



GREIFSWALD
MIRE
CENTRE

VEGETATION HISTORY AND LANDSCAPE
DEVELOPMENT IN AND AROUND THE
FRIEDLÄNDER GROÙE WIESE PEATLAND
(Mecklenburg-Vorpommern, NE Germany):
an integration of palaeoecological and
geomorphological data
- mit ausführlicher Zusammenfassung auf Deutsch

Pim de Klerk

Proceedings of the Greifswald Mire Centre
03/ 2024



Picture title page: Friedländer Große Wiese peatland between Ferdinandshof and Mariawerth in 2021, drained and used for agriculture. Photo: Hans Joosten

Zitiervorschlag | suggestion for citation:

De Klerk, P. (2024) Vegetation history and landscape development in and around the Friedländer Große Wiese peatland (Mecklenburg-Vorpommern, NE Germany): an integration of palaeoecological and geomorphological data - mit ausführlicher Zusammenfassung auf Deutsch. Proceedings of the Greifswald Mire Centre 03/2024 (self-published, ISSN 2627-910X), 53 pp.

Für den Inhalt der Arbeiten sind die Verfasser verantwortlich. | Authors are responsible for the content of their publications.

Veröffentlicht unter einer | Published under a
- Creative Commons CC BY 4.0 licence ([link](#))



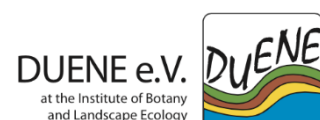
Impressum | Imprint

Herausgeber | publisher:
Greifswald Moor Centrum | Greifswald Mire Centre
c/o Michael Succow Stiftung
Ellernholzstraße 1/3
17489 Greifswald
Germany
Tel: +49(0)3834 8354210
Mail: info@greifswaldmoor.de
Internet: www.greifswaldmoor.de

Das Greifswald Moor Centrum ist eine Kooperation von Universität Greifswald, Michael Succow Stiftung und DUENE e.V. | The Greifswald Mire Centre is a cooperation between University of Greifswald, Michael Succow Foundation and DUENE e.V.



**Succow
Stiftung**



Content

1. Introduction	4
2. Description of the study area and the studied cores.....	6
2.2 Studied cores	9
3. Research methods	10
4. Interpretation and discussion.....	11
4.1. The Lateglacial	11
4.2 The Holocene.....	25
4.3. Mire development and peat growth	28
4.4. Development of the Galenbecker See.....	29
4.5. Correction of previous interpretation	29
4.6. The landscape around 1700 CE as reflected in the Swedish register work.....	30
5. Concluding remarks	33
6. Ausführliche Zusammenfassung	34
6.1. Einleitung.....	34
6.2. Untersuchungsgebiet und analysierte Bohrkern.....	35
6.3. Methodische Bemerkungen	36
6.4. Interpretation	36
6.5. Schlussbemerkungen.....	43
Acknowledgements	45
References	46

1. Introduction

The Friedländer Große Wiese – one of the largest peatlands in northeastern Germany - has been an important area for research into the genesis, ecology, conservation, and restoration of peatlands for a prolonged long time (e.g., Kloss 1966a/b, 1970; Succow & Jeschke 1990; Schmidt & Scholz 1993; Scholz et al. 1995; Dietrich et al. 1996; Succow 2001; Koppisch et al. 2001; Roth et al. 2001; Succow & Jeschke 2022). Pollen analyses provide insights in the vegetation history and local peatland development of the region (Fukarek 1968) that, however, was hitherto only rudimentary worked-out in a spatial context (De Klerk 2004a, 2008): a comprehensive integrated palaeo-environmental overview was until now still absent.

In the early 2000s a project was initiated to digitalise, revise, and publish previously unpublished palynological data from eastern Germany from the period of the German Democratic Republic (Deutsche Demokratische Republik, DDR) preserved in archives of research institutes. The aim was to facilitate an overview on patterns and dynamics of landscape development in NE Germany during the Weichselian Lateglacial (De Klerk 2008) as well as to save these data from oblivion and make them available to the scientific audience. Among these data were six palynologically analysed sites from Franz Fukarek, of which four originate from the Friedländer Große Wiese (Fig. 1).

Franz Fukarek (1926-1996) worked for many years as a plant geographer and palynologist at the Botanical Institute of Greifswald University (Jeschke 1991; Krisch 1993; Krisch & Succow 1996; Natho 1996). His habilitation-thesis on plant distribution and vegetation history of the Darß peninsula (Fukarek 1961) found international appraisal (see Iversen 1962). In the mid-1960s he started palynological investigations in the Friedländer Große Wiese and the adjacent Ueckermünder Heide (Ueckermünde Heath) in close co-operation with Horst Bramer who elaborately studied this area geomorphologically (Bramer 1963, 1964, 1972, 1975, 1979). After preliminary analyses of various cores dispersed over southern Mecklenburg-Vorpommern, five sites were selected of which four are located in and around the Friedländer Große Wiese peatland including the Galenbecker See (Lake Galenbeck; Fig. 1). Since the project did not fit in the research priorities of the Botanical Institute, the “Prorektorat für Forschung” of Greifswald University ordered in 1966 that it had to be carried out with reduced priority and personal capacity. The results of the palynologically studies were presented in an unpublished report only (Fukarek 1968) and partly summarised in the unpublished Habilitation-thesis of Bramer (1964). Only one very coarse pollen diagram from the surveying analyses from southern Mecklenburg was ever published by Fukarek (1972).

Pollen diagrams from NE Germany covering the Lateglacial and Early Holocene were still rare in the mid-1960s. Probably as a result of lack of reference studies, the report of Fukarek (1968) contains some flaws – discussed in text-section 4.5 - with respect to the reconstruction of vegetation phases. These errors led to an erroneous interpretation of landscape development of the Ueckermünder Heide and Friedländer Große Wiese in the studies of Bramer (1964, 1972, 1975, 1979).

Initially, only the project-report and its original hand-drawn diagrams were available that were measured and worked-out graphically (De Klerk 2004a). However, the failing information on the number of pollen grains actually counted, possible drawing errors, and the limited amount of pollen types displayed prohibited inference of the full vegetation history and dynamics. When later the original counting lists were found in the Institute of Botany and Landscape Ecology of Greifswald University, two further pollen diagrams from the legacy of Fukarek were published based on the complete raw counts (De Klerk 2005, 2007). Apart from selected pollen types from one of the diagrams (Van Asch et al. 2012), pollen diagrams from the Friedländer Große Wiese area using the raw data of Franz Fukarek have not yet been published. This issue of the Proceedings of the Greifswald Mire Centre therefore presents the complete data and interpret them newly in the light of scientific progress made

since 2004. Combined, the pollen diagrams cover part of the Weichselian Lateglacial and the entire Holocene. Other palynological studies from the Ueckermünder Heide area include those from the archaeological site Rothenklempenow (Kaiser et al. 2001, 2003; Endtmann 2004), the Ahlbecker Seegrund (Herking 2002; Jahns & Herking 2002a/b; Herking & Wiethold 2004; De Klerk 2005), and the Uecker valley near Ueckermünde (Michaelis & Joosten 2007) (Fig. 1). Additionally, some maps and descriptive texts of the so-called “Schwedische Matrikelkarte” - a register map from Vorpommern from ca. 1700 CE (Wartenberg 1994; Asmus 1996) - were studied in order to get information on vegetation and land-use surrounding the study area around that time.

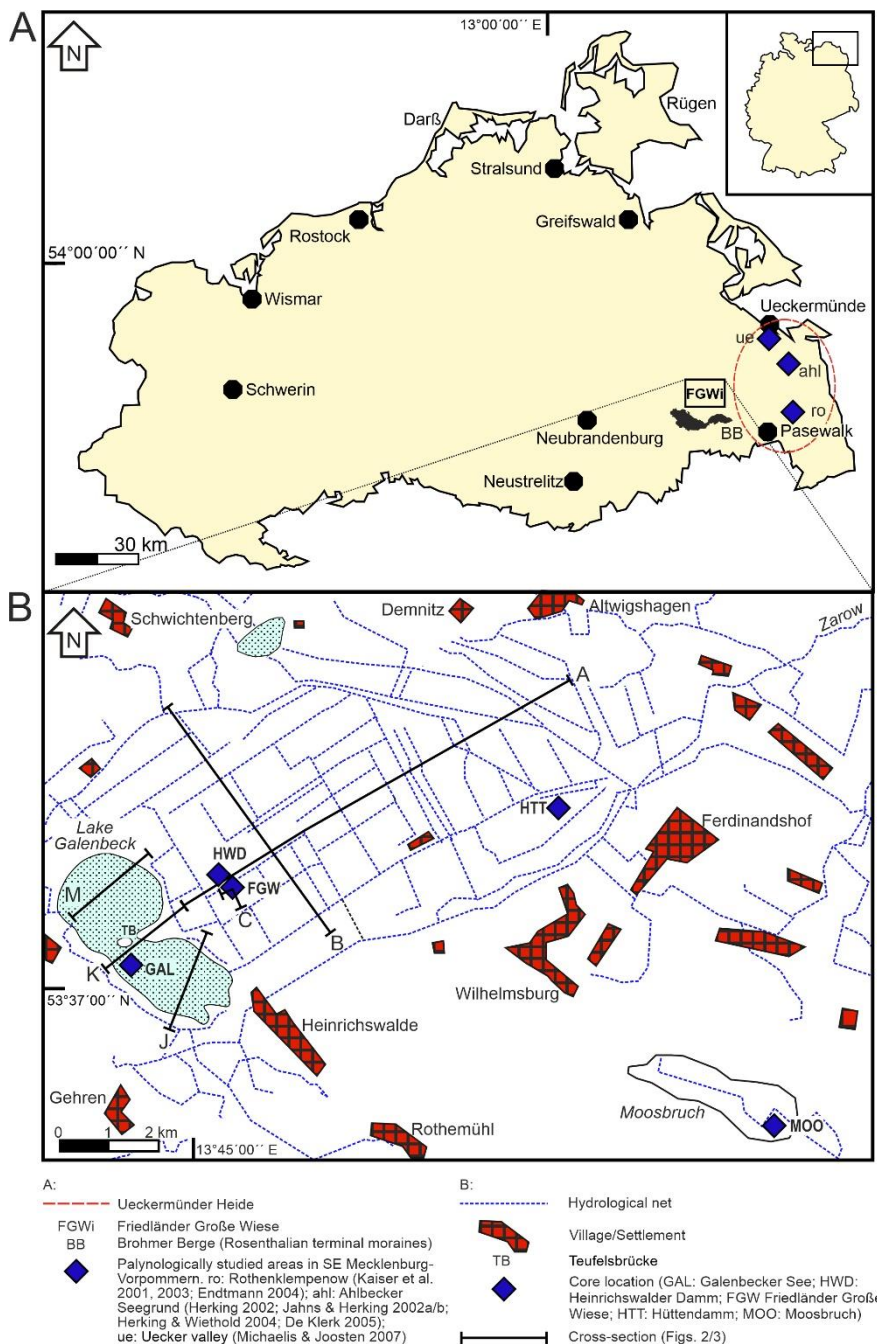


Figure 1. A: Location of the Friedländer Große Wiese and other palynologically analysed localities in southeastern Mecklenburg-Vorpommern (NE Germany); B: area of the Friedländer Große Wiese and locations of the lithological cross-sections (Fig. 2/3) and the palynologically analysed cores.

Abbildung 1. A: Lage der Friedländer Große Wiese und weiterer palynologisch untersuchter Standorte in südöstliches Mecklenburg-Vorpommern (NO Deutschland); B: Lage der lithologischen Querschnitte (Abb. 2/3) und der palynologisch analysierten Bohrkern in der Friedländer Große Wiese.

2. Description of the study area and the studied cores

2.1 Study area

The Ueckermünder Heide and Friedländer Große Wiese (Fig. 1) consist of deposits of a large Weichselian proglacial lake known as the Haffstausee. In the southwestern part of this former lake, the Friedländer Große Wiese peatland fills an approximately 8x12 km large depression in a former glacial valley (Bramer 1963, 1964, 1972, 1975, 1979; Schmidt & Scholz 1993; Schulz 1998; Reincke & Löser 2000). The Brohmer Berge, a range of the Rosenthalian terminal moraines, are positioned immediately south of the peatland and mark the regionally restricted Mecklenburgian glacial advance after the melting of the major Pomeranian inland ice (see Schulz 1965, 1998; Bramer 1979; Reincke & Löser 2000; Bremer 2004). Melting of a final minor glacial advance in the Lübecker Bucht (Bay of Lübeck) - that will be the NW German counterpart of the NE German Mecklenburgian advance - dates around 15,000 cal yr BP (Preusser 1999).

The basal till in the glacial valley of the Ueckermünder Heide is covered with 6-11 m thick sand layers, which are interpreted to be englacial debris (Bramer 1964, 1979) or deposits of the proglacial lake (Schulz 1998). A large basin around the present Galenbecker See is separated by a low sand ridge from another basin c. 1 km further to the northeast (Fig. 2). These, and many numerous smaller deep fluvioglacial basins mentioned by Bramer (1963, 1964, 1979), are filled with mainly lake marl and calcareous gyttja.

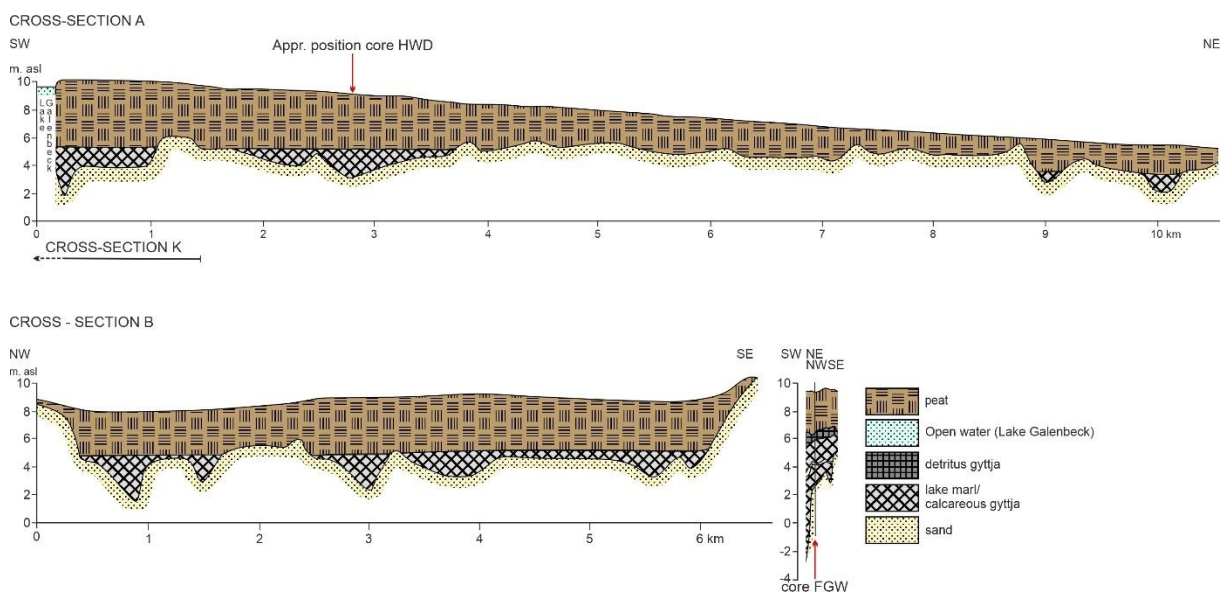


Figure 2. Cross sections A, B, and C through the Friedländer Große Wiese, modified after Bramer (1979; see also Bramer 1964) and Van Asch et al. (2012). Core HWD was taken around 2900 m northeast of the Galenbecker See. Situation early/mid 1960s for A and B, situation of the 2000s for C. Due to peat oxidation after the 1960s (see Succow 2001; Jeschke et al. 2003), the surface has lowered since then.

Abbildung 2. Lithologische Profilschnitte A, B, und C durch die Friedländer Große Wiese, nach Bramer (1979, siehe auch Bramer 1964) und Van Asch et al. (2012). Kern HWD wurde in etwa 2900 m Entfernung zur Galenbecker See genommen. Querschnitte A und B zeigen die Situation in den frühen/mittleren 1960er Jahren, Querschnitt C in den späten 2000er Jahren. Seitdem ist die Geländeoberfläche aufgrund von Torfschwund gesunken.

After the onset of peat formation, a large percolation mire developed under influence of a continuous flow of seepage water (exfiltrating groundwater) from the Rosenthalian terminal moraines (Succow 2001; Succow & Jeschke 1990, 2022; Schmidt & Scholz 1993; Reincke & Löser 2000; Jeschke et al. 2003; Fig. 1). The peat is mainly *Cyperaceae* and *Cyperaceae/Phragmites* peat with incidental wood peat

(Bramer 1963, 1964, 1979). Several sources mention the initiation of drainage in the 18th Century (Succow & Jeschke 1990; Schmidt & Scholz 1993; Succow 2001), but in fact reclamation had already started earlier (see text-section 4.6). Deep drainage of the area since the 1960s (see Heller & Schimanski 1966) and subsequent peat oxidation caused the disappearance of the upper 1.5-2 m of peat (Succow 2001; Jeschke et al. 2003).

The sandy subsoil in the eastern part of Galenbecker See is rather flat, whereas in the western part a deep channel-like basin exists (Fig. 3). According to Bramer (1964), the mineral base of the channel lies at maximally 1 m below sea level, i.e. 2 m deeper than the deepest point indicated in the cross sections of Fig. 3. Bramer (1963), however, mentions a coring up to 11 m below lake level (i.e. 1 m below sea level) without reaching the underlying sand, so the maximum depth of the channel-like basin may actually be larger. The basal lake sediments consist of lake marl, the top lake sediments are calcareous gyttja. One 'deep geological core' (see Bramer 1964) at around 1250 m in cross-section K shows other limnic sediments below the 'basal' sand (Fig. 3). Bramer (1964) mentions that such conditions also prevail sporadically at other spots in the Friedländer Große Wiese. Thick peat layers along the shores of the Galenbecker See are embedded in lake sediments (Fig. 3). A peat-island and peninsula – called the Teufelsbrücke (Devil's bridge) – stretches from the northeastern shore of the lake to its centre (Fig. 1/3).

A series of lake terrasses lies between the Friedländer Große Wiese and the Rosenthalian terminal moraines. In this area, many peatfilled basins are located, with the Moosbruch being the most prominent. The Moosbruch is surrounded by dunes, which partly reach into the mire. Lake sediments are covered with peat that rarely exceeded 2 m thickness in the 1960s.

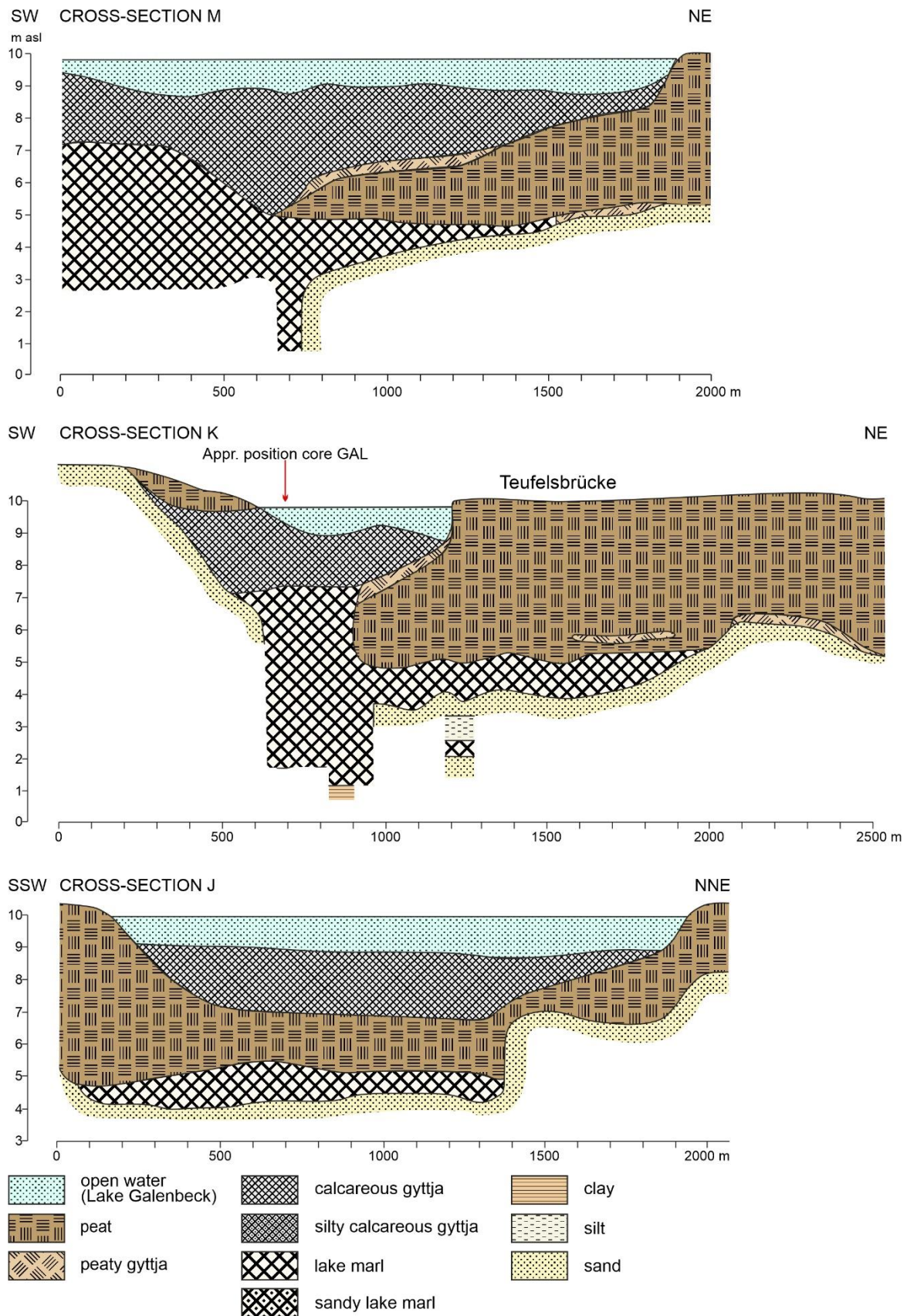


Figure 3. Cross-sections J, K, and M through the Galenbecker See (situation early/mid 1960s), drawn after original core descriptions and sediment columns of Bramer (1964; see also Bramer 1963). Close to m 700 in cross-section K, core GAL must have been taken. Due to peat oxidation after the 1960s (see Succow 2001; Jeschke et al. 2003), the surface has lowered since then. Note that the legend also includes lithological elements of the individual cores that do not occur in cross sections J, K, and M.

Abbildung 3. Lithologische Profilschnitte J, K, und M durch den Galenbecker See (Situation der frühen/mittleren 1960er Jahre) nach Kernbeschreibungen von Bramer (1964; siehe auch Bramer 1963). Bohrkern GAL wurde nahe der 700 m Marke in Querschnitt K genommen. Situation der frühen/mittleren 1960er Jahre, seitdem ist die Geländeoberfläche aufgrund von Torfschwund gesunken. Die Legende beinhaltet auch lithologische Elemente von den Bohrkernen, die nicht in den Profilschnitten J, K, und M vorkommen.

2.2 Studied cores

For the precise location of the studied cores see Table 1.

Core “Heinrichswalder Damm” (HWD) originates from the fossil lake basin approximately 1 km NE of the Galenbecker See (Fig. 2) and consists of ca. 4 m Cyperaceae/wood peat covering (sandy) lake marl up to 775 cm depth. Below a layer of unknown composition, at 810 cm depth again some lake marl was found, which might represent a coring disturbance (see text-section 4.5).

Core “FGW” (Van Asch et al. 2012) was taken some 400 m southeast of HWD. Unspecified peat covers detritus gyttja, calcareous gyttja and lake marl, and basal sand. The core has a length of c. 10 m, of which the part below 469 cm depth was studied palaeoecologically.

Core “Hüttendamm” (HTT) was recovered about 8 km further to the northeast from another fossil lake basin in the subsoil. The core encompasses 235 cm thick Cyperaceae/wood peat over alternating layers of peaty and silty calcareous gyttja and lake marl up to a total depth of 720 cm.

The core “Galenbecker See (Rinne)” (GAL) - derived from the channel-like depression in the Galenbecker See close to the 700 m mark in cross-section K (Fig. 3) - consists of 6 m calcareous gyttja and lake marl. An additional section of lake marl between 7.8 and 8 m depth was derived from the near surroundings.

The core “Moosbruch” (MOO) stems from the peatland of the same name south of the Friedländer Große Wiese. It consists of 50 cm peat covering (sandy) lake marl up to 600 cm depth.

Table 1. Coordinates and height above sea-level of the palynologically analysed cores from the Friedländer Große Wiese area and the Moosbruch. *: Coordinates after Fukarek (1968): the coordinates provided by Bramer (1964) are slightly different. **: Situation early/mid 1960s

Tabelle 1. Koordinaten und Höhe über NHN der pollenanalytisch untersuchten Bohrkern der Friedländer Große Wiese und des Moosbruch.

Core	geographical coordinates	German topographical coordinates	height asl (m)**
Heinrichswalder Damm (HWD)	53°38'31''N, 13°45'14''E *	Meßtischblatt: 2348 Galenbeck R: 54 17 300, H: 59 46 200 *	8.9
FGW	53°38'19.6''N, 13°45'5.4''E		
Hüttendamm (HTT)	53°39'47''N, 13°50'54''E	Meßtischblatt: 2349 Ferdinandshof R: 54 23 390, H: 59 48 380	6.3
Galenbecker See (Rinne) (GAL)	53°37'11''N, 13°43'42''E	Meßtischblatt: 2348 Galenbeck R: 53 15 700, H: 59 43 800	9.7 (lake level), 8.9 (lake floor)
Moosbruch (MOO)	53°36'32''N, 13°55'38''E	Meßtischblatt: 2349 Ferdinandshof R: 54 28 990, H: 59 42 390	12

3. Research methods

Names of observed pollen types are displayed in SMALL CAPITALS in order to distinguish them clearly from inferred plant taxa (Joosten & De Klerk 2002; De Klerk & Joosten 2007). For practical reasons original pollen type names – that are different in the numerous counting lists and do not correspond to unambiguously described palynomorphological types - are translated into a nomenclature which aims to present pollen types in an understandable way without the pretension to designate clearly defined pollen morphological types. It is unknown what F. Fukarek meant with “*varia indet.*”, “*varia unknown*”, “*unknown spores*” and “*other NAP*”. The “*varia indet.*” may designate grains that were indeterminable because of damages, the “*unknown*”-curves may cover grains that theoretically could have been recognised but in fact were not identified. The designation “*other NAP*” will cover palynomorphs known to F. Fukarek that he for unknown reasons did not specify in his counting lists.

The unpublished report (Fukarek 1968) does not provide information about his research methods. It may be expected, however, that these were largely identical with the methods used for his Darß-study (Fukarek 1961). Coring was probably carried out with a chamber corer. With respect to sample preparation, the Darß-study mentions the “*common KOH-method*” and incidental use of the “*acetolysis method after Erdtman*” without further elaboration or references. Samples in the Darß-study were counted with a light microscope with a magnification of 300 x. Of PEDIASTRUM, DESMIDIACEAE, and GLOEOCAPSA remains Fukarek noted whether he encountered ‘few’, ‘much’ or ‘very much’. These coarse indications are displayed in this publication with different bar lengths.

Pollen types of core FGW (analysed by Nelleke van Asch) were identified using Faegri and Iversen (1989), Moore et al. (1991), Beug (2004), and the Northwest European Pollen Flora Vol. I-VIII (Punt, 1976; Punt and Clarke, 1980, 1981, 1984; Punt et al., 1988, 1995, 2003; Punt and Blackmore, 1991). For other methodological information see the published paper of Van Asch et al. (2012).

Pollen values were calculated relative to a sum including palynomorphs attributable to trees and shrubs (AP) excluding *Salix* and *Alnus*, and herbs from dry grounds (NAP), i.e. excluding types such as POACEAE and CYPERACEAE, which may originate from wetland taxa. This NAP-concept differs from the ‘*other NAP*’ of Fukarek (1968), which can be expected to include pollen possibly produced by wetland herbs. The pollen curves are ordered stratigraphically in order to facilitate successional interpretation. “*FrGrWi*” pollen zones and subzones were constructed that apply to all diagrams and enables easy chronostratigraphic correlation (note that due to different temporal resolution not all subzones are identifiable in all cores). Zones and subzones are a combination of informal acme zones and informal interval zones sensu Hedberg (1976) and Salvador (1994).

Radiocarbon dates from cores HTT and FGW (Van Asch et al. 2012) were calibrated with Calib Rev. 8.1.0 (2 σ confidence range) (see Stuiver & Reimer 1993) with the IntCal20 calibration set (Reimer et al. 2020).

The Chironomid-inferred mean July air temperatures, position of tephra layers and the $\delta^{18}\text{O}$ curve of core FGW were taken from Van Asch et al. (2012).

The map of the landscape surrounding the Friedländer Große Wiese from c. 1700 CE was based on several sheets of the so-called Swedish register map (Wartenberg 1994; Asmus 1996; for the sources see Table 2), which were scanned, electronically fitted together, and subsequently redrawn according to the information presented on the maps supplemented with the information of the extensive descriptive Swedish texts connected to the map sheets. Only “*Urkarten*” (draft maps) were used; these contain the information prior to editing and therefore can be considered more complete than the “*Reinkarten*” (final maps). From the area of Mückenborg no draft map has been preserved due to which this small area was drawn after the final map (Table 2). The original textual descriptions can be found in the relevant sections in volumes 5 and 6 of the “*Matrikelbänder*” registered under Rep. 6a in

the “Landesarchiv Greifswald”. Both texts and maps are by now available via internet on www.svea-pommern.de.

Table 2. Archive designations of the Swedish register maps in the Landesarchiv Greifswald (Fig. 10).

Tabelle 2. Signaturen der benutzten schwedischen Matrikelkarten im Landesarchiv Greifswald (Fig. 10)

NR. (Fig. 10)	SIGNATURE	NAME
1	Rep. 6a C IIIa 14	Wittstock
2	Rep. 6a C IIIa 23	Demnitz och Altwikshagen
3	Rep. 6a C IIIa 13	Lübz
4	Rep. 6a C IVb 43	Sarow och Jokemühl Torgelows Amts Heiderideriet
5	Rep. 6a C IVb 40	Torgelows Ampts Hollenderi
6	Rep. 6a A IIIa 37	Torgelow – Fragment with Mückenborg
7	Rep. 6a C IVb 38	Grosse och Lütte Hammar
8	Rep. 6a C IVb 41	Ett Stijck af Torgelows Ampts Skog
9	Rep. 6a C IVb 42	Ett Stijck af Torgelows Ampts Skog
10	Rep. 6a C IVb 44	Rothemühl och Nuenska Heiderideriet.

4. Interpretation and discussion

4.1. The Lateglacial

4.1.1. Stratigraphy and geochronology

The Lateglacial pollen diagram sections were interpreted in terms of “Vegetation phases of Vorpommern” (De Klerk 2002, 2008; Fig. 4), which describe the vegetation dynamics on the dry soils in the Lateglacial landscape of northeastern Germany (De Klerk 2008) and were introduced to avoid a widespread confusion on Lateglacial stratigraphic and geochronological terminology (see e.g. Hoek 1997, 2008; Björck et al. 1998; Litt et al. 2001, 2007; De Klerk 2004b; Rasmussen et al. 2014; Kalińska et al. 2020; Krüger & Damrath 2020). An interpretation in terms of the INQUA/INTIMATE-favoured “event stratigraphy” as inferred from the Greenland ice-cores (Björck et al. 1998; Walker et al. 1999; Hoek et al. 2008; Rasmussen et al. 2014) was in the early 2000s not yet feasible and therefore omitted in the studies into the Lateglacial of that time (e.g. De Klerk 2004b, 2008): inferring palaeoclimatic phases from pollen diagrams requires either a detailed and accurate chronology that allows correlation with palaeoclimatological and palaeoecological data from annually laminated records (such as ice-cores or varves) (Brauer et al. 2014), or direct palaeoclimatological proxies not subject to time-lags that allow a direct comparison with other non-lagged palaeoclimatic proxies.

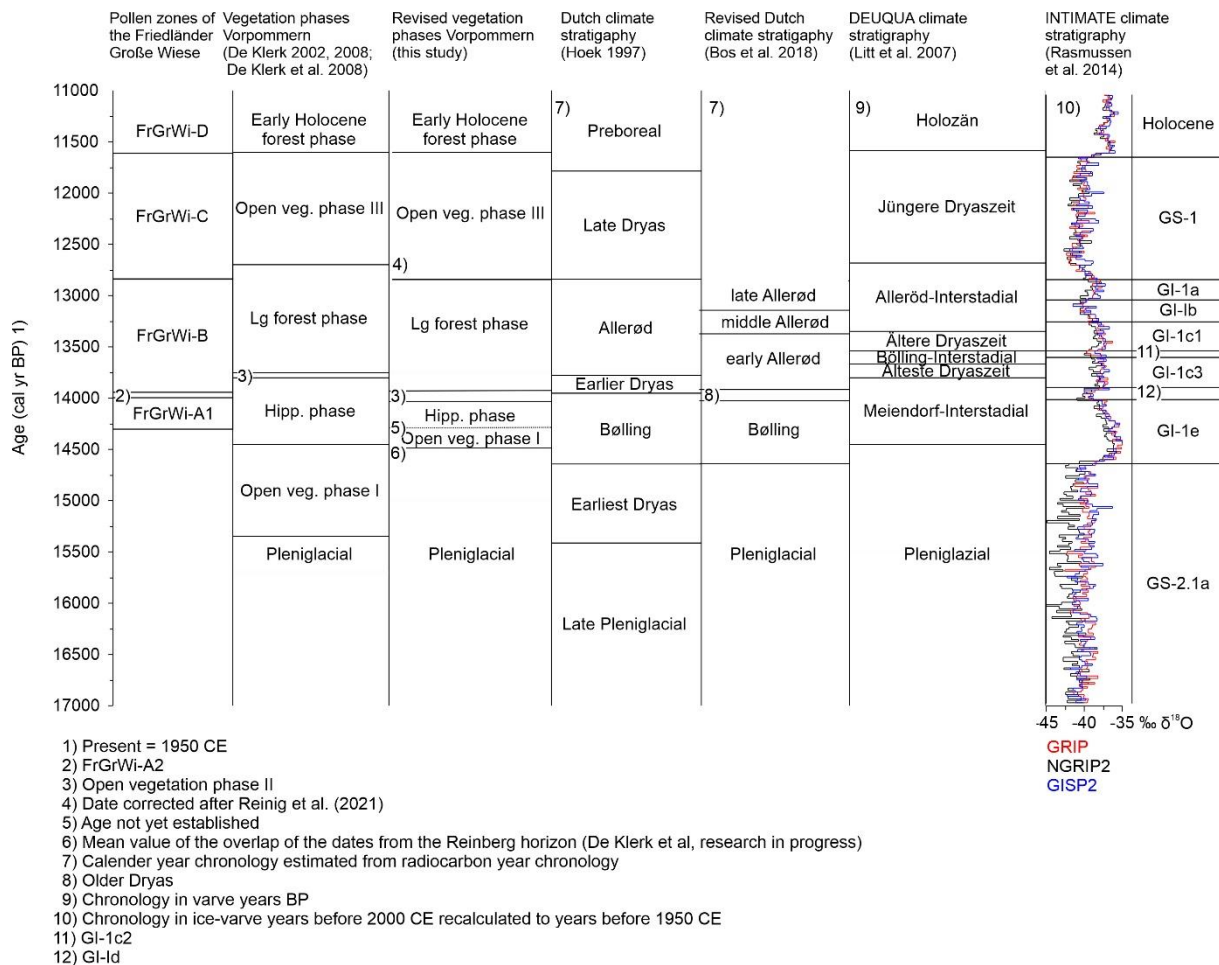


Figure 4. Revised correlation of the vegetation phases of Vorpommern (De Klerk 2002, 2008) and their dates in calendar years BP after De Klerk et al. (2008) as well as their corrected dates according to mid-2020s scientific knowledge. The corresponding Dutch stratigraphy/geochronology (Hoek 1997; Bos et al. 2018) and that of the Deutsche Quartärvereinigung (DEUQUA German Quaternary Association) (Litt et al. 2007) are also presented. Using chronological correlation, the INTEMATE-preferred climate phases, as well as temperature-indicating $\delta^{18}\text{O}$ curves of three Greenland ice cores, are presented at the right side of the figure.

Abbildung 4. Überarbeitete Vegetationsphasen von Vorpommern (De Klerk 2002, 2008) und deren Datierungen in Kalenderjahren BP, sowie die korrespondierende „niederländische“ und „Deuqua“ Weichselspätglazial-Stratigraphie. Mittels einer chronologischen Korrelation wurden die entsprechenden INTEMATE-bevorzugten Klimaphasen sowie die temperaturabhängigen $\delta^{18}\text{O}$ Kurven von drei grönländische Eiskernen ergänzt.

Scientific knowledge on the Lateglacial in SE Mecklenburg-Vorpommern has, however, increased greatly by now. Extension of radiocarbon calibration into the early Lateglacial (Kaiser et al. 2012; Reimer 2021) as well as the identification of microtephra layers in palynologically analysed profiles from Vorpommern (Lane et al. 2012; Van Asch et al. 2012 and this study) combined with analyses of varved sediments (Neugebauer et al. 2012) now provide a solid chronology of the Lateglacial that allows correlation with overregional annually laminated sediments. The study of oxygen isotope and chironomids of palynologically analysed profiles (Van Asch et al. 2012 and this study) enables a direct interpretation of palaeoclimatic phases independent of vegetation development and the time-lags caused by species immigration. Fig. 4 correlates the revised vegetation phases of Vorpommern with other interregional divisions.

4.1.2. The Hippophaë phase

The earliest vegetation phase recorded (FrGrWi-A1) is the Hippophaë phase in core Heinrichswalder Damm (HWD; Fig. 5). Large, dense stands of *Hippophaë rhamnoides* were present on the dry grounds together with a mainly open herbaceous vegetation consisting of among others *Artemisia* and *Helianthemum*. The pollen values indicate that also *Salix* must have been an important member of the vegetation around the cored locations. This phase is interpreted by De Klerk (2002, 2008) to correspond with a relative warm phase that started around 14450 cal. years BP (De Klerk et al. 2008). New radiocarbon and OSL-dates (optically stimulated luminescence dates) from the site Reinberg in northern Vorpommern (De Klerk et al., research in progress), however, revealed that this date corresponds to the beginning of Open vegetation phase I (not recorded in the Friedländer Große Wiese), the first vegetation phase of the Weichselian Lateglacial in Vorpommern. The Hippophaë phase, thus, must have started a few centuries later (P. de Klerk et al., research in progress). A chronological correlation of the Vegetation phases of Vorpommern with the Greenland Ice Cores shows that Open vegetation phase I and the Hippophaë phase belong to the warm Greenland interstadial (GI) 1e of Rasmussen et al. (2014) (Fig. 4).

Hippophaë could form such extensive dense stands because of the absence of competitive shadowcasting trees and shrubs: birch trees may have been already present but probably only incidentally and were unable to expand widely because of the dry continental climate (see Usinger 1998) or insufficient soil development (see Van Geel 1996, Theuerkauf & Joosten 2009). Also grazing pressure by large herbivores (e.g. mammoth and giant deer) may have caused vegetation to remain open (Van Geel et al. 2006; see also De Klerk 2008) by selectively eating shoots of competing shadowcasting taxa. These animals will not have eaten *Hippophaë* because the sharp thorns would have seriously injured them.

The pollen types excluded from the sum in HWD do not provide an interpretable signal of wetland vegetation types.

The end of the Hippophaë phase was radiocarbon dated in northern Vorpommern and northwestern Poland to c. 13800-14000 cal BP (Latałowa 1999; De Klerk 2002).

Pollendiagram HEINRICHSWALDER DAMM (HWD) - part 1

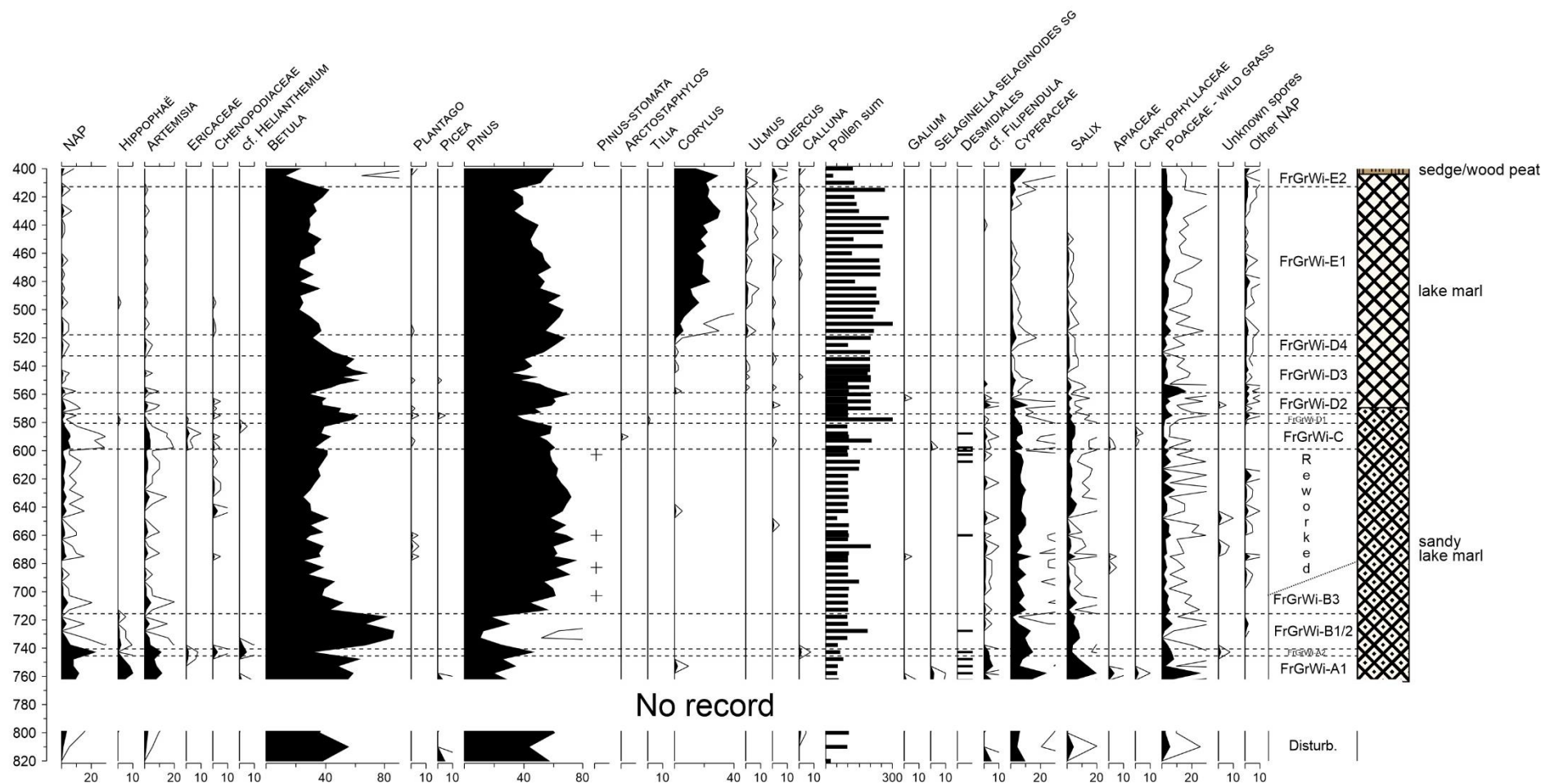


Figure 5. Pollen percentage diagram „Heinrichswalder Damm" (HWD). Pollen values are calculated relative to a sum including pollen attributable to dryland trees, shrubs, and herbs (displayed to the left of the column “pollen sum”). The sum of all pollen types of herbaceous dryland taxa (NAP) indicates changes in closed and open vegetation types. Percentages are presented with actual values (black silhouettes) and a 5-time exaggeration (lines). The bars representing the sum display the absolute number of pollen grains include in the sum and display the depth of the samples. Core lithology is presented at the right side of the figure, the legend is presented in Fig. 3. Analysis: Franz Fukarek.

Pollendiagramm HEINRICHSWALDER DAMM (HWD) - part 2

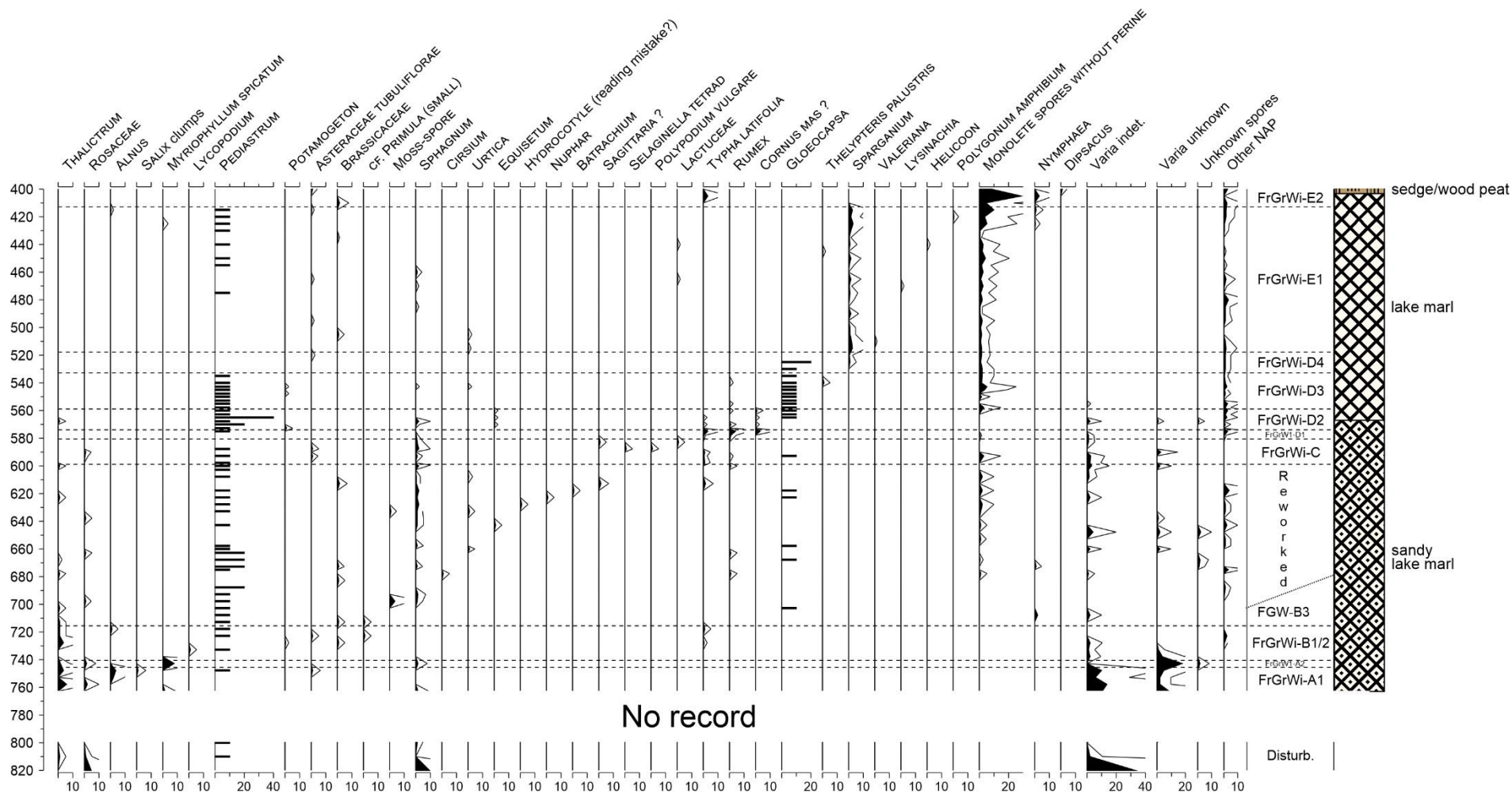


Abbildung 5. Pollenprozentdiagramm HWD. Die Pollenwerte wurden auf eine Summe aus Pollen von Bäumen, Sträuchern und Kräutern trockener Vegetationstypen berechnet, welche links der Spalte „Pollen sum“ dargestellt sind. Die Summe von Pollentypen von Kräutern trockener Standorte (NAP) zeigt Änderungen bei offenen Vegetationstypen und Wäldern. Die Prozente sind mit aktuellen Prozentwerten (schwarze Silhouetten) und eine 5-fache Erhöhung (Linien) dargestellt. Die Summe-Balken zeigen die absolute Anzahl der Pollenkörner innerhalb der Summe und zeigen die Tiefe der Proben. Die Lithologie der Kerne wird an der rechten Diagrammseite gezeigt.

4.1.3. Open vegetation phase II

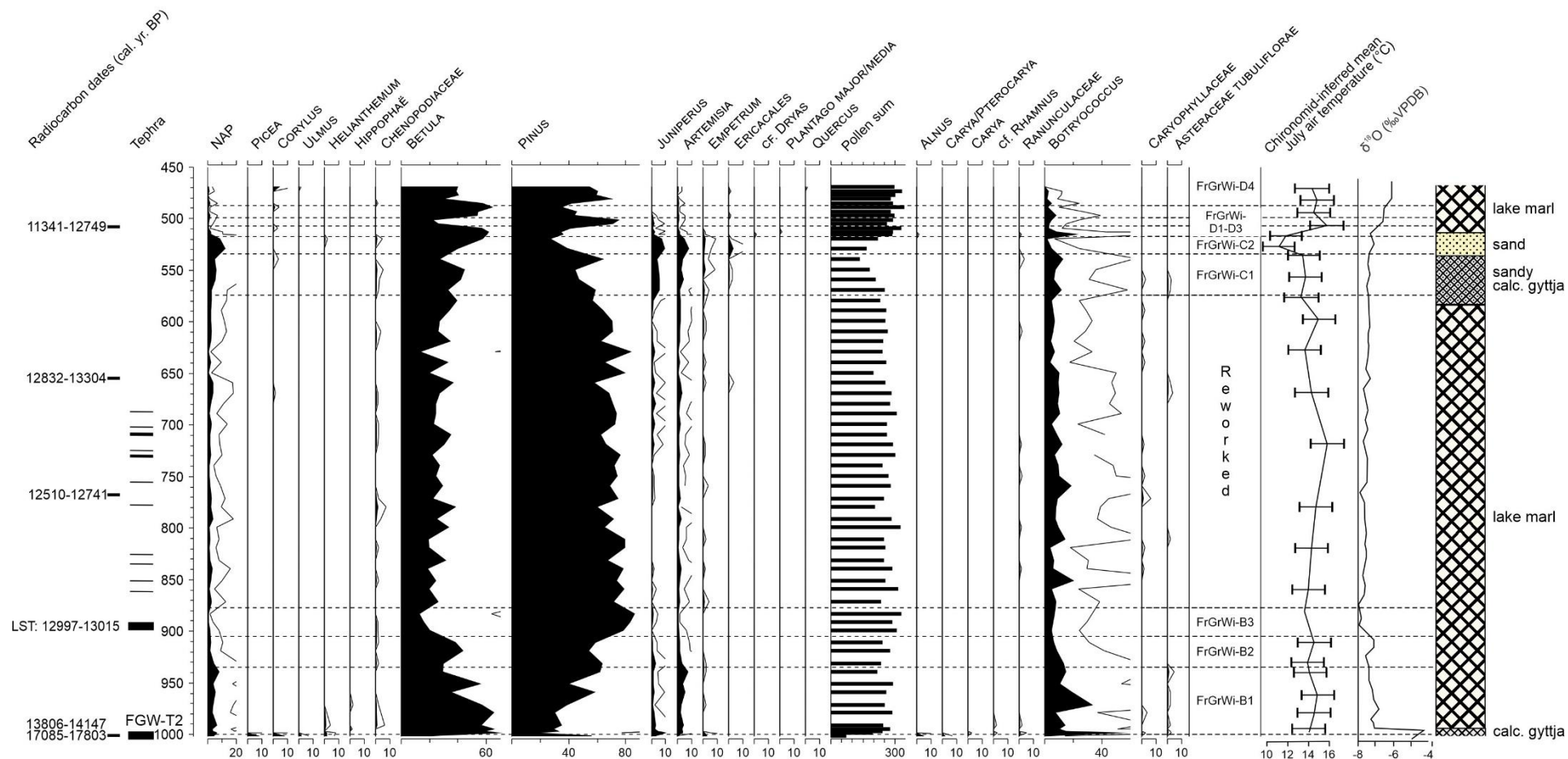
Only one sample in pollen diagram HWD (zone FrGrWi-A2) contains a large peak of ARTEMISIA and CHENOPODIACEAE pollen together with decreased values of HIPPOPHAË pollen. This sample represents Open vegetation phase II, a probably short phase in which *Hippophaë rhamnoides* largely disappeared and upland herbs expanded.

According to the revised correlation of the vegetation phases of Vorpommern, the phase started around 14000 cal BP (Fig. 4) and will have ended not more than 100-150 years later. The Greenland ice core records indeed show a short cooler phase designated as GI-1d (Greenland Interstadial 1d) that lasted from 14025 to 13904 cal BP, which will correspond to Open vegetation phase II (Fig. 4).

This phase is only registered prominently in pollen diagrams from northern Vorpommern (De Klerk 2002; De Klerk et al. 2008). In that region the phase is recorded in thick sediment layers that indicate heavy erosion of soils, which had become destabilised after the stabilising extensive roots of *Hippophaë* had disappeared (De Klerk et al. 2008). In southern Mecklenburg, northern Brandenburg and the Berlin area, the phase is only sporadically recorded in thin sediment layers (see De Klerk 2008; Lampe et al. 2009), probably as a result of higher temperatures, denser vegetation and less erosion as *Hippophaë* may not yet have disappeared or birch forests were already present (De Klerk 2008). The heavy erosion in northern Vorpommern might relate to strongly increased precipitation (De Klerk et al. 2008). In other regions in north/central Europe the phase is reported only from thin sediment sections and is interpreted to represent colder and/or drier climate conditions (Mortensen et al. 2014; Krüger et al. 2020) or having less growing days in summer (Wagner-Cremer & Lotter 2011; Amon et al. 2022). The abundance of drought-tolerant beetle species in central Denmark implies that there a shift to a drier climate had occurred (Lemdahl et al. 2014). In NW Germany, Krüger et al. (2020) did not find indications of increased erosion, which seems to imply that the exceptional erosion phenomenon was restricted to northern Vorpommern. Although it cannot be excluded that the interpretation of increased precipitation by De Klerk et al. (2008) was wrong, it is quite conceivable that vegetation and sedimentation were affected differently by regionally different precipitation patterns. The fact that in diagram HWD Open vegetation phase II is displayed clearly as an increase of pollen from plants of open vegetation, but only in a thin core trajectory, might indicate that the Friedländer Große Wiese area was located in a transitional reach between the areas with and without inferable vegetation opening.

Interestingly, Fukarek found a considerable amount of pollen that he could not identify, implying that various other dryland plants may have reflected the opening of the landscape, or that a specific wetland vegetation had increased. A minor peak of MYRIOPHYLLUM SPICATUM pollen in zone FrGrWi-A2 shows that watermilfoil was present in the Lateglacial lake: since *Myriophyllum spicatum* – similar to other *Myriophyllum* species (see Bhowmik & Datta 2013) - probably has a low pollen production, this peak of almost 10% will represent a solid local presence of *Myriophyllum spicatum*.

Pollendiagram FGW - part 1



Pollendiagramm FGW - part 2

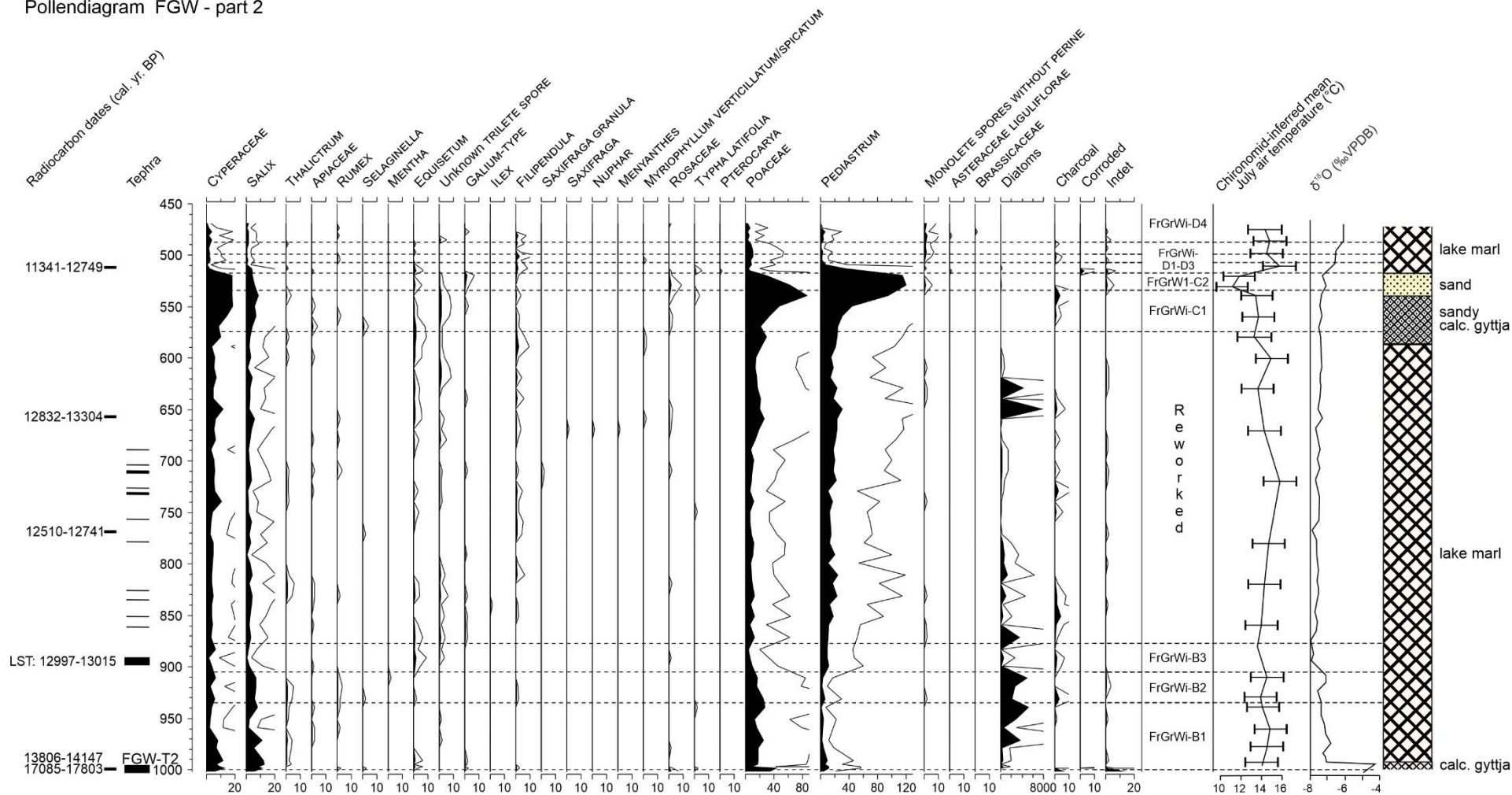


Figure 6. Pollen percentage diagram “Friedländer Große Wiese“ (FGW), including chironomid-inferred mean July temperatures and $\delta^{18}\text{O}$ -values. Analysis: Nelleke van Asch. For further information see the caption of Fig. 5.

Abbildung 6. Pollenprozentdiagramm FGW, mit aus Chironomiden abgeleiteten mittleren Juli-Temperaturen sowie $\delta^{18}\text{O}$ -Werte.

4.1.4. The Lateglacial *Betula*/*Pinus* forest phase

Closed forests started to establish around 13900-13800 cal BP (Fig. 4), as is reflected by pollen zone FrGrWi-B1 (Figs. 5/6) with the increase of *BETULA* pollen, which is interpreted as the regional expansion of birch tree forests. *PINUS* pollen values greatly increase at a higher level in the pollen diagrams (FrGrWi-B3). In core FGW, the beginning of the phase is dated to 14147-13806 cal yr BP. The other date of 17085-17803 at the base of core FGW, which would date the section to the Pleniglacial, is inconsistent with the pollen record and therefore discarded. This forested period represents the Lateglacial *Betula*/*Pinus* forest phase sensu De Klerk (2002), classically known as the Allerød (Fig. 4). Note that this is not the “Alleröd” as redefined for northern Germany by Litt et al. (2007) that only covers the later part of the classical “Allerød” (Fig. 6).

Expansion of forests during this phase may reflect a gradual shift to a more oceanic climate (Usinger 1998; De Klerk et al. 2008), and/or the development of more mature soils (see Van Geel 1996). The division of this phase into two subphases with birch and pine forests, respectively, shows the similarity of the Friedländer Große Wiese region with southern Mecklenburg, northern Brandenburg, and the Berlin area where pollen diagrams in general show a similar bipartition. In northern Vorpommern, on the other hand, two clear phases with higher *BETULA* pollen values are separated by a minor phase with higher *PINUS* pollen values (see De Klerk 2002, 2008). The latter may be attributed to a decrease in pollen production during the cooler Gerzensee fluctuation (De Klerk 2008; De Klerk et al. 2008). Theuerkauf & Joosten (2009) found that the different behaviour of *BETULA* and *PINUS* pollen between the northern and southern areas relates to edaphic differences, i.e. the sandy outwash plains in the south with predominantly pine forests and the till plains in northern Vorpommern with mainly birch woodlands. Incidental deviations of this pattern with asynchronous re-increases of *BETULA* pollen values towards the end of the forest phase (which also seem to show in the HTT diagram) have been attributed to (extra)local expansion of birch carrs along the margins of the investigated basins (see Wolters 2002; Theuerkauf 2003).

Contrary to diagram HWD (Fig. 5), diagram FGW (Fig. 6) shows gradually increasing *PINUS* pollen values, followed - just above the onset of this increase - by a decrease of NAP values. The Laacher See tephra (LST) - an ash-layers of a major volcanic eruption in the Eifel volcanic field recently redated to 13006 ± 9 cal year BP (Reinig et al. 2021) – was found in core FGW in the final trajectory of rising *PINUS* pollen values (Fig. 6). Although the tephra in core sections in NE Germany is normally visibly macroscopically as a c. 0.5-1 cm thick yellow/grey band, in cores HWD and FGW it is embedded in grey lake marl, which will have obscured it for the human eye during the field research of Fukarek and Bramer. Additionally, volcanic shards similar to those from the LST were found at the base of core FGW, which may represent an earlier eruption of the Laacher See volcano, or – since the tephra could not be found in any other nearby sediments – a contamination during sampling (see Van Asch et al. 2012).

Chironomid temperature reconstruction indicates a mean July air temperature for the Friedländer Große Wiese area during the Lateglacial forest phase between 12/13 and 16°C (Fig. 6). The available data do not allow a reconstruction of the wetland vegetation apart from the presence of the algae *Botryococcus* and *Pediastrum* in the lake(s).

Pollendiagram HÜTTENDAMM (HTT) - part 1

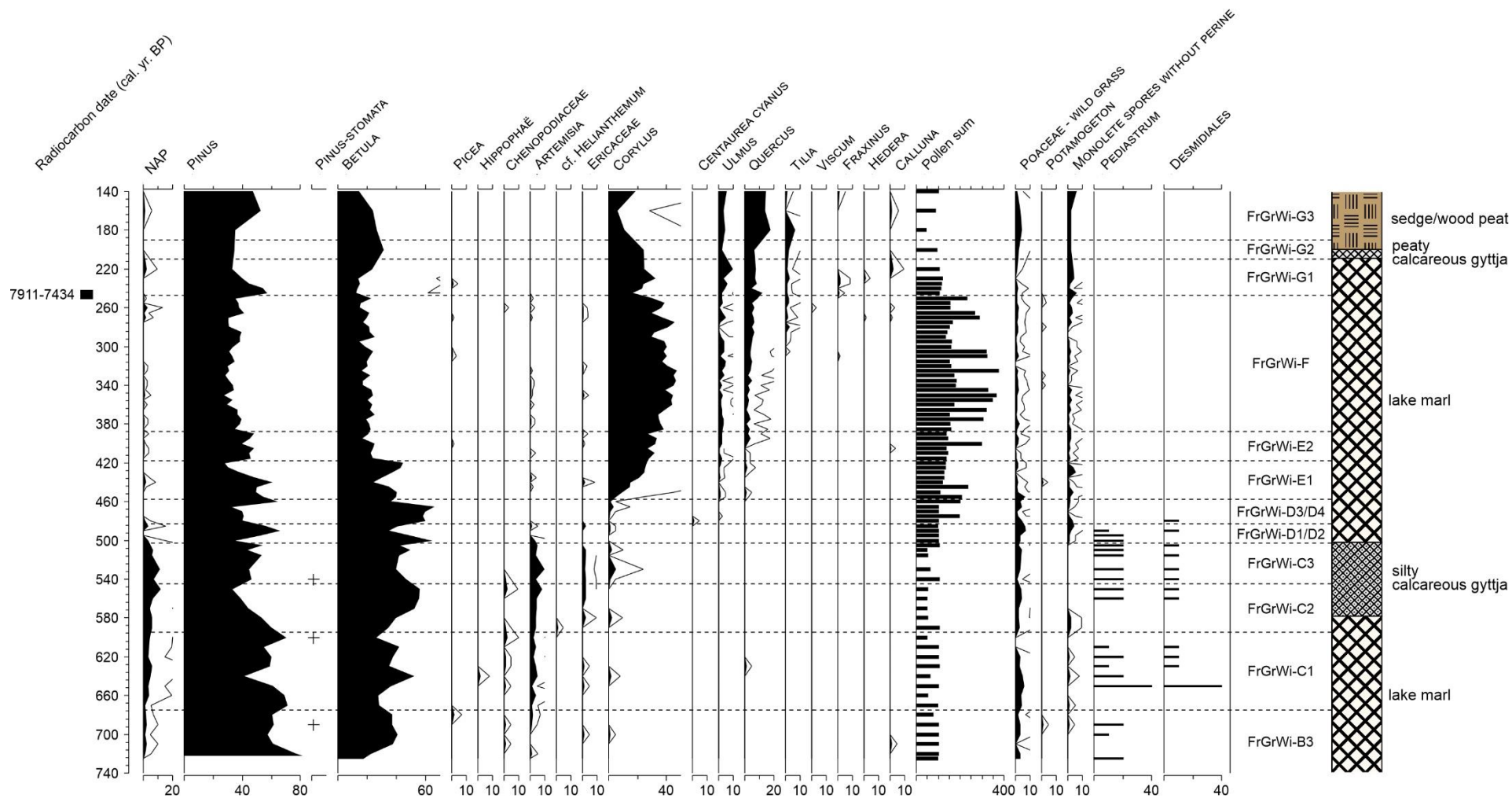


Figure 7. Pollen percentage diagram “Hüttendamm” (HTT). Analysis: Franz Fukarek. For further information see the caption of Fig. 5.

Pollendiagramm HÜTTENDAMM (HTT) - part 2

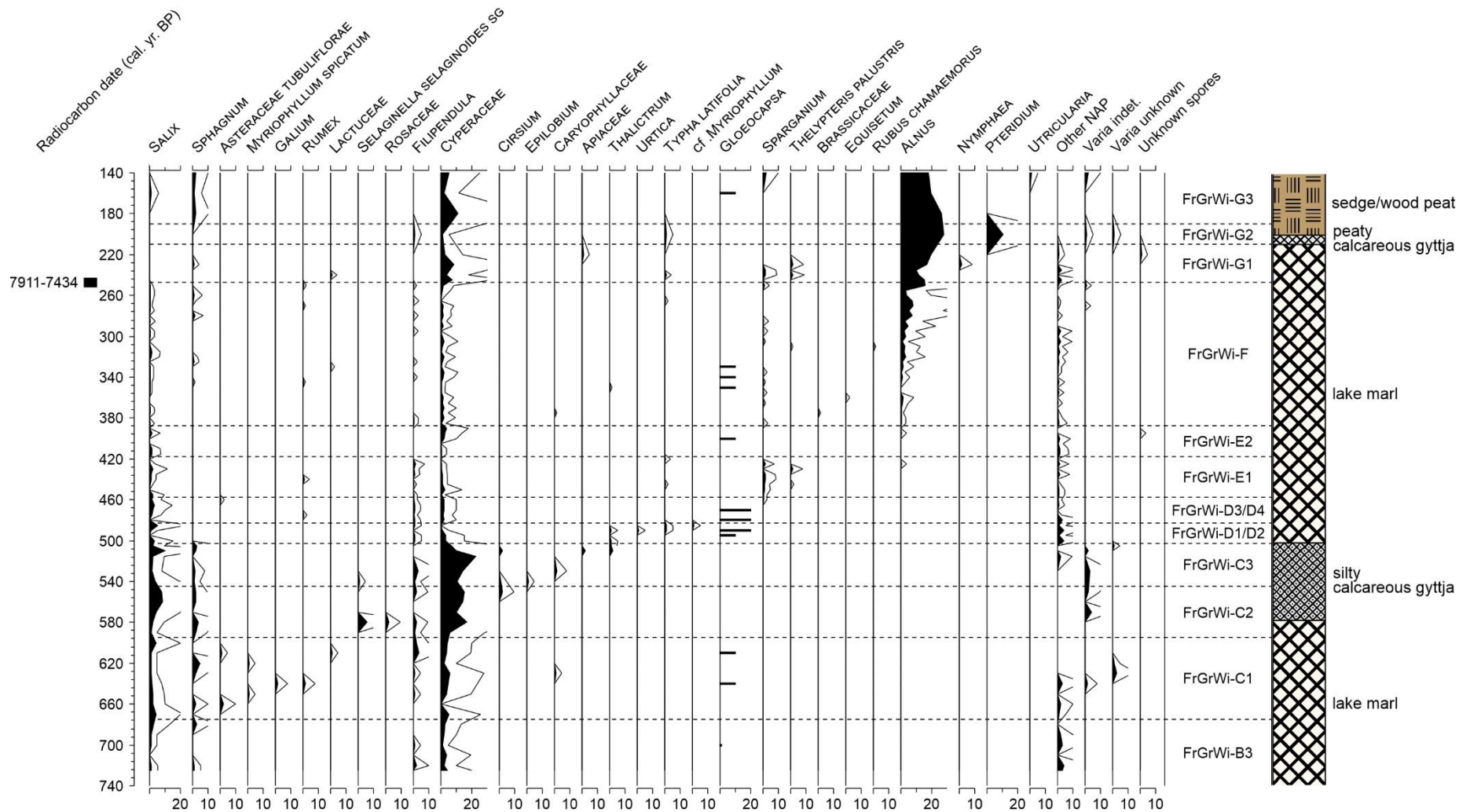


Abbildung 7. Pollenprozentdiagramm HTT.

4.1.5. Open vegetation phase III

Clearly higher NAP pollen values in zone FrGrWi-C than in the underlying (sub)zones represent Open vegetation phase III, the final vegetation phase of the Lateglacial, commonly known as the Younger Dryas or Late Dryas (Fig. 4). In a varved record near Berlin, the base of Late Dryas sediments is 205 varves above the Laacher See Tephra (Neugebauer et al. 2012) for which - with the corrected age for the LST (Reinig et al. 2021) - a rounded date for the beginning of the phase of 12800 cal yr BP can be established.

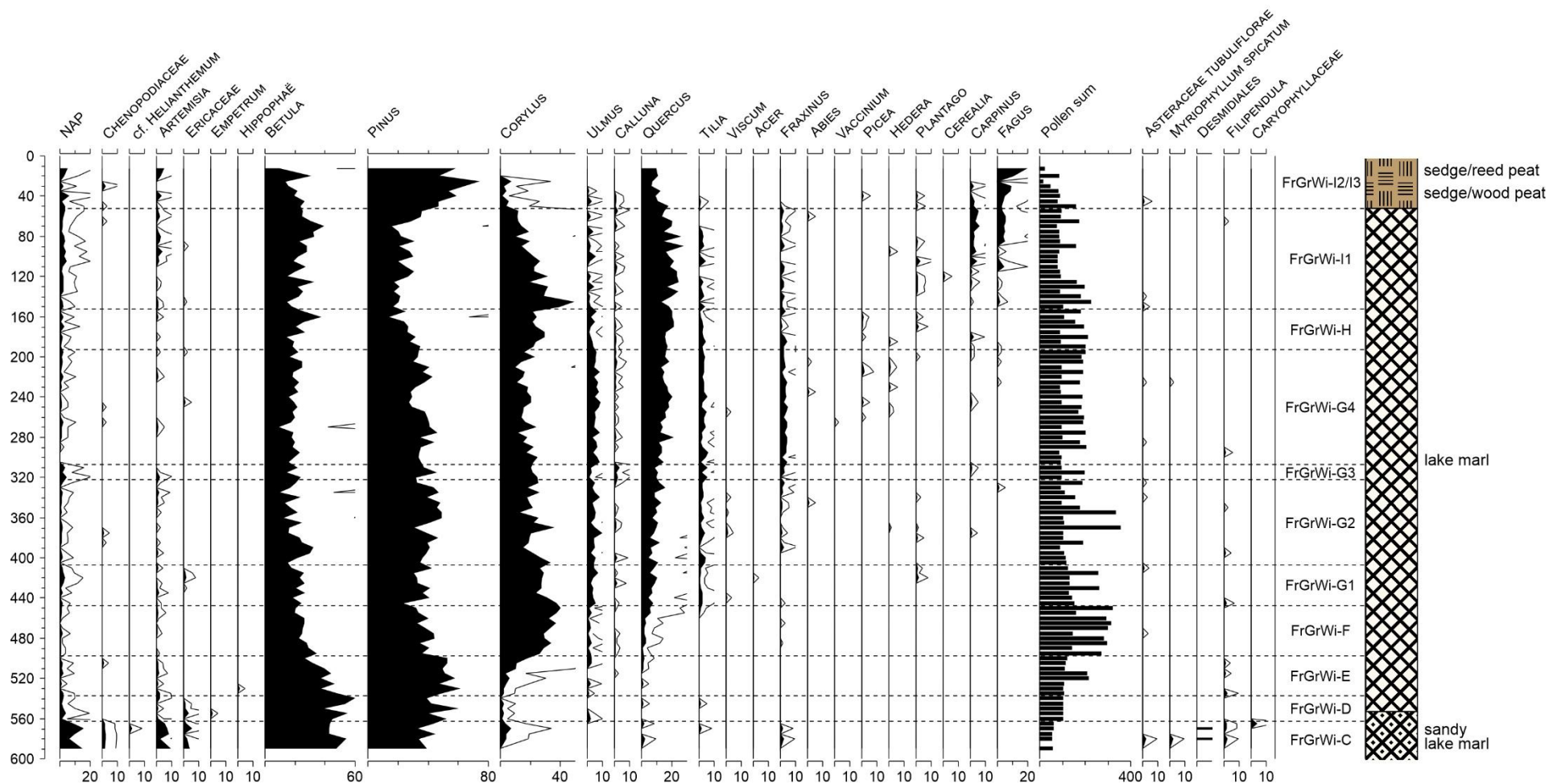
In cores HWD and FGW a large trajectory with rebedded sediments covers the deposits of the Lateglacial forest phase. This is shown by e.g. many intercalated thin layers of the Laacher See Tephra (Fig. 6; see Van Asch et al. 2012). Since core FGW is located close to the margin of a basin slope (Fig. 2 cross-section C), instable soils after the opening of the forest may have caused redeposition of previously formed sediments. By comparing the PINUS pollen curve of core Heinrichswalder Damm (Fig. 5) with that of core FGW (Fig. 6) it seems likely that also in core HWD a major redeposition is registered. Gradually increasing NAP values as well as fluctuations in the curves of PINUS and BETULA pollen in zones FrGrWi-B3 and FrGrWi-C1/2 of the Hüttendamm diagram (HTT, Fig. 7) show that at the HTT site no major redeposition has taken place, in contrast to the HWD and FGW sites, which were apparently homogenised by gradual resedimentation.

In cores FGW and HTT a clear two- and three-partition, respectively, is recognisable. The highest NAP values occur towards the top of FrGrWi-C. The pollen curves indicate the presence of *Artemisia* and Ericales (probably predominantly *Vaccinium* and *Empetrum*) in the open vegetation. An increase in pollen types attributable to Ericales (Figs. 5/6) may relate to a wetter period towards the end of the phase (Mortensen et al. 2014), although for other regions it has also been concluded that the Late Dryas ended with a particularly dry phase (e.g., Bos et al. 2008). Other hypotheses based on a bi- or tripartition in NE Germany pose a somewhat warmer period at the beginning of the Late Dryas followed by a colder phase (De Klerk et al. 2008; Neugebauer et al. 2012): in the Friedländer Große Wiese mean summer temperatures ranged between c. 11.75-15.5 °C during the earlier Late Dryas and between 10-13 °C during the later Late Dryas phase (Fig. 6). This contradicts the inferences of Isarin (1997), Isarin & Bohncke (1999) and Nesje et al. (2014) that the coldest phase of the Late Dryas was at its beginning and points at the occurrence of regionally different climate regimes.

From the pollen values of PINUS, it seems likely that pine trees remained important in the Friedländer Große Wiese area but possibly did not form closed stands. Open vegetation phase III is recorded in thick clastic sediments in northern Vorpommern displaying relatively high NAP values, whereas in the southern regions the relevant sediments are predominantly thin, organic and with lower NAP values. These differences also result from a Lateglacial climate gradient with denser vegetation and less severe soil erosion in the southern regions compared to the northern regions (see Brande 1995; De Klerk 2002, 2008). In the Friedländer Große Wiese the organic sediments of Open vegetation phase III are thinner than the sediments of the preceding vegetation phase in the southern areas, but with clearly higher NAP-values. This indicates that for Open vegetation phase III the Friedländer Große Wiese area again may have been located in a transitional area. Increased soil erosion is indicated by the occurrence of silt or sand in the lake marl or calcareous gyttja of various relevant core trajectories.

Pollen values of CYPERACEAE and POACEAE in zone FrGrWi-C are higher in core FGW than in the nearby retrieved core HWD of which the POACEAE values in FGW culminate in a peak at the top of FrGrWi-C1. This implies that wetland sedges and grasses grew near core FGW, possibly in a lake-shore vegetation along the basin slope (see Fig. 2). The presence of *Pediastrum* and *Botryococcus* in the lakes is evident from the values of their remains.

Pollendiagram MOOSBRUCH (MOO) - part 1



Pollendiagram MOOSBRUCH (MOO) - part 2

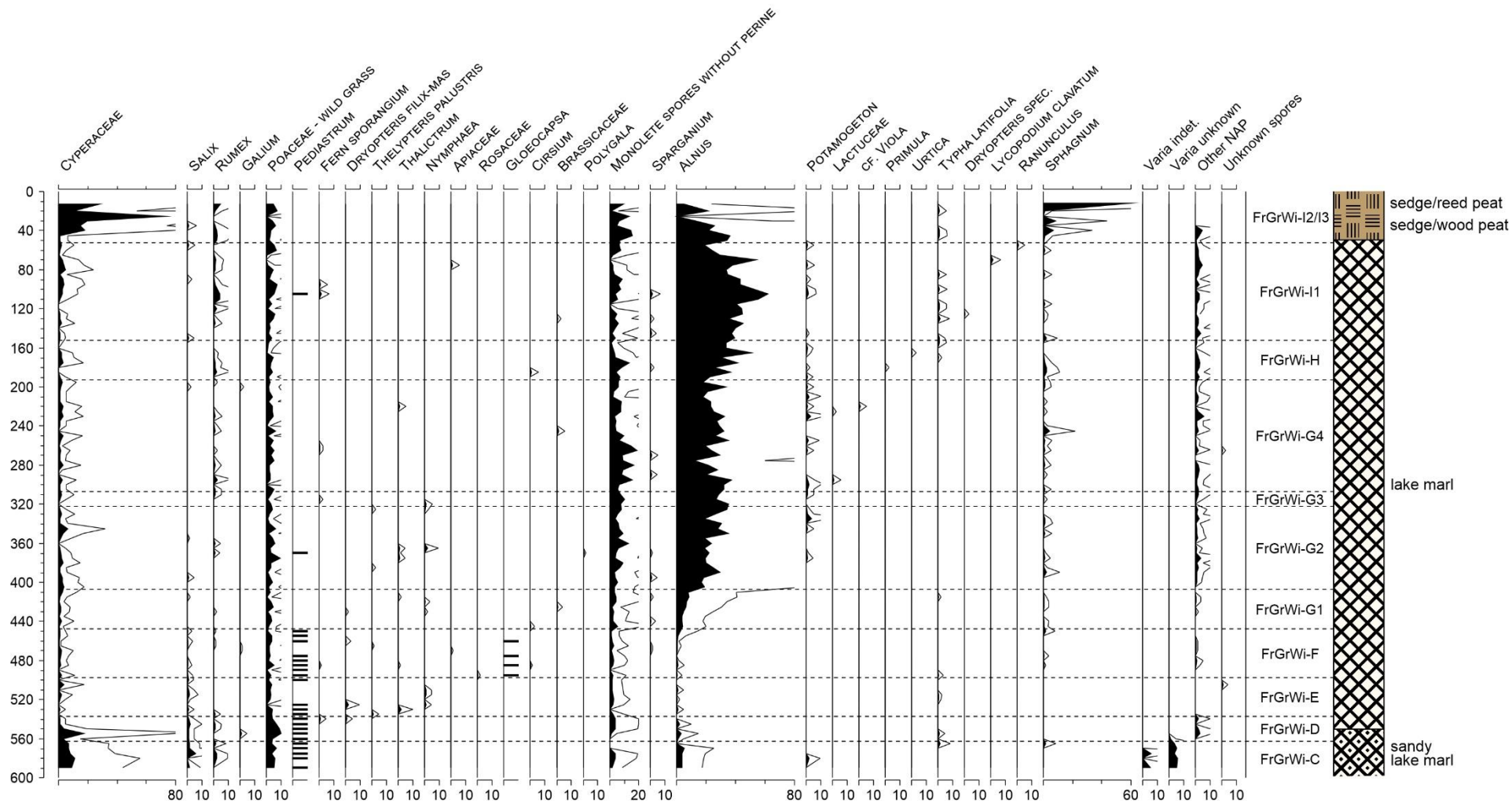


Figure 8. Pollen percentage diagram “Moosbruch“ (MOO). Analysis: Franz Fukarek. For further information see the caption of Fig. 5.

Abbildung 8. Pollenprozentdiagramm MOO.

4.2 The Holocene

4.2.1. Early Holocene

At the beginning of the Holocene (around 11700 cal yr BP), mean summer temperatures rose above 14°C (Fig. 6) and the dryland vegetation closed with an expansion of *Betula* and *Pinus* forests (the Early Holocene *Betula/Pinus* forest phase; Preboreal) (zone FrGrWi-D). A correlation between diagrams HWD and FGW showed that the decline in NAP in HWD around 590 cm does not represent the end of the Lateglacial, but that the transition between the Lateglacial and the Holocene occurs at a slightly higher level: the cause may be that the pollen counts by Fukarek are too low and that not all relevant pollen types were encountered by him (Van Asch et al. 2012).

The diagrams show two subzones in which *BETULA* pollen values are higher than in the adjacent zones and alternate with subzones in which *PINUS* pollen values are higher. These subzones are best observable in the diagrams HWD and FGW, which have the highest temporal resolution. In diagrams HTT and MOO these fluctuations are less prominent. The reasons for these fluctuations, which either represent differential forest composition or differences in pollen production, will be climatic fluctuations in a period when a stable dryland vegetation had not yet established.

The pollen records do not allow the reconstruction of the wetland vegetation, but the presence of lake marl shows that the deeper basins remained aquatic.

4.2.2 Corylus phase and the Middle Holocene

Rising *CORYLUS* values in zone FrGrWi-E mark the immigration of hazel in southern Vorpommern, which greatly expanded and became an important vegetation element. Increases in the values of *CORYLUS* pollen were dated in N Brandenburg at c. 9100 ¹⁴C years BP (i.e., 10250 cal yr BP) (Jahns 2000), whereas for northern Vorpommern an age of c. 9300 ¹⁴C years BP (10500 cal yr BP) can be estimated from the studies of Schulz (1999), Endtmann (2002) and Kaffke & Kaiser (2002). A date of 9335 ± 42 ¹⁴C years BP (10687-10410 cal BP) from the southern Ueckermünder Heide corresponds well with the dates from northern Vorpommern, but was rejected by the authors of the study (Kaiser et al. 2001).

Gradual increases of *ULMUS*, *QUERCUS*, *TILIA*, and *ALNUS* pollen in zone FrGrWi-F indicate that the associated taxa gradually expanded in the region and eventually became the dominant forest elements forming stable populations for several thousands of years, as is shown by the hardly fluctuating pollen curves in zones FrGrWi-F and -G.

A ¹⁴C-date of 6800 ± 100 ¹⁴C-years BP (i.e. between c. 7900-7500 cal yr BP) from the layer of peaty calcareous gyttja between 240 and 250 cm depth in core HTT (Fukarek 1968; see Bramer 1964) seems too young in comparison to dates around 7900/8300 ¹⁴C years BP (8600-9400 cal yr BP) in northern Brandenburg from core levels with similar palynostratigraphical features (Jahns 2000, 2001). This younger age might be attributable to the presence of roots penetrating from a higher level: the vegetation that formed the overlying *Carex*/wood peat probably rooted in the upper calcareous sediments.

Diagram Moosbruch from the mire south of the Friedländer Große Wiese is the only pollen diagram from the region that shows the mid-Holocene elm decline, which defines the boundary between regional zones FrGrWi-G and -H. The event dates around 5800 cal yr BP and was caused by a rapid expansion of Dutch elm disease through Europe combined with humans harvesting elm twigs for fodder that weakened the trees (Parker et al. 2002; Clark & Edwards 2004). Increasing values of *FAGUS* and *CARPINUS* pollen show that afterwards beech and hornbeam gradually expanded in the region (FrGrWi-H). Increased values of *ARTEMISIA* and *PLANTAGO* pollen point to increasing anthropogenic activities around the Moosbruch basin during the Neolithic.

Pollendiagram GALENBECKER SEE - RINNE (GAL) - part 1

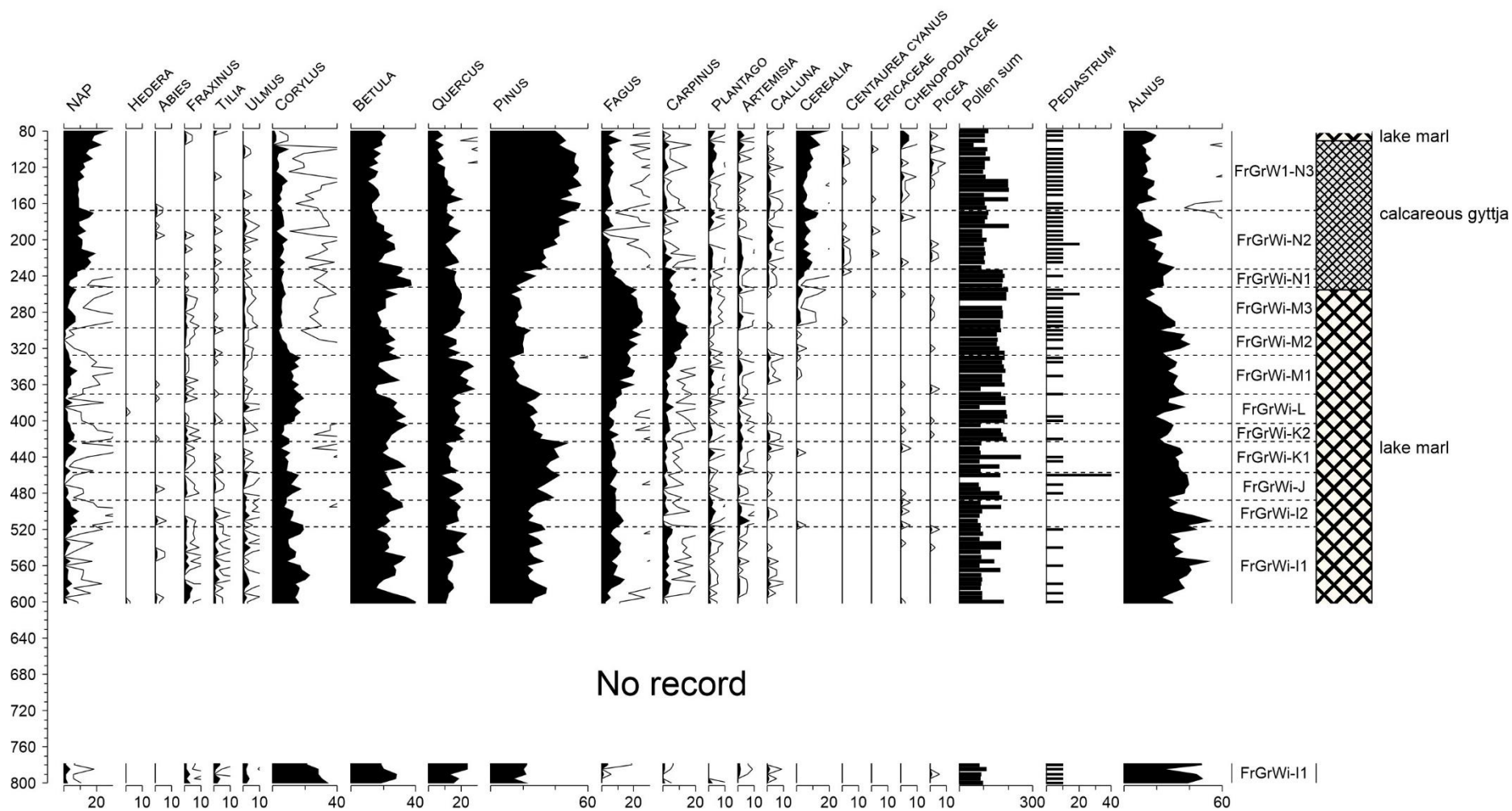


Figure 9. Pollen percentage diagram “Gahlenbecker See - Rinne“ (GAL). Analysis: Franz Fukarek. For further information see the caption of Fig. 5.

Pollendiagramm GALENBECKER SEE - RINNE (GAL) - part 2

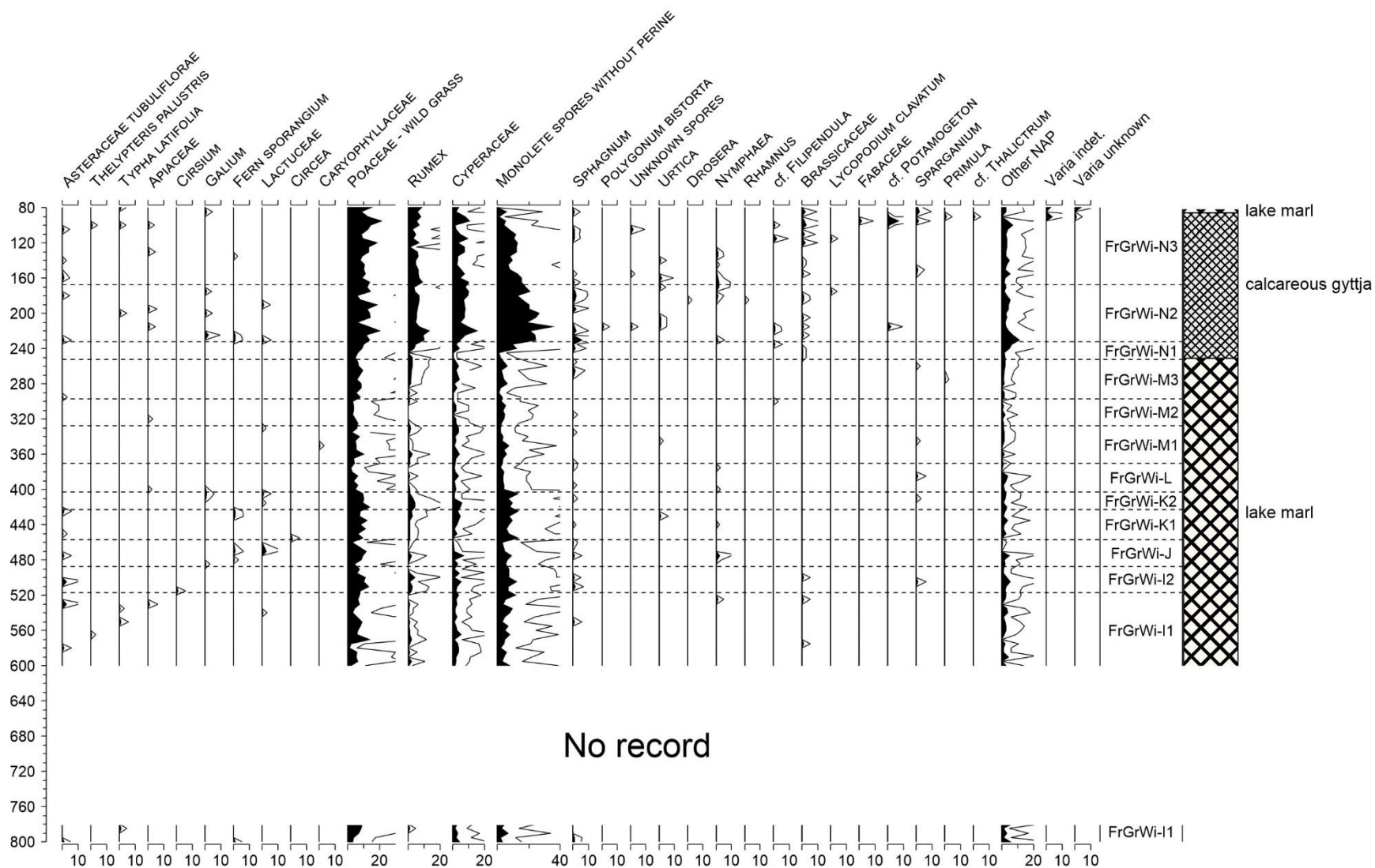


Abbildung 9. Pollenprozentdiagramm GAL.

4.2.3. The late Holocene

The late Holocene is registered in detail in the diagram Galenbecker See (GAL). Prominent is a zone with high values of *FAGUS* and *CARPINUS* pollen (FrGrWi-M), which can be correlated with the Roman Iron Age, the Slavic period and the late Medieval (see Jahns 2001; Jahns & Herking 2002).

The decline of *FAGUS* pollen is dated in NE Germany and NW Poland around 650-700 cal yr BP, i.e. 1300-1250 CE (Müller & Kohl 1966; Latalowa 1992; Endtmann 2002, 2004). Above the decrease of *FAGUS* pollen in diagram GAL, high values of pollen attributable to cultivated plants and agricultural weeds (e.g. *Artemisia*, *Plantago*, *Chenopodiaceae*, *Centaurea cyanus* and *Cerealia*) occur. This shows a prominent deforestation of the landscape and the associated expanding agricultural area since the late Medieval. A similar pollen sequence is visible in a diagram from the eastern Ueckermünder Heide (Jahns & Herking 2002).

Fluctuations in the curves of the types mentioned above might point to varying ratios of forest and fields over time. A prominent decrease in values of *CEREAIA* and *PLANTAGO* pollen (indicating a reduction of fields) occurs at the boundary between subzones FrGrWi-N2 and -N3. Assuming an age of c. 1300 CE for zone boundary FrGrWi-M and -N and of c. 1960/1965 CE (around the time of coring) for the top sediments of core GAL, linear interpolation derives an age of around 1500 CE for this reduced agriculture. It is unknown what might have caused this. Therefore, it is tempting to correlate the event with the later Thirty Years' War (1618-1648 CE) when the population diminished greatly (Karge et al. 2000).

4.3. Mire development and peat growth

At 400 cm depth in HWD (subzone FrGrWi-E1) there is a transition from lake marl to sedge/wood peat, which reflects local terrestrialisation. The precise start of this peat growth could not yet be established, but it dates clearly before the conspicuous rise of *ULMUS* and *QUERCUS* pollen. Franz Fukarek did not analyse these peats and the terrestrialisation process remains vague. Minor rises in values of *CYPERACEAE* and *MONOLETE SPORES WITHOUT PERINE* may indicate an initial expansion of sedges and ferns (probably *Thelypteris palustris*). The *CYPERACEAE* rise, however, is so small that it should not be overrated. Around the location of core Hüttendamm (Fig. 7), terrestrialisation started later after the rises of *ULMUS* and *QUERCUS* pollen and is reflected by a change from aquatic sediments via a thin layer of peaty calcareous gyttja to sedge/wood peat. The pollen values in the relevant diagrams show that now alder had also expanded in the region, but its values around 20% in HTT are – for this taxon with large pollen production and good distribution capacities – too low to indicate its local presence. The wood component in the peat of cores HWD and HTT may originate from roots penetrating downwards in an original pure sedge peat (Barthelmes et al. 2006).

The deposition of peat directly on sand in between the deeper basins (Fig. 2) will have started when peat accumulation in the basins had reached such heights that percolation mires could expand laterally (see Succow 2001). Because no ¹⁴C datings or pollen analyses are available from these areas it is impossible to determine when this happened. Most likely it started asynchronously at different spots during the early and middle Holocene.

The gyttja-peat transition is at 50 cm depth in the Moosbruch core (Fig. 8) and terrestrialisation at the cored location started during the increase of pollen attributable to beech and, thus, dates to the time period between 4500 and 2000 cal yr BP. High values of *CYPERACEAE*, *MONOLETE SPORES WITHOUT PERINE*, and *SPHAGNUM* pollen and spores indicate a local peatforming vegetation of sedges, ferns, and peatmosses. The absence of peat formed during later time slices will relate to reclamation of the peatland and the consequent oxydation of the upper peat layers.

4.4. Development of the Galenbecker See

The sediments in the deep channel from which core GAL was derived are of young age. The mineral subsoil in this channel lays at an estimated 1 m below sea level (Bramer 1964), i.e. 2 m deeper than this basal sample. In most cases during coring, however, the mineral subsoil was not reached, and the basin floor may lay even deeper.

Along the lake margins, thick peat banks are covered with calcareous gyttja (Fig. 3). This shows that in former times with lower water levels large parts of the original lake had terrestrialised and that only a small lake, confined to the area of the deep channel, grew in height concomitant to the peat of the adjacent mire. After a rise in water level that was too rapid to be balanced by peat growth, the peatland drowned and the lake expanded (see Bramer 1963; Succow & Jeschke 1990; Succow 2001; Jeschke et al. 2003). Comparison of the shape of the original basin and the present position of the lake (Fig. 3) shows that it had moved in northeastern direction.

The boundary between zones FrGrWi-M and -N, i.e. where *FAGUS* pollen decreases, corresponds with the transition from lake marl to calcareous gyttja. Since lake marl outside the channel-like depression in the Galenbecker See occurs only below the peat, and calcareous gyttja only above, the lake marl/calcareous gyttja transition in core GAL probably marks the start of lake expansion. This indicates that in the late Medieval the small lake started to expand within the surrounding mire. Water level rise during the late Medieval, possibly due to anthropogenic activities such as forest clearances or stowage by water mills, but possibly also related to climatic change, has regularly been reported for NE Germany (e.g. Driescher 1986; Jeschke 1990; Kaiser 1996; Bleile 2002). The name of the small settlement “Zarowmühl” (English: Zarow mill) near Ueckermünde in the Zarow river that drains the Friedländer Große Wiese (Fig. 1) demonstrates that this stream may indeed have been subject to stowage.

The rises of *CYPERACEAE* pollen and *MONOLETE SPORES WITHOUT PERINE* in zone FrGrWi-N2 might indicate an increase of sedges and *Thelypteris* in the lake-shore vegetation. An increase of *CYPERACEAE* pollen may possibly also be related to haymaking at other locations in the Friedländer Große Wiese (see Segerström & Emanuelsson 2002). The high values of *POACEAE* and *RUMEX* imply that also *Phragmites* and wetland *Rumex* taxa expanded. However, both pollen types are produced by a range of plant taxa that may occur both in wetlands and on dry grounds, and a robust vegetation reconstruction is not possible.

4.5. Correction of previous interpretation

Fukarek (1968) interpreted the lower parts of the pollen diagrams HWD, HTT and MOO completely different than in this study. He attributed the samples between 800 and 820 cm depth at the base of core Heinrichswalder Damm to the “Allerød”, the subsequent open phase to the Late Dryas, followed by the Preboreal. The next open phase (now interpreted as Open vegetation phase III/Late Dryas) was interpreted by Fukarek (1968) to be an open phase during the Early Holocene that he named Galenbecker Schwankung (Galenbeck Oscillation). Although the high values of *BETULA* and low values of *ARTEMISIA* show that the basal samples below 800 cm depth of HWD indeed very likely date to the Lateglacial *Betula/Pinus* forest phase (Allerød), the subsequent pollen sequences with the high values of *HIPPOPHAE* and *NAP* pollen show that the higher core trajectories are older, and the samples probably result from a coring disturbance. Following the interpretation of diagram Heinrichswalder Damm, Fukarek (1968) also interpreted the Lateglacial/Early Holocene sections of the diagrams Hüttendamm and Moosbruch too late. This is a forgivable misinterpretation for a time period with limited pollen diagrams from NE Germany that could have been used for comparison.

However, it influenced the dating of the reconstructed developmental phases of the proglacial lake. Bramer (1964, 1975, 1979) posed several phases to last up to the “Bølling” (probably the chronostratigraphic Bølling-concept of Mangerud et al. 1974), followed by a prominent development of soil frost features and a renewed glacial advance in the Older Dryas. A first formation of organic material, which he assumed to date from the Allerød, is then followed by a gradual disappearance of the proglacial lake that in his view occurred during the Late Dryas. He placed the first deposition of lake marl in residual lakes in the Moosbruch, Galenbecker See and other deep basins at the Lake Dryas/Preboreal transition and assumed a subsequent phase of dune formation during the first phases of the early Holocene. Since a residual lake with lake marl deposition already existed at the Heinrichswalder Damm site during the early Lateglacial, the development phases reconstructed by Bramer (1964, 1975, 1979) must have happened much earlier and probably had already ended before the beginning of the Lateglacial. A gradual termination of the proglacial lake during Open vegetation phase III (“Late Dryas”) seems improbable. Most likely the dune formation dates to this period instead of the early Holocene. Similarly, archaeological finds date dunes in the eastern part of the Ueckermünder Heide to Open vegetation phase III (see Kaiser et al. 2001).

Bramer (1964), as can be concluded from his argumentation, obviously assumed a synchronous beginning of peat formation over the entire current Friedländer Große Wiese, but the interpretation in the present publication contradicts this assumption.

Bramer (1964) had furthermore a - now doubtful - explanation for the young age of the sediments in the channel-like basin of the Galenbecker See. He stated that sediment levels within the lake basin lay at a much lower level than the assumed synchronous levels in the surrounding mire. From his argumentation, it becomes clear that he thought lake sediments to be deposited at the same elevation as synchronous peat layers in the surrounding mire. In order to explain their presence at a lower elevation, Bramer (1964) assumed that buried Weichselian dead ice in the basin of the Galenbecker See had thawed at an extra-ordinary late time during the late Holocene. However, since no radiocarbon or palynostratigraphical dates are available from the peat layers within the Galenbecker See, his assumed synchronicity is only hypothetical and seemingly too farfetched. It is much more likely that the lake sediments in the basin were deposited at a deeper elevation than the contemporaneous peat layers in the adjacent mire.

Bramer (1963), comparing his observations with older maps, noted that the lake in recent time still had changed its shape, but Succow & Jeschke (1990) assumed that the lake had not substantially changed over the last 2000 years. This latter assumption is – in the light of the present study – unlikely.

4.6. The landscape around 1700 CE as reflected in the Swedish register work

Figure 10 presents the area surrounding the Friedländer Große Wiese around 1700 CE. The Swedish register work is not completely reliable in displaying areas that were considered of less importance for tax-levy such as forests and wetlands (see Amelang & Gustavs 1998). This explains the gap between the maps south (department Torgelow) and those north of the river Zarow (district Anklam). The southern border of the northern maps could be perfectly fitted to the present-day course of the river Zarow, whereas the stream was drawn as northern border on the southern maps without any fit of the maps with the actual stream.

The area was sparsely populated, and the maps show extensive forests: the many villages that currently exist (Fig. 1) mostly came into being after 1700 CE (Bethkenhagen et al. 2006).

The register map covers only the northern fringe of the Friedländer Große Wiese and displays it as an open mire with some small meadows along its northern margin. The descriptive text mentions that it

was a marshy area with sedges and reeds. Since a ditch crossed the area, and the descriptive volumes mention that due to water stowage mowing is only partly possible in dry years, land use and first attempts of reclamation of the Friedländer Große Wiese must have started prior to the 18th century. A forested area within the peatland (map unit designated as “d” in Fig. 10) is mentioned in the volumes containing textual descriptions of the maps as marshy and grown with birches, alder, and other not specified deciduous trees, whereas the adjacent small area (c) consisted of solid ground with alder and birch. The large meadow (b) is mentioned to have been flat and marshy; the adjacent carr (a) was a former, i.e. pre-1700 CE, meadow on which small birches and other scrubs grew. Within the agricultural fields of Demnitz, a small peatland (e) is described as flat and without trees.

In the northeastern part of Fig. 10, the open mire of the Friedländer Große Wiese grades into a large carr that is diversely described in the text volumes. The area “g” is mentioned to have had a vegetation of small oaks, birches, willows, and further (not specified) scrubs; the two small areas “f” were higher spots with oak and hazel. The area “h” was relatively wet containing large strong birches and alder with some higher spots with oak and hazel (not individually drawn in Fig. 10), whereas the adjacent area (i) consisted of a dense alder carr. The fringe of mixed deciduous-coniferous forest adjacent to the carr (j) contained juniper, oak, beech, poplar, birch, and pine. Adjacent to this forest fringe was a heathland that partly consisted of deserted agricultural fields.

The deciduous forest south of the Friedländer Große Wiese named Sternbruk consisted of oak, beech, hazel, and alder. The presence of alder indicates moist areas. Additionally, it was remarked that the area was relatively flat and suitable for forest clearance to create meadows. The meadows that already were present within the Sternbruk were noted to have had a marshy soil and to have been partly overgrown with bushes.

The coniferous forest south of the Sternbruk (k) contained large trees that were suitable as construction wood, or the area could be used for mast, whereas it was written down that the forests grew on heathland of which it is unclear what that designation may have meant in this context. Area “l” – designated as Bahrenbruch (name not indicated in Fig. 10) - was vegetated with small birches. The Branttheide (Brant = fire) is indicated as a coniferous forest for which it is mentioned that it had been completely burnt-down a few years prior to the survey.

The forest “m” is drawn as a wetland forest on the map. The text, however, describes it as a beech forest with few oaks, though it is explicitly mentioned that inbetween – especially towards the northern map boundary – areas of shrubs and reeds occurred that during the wetter years were rather marshy. The continuation of this area as a narrow strip along the river Zarow was a marshy land with oak and alder trees, and shrubs of birch and willow, whereas several spots were so densely vegetated with reed that they were hardly accessible (which might be a reason for the uncertain mapped course of the river Zarow).

The forest “n” south of the Zarow is described as dense beech forest where in previous times before the survey the town Schermysel was located, which, thus, disappeared before 1700 CE; the remaining beech forest (o) contained more oak. The forest “p” is described as oak forest with few small pine trees, whereas the area “q” to the southeast of “p” consisted of sandy moulds with moderately large pine trees suitable for fuel. The remaining forest areas are described as containing large coniferous trees with both large and small oak trees (r), as containing large pine trees (s), and as marshy lands with oak, beech, hazel, and alder (t).

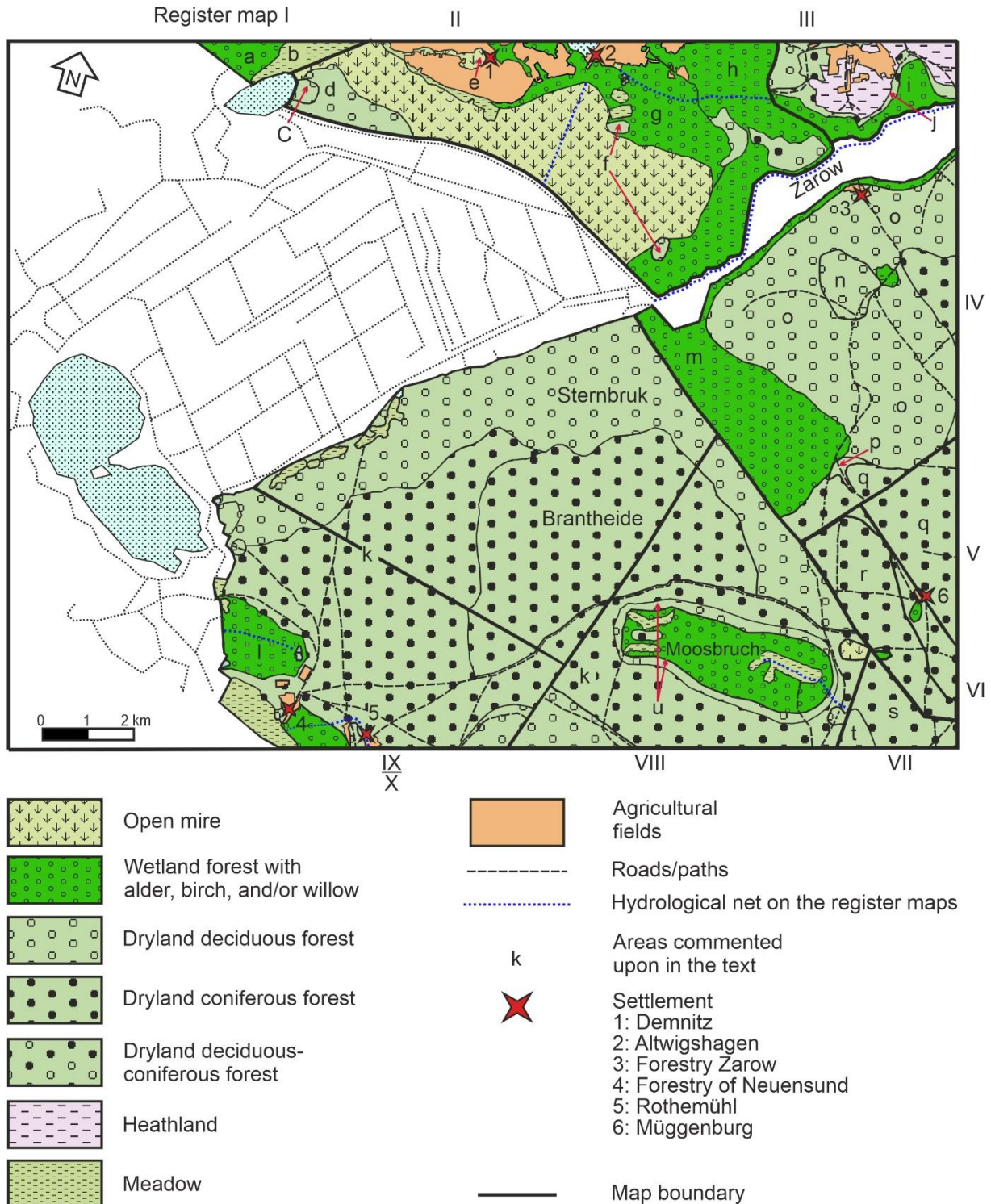


Figure 10. The landscape surrounding the Friedländer Große Wiese around 1700 CE compiled from several Swedish register maps (Table 2); see <http://www.svea-pommern.de>.

Abbildung 10. Die Landschaft um die Friedländer Große Wiese um etwa 1.700 CE, zusammengestellt nach einigen Blättern der „schwedischen Matrikelkarte“ (Tabelle 2); siehe <http://www.svea-pommern.de>.

The Moosbruch was vegetated with unspecified bushes and scrubs and surrounded by a fringe of oaks (u). Within the peatland an isolated pine forest occurred. The meadows within the Moosbruch had a marshy soil, which seems logical for meadows in opened carrs. Prominent is the ditch that crosses the eastern part of the Moosbruch and indicates that also here artificial drainage already started before 1700 CE.

In the pollen diagram from the Galenbecker See (core GAL), the time around 1700 CE is registered between 135 and 140 cm depth if one interpolates between 1300 CE (basis of zone FrGrWi-N) and 1960/1965 CE (top of core GAL). The forested landscape depicted in the Swedish register work contrasts greatly with the large amounts of pollen attributable to cultivated plants and agricultural weeds in the pollen diagram. Therefore, the agricultural fields inferable from the pollen diagram must have been located predominantly to the northwest, west, and southwest of the Galenbecker See.

5. Concluding remarks

The small sample interval of the cores from the Friedländer Große Wiese provides detailed pollen sequences for almost the entire Weichselian Lateglacial and the complete Holocene and, therefore, can be used as palynological standards for the vegetation history of southeastern Mecklenburg-Vorpommern when the cores are studied integratively. There are some indications that the study area was temporarily located in a transitional reach along a Lateglacial vegetational/climatic gradient in NE Germany. Prominent in the sediments from the Galenbecker See are the detailed registration of the late Holocene and human impact on the landscape in that time.

Due to chronological misinterpretations in the original study of Fukarek (1968), the genesis of the Friedländer Große Wiese, Galenbecker See, and the Ueckermünder Heide has been wrongly reconstructed by Bramer (1964, 1975, 1979). These errors could be corrected with the revised interpretation.

The Friedländer Große Wiese and the Galenbecker See will most likely remain important areas for nature conservation and peatland science in the near future, and knowledge on the natural development of the region provides an important palaeoecological/geomorphological reference for mire studies and science-based peatland management.

6. Ausführliche Zusammenfassung

6.1. Einleitung

Die Friedländer Große Wiese – eins der größten Feuchtgebiete im nordöstlichen Deutschland – spielt schon lange eine bedeutende Rolle für die Erforschung der Genese, Ökologie, Naturschutz und Restaurierung von Mooren (z.B. Kloss 1966a/b, 1970; Succow & Jeschke 1990; Schmidt & Scholz 1993; Scholz et al. 1995; Dietrich et al. 1996; Succow 2001; Koppisch et al. 2001; Roth et al. 2001; Succow & Jeschke 2022). Palynologische Forschungen geben Einsichten in der Vegetationsgeschichte und Moorentwicklung von der Region (Fukarek 1968), welche jedoch bis jetzt nur rudimentär in einem landschaftlichen Rahmen interpretiert wurden (De Klerk 2004, 2008): es fehlte eine umfassende integrierte paläoökologische Zusammenschau.

In den frühen 2000er Jahren wurde ein Projekt gestartet, um nicht publizierte palynologische Daten aus der DDR-Zeit, die in Archiven von Forschungsinstituten aufbewahrt wurden, zu digitalisieren, neu zu bearbeiten und zu veröffentlichen. Das primäre Ziel war, ein Überblick über Vegetationsmuster und -dynamik in NO-Deutschland während des Weichselspätglazials zu erstellen (De Klerk 2008), aber auch um die Daten aus der Vergessenheit zu retten und dem wissenschaftlichen Publikum verfügbar zu machen. Unter diese Daten waren sechs von Franz Fukarek palynologisch untersuchte Standorte, von denen vier im Gebiet der Friedländer Große Wiese im südöstlichen Mecklenburg-Vorpommern liegen.

Franz Fukarek (1936-1996) arbeitete viele Jahren als Geobotaniker und Palynologe am Botanisches Institut der Universität Greifswald (Jeschke 1991; Krisch 1993; Krisch & Succow 1996; Natho 1996). Seine Habilitationsschrift über Pflanzenverbreitung und Vegetationsgeschichte der Halbinsel Darß wurde international sehr anerkannt (Iversen 1962). In der Mitte der 1960er Jahre begann Fukarek mit palynologischen Forschungen in der Ueckermünder Heide in enger Zusammenarbeit mit Horst Bramer, der das Gebiet geomorphologisch erforschte (Bramer 1963, 1964, 1972, 1975, 1979).

Nach erkundigender Untersuchung von verschiedenen Bohrkernen im Süden von Mecklenburg-Vorpommern wurden vier Lokalitäten in und um die Friedländer Große Wiese (inklusive der Galenbecker See) für detaillierte palynologische Analysen ausgewählt. Da das Projekt nicht in die Forschungsprioritäten des Botanischen Institutes passte, wurde im Jahr 1966 vom „Prorektorat für Forschung“ der Universität Greifswald beauftragt, die Untersuchungen mit geringerer Priorität und personeller Kapazität auszuführen. Die Ergebnisse wurden nur in einem unveröffentlichten Bericht präsentiert und in Teilen in der Habilitationsschrift von Bramer (1964) zusammengefasst. Nur ein sehr grobes Pollendiagramm von den Voruntersuchungen wurde publiziert (Fukarek 1972).

Unglücklicherweise enthält das Bericht von Fukarek einige Irrtümer hinsichtlich der Erkennung von Vegetationsphasen, was darauf zurückzuführen ist, dass Pollendiagramme in NO Deutschland, die für das Spätglazial und Frühholozän ein wichtiger Vergleich hätten bieten können, in den Mitte der 1960er Jahre noch kaum vorhanden waren. Diese Irrtümer führten zu einer fehlerhaften Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung der Ueckermünder Heide und Friedländer Große Wiese durch Bramer (1964, 1972, 1975, 1979).

Anfangs lagen für eine Neubearbeitung nur der Projektbericht sowie handgezeichnete Pollendiagramme vor, welchen graphisch bearbeitet wurden (De Klerk 2004a). Obwohl die Pollendiagramme auf Millimeterpapier gezeichnet waren, die eine recht genaue Messung der Pollenwerte erlaubten, war es unbekannt, wie viele Pollenkörner Fukarek gezählt hat und ob vielleicht Zeichenfehler die Darstellung gestört hatten. Weiter war nur eine geringe Anzahl von Pollentypen in den Diagrammen dargestellt, die keine vollständige Rekonstruktion der Vegetationsgeschichte und -dynamik erlaubten. Als später die originalen Zähllisten im Institut für Botanik und Landschaftsökologie der Universität Greifswald gefunden wurden, wurden zwei weitere Pollendiagramme, die auf den

Gesamtdaten basierten, veröffentlicht (De Klerk 2005, 2007). Nur von einem Bohrkern aus der Friedländer Große Wiese wurden auf Basis der Zähllisten selektierte Pollentypen publiziert (Van Asch et al. 2012).

In diesem Band der Greifswald Moor Centrum-Schriftenreihe werden der komplette Datensatz von Fukarek und die Daten von Van Asch et al. (2012) nach aktueller wissenschaftlicher Praxis integriert dargestellt und interpretiert. Des Weiteren wurden einige Karten sowie deren beschreibende Texten der „schwedische Matrikelkarte“ ausgearbeitet, um Vegetation und den menschlichen Einfluss um 1700 CE darzustellen.

6.2. Untersuchungsgebiet und analysierte Bohrkerne

Die Ueckermünder Heide und die Friedländer Große Wiese (Abb. 1) besteht aus Ablagerungen von einem großen Weichselzeitigen Eisstausee, dem sogenannten „Haffstausee“. In dessen südwestlichem Teil liegt das Moor Friedländer Große Wiese in einem ca. 8 x 12 km großen ehemaligen Gletscherzungenbecken (Bramer 1963, 1964, 1972, 1975, 1979; Schmidt & Scholz 1993; Schulz 1998; Reincke & Löser 2000). Die Brohmer Berge – ein Teil des Rosenthaler Endmoränenzugs – liegen unmittelbar südlich des Moores und sind auf die nur kleinräumige regionale Gletscherausbildung des Mecklenburger Stadiums zurückzuführen, welches nach dem großen Pommerschen Stadium stattfand (vgl. Schulz 1965, 1998; Bramer 1979; Reincke & Löser 2000; Bremer 2004). Das Ende eines kurzzeitigen und kleinen Gletschervorstoßes - als nordwestdeutsches Gegenstück der Mecklenburger Eisausbildung - wurde in der Lübecker Bucht um 15.000 Kalenderjahre vor heute datiert (Preusser 1999).

Der basale Geschiebemergel ist in der Ueckermünder Heide von etwa 6-11 m mächtigen Sandschichten bedeckt, die nach Bramer (1964, 1979) glazialer Debris oder Ablagerungen des Haffstausees sein könnten. Der Galenbecker See füllt ein großes Becken, welches mit einem niedrigen Sandrücken von einem Becken ca. 1 km weiter nordöstlich getrennt wird (Abb. 2). Diese Becken, sowie viele kleinere Becken, die von Bramer (1963, 1964, 1979) erwähnt wurden, sind vor allem mit Seekreide und Kalkmudden gefüllt.

Nach dem Beginn der Torfbildung entstand ein großes Durchströmungsmoor, welches von einem andauernden Quellstrom aus den Rosenthaler Endmoränen gespeist wird (Succow 2001; Succow & Jeschke 1990, 2022; Schmidt & Scholz 1993; Reincke & Löser 2000; Jeschke et al. 2003). Es wurde vor allem Seggen- und Seggen/Schilftorf gebildet sowie vereinzelt Holztorf (Bramer 1963, 1964, 1979). Obwohl erwähnt wird, dass Entwässerung und Kultivierung erst im 18. Jahrhundert stattfand (Succow & Jeschke 1990; Schmidt & Scholz 1993; Succow 2001), startete diese in Wirklichkeit schon früher (siehe Textabschnitt 4.6). Tiefe Drainage seit den 1960er Jahren (siehe Heller & Schimanski 1966) verursachte Torfmineralisation und damit den Schwund von etwa 1,5 bis 2 m mächtigen Torfschichten (Jeschke et al. 2003; Succow 2001; Succow & Jeschke 2022).

Der mineralische Untergrund des Galenbecker Sees ist ziemlich flach, aber im Westteil existiert ein tiefes, Rinnen-ähnliches Becken (Abb. 3). Nach Bramer (1964) liegt die Mineralbasis dieser Rinne um 1 m unter dem Meeresspiegel (NHN), d.h. 2 m unter der tiefsten Stelle im Querschnitt (Abb. 3). Es soll aber eine Bohrung in der Rinne geben, mit der noch bei 11 m unter dem Meeresspiegel der Untergrund nicht erreicht wurde, also könnte der mineralische Untergrund noch tiefer liegen (Bramer 1963). Die tiefer gelegenen Seesedimente sind Seekreide, darüber liegen Kalkmudden. Eine tiefe Bohrung (Bramer 1964) im Querschnitt K, in ca. 1250 m Entfernung vom südwestlichen Querschnitttrand gelegen (Abb. 3) zeigt, dass unter Beckensanden weitere Seeablagerungen vorkommen, wie es wohl auch an andere Stellen in der Friedländer Große Wiese vorkommt (Bramer 1964). Entlang der Ufer vom Galenbecker See liegen Torfschichten eingebettet zwischen Seesedimenten (Bramer 1964, 1979). Eine

Torfinsel und -halbinsel mit der Name Teufelsbrücke reicht von dem nordöstlichen Seeufer bis zu der Seemitte (Abb. 1).

Zwischen der Friedländer Große Wiese und der Rosenthaler Endmoränen liegt eine Abfolge von Uferterrassen vom Haffstausee. Hier liegen viele mit Torf gefüllten Becken, wovon das Moosbruch das meisten ausgeprägte ist. Das Moosbruch ist von Dünen umgeben, die teils bis ins Moor reichen. In diesem Becken werden Seeablagerungen - von kaum mächtiger als 2 m - Torf bedeckt.

Die genaue Position der Bohrkern ist in Tabelle 1 dargestellt. Bohrkern „Heinrichswalder Damm“ (HWD) stammt aus einem ehemaligen See ca. 1 km nordöstlich vom Galenbecker See (Abb. 2). Er besteht aus etwa 4 m Seggen/Holztorf über (teils sandiger) Seekreide bis eine Tiefe von 775 cm unter Flur. Unterhalb einer Schicht von unbekannter Zusammensetzung wurde zwischen 800 und 820 cm Tiefe weitere Seekreide gefunden, die die Folge einer Bohrstörung sein könnte. Kern „FGW“ (Van Asch et al. 2012) wurde etwa 400 m südöstlich von HWD genommen. Torf überdeckt Detritusmudde, Kalkmudde, Seekreide, und basale Sande. Der Kern ist etwa 10 m lang, wovon der Kernabschnitt unter 469 cm Tiefe analysiert wurde. Kern „Hüttendamm“ (HTT) wurde ca. 8 km weiter nordöstlich aus einem anderen Becken im Untergrund entnommen. Der Kern enthielt 235 cm mächtige Seggen/Holztorfe über sich abwechselnden Schichten von torfigen und schluffigen Kalkmudden und Seekreiden bis eine Tiefe von 720 cm. Kern „Galenbecker See (Rinne)“ (GAL) wurde in einer rinne-ähnlichen Vertiefung entnommen, bei einer Wassertiefe von 80 cm und ca. 700 m vom südwestlichen Rand des Querschnittes K (Abb. 3). Er bestand aus 6 m Seekreide und Kalkmudde, mit eine zusätzliche Schicht Seekreide zwischen 780 und 800 cm Tiefe. Kern „Moosbruch“ (MOO) kommt aus dem gleichnamigen Moor südlich der Friedländer Großen Wiese. Er bestand aus 50 cm Torf über bis in 600 cm Tiefe reichende Seekreide.

6.3. Methodische Bemerkungen

Namen von Pollentypen sind in KAPITÄLCHEN dargestellt, um sie von interpretierten Pflanzennamen zu unterscheiden. Um eine einfache Korrelation zwischen den Pollendiagrammen zu ermöglichen, wurden „FrGrWi“-Pollenzonen konstruiert, die für alle Diagrammen der Friedländer Großen Wiese Gültigkeit haben. Aufgrund der unterschiedlichen Auflösung der Diagramme sind nicht alle Subzonen in allen Diagrammen ersichtlich.

6.4. Interpretation

6.4.1. Das Weichselspätglazial

6.4.1.1. Stratigraphie und Geochronologie

Die spätglazialen Abschnitte der Pollendiagramme wurden in „Vegetationsphasen Vorpommerns“ (De Klerk 2002, 2008; Abb. 4) interpretiert, die eingeführt wurden, um eine breite Verwirrung über die stratigraphische und geochronologische Spätglazialterminologie zu umgehen (siehe z.B. Hoek 1997, 2008; Björck et al. 1998; Litt et al. 2001, 2007; De Klerk 2004b; Rasmussen et al. 2014; Kalińska et al. 2020; Krüger & Damrath 2020) und auf die Entwicklung der Vegetation auf den trockenen Böden basiert. Eine überregionale Korrelation war in den frühen 2000er Jahren noch nicht möglich, da diese eine detaillierte und genaue Chronologie für eine Korrelation mit Records mit Jahresschichtung (z.B. Warven und Eiskerne) brauchen oder eine Vielzahl direkter paläoklimatischer Proxys, die damals noch nicht vorhanden waren. Wissenschaftliche Fortschritte in den letzten 20 Jahren haben allerdings die wesentlichen Kenntnislücken geschlossen, womit eine neue stratigraphische/geochronologische Interpretation erstellt werden konnte (Abb. 4).

6.4.1.2. Hippophaë-Phase

Die früheste registrierte Vegetationsphase in der Friedländer Große Wiese ist die Hippophaë-Phase (FrGrWi-A1) in Pollendiagramm HWD, wenn große und möglicherweise dichte Sanddorn-Bestände in Abwechslung mit offene kräutige Vegetationstypen auf den trockenen Böden wuchsen. Anfangs wurde diese Phase als warme Phase interpretiert, die um etwa 14.450 Kalenderjahre vor heute angefangen hat (De Klerk 2002, 2008), aber nach neuen Erkenntnissen aus der Hohlform Reinberg (N Vorpommern) muss die Phase einige Jahrhunderte später angefangen haben (de Klerk et al., in Vorb.).

Der Sanddorn konnte sich ausbreiten, weil andere, konkurrierende schattenwerfende Bäume und Sträucher noch nicht vorkamen. Baumbirken könnten vielleicht schon in der Vegetation vorhanden gewesen sein, waren aber aufgrund eines trocknen kontinentalen Klimas, noch unzureichender Bodenentwicklung oder vielleicht auch durch Fraß von großen Herbivoren wie Mammut oder Riesenhirsch (siehe Van Geel 1996; Usinger 1998; Van Geel et al. 2006; De Klerk 2008) wahrscheinlich nicht in der Lage, größere dichte Bestände zu bilden. Großherbivoren haben Sanddorn wegen seiner großen verletzenden Stacheln wohl gemieden, aber womöglich schattenwerfende Baum- und Straucharten gefressen, wodurch die Verbreitung von Sanddorn begünstigt wurde.

Das Ende der Hippophaë-Phase wurde mittels Radiokarbondatierungen in Nordvorpommern und Nordwest Polen auf 13.800-14.000 Kalenderjahre vor heute datiert (Latałowa 1999; De Klerk 2002).

6.4.1.3. Offenvegetationsphase II

Nur eine Probe (Zone FrGrWi-A2) zeigt hohe Werte von ARTEMISIA und CHENOPODIACEAE Pollen zusammen mit geringen Werten von HIPPOPHAË. Diese sehr kurze Phase (die vielleicht 100-150 Jahre dauerte) zeigt einen Schwund der Sanddornsträucher, so dass sich eine Offenvegetation ausbreiten konnte. In grönländischen Eiskernen wurde eine kurze kalte Phase zwischen 14.025 und 13.904 Kalenderjahre vor heute registriert (GI-1d, d.h. Greenland Interstadial 1d), die in der Zeit mit Offenvegetationsphase II korrespondiert (Abb. 4).

Es ist bemerkenswert, dass die Phase nur in Pollendiagrammen aus Nordvorpommern klar ersichtlich ist - in mächtigen Sedimentschichten als Folge einer Zunahme der Bodenerosion aufgrund der Destabilisierung von Böden nach der Hippophaë-Phase (De Klerk 2002; De Klerk et al. 2008). Im Süden von Mecklenburg-Vorpommern sowie im Norden von Brandenburg und in Berlin ist diese Phase nur vereinzelt ersichtlich (De Klerk 2008; Lampe et al. 2009). Dies wird auf eine deutlich dichtere Vegetation in diesen südlichen Gebieten und einem stabilisierenden Effekt von Sanddornwurzeln, der hier nicht substanzial verschwunden ist oder auf eine frühere Ausbreitung von Baumbirken zurückgeführt (De Klerk 2008).

Hypothetisch wird die starke Bodenerosion – in Kombination mit dem destabilisierenden Effekt der Vegetation - mit einer großen Zunahme von Niederschlag in Verbindung gebracht (De Klerk et al. 2008). In anderen Gebieten von Nord-Zentral-Europa wurde diese Phase nur in geringmächtige Schichten gefunden und wurde als eine kältere und/oder trockene Klimaphase interpretiert (Mortensen et al. 2014; Krüger et al. 2020). Es wurde auch postuliert, dass es sich um eine Phase mit einer kürzeren Vegetationsperiode gehandelt hat (Wagner-Cremer & Lotter 2011; Amon et al. 2022). In der Tat wurde mit Coleoptera-Forschung festgestellt, dass im zentralen Dänemark diese Phase trockener war als zuvor (Lemdahl et al. 2014). Krüger et al. (2020) haben im nordwestlichen Deutschland keine Hinweise auf eine erhöhte Bodenerosion gefunden, was bedeutet, dass dieses ein regionales Phänomen von nördlichem Vorpommern gewesen sein könnte. Möglicherweise haben De Klerk et al. (2008) den erhöhten Niederschlag falsch interpretiert, vielleicht war aber auch die Niederschlagsverteilung in unterschiedlichen Regionen verschieden.

Die Offenvegetationsphase II ist in der Friedländer Große Wiese nur im Diagramm HWD ersichtlich mit hohen NAP-Werten, aber eine dünne Sedimentschicht. Dieses könnte darauf hinweisen, dass die Friedländer Große Wiese zu einem Übergangsbereich zwischen den südlichen und nördlichen Gebieten gehört hat.

Interessanterweise hat Fukarek eine beträchtliche Zahl an Pollentypen gefunden, die er nicht identifizieren konnte. Dies könnten Pollentypen von weiteren Offenland-Pflanzen gewesen sein, vielleicht aber auch von Feuchtgebiets- oder Offenwasserpflanzen oder umgelagerte präquartäre Pollentypen aus dem umliegenden Geschiebemergel. Ein kleiner Spitzenwert von MYRIOPHYLLUM SPICATUM Pollen im Subzone FrGrWi-A2 zeigt, dass im spätglazialen See während dieser Zeitperiode Ähriges Tausendblatt vorhanden war. Da *Myriophyllum*-Arten nur wenig Pollen produzieren (siehe Bhowmik & Datta 2013) deutet dieser Spitzenwert von 10% auf ein beträchtliches lokales Vorkommen der pollenproduzierenden Pflanzen.

6.4.1.4. Spätglaziale *Betula/Pinus*-Waldphase

Das Schließen der Vegetationsdecke hat um etwa 13.900/13.800 angefangen (Abb. 4) und ist in Pollenzone FrGrWi-B1 (Figs. 5/6) registriert: Birkenwälder haben sich ausgebreitet, worin später auch Kiefern eine wichtige Rolle spielten (Subzone FrGrWi-B3). Klassisch wurde diese Periode als „Alleröd“ bezeichnet.

Wälder konnten sich als Folge einer Änderung zu einem mehr ozeanisch geprägten Klima ausbreiten (Usinger 1998; De Klerk et al. 2008) oder durch die Entwicklung reiferer Böden (siehe Van Geel 1996). Da in den Diagrammen der Friedländer Großen Wiese eine deutliche Birkenphase und Kiefernphase ersichtlich sind, zeigt das Gebiet eine Ähnlichkeit mit Südmecklenburg, Nordbrandenburg und Berlin, wo Pollendiagramme eine ähnliche Zweiteilung zeigen. In Nordvorpommern jedoch sind zwei Phasen mit erhöhten Werten von BETULA-Pollen unterbrochen von einer Phase mit erhöhten PINUS-Pollenwerten erkennbar (siehe De Klerk 2002, 2008). Diese letzte Phase wurde hypothetisch mit der Abnahme oder verringerten Pollenproduktion von Birken während der kälteren Gerzensee-Schwankung in Verbindung gebracht, die offenbar in den südlichen Gebieten keine palynologisch erkennbare Vegetationsänderung oder Pollenproduktion verursacht hat (De Klerk 2008; De Klerk et al. 2008). Theuerkauf & Joosten (2009) haben entdeckt, dass - weitestgehend edaphisch bedingt - Kiefernwälder auf den sandige Sander im Süden vorherrschten, während Birkenwälder auf den nördlichen Geschiebemergel-Platten dominierten. Vereinzelt, asynchronisches Ansteigen der BETULA-Pollenwerte im südlichen Gebiet der erforschten Standorte – welche möglicherweise auch im Diagramm HTT (FrGrWi-B3) registriert ist – wird als eine (extra)lokale Ausbreitung von Birkenbruchwäldern entlang der Beckenränder interpretiert (siehe Wolters 2002; Theuerkauf 2003).

Im Gegensatz zu Kern HWD zeigt FGW einen allmählichen Anstieg der Häufigkeit von PINUS-Pollen (Abb. 5, 6) und kurz darauf einen Abfall der NAP-Werte.

Die Laacher See Tephra – eine Ascheschicht von einer vulkanischen Eruption im Eifel welche auf 13.006 ± 9 Kalenderjahre BP neu datiert wurde (Reinig et al. 2021) – wurde im Kern FGW im oberen Teil der Bereich mit den ansteigende PINUS-Pollenwerte gefunden (Abb. 6). Obwohl normalerweise in den Sedimenten in NO Deutschland die Tephra als ein ca. 0,5-1 cm mächtiges gelbgraues Band sichtbar ist, ist dieses in der Friedländer Großen Wiese in grauen Seekreiden mit einer ähnlichen Farbe eingeschlossen, wodurch die Tephra von Fukarek und Bramer vielleicht nicht erkannt wurde.

Die Temperaturrekonstruktionen von Kern FGW zeigen eine mittlere Juli-Temperatur zwischen 12/13°C und 16°C (Abb. 6).

Die Daten geben keine Hinweise auf die Zusammensetzung der Feuchtgebietsvegetation, außer der Anwesenheit der Grünalgen *Pediastrum* und *Botryococcus* in den Seen.

6.4.1.5. Offenvegetationsphase III

Im Vergleich zu den darunterliegenden Zonen deutlich erhöhte NAP-Werte in Zone FrGrWi-C zeigen die letzte offene Vegetationsphase des Spätglazials, welches klassisch auch als Späte Dryas oder Jüngere Dryas bezeichnet wird (Abb. 4). Nahe Berlin ist der Anfang der Späte Dryas 205 Warven oberhalb der Laacher See Tephra registriert (Neugebauer et al. 2012), welche – nach der korrigierten Datierung von Reinig et al. (2021) – der Anfang um etwa 12.800 Kalenderjahre vor heute datiert.

In Kern FGW wurde ein großer Bereich (575-875 cm) mit umgelagerten Sedimenten gefunden, welcher durch den Fund von eingeschlossenen Schichten der Laacher See Tephra nachgewiesen wurde (Abb. 6). Da Kern FGW sehr nah am Hang des Beckens genommen wurde (Abb. 2 Profilschnitt C), werden instabile Hangböden nach der Öffnung der Vegetation große Sedimentumlagerungen bewirkt haben. Beim Vergleich der PINUS-Kurven der Kerne FGW und HWD (Abb. 5, 6) zeigt sich, dass auch in HWD ein größerer Bereich mit Umlagerungen wahrscheinlich ist. Dahingegen sind im Kern HTT statt eines homogenen Bereiches langsam ansteigende NAP-Werte sowie einige Schwankungen in den PINUS- und BETULA-Kurven und damit die Pollenzonen FrGrWi-B3 und FrGrWi-C1/2 deutlich sichtbar. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass hier die Vegetationsdynamik ohne störende allmähliche Umlagerungen ersichtlich ist.

In den Kernen FGW und HTT ist, respektiv, mit den höchsten NAP-Werten im oberen Teil von Zone FrGrWi-C eine Zwei- und Dreiteilung zu sehen. Die Pollenkurven zeigen, dass *Artemisia* und Ericales – wahrscheinlich vor allem *Vaccinium* und *Empetrum* – in den offenen Vegetationstypen vorhanden waren (Abb. 5/6). Ein Anstieg von Pollentypen, die Ericales zugeschrieben werden, könnte auf eine nassere Phase am Ende der Offenvegetationsphase III deuten (Mortensen et al. 2014), obwohl für andere Gebiete auch postuliert wurde, dass das Späte Dryas mit einer trocknen Phase endete (Bos et al. 2008). Weitere Hypothesen über eine Zwei- oder Dreiteilung beinhalten, dass das Späte Dryas mit einer etwas wärmeren Periode angefangen hat und von einer kälteren Periode abgeschlossen wurde (De Klerk et al. 2008; Neugebauer et al. 2012). In der Friedländer Große Wiese lagen die mittlere Sommertemperaturen während der früheren Offenvegetationsphase III um 11,75-15,5°C, und an deren Ende um 10-13°C (Abb. 6). Dies ist ein Widerspruch mit Isarin (1997), Isarin & Bohncke (1999) und Nesje et al. (2014), die schlussfolgerten, dass die kälteste Zeitperiode am Anfang des Späte Dryas lag. Diese unterschiedlichen Befunde deuten wahrscheinlich auch auf regional unterschiedliche Klimaregime.

Aus den Pollenwerten von PINUS erscheint es, dass auch Kiefern prominent in der Vegetation um die Friedländer Große Wiese anwesend waren, aber wahrscheinlich keine geschlossenen Bestände bildeten. Offenvegetationsphase III ist in Nordvorpommern in klastischen Sedimenten mit hohen NAP-Werten registriert, während sie in den südlichen Gebieten in geringmächtigen, organischen Ablagerungen mit niedrigen NAP-Werten sichtbar ist. Diese Unterschiede werden auch einem spätglazialen Klimagradienten zugewiesen: in den südlichen Regionen war die Vegetation geschlossener als im Norden und deswegen mit viel schwächerer Bodenerosion verbunden (siehe Brande 1995; De Klerk 2002, 2008). In der Friedländer Großen Wiese wurde Offenvegetationsphase III in deutlich organischen Ablagerungen gefunden, jedoch in geringerem Umfang als die vorherigen Vegetationsphasen, wie auch in den südlichen Gebieten, aber die NAP-Werte sind deutlich höher. Dies könnte bedeuten, dass auch während dieses Zeitabschnitts das Gebiet in einem Übergangsbereich zwischen den nördlichen und den südlichen Gebieten gelegen hat. Erhöhte Bodenerosion zeigt sich in einer sandigen Komponente in der Seekreide bzw. den Kalkmudden.

Pollenwerte von CYPERACEAE und POACEAE sind in Kern FGW in Zone FrGrWi-C höher als im Kern HWD, der in der Nähe genommen wurde. Das zeigt deutlich, dass Feuchtgebietsseggen und -gräser in der Nähe von FGW vorgekommen sind, möglicherweise in einer Ufervegetation entlang des Beckenhangs (siehe Abb. 2). Im See sind die Algen *Pediastrum* und *Botryococcus* vorgekommen.

6.4.2 Holozän

Am Anfang des Holozäns (ca. 12.700 Kalenderjahre BP) stieg die mittlere Sommertemperatur auf ca. 14°C (Abb. 6) und Birken- und Kiefernwälder breiteten sich aus (FrGrWi-D) (Frühholozäne *Betula/Pinus* Waldphase sensu De Klerk 2002; klassisch auch als Präboreal bezeichnet). Eine noch instabile Waldvegetation zeigte Schwankungen in den *BETULA* und *PINUS*-Pollenkurven als Folge geringer Klimaschwankungen.

Ein Anstieg von *CORYLUS* Pollen in der Zone FrGrWi-E zeigt die Einwanderung der Hasel. In Nordbrandenburg wurde dieser Anstieg um 10.250 Kalenderjahre BP (Jahns 2000), in Nordvorpommern um ca. 10.500 Kalenderjahre BP datiert (Schulz 1999; Endtmann 2002; Kaffke & Kaiser 2002). Eine ähnliche Datierung gibt es im Süden der Ueckerländer Heide (Kaiser et al. 2001), obwohl die Autoren diese Datierung ablehnen.

Anschließend weisen allmählich ansteigende Pollenwerte der relevanten Pollentypen darauf hin, dass nacheinander Ulmen, Eichen, Linden und Erlen sich ausbreiteten und für mehrere Jahrtausende stabile Bestände bildeten (Zonen FrGrWi-F und -G).

Eine Radiokarbondatierung von ca. 7550-7900 Kalenderjahre BP in Kern HTT zwischen 240 und 250 cm Tiefe erscheint zu jung im Vergleich mit Kernen aus dem nördlichen Brandenburg wo ein ähnliches Pollenbild auf 8.600-9.400 Kalenderjahre BP datiert wurde (Jahns 2000, 2001). Möglicherweise ist der Unterschied die Folge von eingewachsenen Seggenwurzeln, die der Bulkdatering der Ablagerung ein zu junges Alter geben da sie von einer höheren und jüngeren Ebene stammen.

Nur das Diagramm Moosbruch zeigt den Ulmenfall im Mittelholozän auf die Grenze zwischen den Zonen FrGrWi-G und -H. Dieses Ereignis wurde um 5800 Kalenderjahre BP datiert und wird einer raschen Ausbreitung der Ulmenkrankheit zugeschrieben, die begünstigt wurde durch menschlichen Ernteschnitt von Ulmenzweigen was die Bäume für Krankheiten anfällig machte (Parker et al. 2002; Clark & Edwards 2004). Über dem Ulmenfall zeigen ansteigende Werte von *FAGUS*- und *CARPINUS*-Pollen (Zone FrGrWi-H) die allmähliche Ausbreitung von Buchen und Hainbuchen. Ansteigende Werte von *ARTEMISIA* und *PLANTAGO* deuten auf zunehmende menschliche Eingriffe in der Gegend des Moosbruch-Beckens.

Das späte Holozän wird im Detail im Diagramm GAL gezeigt. Eine Zone mit hohen Werten von *FAGUS*- und *CARPINUS*-Pollen (FrGrWi-M) kann mit der römischen Eisenzeit, Slawenzeit und dem späten Mittelalter verbunden werden (siehe Jahns & Herking 2002).

Der Abfall von *FAGUS*-Pollen (Basis von Zone FrGrWi-N1) ist in Nordost-Deutschland und Nordwest-Polen auf 650-700 Kalenderjahre BP (1.250-1.300 CE) datiert (Müller & Kohl 1966; Latalowa 1992; Endtmann 2002, 2004). Oberhalb des Abfalles gibt es hohe Werte von Pollen, die kultivierten Pflanzen und Ackerunkräutern zugewiesen werden können und eine Abnahme der Wälder zugunsten von kultivierten Böden zeigen. Deren Schwankungen spiegeln jedoch Variationen im Verhältnis zwischen Wäldern und genutzten Feldern wider.

6.4.3. Moorentwicklung und Torfwachstum

Auf 400 cm Tiefe in HWD (Subzone FrGrWi-E1; Fig. 5) gibt es einen Übergang von Seekreide nach Seggen-Holztorf, welcher den Anfang der Verlandung an dieser Stelle markiert. Zwar kann dieser Anfang nicht genau datiert werden, aber er hat vor dem Anstieg von ULMUS- und QUERCUS-Pollen stattgefunden. Da Franz Fukarek die höhergelegenen Torfe nicht analysiert hat, sind die genauen Torfbildungsprozesse unbekannt. Von deren Pollen- und Sporenwerten erscheinen jedoch Cyperaceae beteiligt gewesen zu sein - was auch aus dem Seggentorf (vermutlich als Seggentorf bezeichneter Radizellentorf) abgeleitet werden kann - sowie Farne (wahrscheinlich *Thelypteris palustris*). Verlandung hat um den Standort von Kern HTT später angefangen (Fig. 7). Es gibt dort einen Übergang von aquatischen Sedimenten über eine geringmächtige Schicht torfige Kalkmudde zu Seggen-Holztorf. Da Werte von ALNUS-Pollen niedrig bleiben - 20% ist nicht viel für ein Taxon mit hoher Produktion und guter Verbreitung von Pollen - kann die lokale Anwesenheit von Erlen weitestgehend ausgeschlossen werden. Die Holzkomponente in den Kernen HWD und HTT stammt wahrscheinlich von Wurzeln, die später hineingewachsen sind (Verdrängungstorf).

Der Torf direkt auf dem Sanduntergrund in den Bereichen zwischen den tieferen Becken (Fig. 2) wird entstanden sein, als der Torf in den Becken so hochgewachsen war, dass laterale Wasserströmungen zur Entwicklung von Durchströmungsmooren führten (siehe Succow 2001). Wahrscheinlich fand dies an den unterschiedlichen Stellen nicht synchron statt.

Im Moosbruch-Becken liegt an der untersuchten Stelle die Grenze zwischen Mudde und Torf auf 50 cm Tiefe und kann grob zu der Periode zwischen 4.500 und 2.000 Kalenderjahre vor heute datiert werden. Die Pollenwerte suggerieren vor allem eine torfbildende Vegetation von Seggen, Farnen und Torfmoosen. Die Abwesenheit von jüngeren Torfschichten wird mit Entwässerung für die Moorkultivierung und damit verbundenen Torfchwund zusammenhängen.

6.4.4 Entwicklung des Galenbecker Sees

Die Sedimente in der rinnenähnlichen Struktur vom Galenbecker See in Kern GAL sind ziemlich jung. Die genaue Tiefe dieses Beckens ist unbekannt, reicht aber tiefer als 1 m unter dem Meeresspiegel (die derzeitige Wasseroberfläche liegt ca. 9,5 m über dem Meeresspiegel).

Entlang des Seeufers liegen Torfe, welche von Kalkmudden überdeckt sind (Abb. 3). Daraus kann geschlossen werden, dass in der Vergangenheit bei niedrigerem Meeresspiegel große Teile des Sees - der damals viel kleiner gewesen sein muss und sich wahrscheinlich auf die rinnenähnliche Struktur beschränkte - verlandet gewesen sind. Der Meeresspiegel stieg wahrscheinlich im gleichen Tempo wie der Torfe akkumulierte, solange bis der Meeresspiegel viel stärker stieg, so dass das Moor teils überstaut wurde und sich der See vergrößerte (siehe Bramer 1963; Succow & Jeschke 1990; Succow 2001; Jeschke et al. 2003). Der Vergleich mit der originalen Beckenmorphologie zeigt, dass sich der See in nordöstliche Richtung verlagerte. Im Kern GAL gibt es einen Übergang von Seekreide zu Kalkmudde auf der Zonengrenze FrGrWi-M zu -N, welches mit dem Abfall der FAGUS-Werte korrespondiert. Da Seekreide nur Unterhalb der Torfbänke vorkommt und Kalkmudden darüber, kann postuliert werden, dass der See im späten Mittelalter angefangen hat, sich auszubreiten. Neben Klima kann auch der menschliche Einfluss eine Rolle gespielt haben, wie z.B. Rodungen der umliegenden Wälder oder Wasseranstau durch Mühlen. Stromabwärts entlang der Zarow nahe Ueckermünde liegt der Ort Zarowmühl, was auf einen Mühlenstau deutet.

6.4.5 Korrektur von einige Interpretationsfehler

Ursprünglich hat Franz Fukarek die Proben zwischen 800 und 820 cm im Kern HWD als „Allerödzeitlich“ interpretiert und daraus geschlussfolgert, dass die anschließende Offenphase das „Jüngere Dryas“ war. Daraus interpretierte er, dass die Waldphase – die jetzt als der „Spätglaziale Pinus/Betula-Phase“ (i.e., das „klassische Alleröd“) interpretiert wird – das frühe Holozän sein musste und dass die darauffolgende Offenphase – jetzt Offenvegetationsphase III („Späte Dryas“) - eine Offenphase im Präboreal wäre, welche er als „Galenbecker Schwankung“ bezeichnete. Zwar implizieren die hohen Werte von BETULA und niedrigen Werte von ARTEMISIA tatsächlich, dass der 800-820 cm-Bereich von HWD zur spätglazialen Waldphase gehört, die anschließenden hohen Werte von HIPPOPHAË zeigen jedoch, dass dieser Kernabschnitt älter ist und dass die 800-820 cm Proben wahrscheinlich eine Bohrstörung repräsentieren. Der Interpretation vom Kern HWD folgend, datierte Fukarek auch Diagrammabschnitte in HTT und MOO als zu jung, wonach anschließend Horst Bramer die Entwicklungsphasen des Haffstausees auch zu jung interpretierte. Obwohl die Fehler unglücklich sind, ist sie schon verzeihlich für eine Zeit, worin vergleichende Pollendiagramme aus NO Deutschland kaum vorhanden waren.

Weiterhin schlussfolgerte Bramer (1964) – wie aus seinen Formulierungen ersichtlich ist – den zeitgleichen Beginn der Torfbildung in der kompletten Friedländer Große Wiese, was den von Fukarek analysierten Kernen widerspricht.

Auch bemerkte Bramer (1964), dass die jungen Sedimente in der Rinnen-Struktur vom Galenbecker See tiefer liegen als synchrone Schichten in den Torfen. Aus seiner Argumentation geht hervor, dass er erwartete, dass Sedimentschichten im See auf der gleichen Höhe als die gleichalten Torfe abgelagert wurden, was alle Kenntnisse über Torfwachstum und Muddeablagerung widerspricht. Um seine Wahrnehmung zu erklären, postulierte Bramer (1964), dass das Schmelzen von weichelzeitlich begrabenem Toteis ausserordentlich lang, d.h. bis ins späte Holozän, gedauert hat, was aber höchst unwahrscheinlich ist. Während Bramer (1963) aus älteren Karten schlussfolgerte, dass der Galenbecker See bis in die rezente Zeit (d.h. bis 1963) noch immer seine Form änderte, meinten Succow & Jeschke (1990), dass die Form sich in den letzten 2.000 Jahre nicht geändert hat. Die Neuinterpretation der Daten die hier präsentiert wird zeigt, dass eine Formänderung seit dem späten Mittelalter sehr wahrscheinlich ist.

6.4.6 Die Landschaft um 1.700 CE wie auf der „schwedische Matrikelkarte“ dargestellt

Abbildung 10 zeigt eine Nachzeichnung der relevanten Blätter der schwedischen Matrikelkarte. Leider sind diese nicht ganz verlässlich hinsichtlich steuerlich weniger relevanten Gebieten wie Wälder oder Moore (siehe Amelang & Gustavs 1998), wie die Unmöglichkeit um die Karten nördlich der Zarowfluss mit den Karten südlich von diesem Strom zu verbinden zeigt.

Die nördliche Seite der Friedländer Große Wiese war ein offenes Moor vor allem mit Seggen und Schilfröhrichtern sowie mit einige Weidefläche an seinen Rändern. Ein eingezeichneter Graben sowie in den beschreibenden Texten ein Verweis auf die Möglichkeit, in trockenen Jahren zu mähen, zeigen, dass Entwässerung und Nutzung des Gebietes schon vor 1700 CE angefangen hat.

Im Moor befand sich ein Birken-Erlenbruchwald mit einigen nicht weiter spezifizierten Laubbäumen (Fläche „d“ in Abb. 10), die angrenzende Fläche (c) bestand aus festem Boden und war bewachsen mit Birken und Erlen. Das Weidegebiet (b) war flach und sumpfig und der Bruchwald von Fläche „a“ war eine ehemalige Weide worauf kleine Birken und nicht spezifizierten Sträucher wuchsen. Ein kleines offenes Moor ist für die Ortschaft Demnitz angegeben (e).

Im Nordosten von dem Gebiet geht die Friedländer Große Wiese in einen ausgedehnten und gemischten Wald mit Eichen, Birken, Weiden und weiteren nicht mit Namen genannten Sträuchern über (g). Die Gebiete „f“ lagen etwas höher und waren bewachsen mit Eichen und Hasel. Gebiet „h“ war feucht und enthielt große Birken und Erlen im Wechsel mit einigen höheren Stellen, die mit Eichen und Haselsträuchern bestanden waren. Gebiet „i“ war mit einem dichten Erlenwald bewachsen. Daneben gab es ein Laub-Nadelmischwald (j) mit Wachholder, Eiche, Buche, Pappel, Birke und Kiefer.

Das Sternbruk hatte eine Vegetation mit Eichen, Buchen, Haselsträuchern und Erlen. Eine Bemerkung in den beschreibenden Texten sagt, dass das Gebiet flach und geeignet für Waldrodungen, um Weiden zu kreieren, war. Die Weiden, die es schon im Sternbruk gab, waren sumpfig und bewachsen mit unspezifizierten Sträuchern. Das Gebiet „k“ südlich des Sternbruks bestand nach den Beschreibungen aus Wäldern, die sich auf Heiden ausgebreitet hatten und wovon erwähnt wurde, dass sie für Abholzung und Mast geeignet waren. Gebiet „l“ – mit den Namen Bahrenbruch (der Name wurde nicht in Fig. 10 aufgenommen) - hatte eine Vegetation von jungen Birken, während die Brantheide - worüber geschrieben wurde, dass sie wenige Jahre vor der Landesaufnahme vollständig abgebrannt war - ein Nadelwald enthielt.

Wald „m“ bestand weitestgehend aus Buchen, obwohl es in der Nähe des Zarow-Stroms Schilfröhrichte gab und er während nasser Jahre ziemlich sumpfig war. Die Texte erwähnen weiterhin, dass der schmalen Streifen von „m“ entlang der Zarow mit Eichen, Erlen, Birken und Weiden bewachsen war mit teils kaum begehbaren Schilfbeständen. Der Wald „o“ bestand aus Buchenwald mit Eichen, worin das Gebiet „n“ ein dichter Buchenwald war, wo vor der Landaufnahme die Ortschaft Schermysel gelegen war. Weiterhin gab es südöstlich der Friedländer Großen Wiese Eichenwälder mit kleinen Kiefern (p), Nadelwälder mit großen und kleinen Eichen (r), Wald mit großen Kiefern (s) und Sumpfland mit Eichen, Buchen, Haselsträuchern und Erlen (t). Gebiet „q“ bestand aus sandigen Stellen mit mäßig-großen Kiefern, die als geeignet als Brennstoff beschrieben wurden.

Das Moosbruch war mit nicht spezifizierten Sträuchern bewachsen und war mit einem Eichengürtel umgeben (Gebiet „u“). Innerhalb des Moores gab es eine Insel mit Kiefern. Die Wiesen im Moor wurden als sumpfig beschrieben. Innerhalb des Moores wurde einen Graben eingezeichnet, was zeigt, dass auch hier Entwässerungsmaßnahmen schon vor 1.700 CE angefangen hatten.

Dieses Bild einer Waldlandschaft steht im starken Widerspruch mit den hohen Werten von Pollen von Kulturpflanzen und Ackerunkräuter im entsprechendem Teil des Pollendiagramms GAL, wo sich der Zeitpunkt 1.700 CE um 135/140 cm Tiefe befinden wird, wie eine Interpolation zwischen 1.300 CE (Basis von Zone FrGrWi-N) und ca. 1.960/1.965 CE (Oberfläche von GAL während Kernentnahme) zeigt. Die großen kultivierten Flächen, die aus dem Pollenogramm interpretiert werden können, müssen nord-westlich, westlich und südwestlich vom Galenbecker See lokalisiert werden, da sonst viel mehr kultivierte Fläche auf der Matrikelkarte dargestellt wären

6.5. Schlussbemerkungen

Das enge Probenintervall in den pollenanalytisch erforschten Kernen der Friedländer Großen Wiese zeigt eine detaillierte Pollenabfolge von fast dem gesamten Weichselspätglazial bis zu den 1960er Jahren. Diese Kerne können also als vegetationsgeschichtlicher Standard für die südwestliche Ueckermünder Heide dienen. Es zeigt sich, dass sich das Gebiet zeitweise in einem Übergangsbereich entlang eines spätglazialen Vegetations-/Klima-Gradienten befand. Auch bemerkenswert ist die detaillierte Erfassung von Kulturphasen im Spätholozän in den Sedimenten vom Galenbecker See. Wegen einer chronologischen Fehlinterpretation von Fukarek (1968) wurde die Entwicklung der Ueckermünder Heide von Bramer (1964, 1975, 1979) fehlerhaft rekonstruiert. Dieser Fehler konnte jetzt korrigiert werden.

Die Friedländer Große Wiese und der Galenbecker See werden sicherlich auch in der Zukunft wichtige Gebiete für die Moorwissenschaft und den Naturschutz bleiben. Die Kenntnis der paläoökologischen und geomorphologischen Entwicklung bietet eine wichtige Referenz für Moorforschung und -management.

Acknowledgements

I am grateful to B. Lintzen and P. Wiese for assistance in the initial construction of some of the figures, and to H. Wartenberg for providing a (German) translation of the old-Swedish texts of the Swedish register work. H. Joosten and two anonymous reviewers are acknowledged for valuable comments on the paper published in “Eiszeitalter und Gegenwart” (De Klerk 2004a). I thank Nelleke van Asch for giving access to the raw pollen data of the FGW-core, and Marjan Kloos, Oliver Heiri and Wim Hoek for their cooperation in the paper of Van Asch et al. (2012). Hans Joosten, Wendelin Wichtmann, and Greta Gaudig provided valuable comments on the text of this publication.

References

Schwedische Matrikelkarte: www.svea-pommern.de.

- Amelang, N. & Gustavs, O. (1998): Die schwedische Landesaufnahme von Hiddensee – Ein GIS-gestützter Ansatz zur Datenerschließung. In Asmus, I., Porada, H.T. & Schleinert, D. (eds.): Geographische und historische Beiträge zur Landeskunde Pommerns – Eginhard Wegner zum 80. Geburtstag. Thomas Helms Verlag, Schwerin 181-188.
- Amon, L., Wagner-Cremer, F., Vassiljev, J. & Verski, S. (2022): Spring onset and seasonality patterns during the Late Glacial period in the eastern Baltic region. *Climate of the Past* 18: 2143-2153. doi: 10.5194/cp-18-2143-2022
- Asmus, I. (1996): Die geometrische Landesvermessung von Schwedisch-Pommern 1692-1709. *Baltische Studien NF.* 82: 79-98, Marburg.
- Barthelmes, A., Prager, A. & Joosten, H. (2006): Palaeoecological research of *Alnus* wood peats with special attention to non-pollen palynomorphs. *Review of Palaeobotany and Palynology* 141: 33-51.
- Bethkenhagen, W., Lüdke, W. & Wähl, D. (2006): 1705-2005. 300 Jahre Ferdinandshof in Vorpommern. Gemeinde Ferdinandshof, Ferdinandshof, 64 pp.
- Beug, H.-J. (2004). Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München, 542 pp.
- Bhowmik, S. & Datta, B.K. (2013): Pollen production in relation to ecological class of some hydrophytes and marsh plants. *American Journal of Plant Sciences* 4: 324-332. doi: 10.4236/ajps.2013.42043
- Björck, S., Walker, M.J.C., Cwynar, L.C., Johnsen, S., Knudsen, K.-L., Lowe, J.J., Wohlfarth, B. & Intimate Members (1998): An event stratigraphy for the Last Termination in the North Atlantic region based on the Greenland ice-core record: a proposal by the INTIMATE group. *Journal of Quaternary Science* 13: 283-292. doi: 10.1002/(SICI)1099-1417(199807/08)13:4<283::AID-JQS386>3.0.CO;2-A
- Bleile, R. (2002): Interdisziplinäre Forschungen zu Wasserstandsschwankungen der „Oberen Seen“ (Mecklenburg) in spätslawischer Zeit (Ende 10.-12. Jh.). *Greifswalder Geographische Arbeiten* 26: 179-182.
- Bos, J.A.A., Dambeck, R., Kalis, A.J., Schweizer, A. & Thiemeyer, H. (2008): Palaeoenvironmental changes and vegetation history of the northern Upper Rhine Graben (southwestern Germany) since the Lateglacial. *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw* 87: 65-88. doi: 10.1017/S0016774600024057
- Bos, J.A.A., De Smedt, Ph., Demiddele, H., Hoek, W.Z., Langohr, R., Marcelino, V., Van Asch, N., Van Damme, D., Van der Meeren, T., Verniers, J. & Crobé, Ph. (2018): Weichselian Lateglacial environmental and vegetation development in the Moervaart palaeolake area (NW Belgium); implications for former human occupation patterns. *Review of Palaeobotany and Palynology* 248: 1–14. doi: 10.1016/j.revpalbo.2017.09.006
- Bramer, H. (1963): Zur Entstehung der Friedländer Großen Wiese und des Galenbecker Sees (Naturschutzgebiet) (Vorläufige Mitteilung). *Naturschutzarbeit in Mecklenburg* 6: 14-23.
- Bramer, H. (1964): Das Haffstausee-Gebiet: Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte im Spät- und Postglazial. Habilitation-Thesis, Greifswald University, Greifswald, 167 pp. + appendices.

- Bramer, H. (1972): Besonderheiten bei der Ausbildung eines Stausees im Bereich der Marginalzonen der letzten Vereisung. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald XXI, Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe 1*: 63-65.
- Bramer, H. (1975): Über ein Vorkommen von Allerödortof in Sedimenten der Ueckermünder Heide. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald XXI, Mathematisch-naturwissenschaftliche Reihe 3/4*: 183-187.
- Bramer, H. (1979): Beiträge zur physischen Geographie des Kreises Ueckermünde, Bezirk Neubrandenburg. Pädagogischen Kreiskabinett Ueckermünde, Ueckermünde, 89 pp.
- Brande, A. (1995): Younger Dryas vegetation gradient in northeast Germany. *Terra Nostra 95/2*: 35.
- Brauer, A., Hajdas, I., Blockley, S.P., Ramsey, C.B., Christl, M., Ivy-Ochs, S., Moseley, G.E., Nowaczyk, N.N., Rasmussen, S.O. & Roberts, H.M. (2014): The importance of independent chronology in integrating records of past climate change for the 60–8 ka INTIMATE time interval. *Quaternary Science Reviews 106*: 47-66. doi: 10.1016/j.quascirev.2014.07.006
- Bremer, F. (2004): Glaziale Morphologie. In Katzung, G. (ed.): *Geologie von Mecklenburg-Vorpommern*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart: 284-291.
- Clark, S. & Edwards, K. (2004): Elm bark beetle in Holocene peat deposits and the Northwest European elm decline. *Journal of Quaternary Science 19*: 525–528. doi: 10.1002/jqs.863
- De Klerk, P. (2002): Changing vegetation patterns in the Ender Bruch area (Vorpommern, NE Germany) during the Weichselian Lateglacial and Early Holocene. *Review of Palaeobotany and Palynology 119*: 275-309. doi: 10.1016/S0034-6667(01)00103-8
- De Klerk, P. (2004a): Vegetation history and landscape development of the Friedländer Große Wiese region (Vorpommern, NE Germany) inferred from four pollen diagrams of Franz Fukarek. *Eiszeitalter und Gegenwart 54*: 71-94. doi: 10.23689/figeo-1005
- De Klerk, P. (2004b): Confusing concepts in lateglacial stratigraphy and geochronology: origin, consequences, conclusions (with special emphasis on the type locality Bøllingsø). *Review of Palaeobotany and Palynology 129*: 265-298. doi: 10.1016/j.revpalbo.2004.02.006
- De Klerk, P. (2005): A pollen diagram from the Ahlbecker Seegrund (Ueckermünder Heide, Vorpommern, NE Germany) from the legacy of Franz Fukarek. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 44(3)*: 93-108.
- De Klerk, P. (2007): A pollen diagram of the "Moorer Busch" near Grevesmühlen (NW Mecklenburg, NE Germany) from the legacy of Franz Fukarek. *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung 46(4)*: 3-16.
- De Klerk, P. (2008): Patterns in vegetation and sedimentation during the Weichselian Late-glacial in north-eastern Germany. *Journal of Biogeography 35*: 1308-1322. doi: 10.1111/j.1365-2699.2007.01866.x
- De Klerk, P. & Joosten, H. (2007): The difference between pollen types and plant taxa: a plea for clarity and scientific freedom. *Eiszeitalter und Gegenwart/Quaternary Science Journal 56*: 162-171. doi: 10.3285/eg.56.3.02
- De Klerk, P., Helbig, H. & Janke, W. (2008): Vegetation and environment in and around the Reinberg basin (Vorpommern, NE Germany) during the Weichselian late Pleniglacial, Lateglacial, and Early Holocene. *Acta Palaeobotanica 48*: 301-324.

- Dietrich, O., Dannowski, R., Quast, J. & Tauschke, R. (1996): Untersuchungen zum Wasserhaushalt nordostdeutscher Niedermoore am Beispiel der Friedländer Großen Wiese und des Oberen Rhinluchs. ZALF-Berichte 25: 1-59.
- Driescher, E. (1986): Historische Schwankungen des Wasserstandes von Seen im Tiefland der DDR. Geographische Berichte 31: 159-171.
- Endtmann, E. (2002): Das „Herthamoor“ - ein palynostratigraphisches Leitprofil für das Holozän der Insel Rügen. Greifswalder Geographische Arbeiten 26: 143-147.
- Endtmann, E. (2004): Die spätglaziale und holozäne Vegetations- und Siedlungsgeschichte des östlichen Mecklenburg-Vorpommerns – Eine paläoökologische Studie. PhD-thesis, Greifswald University, 181 pp.
- Fægri, K. & Iversen, J. (1989): Textbook of pollen analysis, 4th edition (revised by Fægri, K., Kaland, P.E. & Krzywinski, K.). John Wiley & Sons, Chichester, 328 pp.
- Fukarek, F. (1961): Die Vegetation des Darß und ihre Geschichte. Pflanzensoziologie 12: 1-321.
- Fukarek, F. (1968): Pollenanalytische Untersuchungen in Meckl. Project Report, Greifswald University, 34 pp.
- Fukarek, F. (1972): Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Kernbruchs bei Feldberg. Naturschutzarbeit in Mecklenburg 15(1-3): 52-61.
- Hedberg, H.D. (ed.) (1976): International stratigraphic guide: a guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure. Wiley, New York, 200 pp.
- Heller, H. & Schimanski, E. (1966): Wasserwirtschaft und Landschaftsgestaltung in der Friedländer Großen Wiese. Naturschutzarbeit in Mecklenburg 9(3): 4-10, Berlin.
- Herking, C. (2002): Der menschliche Einfluß auf die Vegetation im Umkreis des Ahlbecker Sees und des Kleinen Faulen Sees, Kreis Uecker-Randow, im Spiegel pollenanalytischer Untersuchungen. Archäologische Berichte aus Mecklenburg-Vorpommern 9: 16-25.
- Herking, C. & Wiethold, J. (2004): Klima und Vegetation während der Bronzezeit – Pollenanalytische Untersuchungen zur Rekonstruktion prähistorischer Umweltveränderungen. Archäologie in Mecklenburg-Vorpommern 3: 18-23.
- Hoek, W.Z. (1997): Palaeogeography of Lateglacial vegetations. Aspects of Lateglacial and Early Holocene vegetation, abiotic landscape, and climate in The Netherlands. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, Utrecht (Nederlandse Geografische Studies 230), 147 pp.
- Hoek, W.Z. (2008): The Last Glacial-Interglacial transition. Episodes 31: 226-229. doi: 10.18814/epiugs/2008/v31i2/007
- Hoek, W.Z., Yu, Z.C. & Lowe, J.J. (2008): INTegration of Ice-core, MARine, and TERrestrial records (INTIMATE): refining the record of the Last Glacial-Interglacial transition. Quaternary Science Reviews 27: 1-5. doi: 10.1016/j.quascirev.2007.11.020
- Isarin, R.F.B. (1997): The climate in north-western Europe during the Younger Dryas: a comparison of multi-proxy climate reconstructions with simulation experiments. Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, Utrecht (Nederlandse Geografische Studies 229), 160 p.
- Isarin, R.F.B., & Bohncke, S.J.P. (1999): Mean July temperatures during the Younger Dryas in northwestern and central Europe as inferred from climate indicator plant species. Quaternary Research 51: 158–173. doi: 10.1006/qres.1998.2023

- Iversen, J. (1962): F. Fukarek: Die Vegetation des Darss und ihre Geschichte. *Botanisk Tidsskrift* 58: 245-246.
- Jahns, S. (2000): Late-glacial and Holocene woodland dynamics and land-use history of the Lower Oder valley, north-eastern Germany, based on two, AMS ¹⁴C-dated, pollen profiles. *Vegetation History and Archaeobotany* 9: 111-123. doi: 10.1007/BF01300061
- Jahns, S. (2001): On the Late Pleistocene and Holocene history of vegetation and human impact in the Ücker valley, north-eastern Germany. *Vegetation History and Archaeobotany* 10: 97-104. doi: 10.1007/PL00006924
- Jahns, S. & Herking, C. (2002a): Zur holozänen und spätpleistozänen Vegetationsgeschichte im westlichen Odergebiet. In Gringmuth-Dallmer, E. & Leciejewicz, L. (eds.): *Forschungen zu Mensch und Umwelt im Odergebiet in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. Römisch-Germanische Forschungen* 60: 33-49.
- Jahns, S. & Herking, C. (2002b): Der menschliche Einfluss auf die Vegetation im westlichen unteren Odergebiet im Spiegel der pollenanalytischen Untersuchungen. In Gringmuth-Dallmer, E. & Leciejewicz, L. (eds.): *Forschungen zu Mensch und Umwelt im Odergebiet in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. Römisch-Germanische Forschungen* 60: 373-381.
- Jeschke, L. (1990): Der Einfluß der Klimaschwankungen und Rodungsphasen auf die Moorentwicklung im Mittelalter. *Gleditschia* 18: 115-123.
- Jeschke, L. (1991): Professor Dr. Franz Fukarek zum 65. Geburtstag. *Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern* 23: 3-4.
- Jeschke, L., Lenschow, U. & Zimmermann, H. (eds.) (2003): *Die Naturschutzgebiete in Mecklenburg-Vorpommern*. Demmler Verlag, Schwerin, 713 p.
- Joosten, H. & De Klerk, P. (2002): What's in a name? Some thoughts on pollen classification, identification, and nomenclature in Quaternary palynology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 122: 29-45. doi: 10.1016/S0034-6667(02)00090-8
- Kaffke, A. & Kaiser, K. (2002): Das Pollendiagramm "Prerower Torfmoor" auf dem Darß (Mecklenburg-Vorpommern): neue Ergebnisse zur holozänen Biostratigraphie und Landschaftsgeschichte. *Meyniana* 54: 89-112.
- Kaiser, K. (1996): Zur hydrologischen Entwicklung mecklenburgischer Seen im jüngeren Quartär. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 140: 323-342.
- Kaiser, K., Endtmann, E., Bogen, C., Czako-Pap, S. & Kühn, P. (2001): Geoarchäologie und Palynologie spätpaläolithischer und mesolithischer Fundplätze in der Ueckermünder Heide, Vorpommern. *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* 29: 233-244.
- Kaiser, K., Bogen, C., Czako-Pap, S. & Janke, W. (2003): Zur Geoarchäologie des mesolithisch-neolithischen Fundplatzes Rothenklempenow am Latzigsee in der Ueckermünder Heide (Vorpommern). *Greifswalder Geographische Arbeiten* 29: 27-68.
- Kaiser, K.F., Friedrich, M., Miramont, C., Kromer, B., Sgier, M., Schaub, M., Boeren, I., Remmele, S., Talamo, S., Guibal, F. & Sivan, O. (2012): Challenging process to make the Lateglacial tree-ring chronologies from Europe absolute - an inventory. *Quaternary Science Reviews* 36: 78-90. doi: 10.1016/j.quascirev.2010.07.009
- Kalińska, E., Alexanderson, H. & Krievāns, M. (2020): The Raunis section, central Latvia, revisited: first luminescence results and re-evaluation of a key Baltic States stratigraphic site. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography*, 102: 376-396. doi: 10.1080/04353676.2020.1813982

- Karge, W., Münch, E. & Schmied, H. (2000): Die Geschichte Mecklenburgs. Hinstorff, Rostock, 216 pp.
- Kloss, K. (1966a): Die Pflanzengesellschaften des Grünlandes der Friedländer Großen Wiese (Ost-Mecklenburg). *Archiv für Naturschutz und Landschaftsforschung* 6: 103-121.
- Kloss, K. (1966b): Die Moorniederungen Ost-Mecklenburgs - eine Betrachtung unter dem Gesichtspunkt des Naturschutzes. *Naturschutzarbeit in Mecklenburg* 9(2): 20-24.
- Kloss, K. (1970): Veränderungen in der Grünlandvegetation der Friedländer Großen Wiese von 1960 bis 1967. *Zeitschrift für Landeskultur* 11: 133-144.
- Koppisch, D., Roth, S. & Hartmann, M. (2001): Vom Saatgrasland zum wieder torfspeichernden Niedermoor - Die Experimentalanlage Am Fleetholz/Friedländer Große Wiese. In Succow, M. & Joosten, H. (eds.): *Landschaftsökologische Moorkunde*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart: 497-504.
- Krisch, H. (1993): Professor Dr. Franz Fukarek zum Ehrenmitglied ernannt. *Tuexenia* 13: 3-10.
- Krisch, H. & Succow, M. (1996): Nachruf für Prof. Dr. Franz Fukarek. *Botanischer Rundbrief für Mecklenburg-Vorpommern* 29: 2-5.
- Krüger, S., Mortensen, M.F. & Dörfler, W. (2020): Sequence completed – palynological investigations on Lateglacial/Early Holocene environmental changes recorded in sequentially laminated lacustrine sediments of the Nahe palaeolake in Schleswig-Holstein, Germany. *Review of Palaeobotany and Palynology* 280: 104271. doi: 10.1016/j.revpalbo.2020.104271
- Lampe, R., Lorenz, S., Janke, W., Meyer, H., Küster, M., Hübener, T. & Schwarz, A. (2009): Zur Landschafts- und Gewässergeschichte der Müritz. *Geozon Science Media, Greifswald*, 93 pp.
- Lane, C.S., de Klerk, P. & Cullen, V.L. (2012): A tephrochronology for the Lateglacial palynological record of the Endinger Bruch (Vorpommern, NE Germany). *Journal of Quaternary Science* 27: 141-149. doi: 10.1002/jqs.1521
- Latałowa, M. (1992): Man and vegetation in the pollen diagrams from Wolin island (NW Poland). *Acta Palaeobotanica* 32: 123-249.
- Latałowa, M. (1999): Late Vistulian vegetation on Wolin Island (NW Poland) – the preliminary results. *Quaternary Studies in Poland, special issue 1999*: 147-156.
- Lemdahl, G., Buckland, P.I. & Mortensen, M.F. (2014): Lateglacial insect assemblages from the Palaeolithic site Slotseng: new evidence concerning climate and environment in SW Denmark. *Quaternary International* 341: 172-183. doi: 10.1016/j.quaint.2014.01.050
- Litt, T., Brauer, A., Goslar, T., Merkt, J., Balaga, K., Müller, H., Ralska-Jasiewiczowa, M., Stebich, M. & Negendank, J.F.W. (2001): Correlation and synchronisation of Lateglacial continental sequences in northern central Europe based on annually laminated lacustrine sediments. *Quaternary Science Reviews* 20: 1233– 1249. doi: 10.1016/S0277-3791(00)00149-9
- Litt, L., Behre, K.-E., Meyer, K.-D., Stephan, H.-J. & Wansa, S. (2007): Stratigraphische Begriffe für das Quartär des norddeutschen Vereisungsgebietes. *Eiszeitalter und Gegenwart / Quaternary Science Journal* 56: 7-65. doi: 10.3285/eg.56.1-2.02
- Mangerud, J., Andersen, S.T., Berglund, B.E. & Donner, J.J. (1974): Quaternary stratigraphy of Norden, a proposal for terminology and classification. *Boreas* 3: 109-128. doi: 10.1111/j.1502-3885.1974.tb00669.x

- Michaelis, D. & Joosten, H. (2007): Mire development, relative sea-level change, and tectonic movement along the Northeast-German Baltic Sea coast. Bericht der römisch-germanischen Kommission 88: 101-134.
- Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. (1991): Pollen analysis. Blackwell Scientific Publications, Oxford, 216 pp.
- Mortensen, M.F., Henriksen, P.S., Christensen, C., Petersen, P.V. & Olsen, J. (2014): Vegetation development in south-east Denmark during the Weichselian Late Glacial: palaeoenvironmental studies close to the Palaeolithic site of Hasselø. Danish Journal of Archaeology 3: 33-51. doi: 10.1080/21662282.2014.994281
- Müller, H.M. & Kohl, G. (1966): Radiocarbonatierungen zur jüngeren Vegetationsentwicklung Südostmecklenburgs. Flora Abt. B. 156: 408-418.
- Natho, G. (1996): In Memoriam Prof. Dr. Franz Fukarek 21.01.1926-20.05.1996. Gleditschia 24: 3-11.
- Nesje, A., Bakke, J., Brooks, S.J., Kaufman, D.S., Kihlberg, E., Trachsel, M., D'Andrea, W.J.D. & Matthews, J.A. (2014): Late glacial and Holocene environmental changes inferred from sediments in Lake Myklevatnet, Nordfjord, western Norway. Vegetation History and Archaeobotany 23: 229-248. doi: 10.1007/s00334-013-0426-y
- Neugebauer, I., Brauer, A., Dräger, N., Dulski, P., Wulf, S., Plessen, B., Mingram, J., Herzsuh, U. & Brande, A. (2012): A Younger Dryas varve chronology from the Rehwiess palaeolake record in NE-Germany. Quaternary Science Reviews 36: 91-102. doi: 10.1016/j.quascirev.2011.12.010
- Parker, A.G., Goudie, A.S., Anderson, D.E., Robinson, M.A. & Bonsall, C. (2016): A review of the mid-Holocene elm decline in the British Isles. Progress in Physical Geography: Earth and Environment 26: 1-45. doi: 10.1191/0309133302pp323r
- Preusser, F. (1999): Lumineszenzdatierung fluviatiler Sedimente: Fallbeispiele aus der Schweiz und Norddeutschland. Kölner Forum für Geologie und Paläontologie 3: 1-62.
- Punt, W. (ed.) (1976): The Northwest European pollen flora I. Elsevier, Amsterdam, 145 pp.
- Punt, W. & Blackmore, S. (eds.) (1991): The Northwest European pollen flora VI. Elsevier, Amsterdam, 275 pp.
- Punt, W. & Clarke, G.C.S. (eds.) (1980): The Northwest European pollen flora II. Elsevier, Amsterdam, 265 pp.
- Punt, W. & Clarke, G.C.S. (eds.) (1981): The Northwest European pollen flora III. Elsevier, Amsterdam, 138 pp.
- Punt, W. & Clarke, G.C.S. (eds.) (1984): The Northwest European pollen flora IV. Elsevier, Amsterdam, 369 pp.
- Punt, W., Blackmore, S. & Clarke, G.C.S. (eds.) (1988): The Northwest European pollen flora V. Elsevier, Amsterdam, 154 pp.
- Punt, W., Hoen, P.P. & Blackmore, S. (eds.) (1995): The Northwest European pollen flora VII. Elsevier, Amsterdam, 275 pp.
- Punt, W., Blackmore, S., Hoen, P.P. & Stafford, P.J. (eds.) (2003): The Northwest European pollen flora VIII. Elsevier, Amsterdam, 183 pp.
- Rasmussen, S.O., Bigler, M., Blockley, S.P., Blunier, T., Buchardt, S.L., Clausen, H.B., Cvijanovic, I., Dahl-Jensen, D., Johnsen, S.J., Fischer, H., Gkinis, V., Guillevic, M., Hoek, W.Z., Lowe, J.J., Pedro, J.B., Popp, T., Seierstad, I.K., Peder Steffensen, J.P., Svensson, A.M., Vallelonga, P., Vinther, B.M., Walker, M.J.C.,

- Wheatley, J.J. & Winstrup, M. (2014): A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 106: 14-28. doi: 10.1016/j.quascirev.2014.09.007
- Reimer, P.J. (2021): Evolution of radiocarbon dating. *Radiocarbon* 64: 523-539. doi: 10.1017/RDC.2021.62
- Reimer, P.J., Austin, W.E.N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kromer, B., Manning, S.W., Muscheler, R., Palmer, J.G., Pearson, C., Van der Plicht, J., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Turney, C.S.M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S.M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. & Talamo, S. (2020): The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP). *Radiocarbon* 62: 725-757. doi: 10.1017/RDC.2020.41
- Reincke, J. & Löser, R. (2000): Zur Geologie der Friedländer Großen Wiese und der Brohmer Berge - Bericht über die Herbstexkursion 1999 des geowissenschaftlichen Vereins Neubrandenburg. *Neubrandenburger Geologische Beiträge* 1: 46-59.
- Reinig, F., Wacker, L., Jöris, O., Oppenheimer, C., Guidobaldi, G., Nievergelt, D., Adolphi, F., Cherubini, P., Engels, S., Esper, J., Land, A., Lane, C., Pfanz, H., Remmele, S., Sigl, M., Sookdeo, A. & Büntgen, U. (2021): Precise date for the Laacher See eruption synchronizes the Younger Dryas. *Nature* 595: 66-69. doi: 10.1038/s41586-021-03608-x
- Roth, S., Koppisch, D., Wichtmann, W. & Zeitz, J. (2001): „Moorschonende Grünlandnutzung“ - Erste Erfahrungen auf nordostdeutschen Niedermooren. In Succow, M. & Joosten, H. (eds.): *Landschaftsökologische Moorkunde*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart: 472-480.
- Salvador, A. (ed.) (1994): *International stratigraphic guide: a guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure, second edition*. The International Union of Geological Sciences/The Geological society of America, Trondheim, 214 pp.
- Schmidt, W. & Scholz, A. (1993): Das Niedermoor Friedländer Große Wiese, landschaftsökologische Zielstellung und angelaufene Maßnahmen zur Erhaltung und Renaturierung. *Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg, Sonderheft Niedermoore*: 41-46.
- Scholz, A., Pöplau, R., & Warncke, D. (1995): Wiedervernässung von Niedermoor - Ergebnisse eines Versuches in der Friedländer Großen Wiese, Brandenburg. *Telma* 25: 69-84.
- Schulz, J. (1999): *Landschaftsökologie des Jeeser Moores und des Sölkenmoores*. MSc-thesis, Greifswald University, 105 p.
- Schulz, W. (1965): Die Stauchendmoräne der Rosenthaler Staffel zwischen Jatznick und Brohm in Mecklenburg und ihre Beziehung zum Helpter Berg. *Geologie* 14: 564-588.
- Schulz, W. (1998): *Streifzüge durch die Geologie des Landes Mecklenburg-Vorpommern*. cw Verlagsgruppe, Schwerin, 192 pp.
- Seegerström, U. & Emanuelsson, M. (2002): Extensive forest grazing and hay-making on mires - vegetation changes in south-central Sweden due to land use since Medieval times. *Vegetation History and Archaeobotany* 11: 181-190. doi: 10.1007/s003340200021

- Stuiver, M. & Reimer, P.J. (1993): Extended ^{14}C data base and revised Calib 3.0 ^{14}C age calibration program. *Radiocarbon* 35: 215-230. doi: 10.1017/S0033822200013904
- Succow, M. (2001): Durchströmungsmoore. In Succow, M. & Joosten, H. (eds.): *Landschaftsökologische Moorkunde*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart: 365-378.
- Succow, M. & Jeschke, L. (1990): *Moore in der Landschaft: Entstehung, Haushalt, Lebewelt, Verbreitung, Nutzung und Erhaltung der Moore*, 2. Auflage. Urania, Leipzig, 268 pp.
- Succow, M. & Jeschke, L. (2022): Deutschlands Moore. Ihr Schicksal in unserer Kulturlandschaft. Unter Mitarbeit von Greta Gaudig und Franziska Tanneberger. *Natur+Text*, Rangsdorf, 544 pp.
- Theuerkauf, M. (2003): Die Vegetation NO-Deutschlands vor und nach dem Ausbruch des Laacher See-Vulkans (12880 cal. BP). *Greifswalder Geographische Arbeiten* 29: 143-189.
- Theuerkauf, M. & Joosten, H. (2009): Substrate dependency of Lateglacial forests in north-east Germany: untangling vegetation patterns, ecological amplitudes and pollen dispersal in the past by downscaling regional pollen. *Journal of Biogeography* 36: 942-953. doi: 10.1111/j.1365-2699.2008.02047.x
- Usinger, H. (1998): Pollenanalytische Datierung spätpaläolithischer Fundschichten bei Ahrenshöft, Kr. Nordfriesland. *Archäologische Nachrichten aus Schleswig-Holstein* 8: 50-73.
- Van Asch, N., Kloos, M.E, Heiri, O., de Klerk, P. & Hoek, W.Z. (2012): The Younger Dryas cooling in northeast Germany: summer temperature and environmental changes in the Friedländer Große Wiese region. *Journal of Quaternary Science* 27: 531-543.
- Van Geel, B. (1996): Factors influencing changing AP/NAP ratios in NW-Europe during the Late-Glacial period. *Il Quaternario* 9: 599-604.
- Van Geel, B., Coope, G.R. & Van der Hammen, T. (1989): Palaeoecology and stratigraphy of the lateglacial type section at Usselo (The Netherlands). *Review of Palaeobotany and Palynology* 60: 25-129. doi: 10.1016/0034-6667(89)90072-9
- Van Geel, B., Van de Steeg, J.F. & Meijer, H.J.M. (2006): Flora en fauna van 'Holt und Haar'; gegevens uit een Weichseliëngroeve gecombineerd. *Cranium* 23: 15-24.
- Wagner-Cremer, F. & Lotter, A.F. (2011): Spring-season changes during the Late Pleniglacial and Bølling/Allerød interstadial. *Quaternary Science Reviews* 30: 1825-1828. doi: 10.1016/j.quascirev.2011.05.003
- Walker, M.J.C., Björck, S., Lowe, J.J., Cwynar, L.C., Johnsen, S., Knudsen, K.-L., Wohlfarth, B. & INTIMATE GROUP (1999): Isotopic 'events' in the GRIP ice core: a stratotype for the Late Pleistocene. *Quaternary Science Reviews* 18: 1143-1150.
- Wartenberg, H. (1994): Die schwedische Landesvermessung von Vorpommern und Stettin 1692-1709. *Pommern, Kunst, Geschichte, Volkstum* 32(4): 5-12.
- Wolters, S. (2002): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen zur spätglazialen und holozänen Landschaftsentwicklung in der Döberitzer Heide (Brandenburg). J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin/Stuttgart (*Dissertationes Botanicae* 366), 157 pp.