaften die Wasserfläche des stehenden oder langsam fließenden Gewässers ein. Die Ränder werden von Röhrichtgesellschaften gesäumt. Weiteres Zeichen geringerer Strömungsgeschwindigkeit, Überschwemmungsdauer und der Entstehung von wechselfeuchten Standorten ist die Ausbildung einer Weich- und Hartholzaue, wobei die Elemente der Weichholzaue nur im Pollenbild sichtbar sind und somit auf eine extralokale Verbreitung zu schließen ist. Regional ist der deutliche Rückgang von Fichte aus höheren Lagen zu beobachten. Ebenso nimmt die Hainbuche ab, ohne jedoch mit der Ablösung der Buche verbunden zu sein, wie die Untersuchungen am Südrand der Karpaten zeigen (Tantau et al. 2009). Dieser markante Wechsel ist in Srebarna, 60 km entfernt auf bulgarischer Seite, ebenfalls nicht vorhanden (Lazarova/Bozilova 2001). Am Schwarzen Meer (Kaliakra-Region) nehmen Hainbuche und Buche in dieser Epoche zu (Filipova 1985), ebenfalls ein Hinweis darauf, dass es sich nicht um eine einheitliche Entwicklung handeln muss. Die Zunahme der Eiche im Pollendiagramm ist zusammen mit dem Makrorestnachweis als lokale Ausbildung einer Hartholzaue zu werten. Sedimentologisch setzt sich die Stillwasserfazies bis in 400 cm unter GOF fort, paläoökologisch ist jedoch ein Bruch bei 650 cm unter GOF festzustellen. Obwohl in diesem Abschnitt zwischen 650 und 400 cm Tiefe bis auf wenige Sandlagen, die als Eintrag vom nahegelegenen Talhang gewertet werden können, tonig-schluffige Ablagerungen vorherrschen, sind kaum Makroreste belegt, und die Zusammensetzung des Pollenspektrums deutet auf starke Korrosion hin. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass das Stillgewässer in dieser Phase periodisch ausgetrocknet war.

Der erneute Wechsel zurück zu einer sandreicheren Fazies (4,0–2,0 m unter GOF) geht einher mit einer veränderten Auenlandschaft, nämlich einem Mosaik aus Feuchtwiesen und Auenwald. Deutlich zeigen die Makroreste nun den zunehmenden menschlichen Einfluss an. Aufgrund fehlender ¹⁴C-Datierungen und Pollenanalysen lässt sich dieser Abschnitt zeitlich nicht exakt einordnen. Er entspricht vermutlich der fluvialen Fazies, die in Piet 73 als mittelalterlich bis neuzeitlich ausgewiesen wurde und ebenfalls in allen Teilen des Untersuchungsgebietes angetroffen wird. Während die Altersstellung dieses obersten Abschnitts in Piet 73 durch Datierungen gut belegt ist, fehlen Altersbestimmungen aus den Stillwassersedimenten darunter, die nach oben hin durch eine Diskordanz scharf begrenzt sind, an der Basis eine dunkle Lage, vermutlich DL I, aufweisen und von der olivbraunen Sandfazies unterlagert werden. Allerdings liegen für diesen Abschnitt zwischen 7,4 und 5,5 m Pollenanalysen vor, die in begrenztem Umfang eine zeitliche Einordnung gestatten. Den ersten Ergebnissen zufolge stammt diese Ablagerung aus dem mittleren Holozän. Biostratigraphisch lässt sich der unterste Bereich dieser Ablagerung anhand der hohen Hasel- und Ulmen-Werte und kaum Hainbuche zwischen 5000 und 4000 v. Chr. einordnen (Tantau et al. 2009) und würde somit die Phase der Tellbesiedlung fassen. Die unteren Bereiche der Stillwasserfazies sind damit älter als die Rinnenverfüllung von Piet 53, während die oberen Bereiche jünger oder gleich alt sein müssen. Ob innerhalb der Stillwasserfazies ein Hiatus vorhanden ist, lässt sich derzeit noch nicht sagen. Zumindest wird jedoch deutlich, dass die sehr dunklen Ablagerungen, durch welche die Stillwassersedimente gegliedert werden, in unterschiedlichen Phasen gebildet wurden. Während der jüngsten Phase, die zur Ablagerung der obersten fluvialen Fazies führte, wurden an mehreren Lokalitäten ältere

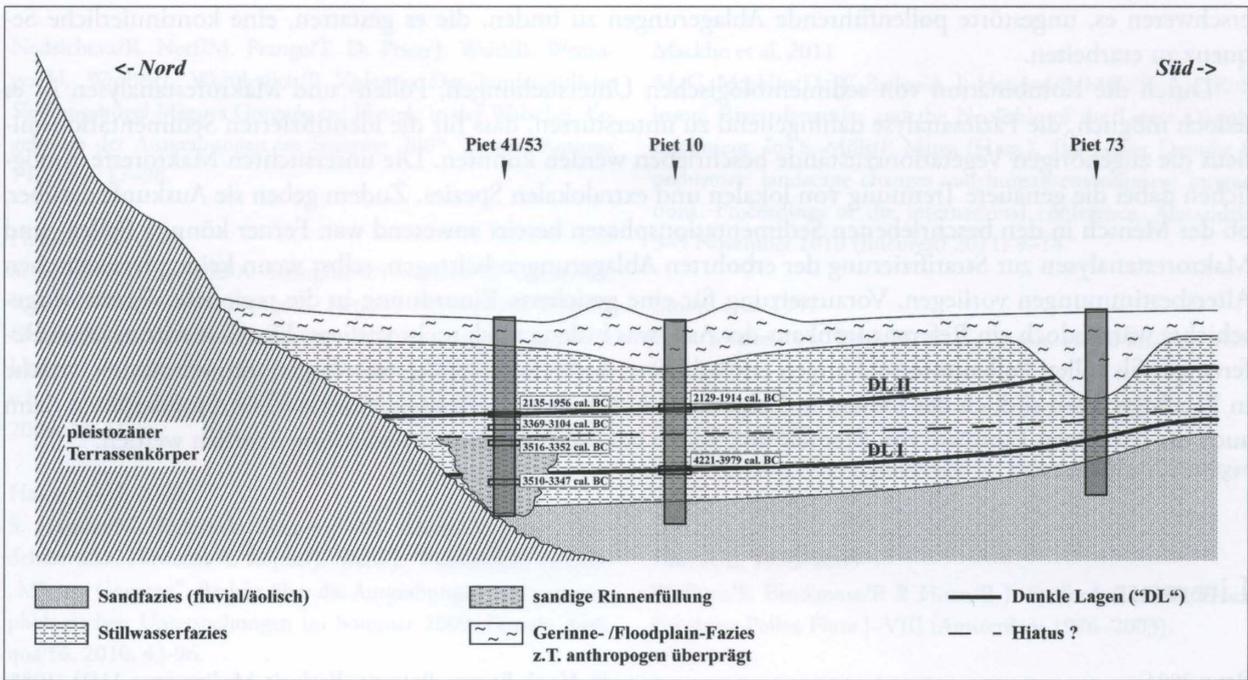


Abb. 7. Schematische Profilskizze zur Veranschaulichung der anhand sedimentologischer und paläobotanischer Analysen rekonstruierten Auenentwicklung (Synthese).

Sedimente vermutlich erodiert. Den Übergang zu den jungen fluvialen Sedimenten markiert ein Hiatus, der nicht nur in den ^{14}C -Altern, sondern auch in dem Pollenspektrum von 73-A zum Ausdruck kommt. Buche nimmt deutlich zu, während andere Laubgehölze, wie Hainbuche und Ulme, stark zurückgehen.

6 Schlussfolgerungen

Gestützt auf mehr als 120 Bohrungen im Untersuchungsgebiet an der unteren Donau sowie die multidisziplinäre Auswertung der vorgestellten Kerne Piet 53 und Piet 73, kann für die holozäne sedimentologische Entwicklung der Donauaue im Umfeld des Siedlungshügels Mägura Gorgana folgendes hypothetisches Bild skizziert werden (s. Abb. 7):

Auf den olivbraunen Sanden kam es im mittleren Holozän während der kupferzeitlichen Besiedlung von Mägura Gorgana zur Ablagerung von Stillwassersedimenten und der Ausbildung der untersten grauschwarzen Lage (DL I). Ein Gerinne am nördlichen Rand der Aue in unmittelbarer Tellnähe existierte zeitgleich oder schnitt sich nach Aufgabe des Tells im 4. Jahrtausend in die älteren Stillwassersedimente ein. Der raschen Verfüllung der Rinne noch im selben Jahrtausend mit Feinsanden folgte eine jüngere Stillwasserphase, die sich im Untersuchungsgebiet weiträumig erfassen lässt und die ebenfalls durch Ausbildung eines schwarzgrauen Horizontes (DL II) gekennzeichnet ist. Diese jüngeren Stillwassersedimente lassen sich zeitlich an das Ende des 3. Jahrtausends v. Chr. stellen, sind pollenanalytisch allerdings nicht fassbar. Teilweise wurden sie später erodiert und von fluvialen Sedimenten, die für die jüngste Auenentwicklung kennzeichnend sind und deutlichen anthropogenen Einfluss im Pollenspektrum erkennen lassen, überdeckt.

Die multidisziplinäre Auswertung der Bohrungen zeigt deutlich die Komplexität des Sedimentaufbaus in einem fluvialen Milieu, der durch Hiaten und Erosionsdiskordanzen gekennzeichnet ist. Dies und die vor allem anthropogen induzierten Grundwasserschwankungen sowie die gegebenen kontinentalen Klimabedingungen

erschweren es, ungestörte pollenführende Ablagerungen zu finden, die es gestatten, eine kontinuierliche Sequenz zu erarbeiten.

Durch die Kombination von sedimentologischen Untersuchungen, Pollen- und Makrorestanalysen ist es jedoch möglich, die Faziesanalyse dahingehend zu unterstützen, dass für die identifizierten Sedimentationsmilieus die zugehörigen Vegetationszustände beschrieben werden konnten. Die untersuchten Makroreste ermöglichen dabei die genauere Trennung von lokalen und extralokalen Spezies. Zudem geben sie Auskunft darüber, ob der Mensch in den beschriebenen Sedimentationsphasen bereits anwesend war. Ferner können Pollen- und Makrorestanalysen zur Stratifizierung der erbohrten Ablagerungen beitragen, selbst wenn keine physikalischen Altersbestimmungen vorliegen. Voraussetzung für eine gesicherte Einordnung in die regionale Vegetationsgeschichte wäre jedoch ein Referenzprofil aus der Aue, was bislang noch nicht vorliegt. Die Erarbeitung eines Referenzprofils sollen Pollenuntersuchungen ermöglichen, die an Sedimentkernen vorgenommen werden, welche in Feuchtgebieten südlich der Donau in Bulgarien erbohrt wurden. Anhand eines solchen Profils sollten dann auch die jeweiligen Einflüsse von Mensch und Klima auf die Vegetationsentwicklung deutlich werden.

Literatur

Beug 2004

Beug, H.-J., Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete (München 2004).

Birks/Gordon 1985

H. J. B. Birks/A. D. Gordon, Numerical methods in Quaternary pollen analysis (London 1985).

Bohn et al. 2000/2003

U. Bohn/G. Gollub/C. Hettwer/Z. Neuheuslova/H. Schlüter/H. Weber, Map of the natural vegetation of Europe. Scale 1:2.500.000, Parts 1, 2 and 3 (Bonn 2000/2003).

Bojňanský/ Fargašová 2007

V. Bojňanský/A. Fargašová, Atlas of seeds and fruits of Central and East-European Flora (Dordrecht 2007).

Cappers et al. 2006

R. T. J. Cappers/R. M. Bekker/J. E. A. Jans, Digitale zadenatlas van Nederland. Groningen Archaeological Studies 4 (Groningen 2006).

Chester/Raine 2001

P. Chester/J. I. Raine, Pollen and spore keys for Quaternary deposits in the northern Pindos Mountains, Greece. Grana 40, 2001, 299–387.

Comitetul de Stat de Geologiei Institutul Geologic 1964

Comitetul de Stat de Geologiei Institutul Geologic, Harta Solurilor L-35-XXXIII-Bucuresti (M. 1:200.000) (Bucuresti 1964).

Faegri/Iversen 1989

K. Faegri/J. Iversen, Textbook of pollen analysis (Chichester 1989).

Filipova 1985

M. Filipova, Palaeoecological investigation of lake Shabla-Ezeretz

in North-Eastern Bulgaria. *Ecologia Mediterranea* 11(1), 1985, 147–158.

Van Geel et al. (2003)

Van Geel, B. Buurman, J., Brinkkemper, O., Schelvis, J., Aptroot, A., van Reenen, G. Hakbijl, T. (2003): Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science* 30: 873–883.

Giosan et al. 2006

L. Giosan/J. P. Donnelly/E. Vespremeanu/S. Constantinescu/F. Filip/I. Ovejanu/A. Vespremeanu-Stroe/G. A. T. Duller, Young Danube Delta documents stable Black Sea Level since Middle Holocene: Morphodynamic, paleogeographic, and archaeological implications. *Geology* 34(9), 2006, 757–760.

Grimm 2003

E. Grimm, TILIA and TILIAGRAPH (Springfield 2003).

Hansen et al. 2004

S. Hansen/A. Dragoman/N. Benecke/J. Görsdorf/F. Klimscha/S. Oanță-Marghitu/A. Reingruber, Bericht über die Ausgrabungen in der kupferzeitlichen Tellsiedlung Măgura Gorgana bei Pietrele in Muntenien/Rumänien im Jahre 2002. *Eurasia Antiqua* 10, 2004, 1–53.

Hansen et al. 2006

S. Hansen/A. Dragoman/A. Reingruber/N. Benecke/I. Gatsov/T. Hoppe/F. Klimscha/P. Nedelcheva/B. Song/J. Wahl/J. Wunderlich, Pietrele – Eine kupferzeitliche Siedlung an der Unteren Donau. Bericht über die Ausgrabung im Sommer 2005. *Eurasia Antiqua* 12, 2006, 1–62.

Hansen et al. 2008

S. Hansen/M. Toderas/A. Reingruber/I. Gatsov/F. Klimscha/P.

- Nedelcheva/R. Neef/M. Prange/T. D. Price/J. Wahl/B. Weninger/H. Wrobel/J. Wunderlich/P. Zidarov, Der kupferzeitliche Siedlungshügel Mägura Gorgana bei Pietrele in der Walachei. Ergebnisse der Ausgrabungen im Sommer 2007. *Eurasia Antiqua* 14, 2008, 17–98.
- Hansen et al. 2009
S. Hansen/M. Toderas/A. Reingruber/N. Becker/I. Gatsov/M. Kay/P. Nedelcheva/M. Prange/A. Röpke/J. Wunderlich, Pietrele: Der kupferzeitliche Siedlungshügel „Mägura Gorgana“ und sein Umfeld. Bericht über die Ausgrabungen und geomorphologischen Untersuchungen im Sommer 2008. *Eurasia Antiqua* 15, 2009, 15–66.
- Hansen et al. 2010
S. Hansen/M. Toderas/A. Reingruber/I. Gatsov/M. Kay/P. Nedelcheva/D. Nowacki/A. Röpke/J. Wahl/J. Wunderlich, Pietrele, „Mägura Gorgana“. Bericht über die Ausgrabungen und geomorphologischen Untersuchungen im Sommer 2009. *Eurasia Antiqua* 16, 2010, 43–96.
- Howard et al. 2004
A. J. Howard/M. V. Macklin/D. W. Bailey/S. Mills/R. Andreescu, Late Glacial and Holocene river development in the Teleorman Valley on the southern Romanian Plain. *Journal of Quaternary Science* 19(3), 2004, 271–280.
- Institutul de Geologie si Geografie al Academiei Republicii Socialiste Romania 1969
Institutul de Geologie si Geografie al Academiei Republicii Socialiste Romania, Geografia Vaii Dunarii Romanesti; Anexa de Harti (Bucuresti 1969).
- Kremenetski 1995
K. Kremenetski, Holocene vegetation and climate history of southwestern Ukraine. *Review of Palaeobotany and Palynology* 85, 1995, 289–330.
- Lazarova/Bozilova 2001
M. Lazarova/E. Bozilova, Studies on the Holocene history of vegetation in the region of lake Srebarna (northeast Bulgaria). *Vegetation History and Archaeobotany* 10, 2001, 87–95.
- Mavrocordat 1971
G. Mavrocordat, Die Böden Rumäniens. Giessener Abhandlungen zur Agrar- und Wirtschaftsforschung des Europäischen Ostens (Berlin 1971).
- MacDonald et al. 1991
G. M. MacDonald/C. P. S. Larsen/J. M. Szeicz/K. A. Moser, The reconstruction of a boreal forest fire history from lake sediments: A comparison of charcoal, pollen, sedimentological and geochemical indices. *Quaternary Science Reviews* 10, 1991, 53–71.
- Macklin et al. 2011
M. G. Macklin/D. W. Bailey/A. J. Howard/S. Mills/R. A. J. Robinson, River dynamics and the Neolithic of the Lower Danube catchment. In: S. Mills/P. Mirea (Hrsg.), *The Lower Danube in prehistory: landscape changes and human-environment interactions*. Proceedings of the international conference, Alexandria, 3–5 November 2010 (București 2011) 9–14.
- Moore et al. 1991
P. D. Moore/J. A. Webb/M. E. Collinson, *Pollen analysis*² (Oxford 1991).
- Oberdorfer 2001
E. Oberdorfer, *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*⁸ (Stuttgart 2001).
- Punt et al. 1976–2003
W. Punt/S. Blackmore/P. P. Hoen/P. J. Stafford, *The Northwest European Pollen Flora I–VIII* (Amsterdam 1976–2003).
- Reille 1992
M. Reille, *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord* (Marseille 1992).
- Reille 1998
M. Reille, *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du nord – supplément 2* (Marseille 1998).
- Stockmarr 1971
J. Stockmarr, Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores* 13, 1971, 615–621.
- Tantau et al. 2009
I. Tantau/M. Reille/J. L. Beaulieu/S. Farcas/S. Brewer, Holocene vegetation history in Romanian Subcarpathians. *Quaternary Research* 72, 2009, 164–173.
- Tinner/Hu 2003
W. Tinner/F. S. Hu, Size parameters, size-class distribution and area–number relationship of microscopic charcoal: relevance for fire reconstruction. *The Holocene* 13, 2003, 499–505.
- Tomescu 2000
A.M.F. Tomescu, Evaluation of Holocene pollen records from the Romanian Plain. *Review of Palaeobotany and Palynology* 109, 2000, 219–233.
- Tonkov et al. 2011
S. Tonkov/H.-J. Beug/E. Bozilova/M. Filipova-Marinova/H. Jungner, Palaeoecological studies at the Kaliakra area, northeastern Bulgarian Black Sea coast: 6000 years of natural and anthropogenic change. *Vegetation History and Archaeobotany* 20(1), 2011, 29–40.

Whitlock/Larsen 2001

C. Whitlock/C. Larsen, Charcoal as a fire proxy. In: J. P. Smol/H. J. B. Birks/W. M. Last (Hrsg.), Tracking environmental change using lake sediments, vol. 3: Terrestrial, Algal, and Siliceous Indicators (Dordrecht 2001) 75–97.

Yanko-Hombach et al. 2007

V. Yanko-Hombach/A. S. Gilbert/N. Panin/P. M. Dolukhano (Hrsg.), The Black Sea flood question. Changes in coastline, climate and human settlement (Dordrecht 2007).

Jürgen Wunderlich

Dirk Nowacki

Institut für Physische Geographie, Campus Riedberg

Goethe-Universität

Altenhöferallee 1

60438 Frankfurt am Main

j.wunderlich@em.uni-frankfurt.de

nowacki@em.uni-frankfurt.de

Elena Marinova

Center for Archaeological Sciences

Katholieke Universiteit Leuven

Celestijnenlaan 200E, bus 2408

B-3001 Leuven

elena.marinova@bio.kuleuven.be

Astrid Röpke

Christoph Herbig

Institut für Archäologische Wissenschaften

Abt. Vor- und Frühgeschichte

Goethe-Universität

Grüneburgplatz 1

60323 Frankfurt am Main

a.roepke@em.uni-frankfurt.de

c.herbig@em.uni-frankfurt.de