

Dynamik von Flusslandschaften seit dem Spätglazial – mit Beispielen aus dem bayerischen Alpenvorland

– Arne Friedmann, Augsburg, Philipp Stojakowits, Augsburg, &
Michael Peters, Augsburg/München –

Abstract

The vegetation and morphodynamics of the river valley development in the German Alps' foreland is presented. By means of pollen analysis, embedded trees, terrace stratigraphy, and river channel analysis a detailed reconstruction of the dynamic river landscapes since the Late Glacial is possible. Special emphasis is put on floodplain forest development, alluvial sedimentation, and human impact on river dynamics. Also, the historic and modern interferences on river channels are discussed and recent conservation and restoration efforts are highlighted.

Rivers and river valley landscapes are dynamic ecosystems underlying continuous changes since Late Glacial times. The rivers of the Alps' foreland developed since the Late Glacial from braided rivers to naturally meandering rivers in the Holocene. Main causes of their dynamic behavior are rooted until Atlantic times around 6000 cal. BP in natural processes like changes in climate, tectonics and sea level. With increasing human impact from the Neolithic Age onwards, mankind became the main direct or indirect driver of river valley environmental change.

The alluvial vegetation developed from simply structured pine-rich floodplain forests from the Late Glacial until Boreal times to more differentiated alder- and oak-elm-rich riparian forests in Atlantic times. Thereafter, sustained alluvial sedimentation resulting from increased anthropogenic impact altered the vegetation dynamics lastingly.

1. Einführung

Aus den Flusstälern des bayerischen Alpenvorlandes liegt eine Reihe an pollenanalytischen Untersuchungen vor (z.B. JERZ & PETERS 2002, KNIPPING 2005, LANGER 1961, PETERS 2002, PETERS & PETERS 2011, SCHMEIDL 1962, STOJAKOWITS & FRIEDMANN 2015, 2018), die in Verbindung mit den zahlreich gefundenen Baumstämmen aus Flussablagerungen (z.B. BECKER 1982, BECKER et al. 1994, SCHELLMANN et al. 1994) und den Befunden zur Terrassenstratigraphie sowie zugehörigen Flussgrundrisstypen (z.B. FELDMANN & SCHELLMANN 1994, SCHELLMANN 1990, 2010) eine detaillierte Rekonstruktion der Vegetations- und Morphodynamik dieser Flusslandschaften ermöglichen (Abb. 1). Dabei soll auch die menschliche Einflussnahme auf die Flussauen diskutiert werden, welche im 20. Jahrhundert durch die vorangetriebenen Flussbaumaßnahmen (v.a. Begradigung, Eindeichung und Staustufenbau) eine ungeahnte Dimension zerstörerischer Umgestaltung

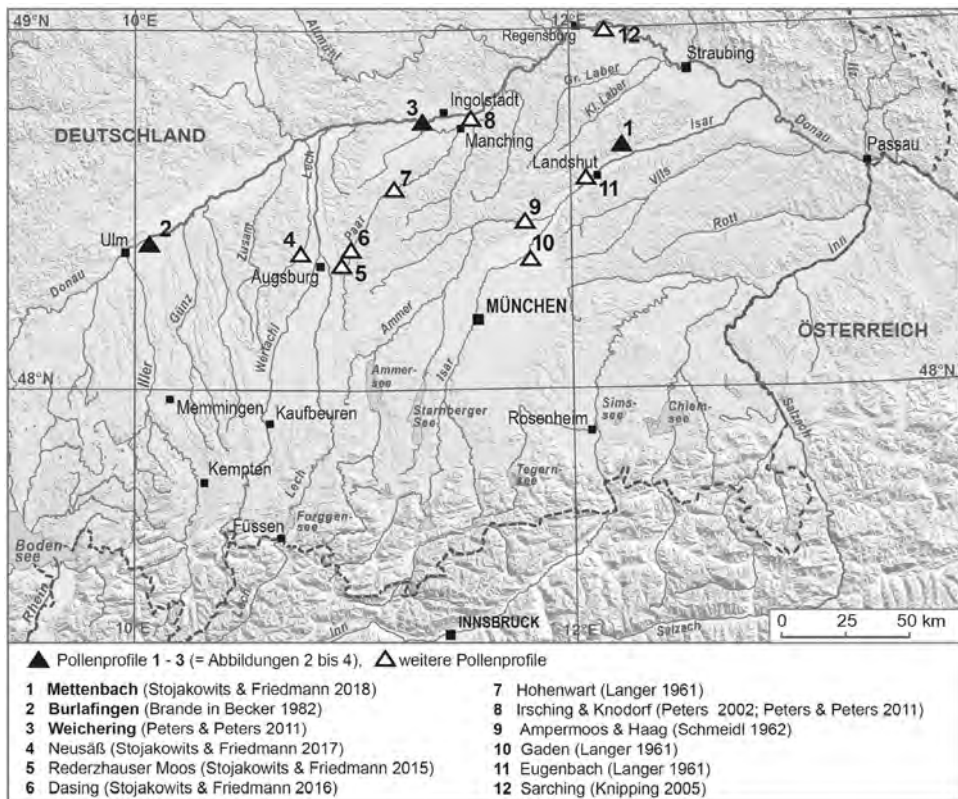


Abb. 1: Das süddeutsche Alpenvorland mit den im Text erwähnten pollenanalytischen Arbeiten.

erreichte (GLAESER & VOLK 2009). Im Text aufgeführte Radiokarbondatierungen älteren Datums wurden mit IntCal13 (REIMER et al. 2013) nachkalibriert.

2. Alpenvorland – Naturräumlicher Überblick

Das bayerische Alpenvorland lässt sich landschaftlich in die Naturraum-Haupteinheiten Donau-Iller-Lech-Platte, Unterbayerisches Hügelland mit Isar-Inn-Schotterplatten und das Voralpine Moor- und Hügelland gliedern (MEYNEN & SCHMITHÜSEN 1962, HABBE 2002). Letzteres wird hier nicht weiter thematisiert. Das Gewässernetz (BLfW 2003) des westlichen Alpenvorlandes ist auffallend parallel aufgebaut und die Flüsse fließen, durch die Schotterplatten getrennt, der Donau zu. Das Gewässernetz des östlichen Alpenvorlandes durchschneidet das Tertiärhügelland und entwässert in nordöstliche Richtung zur Donau.

Das Donautal besteht aus ebenen quartären Schotterterrassen, die neben der Aue und Niederterrasse vor allem die lößbedeckten Hochterrassen („Gäuboden“ in Niederbayern) mit Parabraunerden aufweisen. Das Tertiärhügelland ist ein Hügelland aus Tertiär-Abtragungsschutt der Alpen (Molasse) und Quartär-Schottern und wird von größeren und

kleineren Kerb- und Kerbsohlentäler durchzogen (z.B. Paar, Ilm, Laaber, Isar, Vils, Rott). Es trägt großflächig eine Löß(lehm)auflage, wobei Parabraunerden und Braunerden vorherrschen. In den Flusstälern dominieren Auenböden. Ebene und terrassierte quartäre Schotterkörper sowie aufragende Molasserücken, die von geschiebereichen Flüssen (u.a. Iller, Wertach, Lech, Isar, Alz, Inn) durchschnitten werden, prägen die Iller-Lech- und Isar-Inn-Schotterplatten. Die Niederterrassen erstrecken sich in Höhen von 350–750 m ü. NN und erreichen Mächtigkeiten von bis zu 35 m (BLfW 2003). Die Hochterrassen sind teilweise lößüberdeckt und im Norden von Parabraunerden, ansonsten von Braunerden eingenommen. Die Niederterrassen und jüngere Schotterfelder wie die Münchner Schotterebene sind lößfrei. Die ältere Terrassenlandschaft (Hochterrassen- und fest verbackene Deckenschotter) weist teils eine Lößbedeckung auf und wird von Mulden- und Sohlentälern durchzogen. Gemeinsam ist diesen Landschaften, dass sie außerhalb des Einflussbereiches der quartären Vereisungen liegen und während der Kaltzeiten durch periglaziale und fluvioglaziale Formung gestaltet wurden (HABBE 2002).

3. Morphodynamik und Auenvegetation

3.1. Spätglazial

Die großen, der Donau tributären Alpenvorlandflüsse (z.B. Isar und Lech) wiesen während der Ältesten Dryas in den breit angelegten Talabschnitten einen verwilderten, in viele Einzelarme aufgespaltenen Lauftyp („braided river“) auf (z.B. FELDMANN & SCHELLMANN 1994, SCHELLMANN 1990). Gleiches gilt für die Donau selbst (z.B. SCHELLMANN 1990). Im Ingolstädter Becken herrschte sogar bis zum Beginn des Holozäns ein verzweigtes Donau-Flusssystem vor (JERZ & PETERS 2002), im Lechtal bei Augsburg oder im Isartal nördlich Wolfratshausen bis zu den Flussbaumaßnahmen der späten Neuzeit.

Ab dem Allerød-Interstadial etablierte sich zusehends der Kiefernauwaldtyp, wie aus ¹⁴C-Datierungen von Kiefernholz vom Donau- und Isarlauf hervorgeht (BECKER et al. 1994). Beigemischt waren *Betula* und auch *Populus*. Unter den Sträuchern war *Salix* in der Aue weit verbreitet. Ferner kamen *Hippophaë* und *Juniperus* (auf Brennenstandorten und im Unterwuchs der Kiefernwälder) vor.

Die allgemein bekannte schwache Auflichtung der Kiefernwälder infolge des Kälterückschlags der Jüngeren Dryas äußerte sich gleichfalls in der Aue (z.B. SCHMEIDL 1962). Akzentuierend erschwerte eine Phase gesteigerter Flussaktivität das Baumwachstum. Als Hauptbildungszeitraum für die Bildung der Niederterrassenstufe NT3 im Isartal ist die Jüngere Dryas zu veranschlagen (SCHELLMANN et al. 1994). Neuere Untersuchungen aus dem Donautal verweisen auf eine von der Ältesten Dryas (ab ca. 17000 cal. BP) bis in die ausgehende Jüngere Dryas andauernde Bildungszeit der NT3 (SCHELLMANN 2010). Sowohl im Isar- als auch im Donautal kam es zu einer erneuten Flusslaufverwilderung (SCHELLMANN 1990, 2010). Zuvor war schon in einer Frühphase der Ältesten Dryas die Niederterrassenstufe NT2 aufgeschüttet worden. In kleineren Flusstälern wie dem Schmuttertäl findet die NT3 z.T. ihr Äquivalent in der jüngeren Niederterrasse (z.B. SCHELLMANN 2016). Auf der NT3 wuchsen ab dem Holozän vermehrt Niedermoore auf.

3.2 Alt- und Mittelholozän

Mit Beginn des Holozäns fand ein flussspezifischer Wechsel in der Donau und im unteren Isarlauf zum mäandrierenden Typ mit lateraler Umlagerung statt (JERZ & PETERS 2002, SCHELLMANN 1990). Im Präboreal herrschten weiterhin schütterere Kiefernauwälder vor. Die während des Präboreals und Boreals gebildete Terrassenstufe H1 kennzeichnet im unteren Isartal mit einer großen Zahl an eingebetteten Kiefernstämmen eine Umlagerungsperiode mit gesteigerter Flusslaufverlegung (SCHELLMANN et al. 1994). Gleichzeitig kam es im Donautal bei Ingolstadt kaum zu Flussarmverlagerungen und fluvialen Auflandungen. Nur wenige Terrassen sind noch erhalten (JERZ 1998; JERZ & PETERS 2002). Entlang der kleineren Flüsse wie der Schmutter umgrenzten vermutlich galerieartige Waldbestände, vornehmlich aus *Salix* und *Populus* aufgebaut, den periodischen Überschwemmungsbereich (z.B. STOJAKOWITS & FRIEDMANN 2017). Erste azonale Vorkommen von *Alnus incana* könnten noch in das ausgehende Präboreal fallen (z.B. STOJAKOWITS & FRIEDMANN 2018).

Im Boreal wurde *Pinus sylvestris* zusehends auf Sonderstandorte zurückgedrängt. Ein Fortbestehen von Kiefernwaldökosystemen im Boreal und Atlantikum in der flussfernen Aue ist durch zahlreiche Stammfunde aus den Tälern von Donau und Isar sowie einem Einzelfund aus dem Illertal (BECKER et al. 1994) und jüngst auch aus dem unteren Lechtal (SCHIELEIN 2012, SCHELLMANN & SCHIELEIN 2016) belegt. Dies zeigen ebenso Pollenanalysen aus dem Lechtal bei Augsburg (STOJAKOWITS & FRIEDMANN 2015) und dem Isartal östlich Landshut (Abb. 2, STOJAKOWITS & FRIEDMANN 2018) an. Aus dem Iller-Schwemmkessel stammen ferner Kiefernholzfunde subborealer Zeitstellung (GRAUL & GROSCHOPE 1952). Die ältesten, bei BECKER (1982) verzeichneten auenbürtigen Eichenstämme stam-

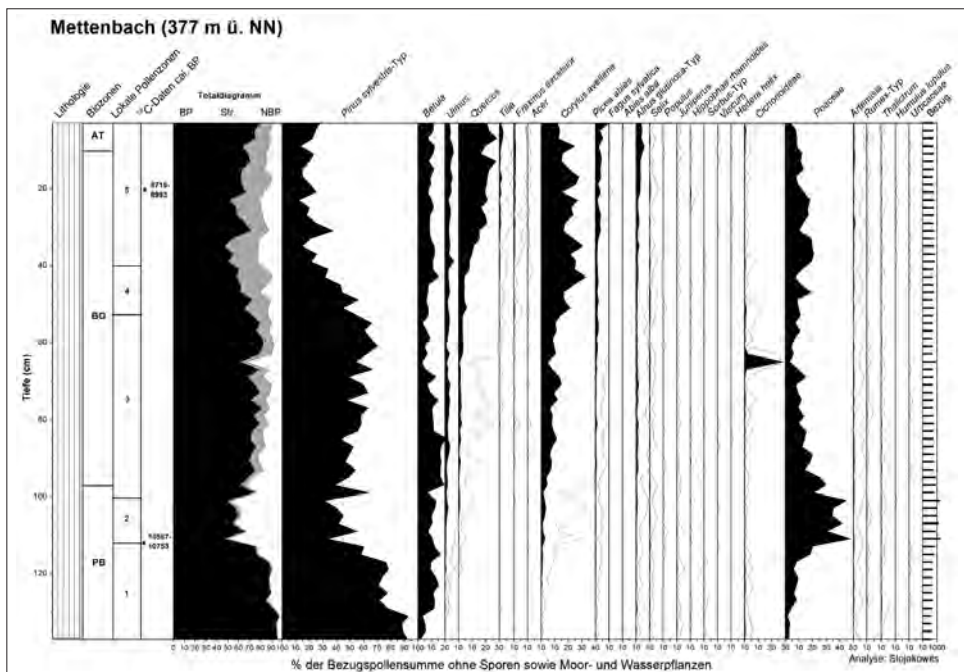


Abb. 2: Das Pollendiagramm Mettenbach (Isartal). Verändert nach Stojakowits & Friedmann (2018).

men aus dem Donautal bei Burlafingen mit konventionellen Altern von 8150±60 und 8090±65 Jahren (8992–9286 und 8768–9154 cal. BP). Aus dem unteren Isartal datieren die ersten *Quercus*-Funde hingegen erst in das ausgehende Atlantikum (BECKER et al. 1994, SCHELLMANN et al. 1994). BECKER et al. (1994) halten eine Etablierung von Eichen in der Isaraue frühestens ab dem mittleren Boreal bzw. nach Ausbildung der H1-Terrasse für möglich, da bis dato regelmäßige Überschwemmungen in Kombination mit ganzjährig hohen Grundwasserständen eine stärkere *Quercus*-Ausbreitung einschränkten.

Im Atlantikum häufte sich die Verlagerung von Flussarmen mit der Bildung von Niedermooren in Altarmen. Die Deposition blieb noch gering (JERZ & PETERS 2002). Hier kommen neben klimatischen auch schon anthropogene Ursachen in Betracht. Jetzt bildeten sich an der Donau zusehends weiden- und erlenreiche Waldtypen in den periodisch überschwemmten Abschnitten heraus, wohingegen die höher gelegenen episodisch überschwemmten Terrassen ulmen- und eschenreiche Eichenwälder getragen haben dürften (JERZ & PETERS 2002, PETERS 2002). Ebenso bildeten sich am Unterlauf der der Donau tributären Nordalpenflüsse Hartholzauenwälder mit vorgelagerten Weichholzstreifen aus. Im Lechtal südlich von Augsburg hingegen prägten in einer weit verzweigten Wildflusslandschaft Kiefernwälder den episodisch überfluteten Bereich auf grobkörnigem Untergrund (STOJAKOWITS & FRIEDMANN 2015). Im periodisch überschwemmten Gebiet stockten Weichholzgebüsche. Gemäß SCHAUER (1984) kamen Hartholzformationen nur sehr kleinräumig im Lechtal bei Augsburg vor. An kleineren Flüssen bestanden weiden- und pappelreiche Auwälder fort, so z.B. an der Paar (STOJAKOWITS & FRIEDMANN 2016). Jedoch nischten sich zusehends Erlen und teils auch Eschen in diese Auwälder ein.

Der Anteil von *Quercus* an den postglazialen Baumstammkollektionen liegt an der Donau bei bis zu 70 % (BECKER 1982). Neben Vertretern der Weichholzaue (*Populus*, *Salix* und auch z.T. *Alnus*) sind weitere häufige Elemente der Hartholzaue repräsentiert. Zu den von *Quercus* dominierten Wäldern gesellten sich *Ulmus*, *Acer* und *Fraxinus* (Tab. 1). Außerdem finden sich bei GRAUL & GROSCHOPF (1952) Holzartenfunde subborealen Alters aus der Kiesgrube Burlafingen.

Gattung/ Fundort	<i>Pop</i>	<i>Sal</i>	<i>Ulm</i>	<i>Ace</i>	<i>Fra</i>	<i>Aln</i>	<i>Bet</i>	<i>Fag</i>	<i>Pic</i>	<i>Abi</i>
Bertoldsheim	7	.	2	.	.	.	.	.	.	.
Blindheim	10	1	4	6	11	.	.	.	12	.
Burlafingen	6	.	1	1	7	1	.	15	10	1
Erbach	.	.	.	2	8	18	2	.	.	.
Günzburg	1	.	.	.	3	.	.	.	.	.
Höchstädt	1	2	.	2	.	2	.	.	1	.
Steinheim	20	5	.	.	1	.	1	.	.	.
Vohburg	4	.	.	.	.	3	.	.	1	.

Tab. 1: Holzartenspektren subfossiler Baumstammkollektionen aus dem Donaulauf zwischen Ulm und Ingolstadt (nach Becker 1982, verändert).

An der oberen Donau fallen in das Atlantikum und das frühe Subboreal höhere Baumstammfundsichten. Diese verweisen auf verstärkte Flussbettverlagerungen (BECKER 1982).

3.3 Jungholozän

Das Pollendiagramm Burlafingen (Abb. 3) aus einer verfüllten Rinne im Illerschwemmkegel zeigt gemäß der im Liegenden eingebetteten Eichenstämmen an der Profilbasis ein maximales Alter von ca. 3500 cal. BP (Bronzezeit). Die aus dem Bruchwaldtorf rekonstruierte Vegetationsentwicklung offenbart das Bild einer Zonierung aus Weichholzaue mit Weiden sowie Grau- und Schwarzerle und aus einer eichenreichen Hartholzaue (mit Ulme, Esche, Ahorn, Erle) an der unteren Iller und oberen Donau im späten Subboreal bis frühen Subatlantikum. Der Mensch rodete lokal Teile der Aue zur Weidehaltung, was den Niedergang der Eichen-Ulmen-Hartholzauenwälder einleitete.

Während der Bronzezeit setzte vielerorts stärkere Erosion und damit verbundene Auelehm bildung ein, was wohl mit intensiveren anthropogenen Eingriffen in Zusammenhang steht (z.B. KNIPPING 2005). So kennzeichnen in einer Zeit verstärkter Siedlungstätigkeit häufige Flussarmverlagerungen, Erosionsprozesse und tiefgreifende Umlagerungen den subborealen Zeitabschnitt an der Ingolstädter Donau (JERZ & PETERS 2002). Ab etwa 2300 bis 1500 v. Chr. häufen sich die Holzfunde mit einem Maximum zwischen 2000 und 1800

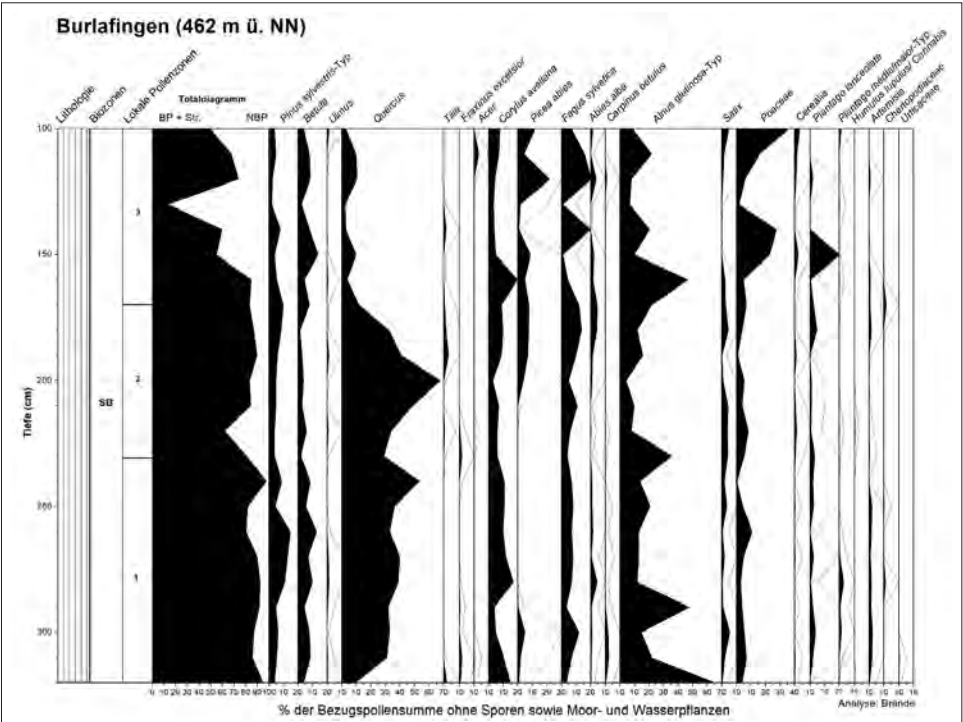


Abb. 3: Das Pollendiagramm Burlafingen (Illerschwemmkegel). Verändert nach Brande in Becker (1982).

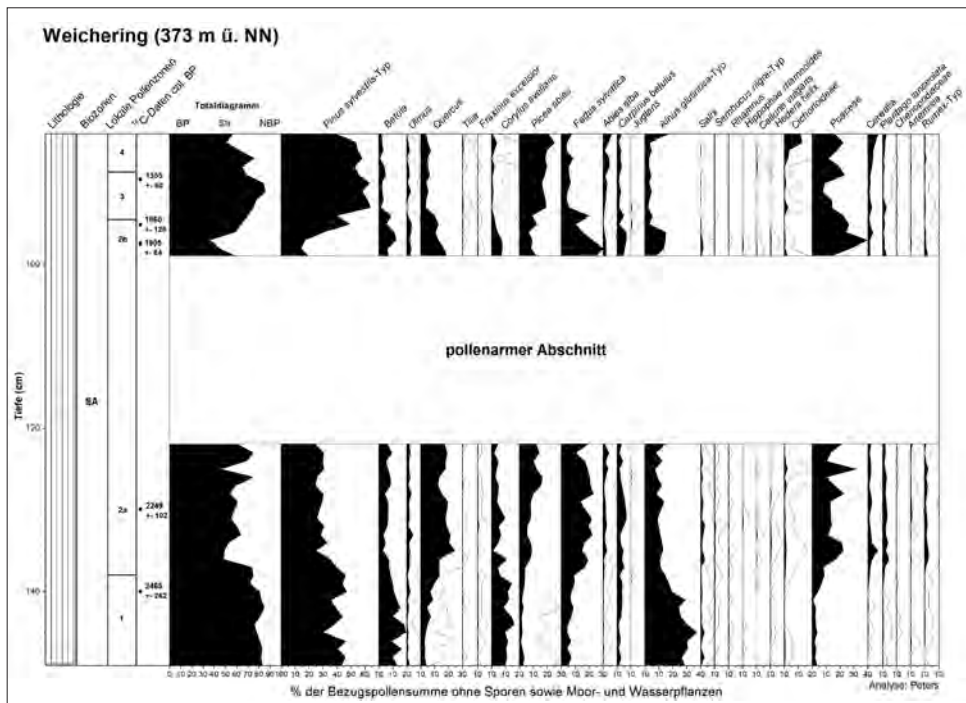


Abb. 4: Das Pollendiagramm Weichering (Donautal). Verändert nach Peters & Peters (2011).

v. Chr. (BECKER 1982). BECKER (1982) spricht in diesem Zusammenhang von einem sub-borealen Verlagerungsmaximum. Weitere erhöhte Baumstammebelegungszahlen datieren v.a. in die Römerzeit, Völkerwanderungszeit und das Frühmittelalter (BECKER 1982). Bei JERZ & SCHMIDT-KALER (1999) ist ein mit 1925 ± 60 Jahren (1719–1994 cal. BP) altersbestimmter Stamm von *Ulmus campestris* aus einer jüngeren Terrassenstufe aufgeführt.

Cerealia sind im Diagramm Weichering (Abb. 4) spätestens mit Beginn des Subatlantikums nachweisbar (PETERS & PETERS 2011). Ab einer Tiefe von etwa 140 cm verweisen leicht progressive Werte der Kulturzeiger, der Wildgräser und der Kräuter auf die zunächst moderate latènezeitliche Aufsiedlung im Ingolstädter Becken. Dann steigen ab ca. 135 cm Tiefe die Pollenkurven siedlungszeitiger Arten markant an und spiegeln wohl die Entstehung des nur wenige Kilometer östlich lokalisierten Oppidums Manching wider, welche sicher mit massiven Landschaftsveränderungen einherging. KÜSTER (1992) postuliert erhebliche Abholzung im Zusammenhang mit dem Bau des 7 km langen *Murus Gallicus*. Hiervon könnte nach KORTFUNKE (1992) sogar noch die Region westlich des Donaumooses betroffen gewesen sein. Insgesamt bleibt der Influx von Kulturzeigern bis in die mittlere bzw. späte römische Kaiserzeit hinein stabil, was eine gewisse Siedlungskontinuität auch nach dem Untergang des Oppidums belegt. Etwas später werden die Signale bäuerlicher Landnutzung schwächer. Vielleicht spielen hier die Auflösung der lokalen Garnison und später der Alamannensturm im 3. nachchristlichen Jahrhundert eine Rolle (PETERS 2009). Im Frühmittelalter sind die Auenwälder bereits gerodet, und die Aue wird vollständig landwirtschaftlich genutzt.

4. Kurzer Abriss der Vorgeschichte in Südbayern

Erste frühneolithische Siedlunginseln in Südbayern entstanden im Gäuboden, im mittleren Isartal, an der oberen Altmühl und im Nördlinger Ries, später auch im Tertiärhügelland (ENGELHARDT 2006). Besiedelt wurden hauptsächlich die Lösslandschaften mit ihren fruchtbaren und leicht zu bearbeitenden Böden, und zwar in der Nähe zu Fließgewässern. Hier stockten vor allem anspruchsvolle lindenreiche Mischwälder, in die nun Siedlunginseln gerodet wurden (ENGELHARDT 2006). Im weiteren Verlauf entstanden neue Kulturgruppen, und das Siedlungsgebiet vergrößerte sich. Es konnten, wohl aufgrund technischer Innovationen, nun auch Gebiete abseits der Lössflächen aufgesiedelt werden (ENGELHARDT 2006). Nach dem Ende des bayerischen Mittelneolithikums beginnt mit dem Aufkommen der Münchshöfener Kultur ab 4300 v. Chr. (bis 3800 v. Chr.) das Jungneolithikum. Mit verbesserten agrarischen Fähigkeiten konnten vermehrt ungünstigere Böden im Alpenvorland erschlossen werden (NADLER 2006). Die auf die Altheimer folgende Chamer Kultur, etwa zwischen 3100 und 2700 v. Chr., zeichnet sich durch den weiteren Ausbau von Kulturland in relativ ungünstigen Lagen aus (NADLER 2006). Mit der Schnurkeramik ab 2800 v. Chr. verlängerte sich wohl die Nutzung temporärer Siedlungskammern (NADLER 2006). Die Glockenbecherkultur seit dem Ende des 3. Jahrtausends v. Chr. ist die jüngste neolithische Kultur in Südbayern (NADLER 2006, RIEDER & TILLMANN 1995) und war gerade auch im Donautal zwischen Neuburg und Vohburg verbreitet (NADLER 2006). Der Ackerbau spielte nun eine geringere Rolle als zuvor, und aufgrund größerer Aufflichtungen des Waldes (Waldweide) kam es zu verstärkter Kolluvienbildung und so zu irreversiblen Veränderungen der Landschaft (NADLER 2006).

In der frühen Bronzezeit ab 2200 v. Chr. waren Höhensiedlungen Mittelpunkt einer Siedlungslandschaft, welche als Macht-, Kultur- und Wirtschaftszentren fungiert haben (RIND 2006). Mit einem Anstieg der Bevölkerungszahl und einer komplexeren Produktion ist für die Spätbronzezeit von 1300 bis 800 v. Chr. zu rechnen (HÄNSEL 2009). Die ländlichen Siedlungen befanden sich z.B. auf der Münchner Schotterebene häufig in Ökoton-grenzlagen, so dass Zugriff auf möglichst viele Ressourcen unterschiedlicher Naturräume bestand (RIND 2006).

Die Eisenzeit gliedert sich in die frühere Hallstattzeit (ab 800 v. Chr.) und die Latènezeit in der zweiten Hälfte des letzten vorchristlichen Jahrtausends. Mit einer wirtschaftlichen Blüte entstanden ab der Mitte des dritten vorchristlichen Jahrhunderts stadtähnliche Siedlungen (Oppida) an Verkehrsknotenpunkten, ausgedehnte Gehöftsiedlungen mit Viereckschanzen und auch offene Gewerbe- und Großsiedlungen. Sie waren Komponenten einer Siedlungslandschaft, wie sie im Ingolstädter Becken mit dem Oppidum Manching (vgl. Abb. 4) als Mittelpunkt bestand (HÜSSEN 2004, IRLINGER 2006). Im letzten Jahrhundert vor der Zeitenwende lösten sich die urbanen Strukturen östlich des Rheins offenbar aus politisch-ökonomischen Gründen auf (METZNER-NEBELSICK, MÜLLER & SIEVERS 2009). So postuliert SIEVERS (2004) eine Störung des wirtschaftlichen Verbundsystems als Ursache des Niedergangs des Manchinger Oppidums. Wie bereits thematisiert, ist mit diesem Niedergang keine vollständige Entsiedlung verbunden. Vielmehr blieben ländliche Siedlungsstrukturen wohl in größerem Umfang erhalten.

5. Anthropogene Eingriffe in Flüsse und Flussauen

Der Mensch hat vielfältig durch Flussbaumaßnahmen seit der Eisenzeit und verstärkt ab dem 19. Jahrhundert in die Flüsse und Flusslandschaften eingegriffen. Die Eingriffe erfolgten vor allem durch Wasserbau, Landwirtschaft und Energiewirtschaft. Folgende Einzelmaßnahmen finden sich (Auswahl):

- Flussbegradigung samt Laufverkürzung u. Laufverlegung, Querbauwerke, Ufer- und Sohlbefestigungen,
- Wasserkraftwerksbau, Stauhaltung, Versiegelung,
- Strukturveränderungen, Gerinneverrohrungen, Eindeichung,
- Wasserentnahme bzw. -einleitung, Erwärmung, Nähr- und Schadstoffeinträge,
- Zerstörung von Ufer- und Auenhabitaten,
- Verbreitung von Neobiota.

Die Ziele der historischen Flusskorrekturen waren unterschiedlich (Auswahl):

- Hochwasserschutz in der Aue, Ufersicherung,
- sichere Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung der Aue,
- Abflusssteuerung und Energieerzeugung,
- Schiffbarmachung,
- Trink-/Brauchwassernutzung, Ein-/Ausleitungen,
- Abwasser- und Stoffentsorgung,
- militärische Gründe.

Daraus resultierten zahlreiche gewollte und unerwünschte Folgen und Auswirkungen (Auswahl):

- Abflussveränderungen, Eintiefung,
- Änderung Sohlstruktur und -dynamik,
- Reduzierung/Beendigung Geschiebe- und Feststofftransport,
- Reduzierung Fischwanderungen, fehlende Durchgängigkeit,
- Grundwasserabsenkung, Entkoppelung von der Aue,
- chemische Veränderungen inkl. Eutrophierung und Versauerung, Gewässererwärmung,
- Auwaldvernichtung, landwirtschaftliche Nutzung bis Gewässerufer,
- fehlende Strukturelemente, fehlende Beschattung.

Dies führte dazu, dass sich die Flüsse vom dynamischen Wildfluss zum regulierten Hybridgewässer wandelten. Der Wildfluss war ein integraler Bestandteil und prägendes Element der Landschaft. Nach dem Umbau und den Eingriffen erfolgte praktisch eine „Entnahme“ aus der (eigenen, selbst geschaffenen) Landschaft. Das neue Fließgewässer wurde reduziert auf seine Funktion als:

- Wasserstraße,
- Energielieferant,
- Entsorgungskanal,
- negativ wahrgenommener „Hochwassergefährder“.

Zu den Auswirkungen der Flussbaumaßnahmen auf die Auenvegetation wurden zahlreiche Untersuchungen durchgeführt (z.B. CONRAD-BRAUNER 1994, KIENER 1984, MARGRAF 2004, MÜLLER 1991a, b, 1995, MÜLLER & MÜLLER 1998, PFADENHAUER & ESKA 1985, SEIBERT 1962, 1975, ZAHLHEIMER 1979). So ist heutzutage die Weichholzaue auf einen schmalen Streifen innerhalb der Hochwasserdämme eingeengt. Die Hartholzaue liegt in der Regel außerhalb des Überschwemmungsbereichs und degradiert hin zu terrestrischen Waldgesellschaften bzw. wird anderweitig forst- und landwirtschaftlich genutzt.

6. Renaturierung und Revitalisierung der Flussauen

Ziel einer Renaturierung und Revitalisierung ist die Redynamisierung, also eine Wiedereinbindung der Flüsse in die Landschaft als aktive Landschaftsgestalter. Seit den 1970er Jahren machten sich die negativen Auswirkungen der Flussumgestaltung verstärkt bemerkbar, und man begann mit der Anwendung technischer Umweltschutzmaßnahmen für Gewässer. Im Jahr 2000 verabschiedete die EU die EG-WRRL, deren Umsetzung ab 2009 zu einer Bestandserfassung und ersten Renaturierungsprojekten führte. Ziel der Maßnahmen war die Erreichung des guten ökologischen und chemischen Zustands/Potenzials. Dies umfasst Verbesserung in der Morphologie, der Hydrologie, dem physiko-chemischen Zustand, der Auenvegetation und Fauna. Angestrebt werden u.a. die Wiederherstellung der biologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer durch den Bau von Fischtreppen bzw. Umgehungsgerinnen. Das Hauptproblem der fehlenden natürlichen Flussdynamik als Voraussetzung für standortgerechte Lebensräume und Biodiversität kann dies nicht beheben.

Direkte Eingriffe in Fluss und Aue führten ab dem Mittelalter und verstärkt ab dem 19. Jahrhundert zu massiven wasserbaulichen Veränderungen. Seit 2009 erfolgen im Rahmen der EG-WRRL Ansätze zur Revitalisierung ausgewählter Flussabschnitte, u.a. an der Donau (z.B. FISCHER & CYFFKA 2014). Eine wirkliche „Renaturierung“ von Fließgewässern mit einer Wiederherstellung der natürlichen Dynamik und damit der Ermöglichung aktiver Landschaftsgestaltung wird jedoch ohne Reduzierung der Wasserkraftnutzung, landwirtschaftlichen Nutzung und Besiedlung der Aue nur sehr eingeschränkt möglich sein.

Zusammenfassung

Flusslandschaften haben sich im Quartär kontinuierlich verändert, Flüsse waren wichtige Landschaftsgestalter. Hauptursachen der Dynamik waren bis ins Atlantikum vor ca. 6000 cal. BP natürliche Prozesse, wie z.B. Klimawandel, Tektonik und Meeresspiegelschwankungen. Die Alpenvorlandsflüsse entwickelten sich seit dem Spätglazial natürlich von verzweigten „braided rivers“ zu mäandrierenden Flüssen im Holozän. Mit zunehmenden anthropogenen Eingriffen in die Landschaft ab dem Neolithikum übernahm vermehrt der Mensch die Rolle des direkten oder indirekten Flusslandschaftsgestalters. Die Auenvegetation entwickelte sich von einfach zonierten kiefernreichen Auewäldern im Spätglazial bis

Boreal zu in Weichholz- und Hartholzaue differenzierte Grauerlen- und Eichen-Ulmen-Auwälder im Atlantikum weiter.

Literatur

- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (BLfW, Hrsg.; 2003): Integrierte ökologische Bewertung von bayerischen Fließgewässern südlich der Donau. Abschlussbericht, München, Wielenbach.
- BECKER, B. (1982): Dendrochronologie und Paläoökologie subfossiler Baumstämme aus Flussablagerungen. Ein Beitrag zur nacheiszeitlichen Auenentwicklung im südlichen Mitteleuropa. Mitteilungen der Kommission für Quartärforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 5, Wien.
- BECKER, B., B. KROMER & G. SCHELLMANN, (1994): Die spät- und frühpostglaziale Entwicklung der Auenwälder im Donautal und am Unterlauf der Isar. Düsseldorfer Geographische Schriften 34, 111–122.
- CONRAD-BRAUNER, M. (1994): Naturnahe Vegetation im Naturschutzgebiet „Unterer Inn“ und seiner Umgebung: eine vegetationskundlich-ökologische Studie zu den Folgen des Staustufenbaus. Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege Beiheft 11, Laufen.
- ENGELHARDT, B. (Koord.; 2006): Wie die Bayern Bauern wurden – Das Neolithikum. In: Gesellschaft für Archäologie in Bayern e.V. (Hrsg.): Archäologie in Bayern – Fenster zur Vergangenheit. Regensburg, 54–75.
- FELDMANN, L. & G. SCHELLMANN (1994): Abflußverhalten und Auendynamik im Isartal während des Spät- und Postglazials. Düsseldorfer Geographische Schriften 34, 95–110.
- FISCHER, P., & B. CYFFKA (2014): Floodplain restoration on the Upper Danube by reestablishing back water dynamics: first results of the hydrological monitoring. Erdkunde 68, 3–18.
- GLAESER, J., & H. VOLK (2009): Die historische Entwicklung der Auenwälder in Deutschland – ein Überblick. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 180(7/8), 140–150.
- GRAUL, H., & P. GROSCHOPF (1952): Geologische und morphologische Betrachtungen zum Iller-Schwemmkegel bei Ulm. Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg 5, 3–27.
- HABBE, K.-A. (2002): Das deutsche Alpenvorland. In: H. LIEDTKE & J. MARCINEK (Hrsg.): Physische Geographie Deutschlands. Gotha, 591–638.
- HÄNSEL, B. (2009): Die Bronzezeit. In: S. VON SCHNURBEIN (Hrsg.), Atlas der Vorgeschichte. Europa von den ersten Menschen bis Christi Geburt. Stuttgart, 108–149.
- HÜSSEN, C. (2004): Besiedlungswandel und Kontinuität im oberbayerischen Donaauraum und in der Münchner Schotterebene von der Okkupation unter Augustus bis in tibetisch-claudischer Zeit. In: C. HÜSSEN, W. IRLINGER & W. ZANIER, (Hrsg.): Spätlatènezeit und frühe Kaiserzeit zwischen Alpenrand und Donau. Akten des Kolloquiums in Ingolstadt am 11. und 12. Oktober 2001. Bonn, 73–91.

- IRLINGER, W. (Koord.; 2006): Kelten zwischen Untermain und Alpenvorland – die Latènezeit. In: Gesellschaft für Archäologie in Bayern e.V. (Hrsg.): Archäologie in Bayern – Fenster zur Vergangenheit. Regensburg, 172–193.
- JERZ, H. (1998): Entstehung und Wandel der Donau-Flußlandschaft im Ingolstädter Becken. *Geo-Archaeo-Rhein* 2, 57–61.
- JERZ, H., & H. SCHMIDT-KALER (1999): Geologische Karte von Bayern 1: 25 000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7234 Ingolstadt. München.
- JERZ, H., & M. PETERS (2002): Flusssdynamik der Donau bei Ingolstadt in vorgeschichtlicher, geschichtlicher und heutiger Zeit, mit Ergebnissen zur Landschafts- und Vegetationsentwicklung. *Rundgespräche der Kommission für Ökologie* 24, München, 95–108.
- KIENER, J. (1984): Veränderungen der Auenvegetation durch Anhebung des Grundwasserspiegels im Bereich der Staustufe Ingolstadt. *Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege* 8, Laufen, 104–129.
- KNIPPING, M. (2005): Pollenanalytische Untersuchungen an einem Paläomäander der Donau bei Sarching (Lkr. Regensburg). *Hoppea* 66, 495–502.
- KORTFUNKE, C. (1992): Über die spät- und postglaziale Vegetationsgeschichte des Donaumoores und seiner Umgebung. *Dissertationes Botanicae* 184, Berlin 1992.
- KÜSTER, H. (1992): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen. In: F. MAIER (Hrsg.): Ergebnisse der Ausgrabungen 1984–1987 in Manching. Stuttgart, 433–476.
- LANGER, H. (1961): Zur postglacialen Waldentwicklung im Tertiären Hügelland und die heutigen Forstgesellschaften. *Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Augsburg* 12, 11–34.
- MARGRAF, C. (2004): Die Vegetationsentwicklung der Donauauen zwischen Ingolstadt und Neuburg: vegetationskundlich-ökologische Studie über den Wandel einer Auenlandschaft 30 Jahre nach Staustufenbau. *Hoppea* 65, 296–703.
- METZNER-NEBELSICK, C., R. MÜLLER & S. SIEVERS (2009): Die Eisenzeit. In: S. VON SCHNURBEIN (Hrsg.): Atlas der Vorgeschichte. Europa von den ersten Menschen bis Christi Geburt. Stuttgart, 150–225.
- MEYNEN, E., & J. SCHMITHÜSEN (Hrsg.; 1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands 1. Bonn, 77–136.
- MÜLLER, N. (1991a): Veränderungen alpiner Wildflußlandschaften in Mitteleuropa unter dem Einfluß des Menschen. *Augsburger Ökologische Schriften* 2, 10–30.
- MÜLLER, N. (1991b): Auenvegetation des Lech bei Augsburg und ihre Veränderungen infolge von Flussbaumaßnahmen. *Augsburger Ökologische Schriften* 2, 79–108.
- MÜLLER, N. (1995): Wandel von Flora und Vegetation nordalpiner Wildflußlandschaften unter dem Einfluß des Menschen. *Berichte der Bayerischen Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege* 19, Laufen, 125–187.
- MÜLLER, N., & V. MÜLLER (1998): Veränderungen der Vegetation alpiner Flußauen in den letzten 100 Jahren – Exkursion Naturschutzgebiet Stadtwald Augsburg. In: N. MÜLLER (Hrsg.): Zur Vegetation der Nordalpen und des Alpenvorlandes. Exkursionsführer zur 48. Jahrestagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft. Augsburg, 95–124.

- NADLER, M. (Koord.; 2006): Der lange Weg in eine neue Gesellschaft – die Kupferzeit. In: Gesellschaft für Archäologie in Bayern e.V. (Hrsg.): Archäologie in Bayern – Fenster zur Vergangenheit. Regensburg, 76–99.
- PETERS, M. (2002): Entwicklung und Veränderung der Flußlandschaft im Bereich Ingolstadt/Manching seit der letzten Eiszeit. In: C. DOBIAT, S. SIEVERS & T. STÖLLNER (Hrsg.): Dürrenberg und Manching. Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum. Akten des internationalen Kolloquiums in Hallein/Bad Dürrenberg vom 7. bis 11. Oktober 1998. Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte 7. Bonn, 207–218.
- PETERS, M. (2009): Von den Kelten zu den Römern. Eine vergleichende Landschaftsgeschichte zwischen Alpen und Donau. In: J. BAGLEY, C. EGGL, D. NEUMANN, & M. SCHEFZIK (Hrsg.): Alpen, Kult und Eisenzeit. Festschrift für Amei Lang zum 65. Geburtstag. Rahden, 239–265.
- PETERS, M., & A. PETERS (2011): Analyse eines Pollenprofils aus dem Schuttertal in Ingolstadt-Pettenhofen. Zur Rekonstruktion der vorgeschichtlichen Umwelt. Berichte der Bayerischen Bodendenkmalpflege 52, 19–46.
- PFADENHAUER, J., & G. ESKA (1985): Auswirkungen der Inn-Staustufe Perlach auf die Auenvegetation. Tuexenia 5, 447–452.
- REIMER, P.J., und 29 weitere Autoren (2013): IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves, 0–50,000 years cal. BP. Radiocarbon 55, 1869–1887.
- RIEDER, K.-H., & A. TILLMANN (1995): Archäologie um Ingolstadt. Kipfenberg.
- RIND, M. (Koord.; 2006): Von Händlern und Handwerkern. Die Bronzezeit. In: Gesellschaft für Archäologie in Bayern e.V. (Hrsg.): Archäologie in Bayern – Fenster zur Vergangenheit. Regensburg, 100–123.
- SCHAUER, T. (1984): Vegetation. In: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.): 100 Jahre Wasserbau am Lech zwischen Landsberg und Augsburg. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 19, München, 73–83.
- SCHELLMANN, G. (1990): Fluviale Geomorphodynamik im jüngeren Quartär des unteren Isar- und angrenzenden Donauals. Düsseldorfer Geographische Schriften 29, 1–131.
- SCHELLMANN, G. (2010): Neue Befunde zur Verbreitung, geologischen Lagerung und Altersstellung der würmzeitlichen (NT 1 bis NT3) und holozänen (H1 bis H7) Terrassen im Donaual zwischen Regensburg und Bogen. Bamberger Geographische Schriften 24, 1–77.
- SCHELLMANN, G. (2016): Erläuterungen zur quartärgeologischen Karte 1:25.000 des Schmuttertals auf Blatt 7530 Gablingen – Kartierungsergebnisse aus dem Jahr 2011. Bamberger Geographische Schriften Sonderfolge 12, 3–40.
- SCHELLMANN, G., B. BECKER, L. FELDMANN, & B. KROMER (1994): Absolute Daten zur spätglazialen und altholozänen Flußgeschichte der Isar. Düsseldorfer Geographische Schriften 34, 79–94.
- SCHELLMANN, G., & P. SCHIELEIN (2016): Erläuterungen zur quartärgeologischen Karte 1:25.000 des Lech- und Schmuttertals auf Blatt 7531 Gersthofen – Kartierungsergebnisse aus dem Jahr 2011. Bamberger Geographische Schriften Sonderfolge 12, 43–73.
- SCHIELEIN, P. (2012): Jungquartäre Flussgeschichte des Lechs unterhalb von Augsburg und der angrenzenden Donau. Bamberger Geographische Schriften Sonderfolge 9, 1–134.

- SCHMEIDL, H. (1962): Pollenanalytische Untersuchungen. In: K. BRUNNACKER: Geologische Karte von Bayern 1: 25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 7536 Freising Nord. München, 58–69.
- SEIBERT, P. (1962): Die Auenvegetation an der Isar nördlich München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. *Landschaftspflege und Vegetationskunde* 3, München, 1–173.
- SEIBERT, P. (1975): Veränderungen der Auenvegetation nach Anhebung des Grundwasserspiegels in den Donauauen bei Offingen. *Beiträge zur Naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland* 34, Karlsruhe, 329–343.
- SIEVERS, S. (2004): Das Ende von Manching: eine Bestandsaufnahme. In: C. HÜSSEN, W. IRLINGER & W. ZANIER (Hrsg.): Spätlatènezeit und frühe Kaiserzeit zwischen Alpenrand und Donau. Akten des Kolloquiums in Ingolstadt am 11. und 12. Oktober 2001. Bonn, 67–71.
- STOJAKOWITS, P., & A. FRIEDMANN (2015): Pollenanalytische Untersuchungen im Lechtal bei Augsburg. *Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben* 119, 23–36.
- STOJAKOWITS, P., & A. FRIEDMANN (2016): Zum Ablauf der Vegetationsgeschichte im Paartal bei Dasing unter Berücksichtigung der menschlichen Einflussnahme seit der Römerzeit. *Berichte der Bayerischen Bodendenkmalpflege* 57, 183–193.
- STOJAKOWITS, P., & A. FRIEDMANN (2017): Paläobotanische Befunde aus dem Schmuttertäl bei Neusäß. *Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben* 121, 15–28.
- STOJAKOWITS, P., & A. FRIEDMANN (2018): Zur frühholozänen Vegetationsgeschichte im unteren Isartal und angrenzenden Tertiärhügelland. *Hoppea* 79, 143–154.
- ZAHLHEIMER, W. (1979): Vegetationsstudien in den Donauauen zwischen Regensburg und Straubing als Grundlage für den Naturschutz. *Hoppea* 38, 3–398.

Anschriften der Verfasser:

Univ.-Prof. Dr. Arne Friedmann und Dr. Philipp Stojakowits,
 Institut für Geographie, AG Biogeographie, Universität Augsburg,
 Alter Postweg 118, D-86135 Augsburg
friedmann@geo.uni-augsburg.de, stojakowits@geo.uni-augsburg.de

PD Dr. Michael Peters, Institut für Vor- und Frühgeschichtliche Archäologie und
 Provinzialrömische Archäologie, Ludwigs-Maximilians-Universität,
 Geschwister-Scholl-Platz 1, D-80539 München
Michael.Peters@vfpa.fak12.uni-muenchen.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 2020

Band/Volume: [31](#)

Autor(en)/Author(s): Friedmann Arne, Stojakowits Philipp, Peters Michael

Artikel/Article: [Dynamik von Flusslandschaften seit dem Spätglazial – mit Beispielen aus dem bayerischen Alpenvorland 39-52](#)