

**Zeitschrift:** Archäologie Bern : Jahrbuch des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern = Archéologie bernoise : annuaire du Service archéologique du canton de Berne

**Herausgeber:** Archäologischer Dienst des Kantons Bern

**Band:** - (2024)

**Artikel:** Zur Landschaftsgeschichte der Bieler Bucht während der Jungsteinzeit und Bronzezeit : botanische und mikromorphologische Auswertungen zur Fundstelle Nidau, Seewassernutzung

**Autor:** Ismail-Meyer, Kristin / Heitz-Weniger, Annekäthi / Steiner, Bigna L. / Othenin-Girard, Blaise

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1090016>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 15.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Zur Landschaftsgeschichte der Bieler Bucht während der Jungsteinzeit und Bronzezeit

## Botanische und mikromorphologische Auswertungen zur Fundstelle Nidau, Seewassernutzung

Kristin Ismail-Meyer, Annekäthi Heitz-Weniger, Bigna L. Steiner und Blaise Othenin-Girard

1

### Eine rein natürliche Sedimentabfolge? – Archäologische Aspekte

Die ebene und heute weitgehend urbanisierte Landschaft am Ausfluss des Bielersees bei Nidau wurde durch die Zihl und die Schüss, einen Zufluss aus dem Jura, geprägt. Im vorliegenden Beitrag wird erstmals versucht, die stark variierenden hydrologischen und ökologischen Zusammenhänge in dieser Bucht zu rekonstruieren, wobei ein Schwerpunkt auf die Jungsteinzeit gelegt wird. Vor allem gilt es herauszufinden, in welchem Mass die Veränderungen des Sees, seines Zuflusses (der Schüss) und seines Ausflusses (der Zihl) den Bau und die räumliche Verschiebung von Ufersiedlungen in diesem begrenzten Gebiet beeinflusst haben.

Im Sommer 2021 führte der Archäologische Dienst des Kantons Bern eine Untersuchung in Zusammenhang mit dem Bau eines Pumpwerks an der Kreuzung Dr.-Schneider-Strasse und Schlosstrasse in Nidau durch (Abb. 1; 5). Die in der Grabung Nidau, Seewassernutzung freigelegten archäologischen Reste bestanden aus rund zwanzig Pfählen von kleinem Durchmesser, welche unsystematisch und ohne jeglichen Zusammenhang mit archäologischen Schichten in die limnischen und alluvialen Sedimente geschlagen wurden.<sup>1</sup> Ihre Einbringung erfolgte vermutlich in verschiedenen Etappen im Jungneolithikum um 3700–3500 v. Chr. Die Pfähle gehören – möglicherweise als Reste von Palisaden oder hölzernen Wegen – zu bisher unbekanntem Feuchtbodensiedlungen in der Nähe.

Zwischen der Grabungsfläche und dem See, aber auch in Richtung der Stadt Biel brachten archäologische Sondierungen und Ausgrabungen seit den 1980er-Jahren eine Reihe von Pfahlbausiedlungen und Wegen zutage.<sup>2</sup> Die Mehrheit

dieser Siedlungen stammen aus dem Neolithikum, einige aber auch aus der Bronzezeit. Die Fundschichten liegen inmitten von mächtigen alluvialen Ablagerungen, Seesedimenten und Torfschichten und befinden sich teilweise bis zu 8 m unterhalb der heutigen Oberfläche. Bis vor Kurzem waren diese Sedimentarchive im Seebecken bei Nidau und Biel kaum erforscht und wurden hauptsächlich aus einer archäologischen Perspektive dokumentiert.<sup>3</sup> Die kürzlich untersuchte, wenige hundert Meter nordöstlich der Fundstelle Nidau, Seewassernutzung liegende neolithische Fundstelle Biel, Campus (Grabung 2018–2019) ermöglicht dank der Kombination von archäologischen und naturwissenschaftlichen Methoden – der Mikromorphologie, Palynologie und Makrobotanik – eine vertiefte Untersuchung zur Landschafts- und Umweltentwicklung. Die Sedimente der Fundstelle Nidau, Seewassernutzung bergen ein grosses Potenzial zur Untersuchung und Rekonstruktion der Umweltgeschichte im Holozän. Die Stratigraphie verfügt über ausreichend chronologische Anhaltspunkte, die es erlauben, eine Schichtbildung zwischen 9000 und 2300 v. Chr. nachzuzeichnen.<sup>4</sup> Sie gleicht derjenigen in der Fundstelle Biel, Campus, freilich ohne den basalen Schotter der Schüss und ohne Onkoidschichten.<sup>5</sup> Deshalb können die beiden benachbarten Sedimentabfolgen gut verglichen werden.

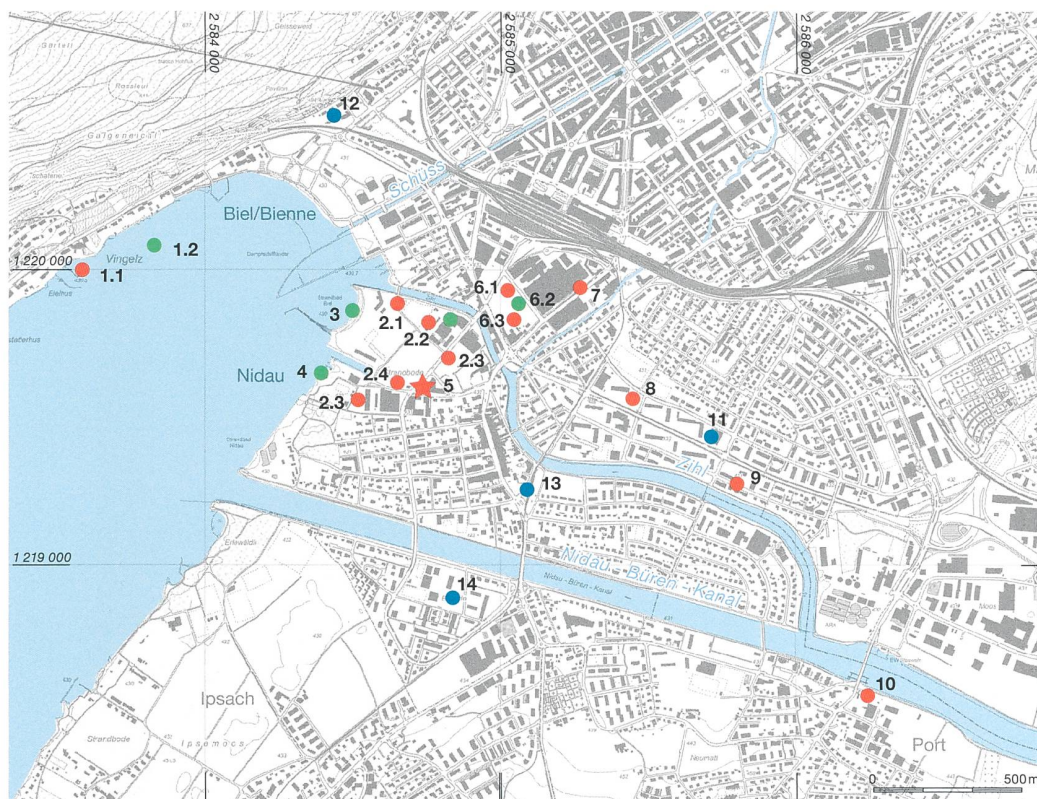
1 Grabung Nidau, Seewassernutzung (AI 319.100.2019.01), s. Othenin-Girard/Marti 2022, 82–83.

2 Winiger 1989; Hafner/Suter 2000; Zwahlen 2003; Fischer et al. 2017; Othenin-Girard 2016.

3 Z. B. Hafner/Suter 2000, 26–31; Zwahlen 2003, 18–31.

4 Die Details der in diesem Aufsatz erwähnten 29 Radiokarbondatierungen von Nidau, Seewassernutzung sind in eAbb. 10 dieses Aufsatzes zusammengefasst, diejenigen zu Biel, Campus in Othenin-Girard et al., in Vorbereitung.

5 Ismail-Meyer, in Vorbereitung.



**1** Nidau, Biel und Port. Ufersiedlungen und andere Bauwerke aus dem Neolithikum und der Bronzezeit.

- 1.1 Biel-Vingelz, Hafen: 2974–2695 v. Chr. (Siedlungen)
- 1.2 Biel-Vingelz, Insel: Spätbronzezeit (Siedlung)
- 2.1 Nidau, Agglolac: 2700 v. Chr. (Siedlung)
- 2.2 Nidau, BKW: 3400 und 3200 v. Chr. (Siedlungen); 1600 v. Chr. (Steg)
- 2.3 Nidau, Agglolac: 3850–3800 v. Chr. (Siedlungen)
- 2.4 Nidau, Agglolac: 4300–4200 v. Chr. (kleine Pfähle)
- 3 Nidau, Steinberg: 950–850 v. Chr. (Siedlungen)
- 4 Nidau, Neue Station: 950–850 v. Chr. (Siedlungen)
- 5 Nidau, Seewassernutzung: 3700–3500 v. Chr. (kleine Pfähle)
- 6.1 Biel, Campus: 3842–3838 v. Chr. (Siedlung)
- 6.2 Biel, Campus: 1600 v. Chr. (Steg)
- 6.3 Biel, Campus: 2700 v. Chr. (Steg)
- 7 Biel, Salzhausstrasse: 3500–3400 v. Chr. (Siedlung)
- 8 Nidau, Mühlefeld: 3600–3500 v. Chr. (Siedlung)
- 9 Nidau, Moosstation: Jungneolithikum (Siedlung, alte Grabung)
- 10 Port, Stüdeli: 3686/80–3638 und 3582/80–3560 v. Chr. (Siedlungen)
- 11 Nidau-Biel, Bernstrasse (Sondierungen)
- 12 Biel, Seevorstadt (Sondierungen)
- 13 Nidau, Bahnhof (Sondierungen)
- 14 Nidau, Bürgerallee 19a (Sondierungen)

- Neolithikum
- Bronzezeit
- Sondierungen
- ★ Nidau, Seewassernutzung

Vor der Ausgrabung der Fundstelle Nidau, Seewassernutzung wurde die Stratigrafie bereits 2019 mithilfe von Kernbohrungen eingehend dokumentiert. Während der archäologischen Begleitung des Aushubs für das Pumpwerk zur Seewassernutzung in Nidau wurde im September 2021 auch eine geoarchäologische Aufnahme der Profilabfolge durchgeführt. Es zeigten sich feinkörnige, dunkel- bis hellgrau gebänderte Schichten, die von einem dunklen torfigen Horizont und gelblichen Ablagerungen überdeckt sind (Abb. 2). Dabei konnte eine durchgehende Serie von sechs grossformatigen Profilproben aus dieser Schichtsequenz entnommen werden. Für die Rekonstruktion der jungsteinzeitlichen Umwelt- und Landschaftsentwicklung wurde die Schichtabfolge mit mikromorphologischen sowie palynologischen Analysen und die organischen Schichten zusätzlich mit makrobotanischen Untersuchungen studiert. Die Kombination dieser Disziplinen und der Abgleich der Resultate hat sich bereits mehrfach bewährt.<sup>6</sup> Jede Fachrichtung kann gezielte Informationen zur Schichtentstehung und -erhaltung einbringen, die in der

Diskussion Mehraussagen ermöglichen. Gerade scheinbare Widersprüche erweisen sich oft als aufschlussreich, da die Erklärungsmodelle detailliertere Aussagen erlauben.

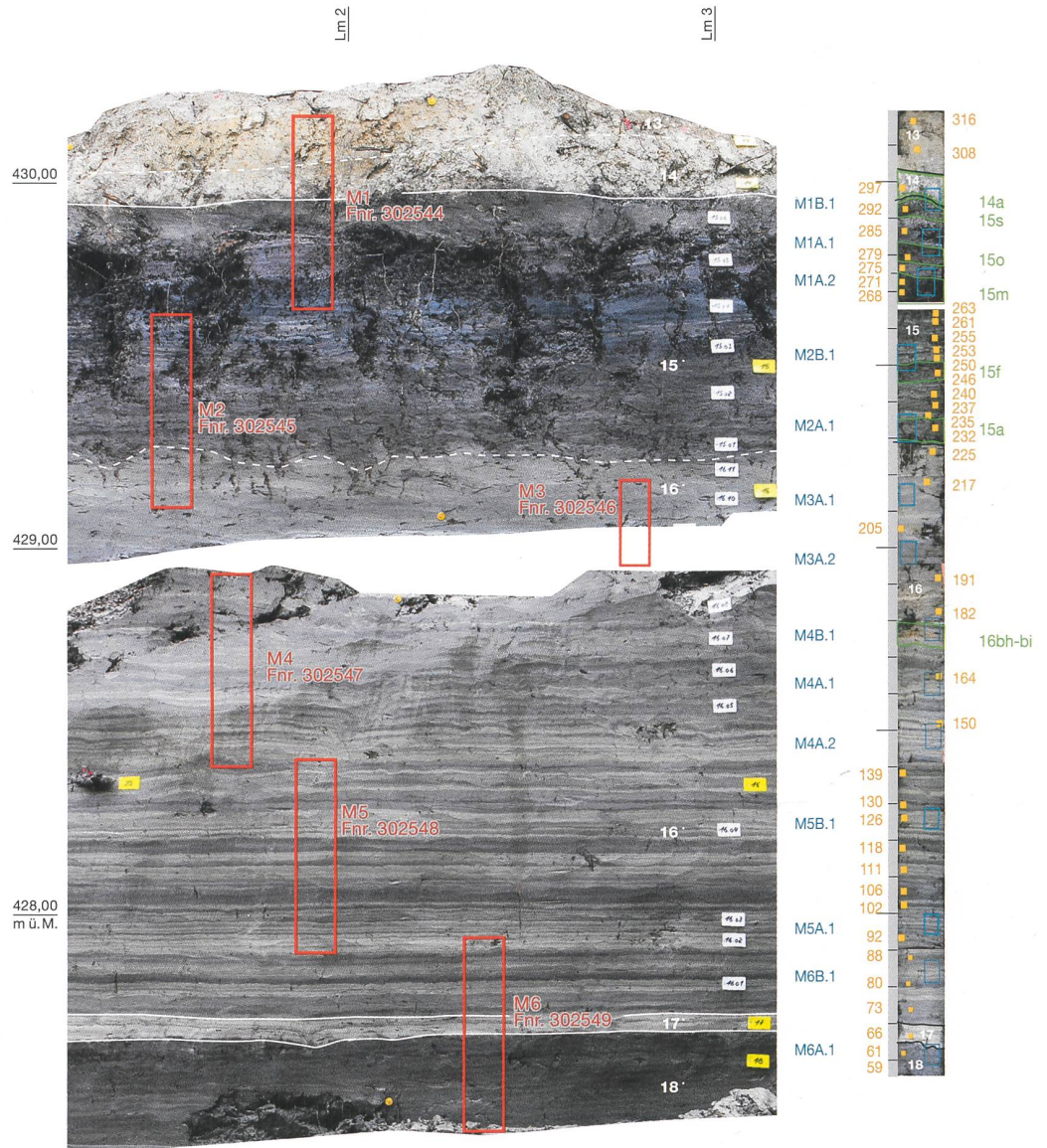
Zur Rekonstruktion der Landschafts- und Umweltbedingungen konzentrierten sich unsere Untersuchungen auf folgende Fragestellungen:

- Was lässt sich aus den einzelnen Disziplinen zum Milieu der Schichtbildung beitragen? Welche Aussagen können in Kombination der Disziplinen getroffen werden? Wie lässt sich der Torf charakterisieren und in welchem Milieu hat er sich akkumuliert? Enthält er Hinweise auf anthropogene Tätigkeiten?
- Lassen sich die Schichten von Nidau, Seewassernutzung mit denjenigen von Biel, Campus vergleichen? Inwiefern unterscheiden sich die Sedimentationsbedingungen zwischen den beiden Fundstellen?

6 Ismail-Meyer/Kühn/Wick 2011; Kühn et al. 2013; Othenin-Girard et al., in Vorbereitung; Ramstein et al., in Vorbereitung, Synthese.

**2** Nidau, Seewassernutzung. Profil 2 mit den rot markierten Profilproben M1 bis M6. Rechts daneben eine Zusammenstellung der Fotos von den Profilproben mit Eintrag der untersuchten Proben der verschiedenen Disziplinen.

- 225 palynologische Horizonte
  - M6B.1 mikromorphologische Dünnschliffe
  - 15a makrobotanische Proben
- Weisse Zahlen = Positionen



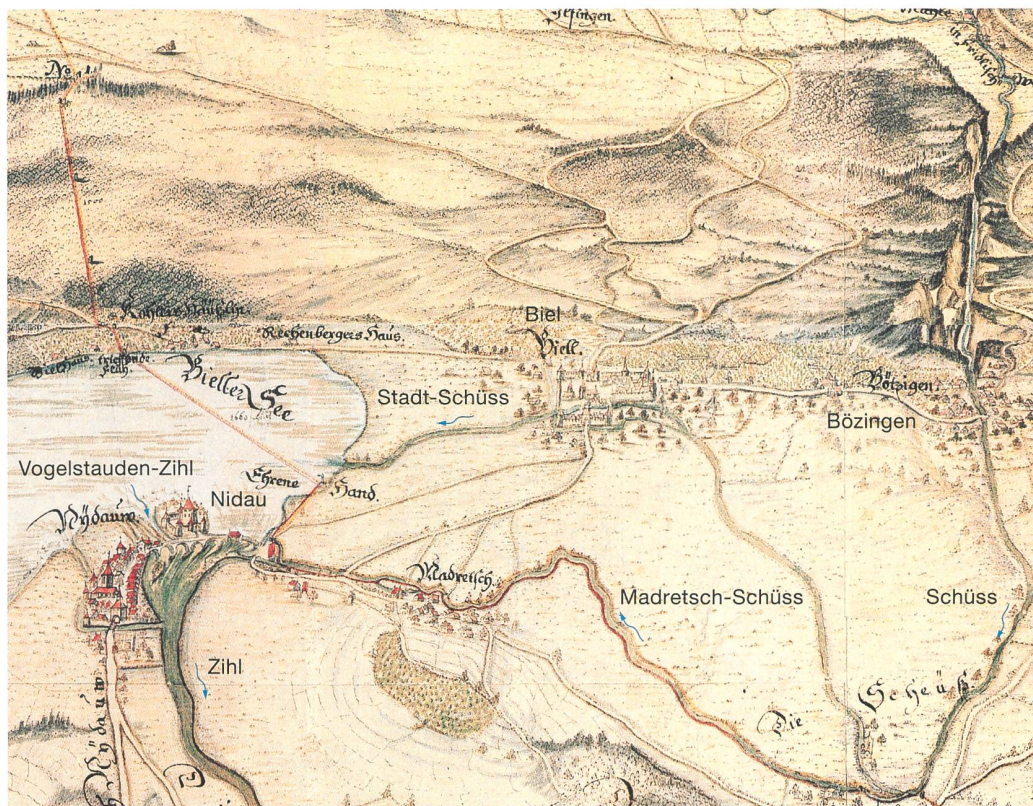
## 2 Fluss, Delta oder See? – Die Ausgangslage

Die Fundstelle Nidau, Seewassernutzung liegt westlich der Nidauer Altstadt, im Dreieck zwischen dem Bielersee, der Alten Zihl – dem ursprünglichen Seeabfluss vor der Juragewässerkorrektur – und dem Nidau-Büren-Kanal (Abb. 1). Auf historischen Karten des 16. und 17. Jahrhunderts ist Nidau auf einer kleinen Halbinsel dargestellt, worauf auch der Name (nida-au, Nidowe, Nidouwe) hinweist, also ein

am Wasser liegendes, sumpfiges Gelände, eine Insel oder Halbinsel.<sup>7</sup> Auf der Karte von Samuel Bodmer von 1709 verläuft zwischen dem Schloss Nidau und dem Dorf ein Bachlauf vom See zur Alten Zihl hin, die sogenannte Vogelstaudenzahl (Abb. 3).<sup>8</sup> Auf Kartierungen des 18. und 19. Jahrhunderts erkennt man, dass der Bereich zwischen dem See und dem Schloss

<sup>7</sup> ortsnamen.ch 2023.

<sup>8</sup> Wick-Werder 2014, 41, Abb. AAEB B138-64; Suter 2017 eDat., eAbb. 292; Eggenberger/Wittmer/Nevosad 2013.



3 Ausschnitt aus der Karte von Samuel Bodmer (1709), mit Schwerpunkt auf der Bieler Bucht und der Schüss-Schwemmebene.

von zahlreichen, wohl teilweise künstlichen Kanälen durchzogen ist, welche mit der ersten Juragewässerkorrektur um 1890 weitgehend verschwanden (Anlegen des Nidau-Büren-Kanals).<sup>9</sup>

Der Fluss Schüss, dessen Schuttfächer und Feinablagerungen den Untergrund der Stadt Biel wesentlich geprägt haben, verlässt den Jurasüdfuss durch die Taubenlochschlucht bei Bözingen und durchfließt Biel in mehreren Armen, von denen einer beim heutigen Bootshafen in den See und ein anderer direkt in die Zihl mündet (Madretsch-Schüss). Bei Bohrungen und Profilaufnahmen können die Schüssschotter, die mindestens seit dem Spätglazial (Epipaläolithikum) im nördlichen Bereich des Bielersees vorgeschüttet worden sind, von Biel bis Port gut erfasst werden (Abb. 1).<sup>10</sup> Bis zur Fundstelle Nidau, Seewassernutzung konnten die Schotterkegel nach dem jetzigen Forschungsstand nicht vordringen.<sup>11</sup> Zusammenfassend zeigt sich also, dass der Bereich der Fundstelle Nidau, Seewassernutzung von der Nähe zum Wasser geprägt ist, sowohl zum See, zur Schüss als auch zur Alten Zihl, dem natürlichen Seeabfluss.

### 3 Mikromorphologische Untersuchung der Schichtsequenz

#### 3.1

##### Methodik

Die sechs Profilproben wurden im IPNA (Integrative Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie der Universität Basel) in Zusammenarbeit mit der Palynologin Annekäthi Heitz-Weniger dokumentiert (Abb. 4). Nach der Reinigung und Fotoaufnahme jeder Probe wurden erkennbare Schichtabgrenzungen definiert (Makroschichten, im Folgenden MS genannt) und diese mit der archäologischen Profildokumentation korreliert. Alle MS wurden kurz beschrieben (Farbe, Schichtung, Korngrössenzusammensetzung, Vorkommen von organischen Resten, Wurzeln und Störungen) und

<sup>9</sup> Hochparterre 2010.

<sup>10</sup> Antenen 1936; Othenin-Girard 2015a und b; Othenin-Girard et al., in Vorbereitung.

<sup>11</sup> Antenen 1936; Fischer et al. 2017; Grosjean 2012.

**4** Nidau, Seewasser-  
nutzung. Fotos von der  
Dokumentation der Probe  
M1 mit dem Torf.

- a gereinigte Probe
- b Probe nach der Ent-  
nahme der Pollenproben  
(kleine quadratische  
Löcher auf der linken Seite)  
und der Teilproben für die  
Mikromorphologie (rechte  
Seite)
- c Entnahme der Proben  
aus dem Torf für die Ma-  
krobotanik
- d Entnommene Pollen-  
proben
- e Makrobotanische  
Probe 15m nach der  
Entnahme



der Anteil an Kalziumkarbonat mittels Salz-  
säure grob ermittelt (15%-HCl-Lösung). Da-  
nach fand die Beprobung für die verschiedenen  
Untersuchungen statt. Die detaillierte Doku-  
mentation zu jeder Profilprobe ist in den eAbb.  
1–6 wiedergegeben.<sup>12</sup>

Nach Entnahme der Pollenproben (Kap. 4)  
wurde die gesamte Abfolge für die Mikromor-  
phologie in Boxen beprobt (Abb. 4), diese in  
Epoxydharz eingegossen und in Anschliffe auf-  
gesägt. Daraus liessen sich insgesamt 14 Dünn-  
schliffe herstellen (42 × 50 mm).<sup>13</sup>

Die mikromorphologischen Analysen wur-  
den mit derselben Datenbank I-GEOARCHrec  
wie bei der Untersuchung Biel, Campus durch-  
geführt.<sup>14</sup> Jede MS erhielt für die Datenbank eine  
Identifikationsnummer, die als Mikroschicht  
bezeichnet wurde. Diese wurden unter einem  
Mikroskop analysiert und beschrieben<sup>15</sup> unter  
Verwendung von drei Wertesystemen<sup>16</sup>. Die Da-

tenaufnahme folgt internationalen, mikromor-  
phologischen Richtlinien.<sup>17</sup> Da diese Kriterien  
für Biel, Campus eingehend beschrieben wer-  
den, sollen hier nur die wesentlichen Kriterien  
erwähnt werden.<sup>18</sup> Jeder Mikroschicht wurde ein  
Schichttyp – eine Fazies, basierend auf den Ana-  
lysen von Biel, Campus – zugewiesen.

12 Die eAbb. 1–10 finden sich elektronisch unter der  
DOI 10.48350/196893.  
13 Servizi per la Geologia, Piombino, Italien.  
14 I-GEOARCHrec ist eine Filemaker-Datenbank, entwickelt  
in einer Kooperation zwischen der geoarchäologischen Ab-  
teilung der IPNA und der VUB (Vrije Universiteit Brüssel),  
von Sarah Lo Russo programmiert.  
15 Bei Vergrößerungen von 25- bis 400-fach; es wurde Durch-  
licht (PPL), polarisiertes Licht (XPL) und bei Bedarf Schräg-  
licht (OIL) verwendet.  
16 Quantifizierung von Komponenten in Prozenten (mit einer  
Schätztabelle), anhand ihrer Präsenz (taphonomische Kri-  
terien) oder in gezählten Einheiten (Samen/Früchte/Dia-  
sporen sowie Köcher von Köcherfliegenlarven).  
17 Bullock et al. 1985; Stoops 2021.  
18 Ismail-Meyer, in Vorbereitung.

### Mikromorphologische Fazies

Fazies	Kurzbeschreibung	Interpretation	Abb.
3B	Mikrit: Karbonatischer Silt mit Spuren von Feinsand (Quarz und Glimmer). Regelmässig kommen Pilzreste, manchmal auch Eisenaussfällungen (Pe1) und sekundäre Verhärtungen vor (Caliche, Pe6).	Limnische Ausfällung in der ufernahen Zone. Pilzreste, Eisenaussfällungen und Caliche-Bildungen weisen auf Trockenphasen, also Unterbrüche in der Sedimentation, hin.	7a
3B-3C	Mikrit mit Characeae-/Najas-Resten: Mikrit mit Resten von Armleuchteralgen (kalkverkrustete Stängel und Oogonien), von anderen verkalkten Stängeln (von Nixenkraut/ <i>Najas</i> sp.?) sowie noch unbestimmten Oosporen und Spariketten (fällten sich auf Blättern von Algen oder Wasserpflanzen aus). Selten sind Schalen von Wasserschnecken und Muscheln sowie Köcher von Köcherfliegenlarven. Es kommen Spuren von Feinsand (u. a. Quarz und Glimmer), POM (Particulate Organic Matter, organischer Detritus, kleinfragmentierte Pflanzenreste mit Zellaufbau) und AOM vor (Amorphous Organic Matter, gelifizierte Pflanzenreste). Regelmässig sind Reste von Pilzen, Eisenaussfällungen (Pe1), sekundäre Verhärtungen (Pe6) und Dekantationsniveaus (3S; Abb. 7a) vorhanden.	Limnische Ausfällung in der bewachsenen Uferzone (Seekreide), unterhalb der Wellenbasis entstanden. Dekantationsniveaus, Eisenaussfällungen und Caliche-Bildungen weisen auf Sedimentationsunterbrüche und wasserfreie Phasen mit beginnender Bodenbildung hin.	7b-c
4A-5B-5C	Tonreiche Ablagerungen mit Gelifizierung (4A-5B) und mit potenziellen Graserhizomen (4A-5C): Karbonatfreie Ablagerungen mit gelifizierten Pflanzenresten (anaerober bakterieller Abbau im wassergesättigten Milieu bei tiefem pH-Wert) und potentiellen Graserhizomen.	Fluvial akkumulierte Tone, die aus langsam fliessendem Wasser abgesetzt wurden. Die Ablagerungen sind entkalkt, was zusammen mit der Gelifizierung geschah (tiefer pH-Wert) – mögliche limnische Komponenten wurden aufgelöst. Die Pflanzenreste sind terrestrisch und konnten sich im ruhigen, wassergesättigten Milieu akkumulieren, was zu einer Torfbildung führte.	7d-e

6 Nidau, Seewassernutzung. Kurzbeschreibung der mikromorphologischen Fazies, Subfazies (in Klammern ergänzt) und ihrer Interpretationen.

Insgesamt wurden 46 Mikroschichten beschrieben. Für die Auswertung sind die Daten nach Positionen, Fazien und gewissen Kriterien gruppiert und Durchschnittswerte zur Zusammensetzung der Mikroschichten berechnet worden (Abb. 5, 6 und 7, eAbb. 7).

### 3.2

#### Überflutet bis trocken: Schichtbildungsprozesse der Positionen

Anhand der Auswertung der Fazies und deren Interpretation (Abb. 6) ist es möglich, gezieltere Aussagen zur Schichtbildung der einzelnen Positionen zu treffen.<sup>19</sup>

#### Positionen 18 und 17: etwa 5400 bis 3750 v. Chr.

An der Basis der analysierten Sequenz zeigt sich mit Position 18 ein dunkelgrauer, leicht sandiger Mikrit, der Dekantationsniveaus aufweist (Abb. 7a). Die oben anschliessende Position 17 besteht aus einem hellgrauen, leicht sandigen Mikrit mit Anzeichen von Caliche-Bildungen (terrestrische Akkumulationen von Kalziumkarbonat). Reste von Algen oder Wasserpflanzen sind in beiden Positionen rar, beide enthalten regelmässig organischen Detritus POM (Particulate Organic Matter) und gelifiziertes

organisches Material AOM (Amorphous Organic Matter) (Abb. 6).

Die seekreideartigen Positionen 18 und 17 haben sich in einer ufernahen Zone des Bielersees abgelagert, in der regelmässig Trockenphasen auftraten, welche zur Bildung von Dekantationsniveaus und sekundären Verhärtungen geführt haben. Das Milieu war für die sonst in Seekreiden typische Wasserfauna und -flora offenbar nicht ideal. Der tiefe Anteil an terrestrischem Sand weist ausserdem darauf hin, dass kein eigentliches Strandsediment vorliegt. AOM und POM dürften aus einer nahen bewaldeten Zone eingetragen worden sein, von wo möglicherweise auch Pilzreste stammen. Die dunkle Farbe von Position 18 könnte auf Dekantationsniveaus, die helle von Position 17 auf Caliche-Bildung zurückgehen.

#### Position 16: etwa 3700 bis 3500/3400 v. Chr.

Die gebänderte mikritreiche Ablagerung Position 16 enthält regelmässig Reste von Armleuchteralgen (Characeae) und Nixenkraut (*Najas*; Abb. 7b-c) sowie vereinzelt potenzielle

<sup>19</sup> Nach: Ismail-Meyer/Vach/Rentzel 2020; Ismail-Meyer/Pümpin/Rentzel 2022; Ismail-Meyer, in Vorbereitung.

## Mikromorphologische Datenaufnahme

Anzahl Datensätze	Grunddaten					Zusammensetzung						minerogene Komponenten			biogene Ausfällungen			Algen/Wasserpflanzen				
	Positionen	Fazies	Farbe des Sediments	untere Schichtgrenze	Schichtung	Porosität %	Tonfraktion %	Siltfraktion %	Sandfraktion %	minerogen %	organisch %	Quarzanteil %	<i>nur Siltfraktion</i>	<i>Silt- bis Feinsandfraktion</i>	Karbonatanteil %	limnischer Mikrit %	limnischer Sparit %	Mikritkörner %	Oogonien (Characeae) %	verkalkte Characeae-Stängel %	verkalkte Najas-Stängel %	Sparitketten %
<b>Positionen</b>																						
1	14	3B-3A	gelblich-hellgrau	diffus	eingeregelt	30	5	90	5	90	10	5	0	100	>40	70	5	0	0	0	0	0
12	15	4A-5B-5C	beige-braun	deutlich	laminiert	22	60	21	18	62	38	3	92	8	<5	2	0	0	0	0	0	0
21	16	3B-3C-Pe6	grau	deutlich	laminiert	20	5	83	8	84	16	2	100	0	20-40	65	5	0	3	5	8	6
1	17	3B-3A-Pe6	hellgrau	deutlich	geschichtet	15	10	80	10	85	15	10	100	0	>40	70	5	5	0	2	0	2
3	18	3B-3D-3SI	dunkelgrau	deutlich	laminiert	8	10	83	7	85	15	10	100	0	>40	72	6	5	0	0	2	2
<b>Fazies</b>																						
4		3B-3A	hellgrau	diffus	geschichtet	19	6	88	6	85	15	5	75	25	>40	73	5	1	0	1	3	3
3		3B-Pe1-Pe6	grau	deutlich	geschichtet	22	5	90	5	82	18	1	100	0	>40	75	1	0	3	0	1	1
6		3B-3C-Pe1	grau	deutlich	laminiert	22	6	86	8	81	19	2	100	0	>40	63	3	0	2	5	10	7
6		3B-3C-3SI-Pe6	grau	deutlich	laminiert	17	7	73	7	88	13	5	100	0	>40	66	7	2	2	4	8	6
7		3C-3B	grau	deutlich	laminiert	16	6	85	9	84	16	3	100	0	>40	63	6	1	3	7	7	8
12		4A-5B-5C	beige-braun	deutlich	laminiert	22	60	21	18	62	38	3	92	8	<5	2	0	0	0	0	0	0

Angaben zur Datenaufnahme

*kursiv* – Präsenz eines Kriteriums pro Anteil Schichten in %

Anzahl – Pro Mikroschicht ausgezählte Exemplare, hochgerechnet auf 100 Mikroschichten

5 Nidau, Seewassernutzung. Mikromorphologische Grunddaten sortiert nach Positionen und Fazies.

Samen der See-Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*). Sand und Gastropodenschalen sind sehr rar. Interessant ist, dass ein Niveau (16bh-bi) mehrere Eier von Invertebraten enthält, die auf Strudelwürmer (Turbellaria) zurückgehen könnten (Abb. 7d).<sup>20</sup> An sekundären Prozessen können ab und zu Dekantationsniveaus, Caliche-Bildungen sowie Eisenausfällungen festgestellt werden.

Position 16 wurde bei einem leicht höheren Wasserspiegel als die Positionen 18 und 17 abgelagert. Niveaus reich an Resten von Algen und Wasserpflanzen weisen auf eine Entstehung unterhalb der Wellenbasis. Niveaus ohne diese Reste akkumulierten sich wohl eher in der Uferzone. Die möglichen Turbellaria-Eier zeigen ein nicht näher präzisierbares aquatisches Milieu an.<sup>21</sup> Auch hier können Hinweise auf Trockenphasen festgestellt werden, die wohl regelmässig, wenn auch eher nicht saisonal aufgetreten sind.

**Position 15: etwa ab 3500/3400 bis vor 2300 v. Chr.**

Position 15 besteht aus karbonatfreiem Ton und organischen Resten, hauptsächlich gelifiziertem organischem Material (inklusive AOM) und organischem Detritus POM. Erkennbar sind zudem rare Nadeln der Weisstanne, Laub- und Torfmoos. Hinzu kommen schwarze Reste, die auf Gräser und eventuell deren Rhizome zurückgehen (Abb. 7d–e). Deren dunkle Färbung entstand nicht durch Feuereinfluss,<sup>22</sup> sondern scheint eine Frage der Erhaltung zu sein. Ein

20 Freundliche Aussage von Marguerita Schäfer (IPNA, Juli 2023); Vermutung anhand von ausgelesenen Exemplaren aus der botanischen Probe (Juli 2023).

21 Turbellaria kleben ihre Eier einzeln oder in Bändern an Objekte; Kriska 2022; The Editors of Encyclopedia Britannica 2023.

22 Getestet mit OIL von Yannick Devos (VUB, Brüssel, Juni 2023).

Diasporen von Wasserpflanzen / Algen (Anzahl)	aquatische Fauna									terrestrische Pflanzenreste					Taphonomie				A. postsedimentäre Prozesse				Subfazien						
	Schneckschalen % intakt / in situ zerbrochen			gut erhalten Bioerosion (Cyanobakterien)			fragmentiert schlecht erhalten			Muschelschalen % Köcher Köcherfliegenlarven (Anzahl)		Rinde, Holz %	Laub / Tannennadeln %	Rhizome	Grasreste	Laubmoos	Samen/Früchte (Anzahl)	AOM (geifiziertes organisches Material) %	Materiale, geifiziert %	POM (organischer Detritus) %	Pilzsporen, -hyphen, Sklerotien	Bodenfaunenkot	Mikroholzkohle %	Eisenaustfällungen in Matrix	Bioturbation %	krautige Wurzel	verholzte Wurzel	Dekantationskrusten (3SI)	Caliche-Bildung (Pe6)
0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	2	0	0	5	0	35	100	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	7	0	1	75	10	6	7	0	25	6	0	25	100	8	0	0	0	
57	2	52	62	29	43	5	1	5	5	0	0	0	0	0	0	4	1	4	38	0	4	48	17	100	29	19	33	33	
0	3	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	10	100	0	2	0	20	100	0	0	100	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0	7	2	7	100	0	2	0	12	100	0	67	0	0	
0	1	25	25	25	50	50	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	75	0	4	0	19	100	0	0	25	0	
2	0	33	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	4	67	0	4	67	22	100	67	0	67	67	
100	1	17	50	33	50	0	1	17	17	0	0	0	0	0	0	5	0	4	67	0	4	67	18	100	50	0	17	50	
0	3	67	67	50	50	17	1	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	5	33	0	3	17	18	100	17	100	50	0	
14	2	71	71	14	43	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	3	29	0	3	43	14	100	0	0	14	29	
17	0	0	0	0	8	8	0	8	8	0	1	7	0	1	75	10	6	7	0	25	6	0	25	100	8	0	0	0	

Fraktionen  
 Tonfraktion <2 µm  
 Siltfraction 2–63 µm  
 Sandfraktion 0,063–2 mm  
 Feinsandfraktion 0,063–0,2 mm

Abkürzungen  
 A. = mögliche anthropogene Reste

Viertel der Niveaus enthält Bodenfaunenkot. Mehrere Diasporen einer potenziellen Alge konnten noch nicht identifiziert werden. Ein Niveau (MS 15o) enthält zahlreiche Insektenreste (Abb. 7g).

In Position 15 sind fluvial transportierte Tone und terrestrische Pflanzenreste erhalten, wobei eventuell vorhandener limnischer Mikrit komplett aufgelöst sein dürfte. Dies hängt mit organischem Abbau in einem wassergesättigten Milieu zusammen.<sup>23</sup> Auf den See könnten noch die Diasporen hinweisen. Ton und Pflanzenreste haben sich in einer ruhigen, fluvial geprägten Zone akkumuliert. Vermutlich sind zeitweise auch lokal Gräser gewachsen. Bodenfaunenkot deutet ausserdem auf Trockenphasen während der organischen Akkumulation. Der lokale Wasserspiegel war also Schwankungen ausgesetzt.

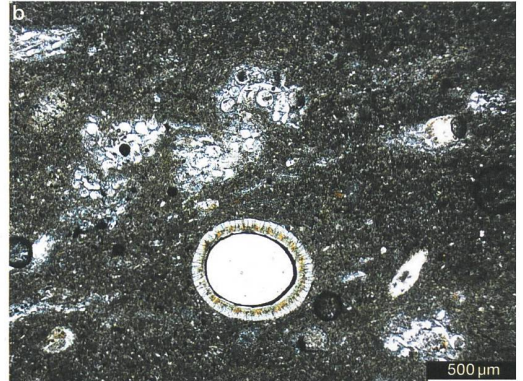
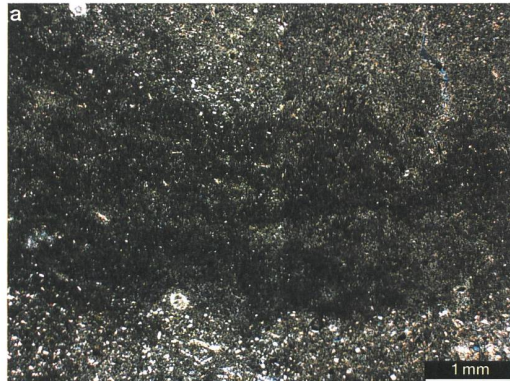
### Positionen 14 und 13: um und nach 2300 v. Chr

Die mikritreiche Position 14 enthält Spuren von Sand, AOM und POM (Abb. 7h). Wir sehen, dass die organisch-tonige Akkumulation durch einen Milieuwechsel zum Erliegen kam, sodass bei hohen pH-Bedingungen eine Akkumulation von Mikrit stattfinden konnte. Da keinerlei Stängel von Algen oder Wasserpflanzen beobachtet wurden, gehen wir von einer Einschwemmung von limnischem Karbonat aus, was vermutlich mit einer Seespiegelerhöhung und Flutung der Seeuferzone einhergeht. Bioturbationsvorgänge durch Wurzeln sind deutlich erkennbar, was zu Vermischungen mit Position 15 führte. Die mikritreiche Schicht Position 13 wurde im Dünnschliff nicht erfasst.

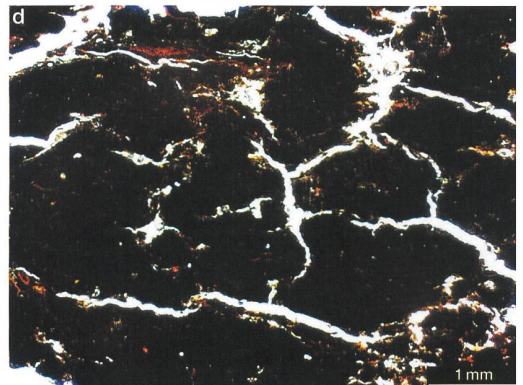
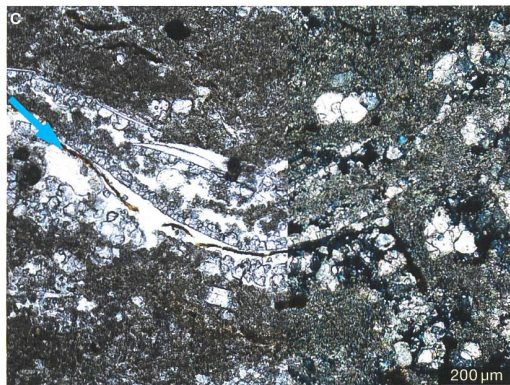
<sup>23</sup> Anmelung et al. 2018.

**7** Nidau, Seewasser-  
nutzung. Mikroskopische  
Aufnahmen aus den Ab-  
lagerungen. Links in PPL,  
rechts in XPL.

a Mikritreiches Sediment,  
im mittleren Bereich  
eine Dekantationskruste  
(dunkel). Position 18d,  
Fazies 3B-3SI, Mikro-  
schicht P2-03;



b Mikritreiche Ablagerung  
mit Resten von Armleuch-  
teralgen, oben links Stän-  
gelquerschnitte (poröse  
Strukturen), in der Mitte un-  
ten ein Fruchtkörper (Oogo-  
nie). Position 16at, Fazies  
3C-3B, Mikroschicht P2-11,  
PPL;



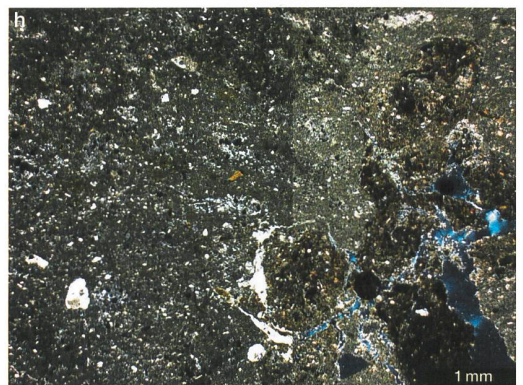
c Detail einer Sparitkette,  
die sich auf einem Blatt  
einer Alge oder Wasser-  
pflanze ausgefällt hat. Links  
ist noch der abgebaute Rest  
des Blattes erkennbar  
(braun, Pfeil). Position 16ai,  
Fazies 3C-3B, Mikro-  
schicht P2-09, XPL;



d Torfschicht, die infolge  
Abbaus in ein organisches  
Gel umgewandelt wurde.  
Position 15m, Fazies 5B,  
Mikroschicht P2-32, PPL;

e Tonreiche Ablagerung  
mit einem potenziellen  
Grashizom (schwarz).  
Position 15a, Fazies 4A-5C,  
Mikroschicht P2-26;

f Zwei potenzielle Strudel-  
wurmleier, eingebettet in ein  
mikritreiches Sediment. Po-  
sition 16bh-bi, Fazies 3B-  
3C, Mikroschicht P2-19,  
PPL;



g Gelifizierte Torfschicht  
mit Resten von Insekten  
(bräunliche Strukturen,  
Pfeil) und Moos (hellbraun).  
Position 15p, Fazies 4A-5C,  
Mikroschicht P2-35, PPL.

h: Mikritreiches Sediment  
(grau bis beige) mit einer  
Störung (braun, rechte  
Seite). Sediment wurde aus  
der tieferen Torfschicht  
durch Wurzeln oder Würmer  
nach oben transferiert.  
Position 14a, Fazies 3B-3A,  
Mikroschicht P2-38

Aufgrund der Farbe könnte es sich dabei um Position 14 handeln, die durch eine Bodenbildung weiter oben überprägt wurde.

4

## Palynologische Untersuchung

4.1

### Methodik

Aus der 265 cm mächtigen Sequenz wurden 53 Proben<sup>24</sup> von 1 cm<sup>3</sup> entnommen (Abb. 2 und 4), korreliert mit den Proben der Mikromorphologie und der Makrobotanik. 40 Proben wurden nach dem üblichen Verfahren für Pollenanalyse teils an der Universität Basel<sup>25</sup>, teils an der Universität Bern<sup>26</sup> chemisch aufbereitet und anschliessend unter dem Mikroskop bei 400-facher Vergrösserung auf eine kleine Pollensumme<sup>27</sup> ausgezählt, um einen Überblick über die gesamte Abfolge zu erhalten. Daraus wurden 18 Proben ausgewählt und wenn möglich auf eine relevante Pollensumme von 450 Pollenkörnern ausgezählt und anschliessend im Pollendiagramm NISE\_a (eAbb. 8) dargestellt.<sup>28</sup> Um dennoch alle Daten der 40 Horizonte nutzen zu können, wurden auch die mittels Kurzanalyse untersuchten Horizonte, die mit Vorsicht zu interpretieren sind, in das Pollendiagramm NISE integriert (Abb. 8).

4.2

### See, Fluss, Ufer, Land? Interpretation des Pollendiagramms<sup>29</sup>

Palynologisch erfasst wurden etwa 3100 Jahre im Mittelholozän (Atlantikum und Subboreal) in der Zeit des Jung- und Endneolithikums. Die Lage des Pollendiagramms (Abb. 8) ist «offsite», das heisst, es sind keine «Kulturschichten» vorhanden. Die Vegetationsentwicklung ist aber spätestens ab 3750 v. Chr. eng verknüpft mit der Aktivität des Menschen (Abb. 10).

### Position 18, Horizonte 59, 61: etwa 5400? bis 3800 v. Chr.<sup>30</sup>

Das Pollenspektrum ist geprägt vom Eichenmischwald (*Ulmus* und *Tilia*, *Quercus*), von Hasel (*Corylus*) und Föhre (*Pinus*), während Tanne (*Abies*) und Buche (*Fagus*) beinahe fehlen. Es

entspricht «Position 8 inférieure» des Pollendiagramms Biel, Campus BICA<sup>31</sup> und ist zu Beginn des Jüngeren Atlantikums einzuordnen<sup>32</sup>, übereinstimmend mit dem Pollendiagramm vom Lobsigensee<sup>33</sup>. Die Pollenfrequenz ist sehr niedrig, die Erhaltung wechselnd. Es ergibt sich ein Ablagerungsmilieu etwas unterhalb der Uferanschwemmungszone im tieferen Wasser, eventuell mit fluvialen Einschwemmungen (*Alnus*, *Cyperaceae*).

### Position 17, Horizont 66: um 3750 v. Chr.

Das Pollendiagramm ändert mit dem Wechsel zum hellen, mikritreichen Sediment sprunghaft: Nach einem Hiatus zeigen Ulme (*Ulmus*), Linde (*Tilia*) und Föhre (*Pinus*) niedrigere Werte, dafür weisen Tanne (*Abies*) und leicht auch Erle (*Alnus*) höhere Werte auf. Über längere Zeit folgte die bekannte Umstrukturierung der Wälder vom Eichenmischwald zum Buchenmischwald.<sup>34</sup> Die Pollenfrequenz ist hoch, die Pollen sehr gut erhalten, was bei höherem Wasserstand gegeben ist.

### Position 16, Horizonte 73 bis 225: etwa 3700 bis 3500/3400 v. Chr.

NISE\_a (eAbb. 8) zeigt einen gleichmässigen Kurvenverlauf mit dominanter Erle (*Alnus*) und Hasel (*Corylus*), mit nach oben leichter Abnahme von Tanne (*Abies*). NISE (Abb. 8) enthält etwas wechselvollere Ablagerungen. Es ist möglich, dass die Hasel, welche auf gut durchlüfteten Auenböden, aber auch im lockeren Laubwald und an Waldrändern vorkommt, als

24 Probennummer (Horizont) = cm der Profilprobe, 0 cm = 427.00 m ü. M., z. B. Probe (Horizont) 250 = 429.50 m ü. M.

25 Ich danke Fabian Rey, Departement Umweltwissenschaften, Fachgruppe Geoökologie, Universität Basel.

26 Ich danke Kathrin Ganz, Institut für Pflanzenwissenschaften, Paläoökologie, Universität Bern.

27 Ammann/Liese-Kleiber 1981, 17.

28 Methode s. Heitz-Weniger, in Vorbereitung a, Kap. 2.3.2.

29 Erläuterung zur Interpretation der Pollenspektren: Heitz-Weniger, in Vorbereitung a, Kap. 2.3.2.4; Heitz-Weniger, in Vorbereitung b, Kap. 13.2.5; Lang et al. 2023, 22.

30 Die Zeitangaben geben den ungefähren Zeitraum an; sie beruhen nicht auf C14-Daten aus der analysierten Profilprobe selbst, sondern auf C14-Daten aus korrelierbaren Schichten des Grabungsareals.

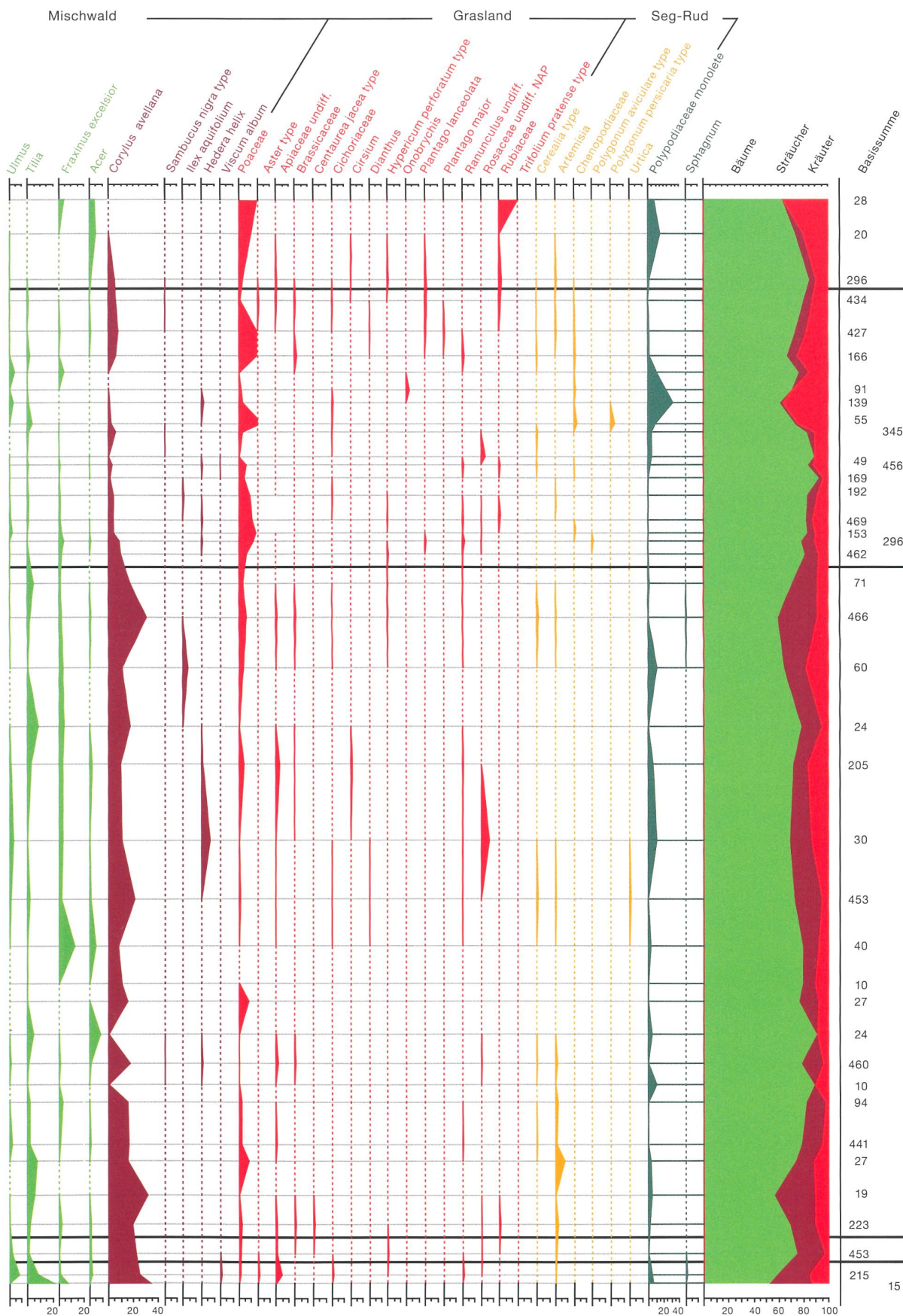
31 Heitz-Weniger, in Vorbereitung a.

32 Ammann-Moser 1975, 53.

33 Heitz 2020, 29,31.

34 Ammann-Moser 1975, 53; Rey et al. 2020, 1353.





Horizontal: ökologische Zeigergruppen, wie Pollendiagramme Biel, Campus<sup>35</sup> und Orpund, Löörezälgi<sup>36</sup>. Seg = Segetalia, Rud = Ruderalia. Basissumme exklusive Wasserpflanzen = 100 %. Einzelkurven der Strauch- und Krautpollen (ausgenommen *Corylus*, Cyperaceae, Poaceae): mit Faktor 2 überhöht. 35 Heitz-Weniger, in Vorbereitung a. 36 Heitz-Weniger. In Vorbereitung b.

Nahrungsquelle durch den Menschen mittels Auflichten der Wälder gefördert wurde. Die Erhaltung der Pollen ist durchwegs gut, was für konstante Wasserüberdeckung im limnischen Bereich spricht. Die Pollenfrequenz jedoch ist sehr viel niedriger als dies in reinen Seekreideproben zu erwarten ist. Das ist wohl bedingt durch die feinen organischen Reste, welche je nach Häufigkeit die Bänderung ergeben. Diese sind nicht Reste einer Kulturschicht, denn die Werte der Mikroholzkohle und der Cerealia sind niedrig. Vielmehr lassen die recht hohen Werte der Erle (*Alnus*) fluviale Einflüsse vermuten. Dies erklärt das für die kurze Zeitspanne mächtige Sediment mit geringer Pollenfrequenz, aber gutem Erhaltungszustand. Die Pollenfrequenz einzelner Horizonte jedoch ist extrem niedrig, sodass Trockenphasen nicht auszuschliessen sind.

**Position 15, Horizonte 232 bis 292: etwa ab 3500/3400 bis vor 2300 v. Chr.**

Mit Beginn der Position 15 ändert sich nicht nur das Sediment, sondern auch das Pollenspektrum: Die Kurve der Tanne (*Abies*) steigt markant an, ebenso der Fichte (*Picea*) und der Föhre (*Pinus*). Die vor allem im unteren und oberen Teil hohen Werte der Tanne, eine Folge der «Seeblüte»<sup>37</sup>, zeigen an, dass die Bildung des Sediments im Bereich der Uferanschwemmungen lag. In der untersten Probe (Horizont 232, 15a) ist die Pollenfrequenz äusserst hoch, der Erhaltungszustand ausgezeichnet und Pollen des Breitblättrigen Rohrkolbens (*Typha latifolia*) sind markant, was für Röhricht mit dauernder Wasserüberdeckung spricht. Im mittleren Teil der Position 15 nehmen Pollenfrequenz und Pollenerhaltung ab, was trockenere Verhältnisse und Verlandung anzeigt. Im oberen Teil ist die Pollenfrequenz wieder deutlich höher, Pollen von Wasserpflanzen, Rohrkolben, Riedgräser und Gräser sind häufiger und belegen Röhricht und Seggenried am Ufer. Auch die Kurve der Eichen- (*Quercus*-)Pollen steigt an. Es ist denkbar, dass zu dieser Zeit die Eiche vom Menschen als Bauholz und Nahrungsquelle für das Vieh gefördert wurde, wie das am Bielersee bereits postuliert wurde,<sup>38</sup> jedoch in Biel, Campus nicht nachgewiesen werden konnte. Kulturzeiger sind nur spärlich erfasst – die torfartige Schicht geht nicht auf eine Kulturschicht

zurück. Die erhöhten Mikroholzkohlenwerte könnten die Landöffnung durch Brandrodung in der weiteren Region anzeigen.<sup>39</sup>

**Position 14, Horizont 297 und Position 13, Horizonte 308, 316: um 2300 v. Chr. und später**

Position 14 liegt mit hohen Werten der Tanne (*Abies*), aber spärlichen Feuchtbodenzeigern wieder deutlicher im Uferbereich. Die Horizonte in Position 13 (nur Kurzanalysen) jedoch lagen eher tiefer als die Zone der Uferanschwemmung.

**Ein Blick auf die Fundstelle Biel, Campus<sup>40</sup>**

Es ist eine hervorragende Situation: Zwei ungefähr zeitgleiche Offsite-Pollendiagramme aus zwei verschiedenen archäologischen Grabungen liegen nur 450 m voneinander entfernt (Abb. 1; 5 und 6.1). Die Diagramme von Nidau, Seewassernutzung und Biel, Campus sind denn auch auffallend ähnlich: an der Basis die Eichenmischwalddominanz, darüber das fluvial-limnische (Tiefwasser-)Sediment mit der lokal bedingten Erlendominanz und den Haselpollen lichter Wälder, unterbrochen von einzelnen Tannenpollengipfeln, welche eine Ufersituation und allfälliges Trockenfallen anzeigen (NISE Pos. 16; BICA Pos. 7). Nach einem Hiatus folgt in beiden Diagrammen das torfartige Schichtpaket mit Ufersituation und eutrophem Röhricht<sup>41</sup> und Seggenried sowie in der Trockenphase in der Mitte kurzfristig mit Farnsporen (NISE Pos. 15; BICA Pos. 6, 100). Mit etwas offenerem Land enden die Pollendiagramme. Zeitgleichheit würde man von dieser Parallelisierung her ableiten. Die C14-Daten ergeben aber ein anderes Bild: Die Torfsedimentation beginnt in Nidau, Seewassernutzung rund 800 Jahre früher und endet, kurz bevor sie in Biel, Campus beginnt. In der Zeit der Torfbildung in Nidau, Seewassernutzung findet also in Biel, Campus fluvial-limnische Sedimentation statt (Abb. 11).

37 Heitz-Weniger, in Vorbereitung a; Ammann-Moser 1975, 54; Liese-Kleiber 1977, 13–15; Ammann 1982, 101.

38 Suter 2017, 52.

39 Rey et al. 2019, 1393.1395; Jacomet et al. 2016, 1871.

40 Pollendiagramm BICA, Heitz-Weniger, in Vorbereitung a.

41 Lang 1973, 176.

Die übereinstimmenden Pollendiagramme der Torfschichten belegen folglich lokal identische, aber zeitlich unterschiedliche ökologische Situationen im Uferbereich während der Torfbildung und damit das mosaikartige Nebeneinander von zwei Sedimentationsräumen. Die in Nidau generell bessere Pollenerhaltung ist auf die etwas grössere Nähe zum See zurückzuführen.

5.

## Makrobotanische Untersuchung

5.1

### Methodik

Die Proben für die Makrobotanik wurden als Letzte aus den Profilkolonnen entnommen (Abb. 4). Die Auswahl der untersuchten Proben wurde zusammen mit den anderen Disziplinen getroffen: organische Schichten aus Position 15 (MS 15a, 15f, 15m, 15o und 15s) und je eine Probe aus Position 16 (MS 16bh–bi) und 14 (MS 14a).

Die Proben wurden mittels Methode der Halbflotation aufbereitet,<sup>42</sup> nachdem sie eingeweicht und gefroren worden waren.<sup>43</sup> Für die Aufbereitung wurden Siebe mit den Maschenweiten 4, 2 und 0,35 mm verwendet und es wurde das Verdrängungsvolumen gemessen.<sup>44</sup> Die Proben wurden unter einem Binokular mit 6,5 bis 40-fachen Vergrößerungen ausgelesen; die 4-mm- und 2-mm-Fraktionen vollständig, die 0,35-mm-Fraktion nur stichprobenweise. Es wurden alle Samen und Früchte vollquantitativ erfasst und ausgelesen.<sup>45</sup> Zur Bestimmung diente die Vergleichssammlung moderner Samen und Früchte der IPNA und ausgewählte Literatur.<sup>46</sup> Die ökologische Einteilung der Pflanzentaxa erfolgte nach Eingabe in die Datenbank ArboDat, basierend auf pflanzensoziologischer und botanischer Literatur<sup>47</sup> mit Anpassungen an die lokalen Gegebenheiten des Fundortes.

Als Vergleich wurde eine Probe aus der torfigen Schicht von Biel, Campus untersucht. Diese Schicht stand bei der archäobotanischen Untersuchung von Biel, Campus<sup>48</sup> nicht im Fokus, da sie als fundarm eingeschätzt wurde. Dies erwies sich als richtig – neben Wurzeln und Rhizomen enthielt die Probe keine organischen Reste. Sie wird nicht weiter behandelt.

5.2

### Wechselspiel zwischen Röhrriech und Verlandung

Die makrobotanischen Resultate sind auf Abb. 9 nach ökologischen und Nutzungsgruppen aufgeteilt und in eAbb. 9 als Funddichten pro Art dargestellt. Im Text werden nicht alle gefundenen Arten erwähnt.

#### Position 16: etwa 3700 bis 3500/3400 v. Chr.

Die Probe 16bh–bi enthielt vorwiegend Verlandungsvegetation (hauptsächlich See-Flechtbinse (*Schoenoplectus lacustris*), wenig Schilf (*Phragmites australis*) und Armleuchteralgen (Characeae). Auffällig waren die Eier möglicher Strudelwürmer (Turbellaria) (Kap. 3.2.2, Pos. 16).

#### Position 15: etwa ab 3500/3400 bis vor 2300 v. Chr.

Die unterste Probe 15a enthielt im Vergleich zu Probe 16bh–bi weniger Wasserpflanzen. Mit der Grossen Teichrose (*Nuphar lutea*) ist jedoch eine Art vorhanden, die ruhige Wasserverhältnisse bevorzugt. Es kommen jedoch weiterhin viele Diasporen der Verlandungsvegetation vor, neu einige Anzeiger für Wälder an nassen Standorten und vergleichsweise wenige Vertreter des Feuchtgrünlandes. Unter anderem wurden auch sehr viele Schilfkaryopsen gefunden, welche einen hohen Standortanzeiger-Wert aufweisen, das heisst, sie werden fast nie ausserhalb von Schilfbeständen angetroffen.<sup>49</sup> Dieses Sediment entstand folglich in einem Schilfgürtel.

42 Hosch/Zibulski 2003.

43 Schonende Vorbehandlung, da die Proben aus sehr kompaktem organischem Material bestanden; Vandorpe/Jacomet 2007.

44 Eine objektive Messmethode, die leicht tiefere Funddichten ergibt als die «klassische» Volumenmessung; Antolin et al. 2015.

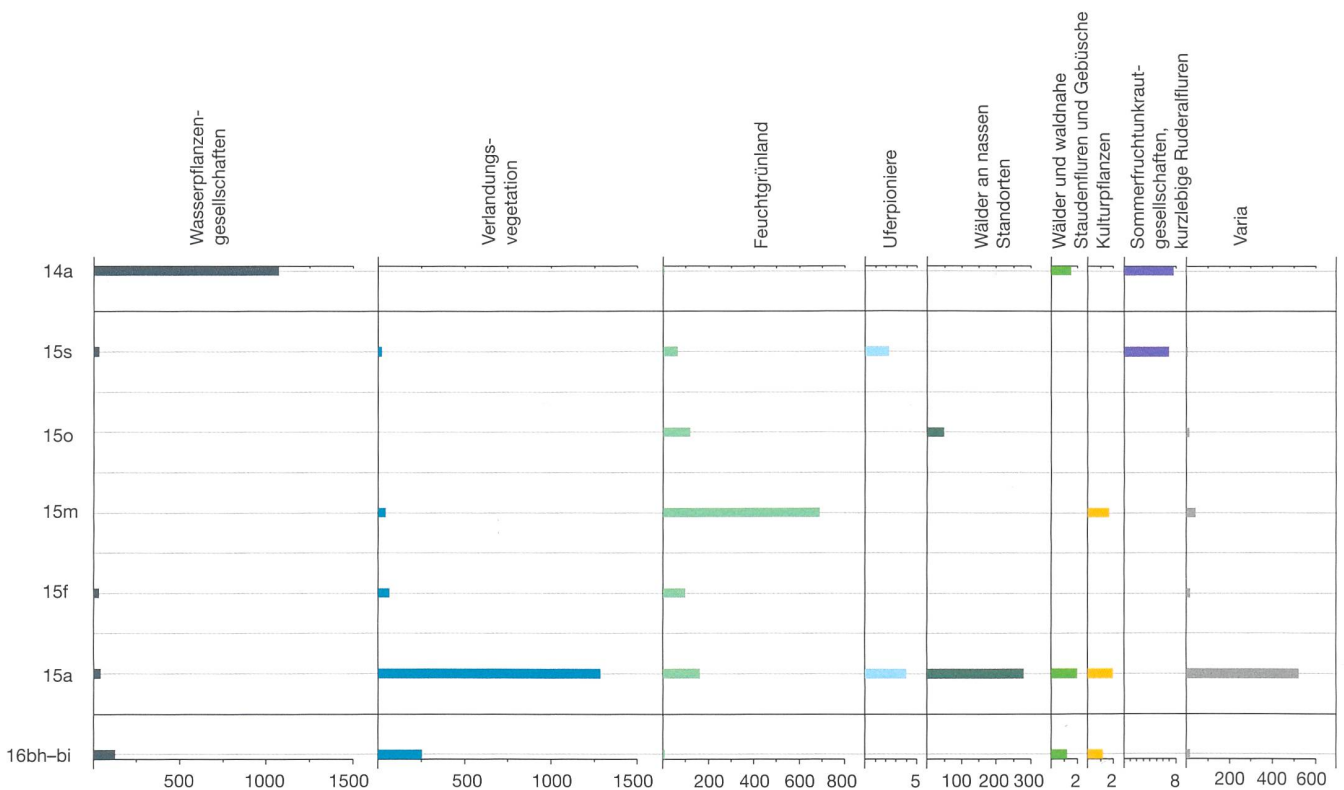
45 Ausgewählte Erhaltungsparameter sowie häufige vegetative und tierische Reste in der organischen Fraktion wurden nur halbquantitativ erfasst.

46 Cappers/Bekker/Jans 2006; Jacomet et al. 1989. Die Nomenklatur der Pflanzennamen richtet sich nach dem nationalen Daten- und Informationszentrum der Schweizer Flora; infoflora.ch 2023.

47 Oberdorfer 2001; Brombacher/Jacomet 1997.

48 Vandorpe, in Vorbereitung.

49 Jacomet 1985 nach Bollinger 1981.



**9** Nidau, Seewassernutzung. Stratigraphische Abbildung der Funddichten (in St./l, x-Achse unten) der unterschiedlichen ökologischen und Nutzungsgruppen (x-Achse oben). Reste wurden in den ökologischen Gruppen addiert. Alle Reste ausser die Kulturpflanzen waren subfossil unverkohlt erhalten.

In der nächsten Probe 15f nahm der Anteil an Verlandungspflanzen ab, der von Feuchtgrünland zu. Diese Entwicklung erreichte in 15m ihren Höhepunkt, dort war das Feuchtgrünland völlig vorherrschend. In Probe 15o begann der Anteil an Feuchtgrünland wieder abzunehmen, wobei er weiterhin hoch war. Ausserdem fand sich hier mit Hopfen (*Humulus lupulus*) auch eine Art, welche in Wäldern an nassen Standorten wächst. In Probe 15s war schliesslich der Anteil an Feuchtgrünland nur noch rund 50 %, dafür enthielt diese Probe wieder Anzeiger für Verlandungsvegetation und Wasserpflanzen.

Obwohl die Abfolge in Position 15 nur lückenhaft erfasst wurde, kann mit Sicherheit gesagt werden, dass die beprobten Schichten in einem feuchten Milieu im Uferbereich abgelagert wurden. Zuerst wurde der Standort trockener, sodass sich aus einem Schilfgürtel eine Feuchtwiese entwickeln konnte, bis irgendwann nach der Ablagerung von 15m/o die Bedingungen wieder feuchter wurden und der Bereich allenfalls wieder überschwemmt wurde.

**Position 14: um 2300 v. Chr.**

Probe 14a enthielt hauptsächlich Armleuchteralgen in hohen Funddichten. Die Herkunft der hier vorhandenen zwei Arten von Sommerfruchtunkrautgesellschaften und kurzlebigen Ruderalfluren ist unklar.

**6**

**Entstehung der Sedimente – Rekonstruktion einer Ereignisabfolge**

Die reich gegliederten topografischen und hydrologischen Verhältnisse des Gebietes des unteren Bielersees mit dem Zusammenspiel der ausfliessenden Zihl, der einmündenden Schüss und den starken Seespiegelschwankungen und in deren Folge sehr unterschiedlichen Wasserüberdeckungen lassen im jeweiligen Zeitabschnitt ein Mosaik verschiedener Sedimentationsräume erwarten. Seeränder, Moorablagerungen, Uferböschungen, fluviale Einschwemmungen und limnische Überflutungen können in unmittelbarer Nähe existiert haben.

Damit einher geht eine vielfältig wechselnde Vegetation, die ihrerseits wiederum das Sedimentationsgeschehen beeinflusst hat (Abb. 10).

Der Vergleich der Schichtabfolge von Nidau, Seewassernutzung – unter Einbezug der Bohrprofile 1112, 1113 und 1114 – mit derjenigen von Biel, Campus (Abb. 11) zeigt gewisse Übereinstimmungen, aber auch deutliche Unterschiede. Unter Berücksichtigung der Stratigrafien und Datierungen von Nidau, Agglolac und Nidau, Bürgerallee 19a (Abb. 1; 14) wird im Folgenden versucht, eine Ereignisabfolge in 21 Phasen für den nordöstlichen Bereich des Bielersees aufzustellen, beginnend bei den ältesten Ablagerungen.<sup>50</sup> Die Angaben zur Höhe des Bielerseespiegels müssen als durchschnittliche Annäherungswerte verstanden werden, wobei die möglichen Setzungen der Ablagerungen seit ihrer Entstehung nicht bemessen werden können.<sup>51</sup>

Phase 1: Die ältesten Ablagerungen haben wir in Biel, Campus erfasst mit dem Schüssschotter, der bis gegen Ende der Jüngerer Dryaszeit (ca. 9700 v. Chr.) in Richtung Bielersee vorgelagert wurde. Die Oberkante des Schotters reicht bis auf 427,50 m ü. M. – während der Aufschotterung muss der Seespiegel also tiefer gelegen haben. Der Schotter der Madretsch-Schüss kann ungefähr bis zum Bahnhof Nidau verfolgt werden (Abb. 1; 13), wo er etwa einen Meter tiefer liegt als derjenige von Biel, Campus.<sup>52</sup>

Phase 2: Am Ende der Jüngerer Dryaszeit kam die Schotterakkumulation zum Erliegen und auf dem Schotter von Biel, Campus fand eine Bodenbildung von unbekannter Dauer statt.

Phase 3: Irgendwann vor 9000 v. Chr. – eventuell korrelierend mit dem Beginn des Holozäns um 9600 v. Chr. – stieg der Seespiegel an, und sowohl in Biel, Campus als auch in Nidau, Seewassernutzung haben sich gebänderte tonig-siltige Sedimente abgelagert, die zwischen dem Schüssdelta und dem Seeausfluss entstanden sind. Je nach Seehöhe und Schüssaktivitäten haben sich stärker limnische oder fluviale Ablagerungen gebildet. Die nicht erfasste Unterkante dieser Sedimentation liegt in Nidau, Seewassernutzung tiefer als 421 m ü. M., in Biel, Campus auf 427,50 m ü. M. und in der nahe gelegenen Sondierung in Nidau, Bürgerallee liegt sie tie-

fer als 428 m ü. M. Die drei Fundstellen haben sich zu diesem Zeitpunkt alle im Bereich zwischen dem Zu- und Abfluss des Sees befunden, wo sich feinkörnige Schüsssedimente und Seeablagerungen akkumulieren konnten. Das ausgeprägte Relief zeigt, dass Campus und Bürgerallee im Bereich einer Randzone des Ausflusses lagen, Erstere im nördlichen, Letztere im südlichen. Nidau, Seewassernutzung scheint sich eher im Zentrum dieser Zone befunden zu haben. Der Seespiegel lag damals über 429 m ü. M.

Phase 4: In Biel, Campus kann 8600 v. Chr. ein deutlicher Sedimentationswechsel festgestellt werden; für die nächsten rund 2000 Jahre bildeten sich Onkoide (rundliche Karbonatkonkretionen, gebildet von Cyanobakterien). Sondierungen für den Westast haben gezeigt, dass sich mindestens von Biel, Campus bis Nidau, Bernstrasse ein Onkoidgürtel zieht (Abb. 1; 11), der ungefähr zeitgleich datiert. Auf dieser Achse kann eine deutliche Strömung und rund ein Meter Wasserbedeckung angenommen werden, was die Grundvoraussetzungen für Onkoidbildung sind.<sup>53</sup> Wir vermuten, dass diese Bedingungen zwischen der Schüssmündung und dem Seeausfluss gegeben waren. Der Seespiegel muss im Mittel ungefähr auf 428,50 m ü. M. gelegen haben. Somit wäre Nidau, Seewassernutzung zu diesem Zeitpunkt von rund 5 m Wasser bedeckt gewesen; es haben sich weiterhin gebänderte limnisch-fluviale Sedimente abgelagert.

Phase 5: Um 7200 v. Chr. kam in Nidau, Seewassernutzung ein helles, seekreideähnliches Sediment zur Ablagerung, allenfalls korrelierbar mit einer seekreideähnlichen Ablagerung in Nidau, Bürgerallee, die auf 428,80 m ü. M. liegt. Dies geht einher mit dem Beginn des Klimaoptimums im Atlantikum. Bei einem Seespiegel von mindestens 429 m ü. M. haben sich demnach an beiden Orten limnische Ausfällungen akkumuliert,<sup>54</sup> sodass sie ausserhalb der

50 Othenin-Girard et al., in Vorbereitung; Fischer et al. 2017; Othenin-Girard 2019 (Bericht Bohrprofile Seewassernutzung); Othenin-Girard 2021 (Rapport sur cinq sondages effectués à Nidau, Bürgerallee 19a).

51 Die jahreszeitlichen Schwankungen des Bielersees vor 150 Jahren betragen über 4 m: Benteli 1899.

52 Kellerhals/Haefeli 2007.

53 Hägele et al. 2006.

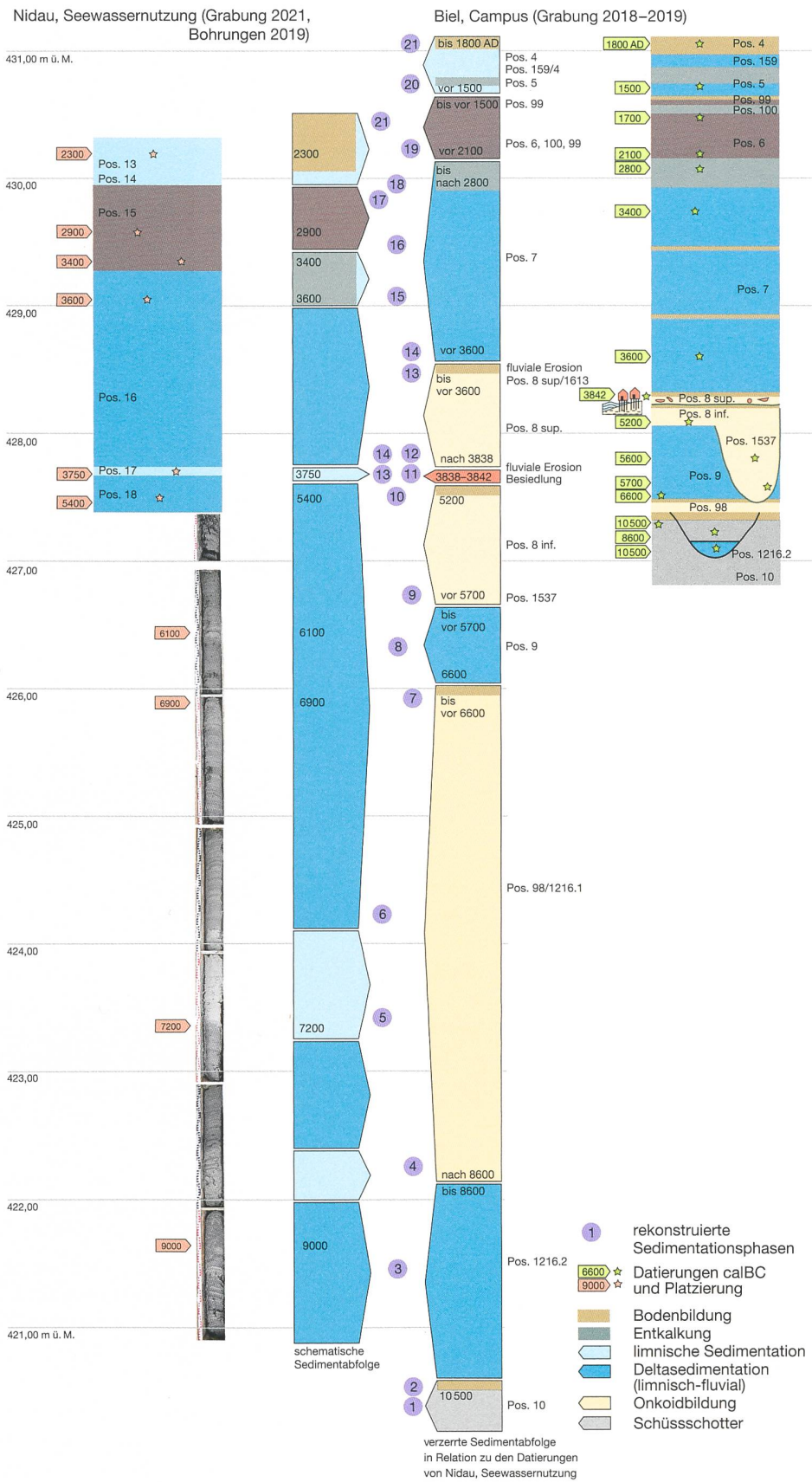
54 Laut Brochier 1983 findet Seekreidebildung zwischen rund 0,5 und 12 m Wassertiefe statt.

## Synthesetabelle

Datierung (v. Chr.)	Pos.	Seespiegel	Sedimenttyp	Schichtbildung (alle Disziplinen)	Vegetationsentwicklung (Palynologie)	anthropogene Einflüsse (Makrobotanik und Palynologie)
ohne Datierung	13	Juragewässerkorrektion?	gelbliches Karbonat	vermutlich jüngere Bodenbildung auf dem limnischen Karbonat Pos. 14	starker Anstieg der Föhre. Landöffnung?	
um 2300	14	höher als Pos. 15 oben	beiges Karbonat	Feuchtzone von Pos. 15 vom See her überflutet, Einschwemmung von limnischen Karbonaten mit Characeae-Oogonien und Tannennpollen, seekreideähnliches Sediment	offeneres Land?	Rare Anzeiger für Sommerfruchtunkrautgesellschaften und kurzlebige Ruderalfluren mit Weissem Gänsefuss ( <i>Chenopodium album</i> ) und Sonnenwend-Wolfsmilch ( <i>Euphorbia helioscopia</i> ), zumindest Letztere eher eingeschwemmt.
vor 2300	15 oben	leicht höher als Pos. 15 unten	dunkelgrauer Ton	leicht feuchteres Milieu als 15 Mitte, seewärts von einer Feuchtwiese im Seggengürtel	Die Eiche wird dominant unter den Laubbäumen. Sie wurde möglicherweise durch den Menschen gefördert. Ausdehnung der Wiesen.	Rarer Anzeiger für Sommerfruchtunkrautgesellschaften und kurzlebige Ruderalfluren mit Weissem Gänsefuss ( <i>Chenopodium album</i> ).
um 2900	15 Mitte	erfasster Tiefststand (im Neolithikum)	fast schwarzes, torfartiges Sediment, tonig	Akkumulation in der Verlandungszone, Entwicklung von einem lokalen Schilfgürtel zu Feuchtwiesen. Anzeichen feuchter Wälder (Sporen von Sumpffarn?)	Zunahme der Ackerbegleit- und Ruderalarten, vor allem der stickstoffliebenden. Intensivierung der Landwirtschaft?	Verkohletes Korn von Echter Hirse ( <i>Panicum miliaceum</i> ); da erst ab der mittleren/späten Bronzezeit häufiger vorhanden, handelt es sich hierbei wohl um jüngere Verunreinigung (Motuzaite-Matuzevicute et al. 2013).
um 3400	15 unten	niedriger als vorher	grauer Ton (entkalkt)	limnische Bildung in der Zone der Uferanschwemmung, dauerfeucht, im Röhricht (Schilfgürtel), dahinter eventuell ein Birkenbruchwald	Die Hasel wird seltener. Die Birke könnte als Pionierbaum auf Brachland infolge Rodung häufiger geworden oder in Ufernähe vorgekommen sein. Breitblättriger Rohrkolben häufig im Röhricht, belegt starke Eutrophierung am Ufer (Lang 1973, 176).	Verkohletes Nacktweizenkorn ( <i>Triticum aestivum/curum/turgidum</i> ), ab Neolithikum häufig, in Biel, Campus jedoch nur geringes Vorkommen nachgewiesen (Vandorpe, in Vorbereitung). Ab hier Pollen von Ruderalia zunehmend mit Gänsefuss ( <i>Chenopodium</i> ) und Knöterich ( <i>Polygonum</i> ), Hinweis auf Landwirtschaft in der weiteren Umgebung.
ca. 3700 bis 3500/3400	16	leicht höher als Pos. 17 und 18, schwankend	gebändertes Karbonat	limnische Akkumulation unterhalb der Wellenbasis im Uferbereich des Sees, Trockenphasen	Buchen-Tannen-Wälder haben sich in der Region etabliert. In nächster Umgebung prägen Erle und Hasel die Vegetation. Die Hasel wurde eventuell als Nahrungsquelle gefördert oder mindestens durch Rodungen begünstigt.	Kapselfragment von Lein ( <i>Linum cf. usitatissimum</i> ). Cerealia-Pollen belegen ab hier weit entfernte Getreideäcker.
um 3750	17	leicht niedriger als Pos. 18	hellgraues Karbonat	limnische Bildung in der Randzone des Bielersees, seekreideartig, mit Einschwemmungen aus dem Deltabereich, Trockenphasen	Tanne wird häufiger, Linde und Ulme nehmen ab.	
ca. 5400 (?) bis 3800	18	hoch	dunkelgraues Karbonat	limnische Bildung in der Randzone des Bielersees, mit Einschwemmungen aus dem Deltabereich, Trockenphasen	Eichenmischwald ist dominant in der Region. Hiatus.	
ca. 7000 bis vor 5400	KB 1113 oben	hoch	gebändertes Karbonat	wohl ähnlich wie KB 1113 unten und Pos. 16		
7200 bis ca. 7000	KB 1113 Mitte	leicht niedriger als unten	hellgraues Karbonat	limnische Bildung in der Randzone des Bielersees		
vor 9000 bis 7200	KB 1113 unten	eher hoher Seespiegel	gebändertes Karbonat	limnische Akkumulation unterhalb der Wellenbasis, vermutlich mit Einschwemmungen aus dem Deltabereich, zeitweise deutlich seekreidig, wohl ähnlich wie Pos. 16 entstanden		

■ makroskopische Beurteilung der Fotos (keine Analysen gemacht)

10 Nidau, Seewassernutzung. Synthesetabelle mit den Positionen, Datierungen und den wichtigsten Resultaten aus den drei Disziplinen.



11 Nidau, Seewassernutzung und Biel, Campus. Vergleich der Stratigrafien der beiden Fundstellen.

Delta-Ausflusszone lagen. Der Seeabfluss befand sich dann vermutlich nördlich von Nidau, Seewassernutzung.

Phase 6: Zwischen 7200 und 6900 v. Chr. kann in Nidau, Seewassernutzung eine Rückkehr zu gebänderter Sedimentation erkannt werden; der fluviale Einfluss hat wohl aufgrund einer Verlagerung der Ausflusszone gegen Süden wieder zugenommen. In Biel, Campus dauerte die Onkoidbildung weiter an.

Phase 7: Zwischen 7000 und 6600 v. Chr. kam die Onkoidbildung in Biel, Campus zum Erliegen, ausgelöst durch einen Seespiegelrückgang auf etwa 427,50 m ü. M., was mit einer beginnenden Bodenbildung auf den Onkoidablagerungen einhergeht. In Nidau, Seewassernutzung lagerten sich bei etwa 3,5 m Wasserüberdeckung noch immer gebänderte Sedimente ab. In Nidau, Burgerallee müsste hier mit einem Sedimentationsunterbruch und einer Bodenbildung zu rechnen sein, da die Sedimente generell höher als 428 m ü. M. liegen.

Phase 8: Nach 6600 v. Chr. stieg der Seespiegel auf rund 430,50 m ü. M. an und es akkumulierten sich limnisch-fluviale gebänderte Sedimente, sowohl in Biel, Campus als auch in Nidau, Seewassernutzung. In Biel, Campus entstanden bei rund 3 m Wasserüberdeckung seekreideähnliche Sedimente mit Wasserpflanzen und Algen (helle Farbe), bei Tiefständen bildeten sich Dekantationskrusten (dunkle Farbe). In Nidau, Burgerallee kann ein tonreiches, wohl entkalktes Sediment beobachtet werden, welches sich eventuell in einem Röhricht gebildet hat (analog zu Nidau, Seewassernutzung in Phase 15).

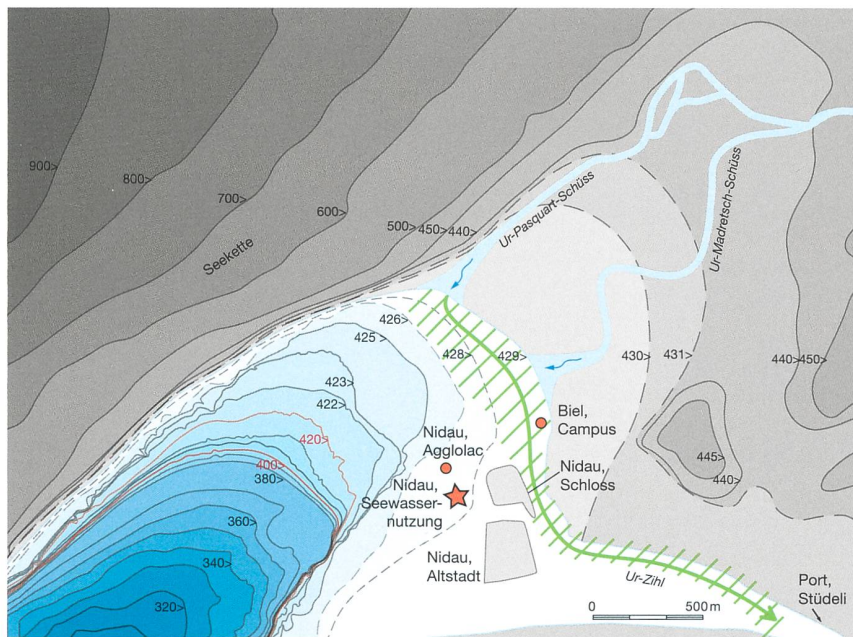
Phase 9: Vor 5700 v. Chr. begann in Biel, Campus eine zweite Phase der Onkoidbildung bei einer Seespiegelhöhe von etwa 429 m ü. M. Dieser Onkoidgürtel zieht sich von Biel, Seevorstadt mindestens bis zu Nidau, Bernstrasse (Abb. 1; 11 und 12). Als Auslöser dieser Bildung vermuten wir die Verlagerung der Schüssmündung in Richtung der Bergkette des Jura. In Nidau, Seewassernutzung kann ab ungefähr 5400 v. Chr. eine Verstärkung des fluvialen Einflusses angenommen werden (zunehmend dunkleres Sediment). Das Milieu war damals im untersuchten Bereich von der Schüss geprägt – von deren Strömung und Sedimentation.

Phase 10: Vor 5200 v. Chr. sank der Seespiegel auf etwa 428 m ü. M. und in Biel, Campus begann eine Bodenbildung auf den Onkoidablagerungen. In Nidau, Seewassernutzung lagerten sich nun während etwa 1400 Jahren dunkle tonig-siltige Sedimente in der Anschwemmungszone des Bielersees ab (Pos. 18). Wir vermuten, dass zu diesem Zeitpunkt das Seewasser durch die Vogelstaudenzahl oder noch weiter südlich abfloss. Wohl saisonale Schwankungen führten zur Entstehung von Dekantationskrusten, was darauf hinweist, dass der Bielerseespiegel phasenweise unter 428 m ü. M. lag. Das bis anhin deutliche Gefälle zwischen Biel, Campus und Nidau, Seewassernutzung wurde während dieser Phase weitgehend ausgeglichen. In Nidau, Burgerallee begann gegen 4300 v. Chr. auf einer Höhe von 429,50 m ü. M. eine Torfbildung. Zwischen 4300 und 4000 v. Chr. sind in Nidau, Agglolac Pfähle mit kleinen Durchmessern bekannt, die sich in gebändertem Lehm auf Höhen zwischen 424 und 425,50 m ü. M. befinden. Allfällige Siedlungsschichten fehlen. Die Lage der Pfähle lässt zu diesem Zeitpunkt einen niedrigen Wasserstand vermuten.

Phase 11: Nach einem etwa 1500 Jahre andauernden Hiatus in Biel, Campus wurde 3842 v. Chr. auf der wasserfreien Onkoidschicht die cortailod-zeitliche Seeufersiedlung angelegt. Bereits vier Jahre später wurde sie durch ein fluviales Hochwasserereignis erodiert, wohl von der Ur-Madretsch-Schüss, die eventuell direkt in die Ur-Zihl mündete. In Nidau, Agglolac konnte in unmittelbarer Nähe zu Nidau, Seewassernutzung eine Siedlung auf 3850 bis 3800 v. Chr. datiert werden. Mit einer Höhe von rund 427 m ü. M. liegt diese über einen Meter tiefer als diejenige von Biel, Campus, was auf die damalige Seespiegelhöhe hinweisen kann.

Phase 12: Nach 3838 v. Chr. muss der Seespiegel wieder auf ungefähr 429 m ü. M. angestiegen sein und in Biel, Campus begann eine dritte Onkoidphase (Abb. 12a).

Phase 13: Gegen 3750 v. Chr. muss der Seespiegel unter 428,50 m ü. M. gesunken sein, sodass die Onkoidbildung nach knapp 100 Jahren zum Erliegen kam und eine Bodenbildung beginnen konnte. In Nidau, Seewassernutzung lagerte sich auf 427,50 m ü. M. ein limnisch

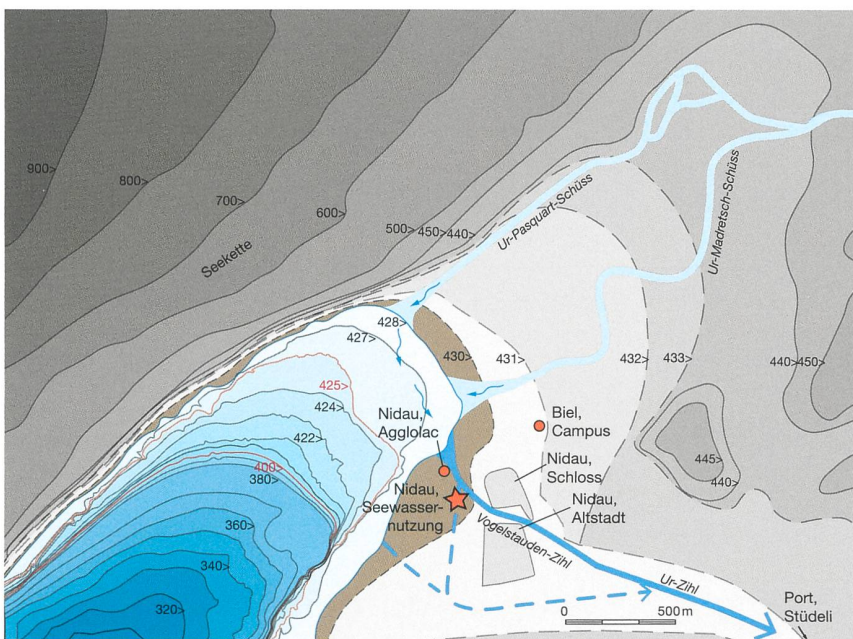


**12** Darstellung des oberen Bielersees zur Zeit der Schichtbildung von Nidau, Seewassernutzung mit dem ungefähren Verlauf der Ur-Schüss und der Ur-Zihl. Die Höhenlinien im Uferbereich sind insofern angepasst, indem die jüngere Sedimentüberdeckung substratiert wurde (rund 2 m).

a Möglicher Strömungsverlauf während der Bildung der Onkoiden in Biel, Campus, nach 3838 und vor 3600 v. Chr;

b Möglicher Verlauf des Ausflusses während der Torfbildung in der Uferzone des Bielersees, um 2600 v. Chr.

- ungefährer Verlauf der Ur-Schüss
- Strömungsverlauf während der Bildung der Onkoidschichten
- Onkoidschichten
- möglicher Weg des Ausflusses bei niedrigem Seespiegel
- ungefähre Zone der möglichen Torfbildung und Überflutung



geprägtes Sediment ab (Pos. 17), wobei sich während Phasen von tieferem Seespiegel sekundäre Verhärtungen bildeten (Caliche).

Phase 14: Vor 3600 v. Chr. begann sich in Biel, Campus nach einem erosiven Ereignis ein gebändertes, fluvial-limnisches Sediment abzulagern (Pos. 7). Das einzige archäologische Objekt aus diesem Zusammenhang bildet das Heckbrett eines Einbaums. Auch in Nidau, Seewassernutzung kann diese Ablagerung beob-

achtet werden (Pos. 16), wobei die Bildung bis vor 3400 v. Chr. anhielt. In derselben Fundstelle kamen kleine, geneigte Pfähle ohne klare Anordnung und Verbindung zu einer Siedlungsschicht zum Vorschein, von denen die einen zwischen 3700 und 3630 v. Chr. und die anderen zu einem späteren Zeitpunkt bis 3540 v. Chr. eingeschlagen wurden. Weiter befand sich ganz oben in dieser Sedimentabfolge ein Konstruktionsholz in horizontaler Lage, welches von

einer Fundstelle weiter schüssaufwärts eingespült wurde und in die Zeitspanne zwischen 3520 und 3380 v. Chr. datiert. Die beiden Fundstellen befinden sich also an für die Errichtung von Siedlungen ungünstigen Lagen, im Ausflussgebiet des Bielersees. Die bisher einzigen bekannten Siedlungen in Biel und Nidau im Zeitraum von 3700 bis 3500 v. Chr. lagen flussabwärts entlang der Zihl: Nidau, Mühlefeld und Port, Stüdeli (Abb. 1; 8 und 10). Doch weiter im Südwesten, in Sutz-Lattrigen und Twann, sind Ufersiedlungen direkt am Süd- und Nordufer des Bielersee während dieser Zeit bekannt.<sup>55</sup>

Phase 15: Vor 3400 v. Chr. fand in Nidau, Seewassernutzung ein Milieuwechsel statt; in einem Röhricht akkumulierten sich nun limnische Sedimente (Pos. 15 unten). Die Entwicklung eines Röhrichts mit Schilf, See-Flechtbinse und Breitblättrigem Rohrkolben, drei nährstoffliebenden Arten, belegen eine lokale Eutrophierung der Uferzone.<sup>56</sup> Der Seespiegel stand zu diesem Zeitpunkt bei etwa 430,50 m ü. M.<sup>57</sup> In Biel, Campus setzte sich einen halben Meter höher die gebänderte fluvial-limnisch geprägte Sedimentation fort, bei einer Wasserbedeckung von rund einem Meter.

Die erwähnte Röhrichtbildung könnte durch Siedlungsaktivitäten am unteren Bielersee ausgelöst oder zumindest gefördert worden sein. Um 3400 v. Chr. existierten in der Nähe von Nidau, Seewassernutzung Seeufersiedlungen, allerdings nur während einer kurzen Zeit, ungefähr zwischen 3406 und 3388 v. Chr. Sie befinden sich nordöstlich von Nidau, Seewassernutzung wie in Nidau, Agglolac, in Nidau, BKW und sicherlich in Biel, Salzhausstrasse (Abb. 1; 2.2 und 7).<sup>58</sup> Die archäologischen Schichten liegen jeweils auf einer Höhe von 426,50, 428 und 430 m ü. M. Dies bedeutet, dass günstige hydrologische Bedingungen an der Wende vom 35. zum 34. Jahrhundert v. Chr., die wahrscheinlich während eines verhältnismässig kurzen Seerückgangs eintraten, die Errichtung von Siedlungen ermöglichten, bei einem Seespiegelstand deutlich tiefer als 430,50 m ü. M. Neben den Siedlungen von Biel und Nidau sind während dieser Zeit um den Bielersee weitere Fundstellen in Sutz-Lattrigen, Twann und Lüscherz verzeichnet, die ebenfalls nur kurzzeitig bestanden.<sup>59</sup>

Zwei Jahrhunderte später wurde in Nidau, BKW eine weitere Siedlung um 2980 v. Chr. auf einer Höhe von ungefähr 429 m ü. M. errichtet.<sup>60</sup>

Phase 16: Gegen 2900 v. Chr. kann in Nidau, Seewassernutzung eine Verlandung beobachtet werden (Pos. 15 Mitte). Im wassergesättigten Milieu entstand aus dem Röhricht eine Feuchtwiese, wobei auch Trockenphasen und Seehochstände festgestellt werden können. Infolge der Akkumulation von pflanzlichen Resten der umgebenden Vegetation bildete sich Torf (Abb. 12b). Dieser wurde im anaeroben Milieu zu einer Art Gel abgebaut, wobei dies mit einer Auflösung jeglicher Karbonate innerhalb des Torfes einhergeht (Absinken des pH-Wertes). Es scheint, dass auch tiefer liegendes Sediment dabei entkalkt wurde (Pos. 15 unten). Ab 2900 v. Chr. können an mehreren Stellen der näheren Umgebung Torfbildungen beobachtet werden, beispielsweise in Nidau, Agglolac. Eine Datierung innerhalb des Torfes weist auf 2600 v. Chr. Der über 1 m mächtige Torf liegt dort tiefer – zwischen rund 428 und 429 m ü. M. –, wo die Voraussetzungen für Torfakkumulation ideal gewesen sein müssen (Sondierung 1015).<sup>61</sup> Um 2700 v. Chr. wurde in der Fundstelle Nidau, Agglolac (etwa 427 m ü. M.) in Lehmlagerungen und vor der Torfbildung eine weitere Siedlung ausgemacht, die gegen Osten zum Land mit einem Weg verbunden war, von dem ein Abschnitt während der Ausgrabung Biel, Campus (430 m ü. M.) entdeckt worden war. Dort setzte sich währenddessen bis 2100 v. Chr. die gebänderte Feinsedimentation fort. Am Nordufer des Sees bei Biel-Vingelz, Hafen folgen Strukturen und Schichten verschiedener Dörfer aufeinander, hauptsächlich zwischen 2825 und 2695 v. Chr. ab einer Höhe von 427 m ü. M.<sup>62</sup>

55 Sutz-Lattrigen: Stapfer 2019; Twann: Stöckli 2018.

56 Lang et al. 2023.

57 Laut Brochier/Moulin 2010 wird am Neuenburgersee die Zeit zwischen 3550 und 3200 v. Chr. als eine Phase der Seetransgression angesehen, mit einem geschätzten Seespiegel von 430 m ü. M. Die Ufer der Schweizer Seen sind in dieser Zeit kaum besiedelt. (Suter/Hafner/Glauser 2005, Abb. 37).

58 Nidau, Agglolac: Fischer et al. 2017; Nidau, BKW, Schicht 5: Hafner/Suter 2000; Biel, Salzhausstrasse: Othenin-Girard 2015a.

59 Hafner 1993, 47–52.

60 Hafner/Suter 2000, 41–47.

61 Fischer et al. 2017, 130 Abb. 7.

62 Suter 2017, 138–143.

Phase 17: In Nidau, Seewassernutzung führte eine allmähliche leichte Seespiegelerhöhung zum Erliegen der Torfakkumulation (Pos. 15 oben). Die beprobte Stelle befand sich nun vermutlich seewärts der Feuchtwiese.

Phase 18: Vor 2300 v. Chr. kann in Nidau, Seewassernutzung eine Seespiegelerhöhung rekonstruiert werden – es wurden nun eindeutig limnische Sedimente eingeschwemmt (Pos. 14). Währenddessen hat in Biel, Campus eine zunehmend organische Sedimentation zu einer allmählichen Verlandung geführt.

Phase 19: Zwischen 2800/2700 und 2100 v. Chr. kann in Biel, Campus ein Hiatus festgestellt werden: Wie vorher in Nidau, Seewassernutzung (Phase 16) entwickelte sich in der Uferzone von Biel, Campus ein Röhricht und gegen 2100 v. Chr. schloss eine Torfbildung an, die während 500 Jahren anhielt. Diese Torfbildung führte möglicherweise zu einer Entkalkung des unten anschliessenden Sediments, was mit einer starken Reduktion des ursprünglichen Schichtvolumens einhergehen dürfte. Dieser Sedimentverlust könnte als Hiatus wahrgenommen werden. Flussabwärts, in der Nähe der Zihlufer, wurden in Sondierungen bei Nidau, Mühlefeld (um 2200 v. Chr.), Nidau-Biel, Bernstrasse (nach 2300 v. Chr.) sowie Port, Stüdeli (um 1900 v. Chr.) ebenfalls Torfbildungen am Anfang der Frühbronzezeit festgehalten (Abb. 1; 8, 10 und 11).<sup>63</sup> In Biel, Campus existierte in der Frühbronzezeit, zwischen 1746 und 1542 v. Chr., ein möglicher Weg in der Umgebung des Torfes auf einer Höhe von 430,40 m ü. M. Im gleichen Zeitraum (1620–1572 v. Chr.) wurde ein anderer Holzweg in Nidau, BKW erfasst, der teilweise in Sandschichten einer Deltamündung mit typischen Böschungablagerungen (Foresets) errichtet wurde.<sup>64</sup> Diese Ablagerungen verfüllen einen breiten Bach auf einer Höhe von 430 m ü. M. Die Wege dürften zu bisher unbekanntem, gleichzeitigen Siedlungen führen.

Gegen 1500 v. Chr. kann in Biel, Campus eine Bodenbildung auf dem Torf festgestellt werden. Der Seespiegel muss zu diesem Zeitpunkt auf etwa 430,50 m ü. M. gelegen haben. In Nidau, Seewassernutzung wurden noch immer limnische Sedimente akkumuliert.

Phase 20: Zu einem unbekanntem Zeitpunkt nach 1500 v. Chr. stieg der Seespiegel weiter an. In Biel, Campus kam die Torfbildung zum Erliegen und limnische Sedimente wurden eingeschwemmt, ähnlich wie in Nidau, Seewassernutzung.

Phase 21: Nach einem langen Hiatus von mehreren Jahrhunderten wurde der Bielerseespiegel infolge der Juragewässerkorrekturen im 19. und 20. Jahrhundert um 2,5 m abgesenkt. Dies hat wahrscheinlich die Erosion der spätbronzezeitlichen Pfahlbauten von Nidau, Steinberg (950–850 v. Chr.) und Biel-Vingelz, Insel (957–903 v. Chr.) beeinflusst, die heute vom See bedeckt sind.<sup>65</sup> Wir gehen davon aus, dass die Areale von Biel, Campus und Nidau, Seewassernutzung spätestens ab diesem Zeitpunkt trockenfielen und sich Bodenbildungsprozesse manifestierten, die bis in die mikritreichen Sedimente von Nidau, Seewassernutzung reichen (Pos. 13, Bodenbildung auf Pos. 14). Störungen durch Wurzelwachstum haben zu Sedimentvermischungen zwischen den Positionen 15 oben, 14 und 13 geführt.

<sup>63</sup> Othenin-Girard 2015a und b.

<sup>64</sup> Diese Delta- und Kanalstrukturen könnten künftig wichtige Anhaltspunkte für detailliertere Rekonstruktionen der Situation zwischen Schüssdelta und Bielersee liefern.

<sup>65</sup> Nach Winiger 1989, 46–51, gibt es einen Hinweis, dass im 16. Jahrhundert die Pfähle der Station Nidau, Steinberg unter dem Wasser des Sees sichtbar waren, Erosion könnte zu diesem Zeitpunkt bereits stattgefunden haben.

## Zusammenfassung

Mikromorphologische, palynologische und makrobotanische Analysen an den Profilproben der Fundstelle Nidau, Seewassernutzung erlaubten in Kombination miteinander weitreichende Aussagen zu Sedimentationsprozessen, Milieu, Vegetation und zum anthropogenen Einfluss. Als sehr ergiebig haben sich die Vergleiche mit den in unmittelbarer Nähe gelegenen Fundstellen Biel, Campus, Nidau, Agglolac und Nidau, Burgerallee erwiesen. Dank der durchgehenden Datierungen konnten Sedimentationsprozesse parallelisiert werden, sodass das Milieu des nordöstlichen Bielerseeufers nun besser verstanden werden kann.

Veränderungen des Milieus wurden nicht nur durch Wechsel der Seespiegelhöhe hervorgerufen. Auch Verlagerungen der Schüssarme und des Seeausflusses von der heutigen Alten Zihl Richtung Süden scheinen die Schichtbildungsprozesse beträchtlich beeinflusst zu haben. Je nach Strömungen haben sich im Bereich des Seeausflusses gebänderte fluvial-limnische Sedimente oder Onkoidschichten gebildet. Während ruhigeren Phasen konnten sich deutlich limnischere Ablagerungen ausfallen. Als besonders bedeutend scheint die Entwicklung eines Röhrichts oder Schilfgürtels in der Uferzone zu sein, was zu Torfakkumulation und Verlandung geführt hat, kombiniert mit einem lokalen Absinken des pH-Wertes. In Nidau, Seewassernutzung begann dieser Prozess um 2900 v. Chr., in Biel, Campus nach 2100 v. Chr. Dieser Milieuwechsel könnte durch Seeufersiedlungen und daraus erfolgende lokale Eutrophierungen hervorgerufen worden sein, sodass das Wachstum eines Röhrichts mit Schilf und Rohrkolben indirekt gefördert wurde. Das Areal Nidau, Seewassernutzung ist zwar nicht direkt besiedelt worden, zeigt aber in der Jungsteinzeit und Bronzezeit Milieuveränderungen, die direkt mit den nahe gelegenen Seeufersiedlungen zusammenhängen.

## Résumé

Les analyses micromorphologiques, palynologiques et macrobotaniques des prélèvements stratigraphiques du site de Nidau, Seewassernutzung, combinées entre elles, ont livré des témoignages de grande portée sur les processus de sédimentation, le milieu, la végétation et l'influence anthropique. Les comparaisons avec les sites de Bienne, Campus, Nidau, Agglolac et Nidau, Burgerallee, situés à proximité immédiate, se sont révélées très fructueuses. Grâce à des datations systématiques, les processus de sédimentation ont pu être corrélés, ce qui permet de mieux comprendre le contexte environnemental de la rive nord-est du lac de Bienne.

Les changements de milieu ne sont pas seulement dus aux variations du niveau du lac. Les déplacements des bras de la Suze et de l'exutoire du lac de l'actuelle Vieille Thielle vers le sud semblent également avoir eu une influence considérable sur les processus de sédimentation. Selon les courants, des sédiments fluvio-limniques ou des couches d'oncoïdes se sont formés dans la zone de l'émissaire du lac. Pendant les périodes plus calmes, des dépôts nettement plus limniques ont pu s'accumuler. Le développement d'une roselière ou d'une ceinture de roseaux dans la zone riveraine semble être particulièrement important, ce qui a conduit à l'accumulation et sédimentation de tourbe, combinée à une baisse locale du pH. À Nidau, Seewassernutzung, ce processus a commencé vers 2900 av. J.-C., à Bienne, Campus après 2100 av. J.-C. Cette modification du milieu pourrait avoir été provoquée par les occupations humaines des rives, avec pour corollaire une eutrophisation locale, de sorte que la croissance d'une roselière avec roseaux et massettes a été indirectement favorisée. Le site de Nidau, Seewassernutzung, n'a certes pas été directement habité, mais il montre des changements d'environnement au Néolithique et à l'Âge du Bronze, directement liés à la proximité des stations lacustres.

## Literatur

### *Ammann 1982*

Brigitta Ammann, Säkulare Seespiegelschwankungen: wo, wie, wann, warum? Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern NF 39, 1982, 97–106.

### *Anmelung et al. 2018*

Wulf Anmelung et al., Scheffer/Schachtschabel. Lehrbuch der Bodenkunde. Berlin 2018.

### *Ammann/Liese-Kleiber 1981*

Brigitta Ammann und Helga Liese-Kleiber, Palynologische Untersuchungen. In: Brigitta Ammann et al., Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 14. Botanische Untersuchungen. Bern 1981, 15–33.

### *Ammann-Moser 1975*

Brigitta Ammann-Moser, Vegetationskundliche und pollenanalytische Untersuchungen auf dem Heidenweg im Bielersee. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz 56. Bern/Berlin 1975, 1–76.

### *Antenen 1936*

Fritz Antenen, Geologie des Seelandes. Landesteilverband Seeland des bernischen Lehrervereins. Biel 1936.

### *Antolín et al. 2015*

Ferran Antolín et al., What is a litre of sediment? Testing volume measurement techniques for wet sediment and their implications in archaeobotanical analyses at the Late Neolithic lake-dwelling site of Parkhaus Opéra (Zürich, Switzerland). *Journal of Archaeological Science* 61, 2015, 36–44.

### *Benteli 1899*

Albert Benteli, Die Niveau-Schwankungen der 13 grösseren Schweizer-See'n im Zeitraume der 31 Jahre, 1867 bis und mit 1897 mit besonderer Berücksichtigung der Jura-Seen vor und nach der Juragewässer-Correktion. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern, Heft 1463–1477, 1899. <https://doi.org/10.5169/seals-319648>

### *Bollinger 1981*

Thomas Bollinger, Samenkundliche Untersuchung von Rezent-Sedimenten aus Verlandungsserien am Ufer des Greifen- und Zürichsees. Unpublizierte Diplomarbeit Universität Basel 1981.

### *Brochier 1983*

Jacques Léopold Brochier, L'habitat lacustre préhistorique. Problèmes géologiques. *Archives des Sciences* 36/2, 1983, 247–260.

### *Brochier/Moulin 2010*

Jacques Léopold Brochier et Bernard Moulin, Quinze sites retracent l'histoire du lac de Neuchâtel : synthèse stratigraphique de la rive nord-ouest du lac. In : Jacques Léopold Brochier (dir.), Le lac de Neuchâtel et les hommes de la fin des temps glaciaires à nos jours, d'après les stratigraphies des sites archéologiques lacustres et littoraux du canton de Neuchâtel. *Archéologie neuchâteloise numérique* 4. Neuchâtel 2010, 267–316.

### *Brombacher/Jacomet 1997*

Christoph Brombacher und Stefanie Jacomet, Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt: Ergebnisse archäobotanischer Untersuchungen. In: Jörg Schibler et al. (Hrsg.), Ökonomie und Ökologie neolithischer und bronzezeitlicher Ufersiedlungen am Zürichsee. Ergebnisse der Ausgrabungen Mozartstrasse, Kanalisationsanierungen Seefeld, AKAD/Pressehaus und Mythenschloss in Zürich. *Monographien der Kantonsarchäologie Zürich* 20. Zürich/Egg 1997, 220–279.

### *Bullock et al. 1985*

Peter Bullock et al., Handbook for Soil Thin Section Description. Wolverhampton 1985.

### *Cappers/Bekker/Jans 2006*

René T. J. Cappers, Renée Bekker und Judith E. A. Jans, Digital Seed Atlas of the Netherlands. Groningen Archaeological Studies 4. Groningen 2006.

### *Eggenberger/Wittmer/Nevasad 2013*

Martin Eggenberger, Barbara Wittmer und Martin Nevasad, Lebensraum Nidau. Ziele der räumlichen Entwicklung. Städtebauliches Leitbild. Stadt Nidau, Revision Ortsplanung. Bern 2013.

### *Fischer et al. 2017*

Jürgen Fischer et al., Neolithische Siedlungen in Nidau am Bielersee. Resultate der Untersuchungen 2010–2016 im Perimeter des Bebauungsprojekts Agglolac. *Archäologie Bern / Archéologie bernoise* 2017, 126–155.

### *Grosjean 2012*

Martin Grosjean, ADB Bielerseeprojekt: Nidau, Agglolac Sondierungen. Profilbeschrieb 1055. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindefacharchiv, FP-Nr. 319.100.2010.01.

### *Hafner 1993*

Albert Hafner, Lattrigen VI-Riedstation. Siedlungsplan und Baugeschichte. Ufersiedlungen am Bielersee 4. Bern 1993.

### *Hafner/Suter 2000*

Albert Hafner und Peter J. Suter (Hrsg.), –3400 v. Chr. Die Entwicklung der Bauerngesellschaften im 4. Jahrtausend v. Chr. am Bielersee aufgrund der Rettungsgrabungen von Nidau und Sutz-Lattrigen. Ufersiedlungen am Bielersee 6. Bern 2000.

### *Hägele et al. 2006*

Daniela Hägele et al., Oncoids from the river Alz (southern Germany). Tiny ecosystems in a phosphorous-limited environment. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 237, Issue 2–4, 2006, 378–395.

### *Heitz 2020*

Caroline Heitz, Abseits der grossen Seen. Archäologie und Erhaltung der Neolithischen Unesco-Welterbestätte Seedorf, Lobsigensee. Hefte zur Archäologie im Kanton Bern 7. Bern 2020.

### *Heitz-Weniger, in Vorbereitung a*

Annekäthi Heitz-Weniger, Palynologie. In: Blaise Othenin-Girard et al., Biel/Bienne, Campus. Un village néolithique du Cortaillod classique (3842 à

3838 av. J.-C.). *Autres vestiges néolithiques et de l'Âge du Bronze*. Hefte zur Archäologie im Kanton Bern.

### *Heitz-Weniger, in Vorbereitung b*

Annekäthi Heitz-Weniger, Palynologische Untersuchungen. In: Marianne Ramstein, Orpund, Löörezälgi. Eine frühhallstattzeitliche Schutthalde im Seeland. Hefte zur Archäologie im Kanton Bern.

### *Hochparterre 2010*

Eine Stadt bricht auf. Wie Biel sich am eigenen Schopf aus dem Sumpf zieht. Sonderheft Hochparterre. *Zeitschrift für Architektur und Design* 23/4, 2010. [doi.org/10.5169/seals-154373](https://doi.org/10.5169/seals-154373).

### *Hosch/Zibulski 2003*

Sabine Hosch und Petra Zibulski, The influence of inconsistent wet-sieving procedures on the macroremain concentration in waterlogged sediments. *Journal of Archaeological Science* 30/7, 2003, 849–857.

### *infoflora.ch 2023*

<https://www.infoflora.ch> (aufgerufen am 12.7.2023).

### *Ismail-Meyer/Kühn/Wick 2011*

Kristin Ismail-Meyer, Marlu Kühn und Lucia Wick, Pflanzliche Makro- und Mikroreste in ausgewählten Proben von der Grabung Torwiesen II sowie deren mikromorphologische Auswertung. In: Helmut Schlichtherle und Joachim Königer, Die endneolithische Moorsiedlung Bad Buchau-Torwiesen II am Federsee. Bd. 1: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Hemmenhofener Skripte 9. Hemmenhofen-Gaienhofen 2011, 338–344.

### *Ismail-Meyer/Vach/Rentzel 2020*

Kristin Ismail-Meyer, Werner Vach und Philippe Rentzel, Do still waters run deep? Formation processes of natural and anthropogenic deposits in the Neolithic wetland site Zug-Riedmatt (Switzerland). *Geoarchaeology* 35, 2020, 921–951.

### *Ismail-Meyer/Pümpin/Rentzel 2022*

Kristin Ismail-Meyer, Christine Pümpin und Philippe Rentzel, Paludal Settings. Wetland Geoarchaeology. In: Allan S. Gilbert et al. (Hrsg.), *Encyclopedia of Geoarchaeology*. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*. 2. Aufl. Cham 2022.

### *Ismail-Meyer in Vorbereitung*

Kristin Ismail-Meyer, Sedimentologie und Mikromorphologie. In: Blaise Othenin-Girard et al., Biel/Bienne, Campus. Un village néolithique du Cortaillod classique (3842 à 3838 av. J.-C.). *Autres vestiges néolithiques et de l'Âge du Bronze*. Hefte zur Archäologie im Kanton Bern.

### *Jacomet 1985*

Stefanie Jacomet, Botanische Makroreste aus den Sedimenten des neolithischen Siedlungsplatzes AKAD-Seehofstrasse am untersten Zürichsee. Die Reste der Uferpflanzen und ihre Aussagemöglichkeiten zu Vegetationsgeschichte, Schichtenstudie und Seespiegelschwankungen. *Zürcher Studien zur Archäologie* 3. Zürich 1985.

*Jacomet et al. 1989*

Stefanie Jacomet, Christoph Brombacher und Martin Dick, Archäobotanik am Zürichsee. Ackerbau, Sammelwirtschaft und Umwelt von neolithischen und bronzezeitlichen Seeufersiedlungen im Raum Zürich. Ergebnisse von Untersuchungen pflanzlicher Makroreste der Jahre 1979–1988. Zürcher Denkmalpflege, Monographien 7. Zürich 1989.

*Jacomet et al. 2016*

Stefanie Jacomet et al., On-site data cast doubts on the hypothesis of shifting cultivation in the late Neolithic (c. 4300–2400 cal. BC). Landscape management as an alternative paradigm. *The Holocene* 26 (11), 2016, 1858–1874.

*Kriska 2022*

György Kriska, Freshwater Invertebrates in Central Europe. A Field Guide. 2. Aufl. Cham 2022.

*Kühn et al. 2013*

Marlu Kühn et al., Methods for the examination of cattle, sheep and goat dung in prehistoric wetland settlements with examples of the sites Alleshausen-Taschenwiesen und Alleshausen-Grundwiesen (around cal 2900 BC) at Lake Federsee, south-west Germany. *Environmental Archaeology* 18/1, 2013, 43–57.

*Kellerhals/Haefeli 2007*

Peter Kellerhals und Charles Haefeli. N5 Umfahrung Biel, Westast. Ostportal Vingelztunnel-Anschluss Brüggmoos. Geologisches Profil (km 1,050–3,600). Massstab 1:2000/200. Bern, Tiefbauamt des Kantons Bern und Kellerhals + Haefeli AG. Bern 2007.

*Lang 1973*

Gerhard Lang, Die Vegetation des westlichen Bodenseegebietes. *Pflanzensoziologie* 17. Jena 1973.

*Lang et al. 2023*

Gerhard Lang et al., Quaternary Vegetation Dynamics of Europe. 1. Aufl. Bern 2023.

*Liese-Kleiber 1977*

Helga Liese-Kleiber, Pollenanalytische Untersuchungen der spätneolithischen Ufersiedlung Avenue des Sports in Yverdon am Neuenburgersee/Schweiz. *Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte* 60, 1977, 7–41.

*Motuzait-Matuzeviciute et al. 2013*

Giedre Motuzait-Matuzeviciute et al., The early chronology of broomcorn millet (*Panicum miliaceum*) in Europe. *Antiquity* 87/338, 2013, 1073–1085.

*Oberdorfer 2001*

Erich Oberdorfer, Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiete. 8. Aufl. Stuttgart 2001.

*ortsnamen.ch 2023*

Ortsnamen.ch. Das Portal der schweizerischen Ortsnamenforschung (aufgerufen am 11.5.2023). <https://search.ortsnamen.ch/de/record/802000743/>

*Othenin-Girard 2015a*

Blaise Othenin-Girard, N5 Umfahrung Biel. N5 Westast : Nidau et Biel/Bienne. Sondages archéologiques : rapport final. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindegarchiv, FP-Nr. 049.000.2013.02.

logiques : rapport final. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindegarchiv, FP-Nr. 049.000.2013.02.

*Othenin-Girard 2015b*

Blaise Othenin-Girard, N5 Umfahrung Biel. N5 Zubringer rechtes Seeufer: Port, Brügg, Nidau, Ipsach. Sondages archéologiques : rapport final. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindegarchiv, FP-Nr. 049.000.2013.02.

*Othenin-Girard 2016*

Blaise Othenin-Girard, Contournement autoroutier de Bienne (N5). Possibilités et contraintes des sondages archéologiques en contexte urbain, dans les sols humides. *Archäologie Bern / Archéologie bernoise* 2016, 223–241.

*Othenin-Girard 2019*

Blaise Othenin-Girard, Rapport de sondages : trois carottages effectués à Nidau, Rue du Docteur Schneider, parcelle 42. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindegarchiv, FP-Nr. 319.100.2019.01.

*Othenin-Girard 2021*

Blaise Othenin-Girard, Rapport sur cinq sondages effectués à Nidau, Burgerallee 19a et complément au rapport : résultats C14. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindegarchiv, FP-Nr. 319.000.2021.01.

*Othenin-Girard et al., in Vorbereitung*

Blaise Othenin-Girard et al., Biel/Bienne, Campus. Un village néolithique du Cortaillod classique (3842 à 3838 av. J.-C.). Autres vestiges néolithiques et de l'Âge du Bronze. Hefte zur Archäologie im Kanton Bern.

*Othenin-Girard/Marti 2022*

Blaise Othenin-Girard und Andreas Marti, Nidau, Seewassernutzung. Hinweise auf bisher unbekannte jungsteinzeitliche Siedlungsphasen. *Archäologie Bern / Archéologie bernoise* 2022, 82–83.

*Ramstein et al., in Vorbereitung*

Marianne Ramstein, Synthese. In: Marianne Ramstein et al., Orpund, Löörezälgli. Eine frühhallstattzeitliche Schutthalde im Seeland. Hefte zur Archäologie im Kanton Bern.

*Rey et al. 2019*

Fabian Rey et al., Causes and mechanisms of synchronous succession trajectories in primeval Central European mixed Fagus sylvatica forests. *Journal of Ecology* 107/3, 1392–1408.

*Rey et al. 2020*

Fabian Rey et al., Climate impacts on vegetation and fire dynamics since the last deglaciation at Moossee (Switzerland). *Climate of the Past* 4/16, 1347–1367.

*Stapfer 2019*

Regine Stapfer, Die cortaillozeitlichen Seeufersiedlungen in Sutz-Lattrigen. Abfolge, Struktur und Baugeschichte der Siedlungen zwischen 3827 und 3566 v. Chr. *Archäologie Bern / Archéologie bernoise* 2019, 214–237.

*Stöckli 2018*

Werner E. Stöckli, Twann. Ausgrabungen 1974–1976, Auswertungen 1976–1982, Schlussbericht von 1981/82, Kommentar von 2017. Hefte zur Archäologie im Kanton Bern 3 / Die neolithischen Ufersiedlungen von Twann 21. Bern 2018.

*Stoops 2021*

Georges Stoops, Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. 2. Aufl. Hoboken 2021.

*Suter 2017*

Peter J. Suter, Um 2700 v. Chr. Wandel und Kontinuität in den Ufersiedlungen am Bielersee. Ufersiedlungen am Bielersee 8. Bern 2017.

*Suter 2017 eDat.*

Peter J. Suter, Um 2700 v. Chr. Wandel und Kontinuität in den Ufersiedlungen am Bielersee. Ufersiedlungen am Bielersee 8. Bern 2017. <https://www.kultur.bkd.be.ch/fr/start/themen/archaeologie/publikationen-archaeologie/weitere-publikationen-archaeologie.html>

*Suter/Hafner/Glauser 2005*

Peter J. Suter, Albert Hafner und Kathrin Glauser, Lenk - Schnidejoch. Funde aus dem Eis – ein vor- und frühgeschichtlicher Passübergang. Archäologie im Kanton Bern 6B. Bern 2005, 499–522.

*The Editors of Encyclopedia Britannica 2023*

The Editors of Encyclopedia Britannica, Tape-worm. *Encyclopedia Britannica*, September 14, 2023 (aufgerufen am 15.9.2023). <https://www.britannica.com/animal/turbellarian>

*Vandorpe/Jacomet 2007*

Patricia Vandorpe und Stefanie Jacomet, Comparing different pre-treatment methods for strongly compacted organic sediments prior to wet-sieving. A case study on Roman waterlogged deposits. *Environmental Archaeology* 12/2, 2007, 207–214.

*Vandorpe, in Vorbereitung*

Patricia Vandorpe, Archäobotanische Untersuchung der Flächenproben aus der Grabung Biel, Campus. In: Blaise Othenin-Girard et al., Biel/Bienne, Campus. Un village néolithique du Cortaillod classique (3842 à 3838 av. J.-C.). Autres vestiges néolithiques et de l'Âge du Bronze. Hefte zur Archäologie im Kanton Bern.

*Wick-Werder 2014*

Margrit Wick-Werder, A5 Biel Westast, Historische Dokumentation. Im Auftrag des Archäologischen Dienstes des Kantons Bern 2014. Archäologischer Dienst des Kantons Bern, Gemeindegarchiv, FP-Nr. 049.000.2013.02

*Winiger 1989*

Josef Winiger, Bestandesaufnahme der Bielerseestationen als Grundlage demographischer Theoriebildung. Ufersiedlungen am Bielersee 1. Bern 1989.

*Zwahlen 2003*

Hanspeter Zwahlen, Die jungneolithische Siedlung Port-Stüdeli. Ufersiedlungen am Bielersee 7. Bern 2003.