

Brandenburg. geowiss. Beitr.	Cottbus	20 (2013), 1/2	S. 117 – 123	3 Abb., 2 Tab., 18 Lit.
------------------------------	---------	----------------	--------------	-------------------------

# Komplexe landschaftsgenetische und standortkundliche Studie zum Einzugsgebiet des Regenbogensees (Barnim) als Prototyp eines mesotrophen Weichwassersees Brandenburgs

## Complex landscape genetical and land evaluationary survey for the drainage basin of the Regenbogensee (Barnim) as a prototype of mesotrophic softwaterlakes in Brandenburg

SIXTEN BUSSEMER, CHRISTOPH KUNKEL & JAQUELINE STRAHL

### 1 Einleitung und Problemstellung

Der Regenbogensee (vgl. Abb. 1) befindet sich in der kleinteiligen Moränenlandschaft zwischen der Ortslage Wandlitz und dem Liepnitzsee auf dem westlichen Barnim sensu GÄRTNER (1993). Sein Einzugsgebiet gehört aus geologisch-morphologischer Sicht zum Nordrand des Wandlitz-Ladeburger Sanders, dessen Grundstruktur vermutlich schon saalekaltzeitlich angelegt wurde (GÄRTNER 2004). Spätestens während des weichselzeitlichen Niedertauens formte sich unter komplizierten eisrandnahen Verhältnissen das Relief, dessen markantestes Element ein Rinnensystem zwischen Finow und Havel ist. In dessen Verlauf ordnen sich heute die größten Seen des Gebietes an (Hellsee, Obersee, Liepnitzsee, Wandlitzsee, Rahmer See; Abb. 1). Auf der schmalen Schwelle zwischen dem nach Westen entwässernden Wandlitzsee sowie dem nach Osten abfließenden Liepnitzsee befindet sich neben den Drei Heiligen Pfühlen auch der etwa 50 m NHN hoch gelegene Regenbogensee. Während sein Ufer nach Norden und Süden mit Steilhängen zu einem flachen Plateau in 60 – 65 m NHN überleitet, leiten im Westen und besonders im Osten flachere Schwellen zu den Drei Heiligen Pfühlen bzw. dem Liepnitzsee über. Der letztere Übergang ist deutlich vermoort, entwässert aber das kleine Einzugsgebiet (ca. 12 ha) offenbar komplett. Nach einer hydrographischen Vermessung beträgt seine Gewässerfläche 26 560 m<sup>2</sup> und sein Volumen 54 057 m<sup>3</sup> (IaG 2007), wobei die Wassertiefe nur an wenigen Stellen 3 m übertrifft.

Die Umgebung des Regenbogensees wird heute von weitläufigen Forsten geprägt (Abb. 1). Eine Durchsicht alter Kartenwerke bis hin zu SCHMETTAU (1767 – 1787) ergab zumindest für die letzten Jahrhunderte einen durchgehenden Waldbestand im unmittelbaren Einzugsgebiet.

Der Regenbogensee wurde nach FFH-Richtlinie als Biotop vom Typ 3130 bzw. als mesotropher Weichwassersee ausgewiesen (MEISEL 2007), welcher in unserer nährstoffreichen Kulturlandschaft nur noch relativ selten vorkommt und auch von der Forschung wenig berücksichtigt wurde. Er ist durch ein sehr geringes Säurebindungsvermögen charakterisiert, wobei Huminstoffe das Wasser bei geringen Sichttiefen von

unter 0,4 m braun färben. Die nachfolgende Studie besitzt Pilotcharakter für geowissenschaftliche Untersuchungen dieses Naturraumtyps, wobei das kleine Einzugsgebiet die „Versuchsanordnung“ überschaubar hält. Im Rahmen eines langfristig angelegten Kooperationsprojektes zwischen der Universität Greifswald, dem IaG Seddin und dem Anglerverein Panketal e. V. sollen dabei Vorschläge für eine zukünftige Seebewirtschaftung und Landnutzung der Umgebung erarbeitet werden. Vorliegender Zwischenbericht konzentriert sich auf landschaftsgenetische Aspekte sowie aktuelle Standortmuster, wobei sowohl subhydrische, semiterrestrische als auch terrestrische Archive des Einzugsgebietes einbezogen wurden. Glazialsedimente, Mudden, Torfe, Bodentypen, Humusformen und Waldgesellschaften stellten den Schwerpunkt der eigenen Neubearbeitung dar, wobei ein besonderer Wert der 2008 niedergebrachten Seebohrung Regenbogensee 1/2008 in der Sedimentfalle des Regenbogensees zukommt.

### 2 Methoden

- Feldansprache Böden und Substrate: in Grabungen und Bohrungen nach AG Boden (2005),
- Feldansprache Vegetation: nach BRAUN-BLANQUET (1964),
- Korngrößenanalyse des Feinbodens: Laserparticulatesizer Analysette 22 von FRITSCH,
- Dithionitlösliches Eisen (Fe<sub>d</sub>): nach SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) in %,
- Oxalatlösliches Eisen (Fe<sub>o</sub>): nach SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) in %,
- Pyrophosphatlösliches Eisen (Fe<sub>p</sub>): nach SCHLICHTING, BLUME & STAHR (1995) in %,
- Optische Dichte ODOE: nach VAN REEUWIJK (1992),
- pH-Wert: elektrometrisch in einer 0,01 M Kalziumchloridlösung,
- Pollenanalyse: Herstellung von Flüssigpräparaten mittels Aufbereitung mit HCl, KOH, Ultraschallsiebung 6 µm, Acetolyse nach ERDTMAN; Mikroskopie: Leica DMRB 200-, 400- und 1000-fache Vergrößerung
- GIS-gestützte kartographische Auswertung (ArcGIS).

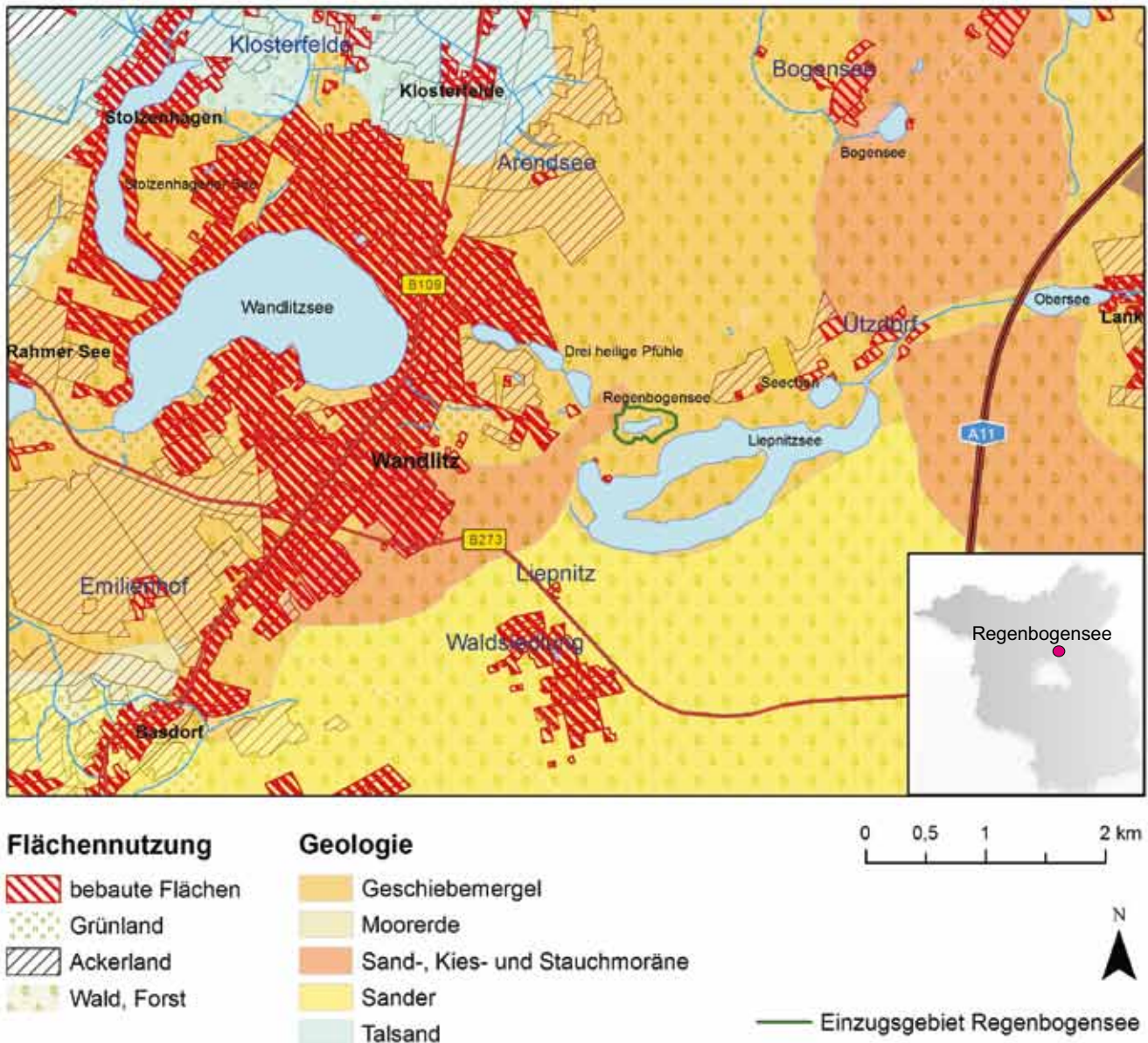


Abb. 1: Geologie und Landnutzung in der Umgebung des Regenbogensees (nach ANONYMUS 1925 und ANONYMUS 2012).

Fig. 1: Geology and land use systems in the surrounding of the lake Regenbogensee (according to ANONYMUS 1925 and ANONYMUS 2012).

### 3 Ergebnisse der geologisch-morphologischen und standortkundlichen Kartierungen

Die größten Flächen des Regenbogensee-Einzugsgebietes werden von flachen Plateaus eingenommen. Zur Erkundung des quartären Untergrundes wurden auf dem nördlichen Plateau über zehn tiefe Rammkernsondierungen bis über 13 m abgeteuft. Meist handelte es sich um durchgehende Schmelzwassersandserien, die unterhalb der bis zu 2 m mächtigen Deckschichten gewöhnlich schwache bis mittlere Karbonatgehalte aufwiesen. Neben Steinsohlen war in mehreren Fällen bei etwa 2 m Tiefe eine sandig-lehmige Zone eingeschaltet, die an der unverwitterten Basis noch bis zu 1 %  $\text{CaCO}_3$  führte. Von diesen, in Kenntnis der umgebenden Niedertaulandschaft als Ablationsmoränen inter-

pretierten kleinen Lehminseln, sind größtenteils nur noch Steinsohlen erhalten, von BERENDT (1882) als schwach lehmige bis grandige Serien aufgenommen. Darunter folgten in jedem Fall die in Plateaulagen ausgewiesenen „Unteren Sande“ der preußischen Spezialkartierung.

Rein sandige und schwach lehmige Folgen wurden als die beiden dominanten Standortstypen der weitflächigen Plateaulandschaft anhand zweier Prototypen detailliert bodenkundlich untersucht. Die sandigen Serien weisen Braunerden als Hauptbodentyp auf, deren Habitus weitgehend ihrer klassischen brandenburgischen Ausbildung entspricht (vgl. BUSSEMER 2005). Sie sind mit den kontinuierlichen Tiefenfunktionen von Ton und freiem Eisen nicht nur intensiv verbraunt und verlehmt, sondern weisen in

diffizileren Parametern auch deutliche Versauerungsanzeichen auf (Tab. 1). So liegt der Anteil des Aktivitätsgrades des Eisens ( $Fe_o/Fe_d$ ) im Oberboden mit fast 50 % relativ hoch. Besonders die Werte des pyrophosphatlöslichen Eisens wie auch der optischen Dichte tendieren schon in den Grenzbereich zu den podsoligen Böden, zumal auch die pH-Werte selbst für sandige Standorte im deutlich sauren Bereich liegen.

Die zum zweiten Standortstyp gehörigen Profile mit einem teilweise nur gebänderten Tonhäutchenhorizont unter einem Braunhorizont (Braunerde-Bänderparabraunerde) sind genetisch nach KOPP (1969) eher dem Braunerde- als dem Parabraunerdetyp zuzuordnen. Nach der Analytik eines repräsentativen Normprofils (Tab. 2) besitzen die Hauptparameter Ton und freies Eisen mit klaren Maxima im Bbt-Horizont durchaus klassische Tiefenfunktionen. Die kurzfristige Mobilität anzeigenden Parameter pH,  $Fe_p$  sowie ODOE weisen jedoch im Oberboden schon auf (bisher noch maskierte) Versauerung und damit Podsoligkeit hin.

Bei der weiterführenden Flächenkartierung wurden neun Subtypen angesprochen. Die Verteilung der Böden ist stark lageabhängig. Im flachen Kulminationsbereich der Plateaus nehmen Braunerden und Braunerde-Bänderparabraunerden ähnliche Flächen ein. An den steilen Hängen dominieren die Braunerden gegenüber den übrigen Bodentypen. Auch durch den Grad der Podsolierung herrscht eine Diskrepanz zwischen nördlichem und südlichem Einzugsgebiet. Merkmale der Podsolierung sind deutlich im südlichen Bereich konzentriert, mehr als 49 % der Böden haben einen Aeh- oder Ahe-Horizont, obgleich dies für die Ansprache als Podsolbraunerde nur selten ausreichte. Im Norden sind es nur 23 %. Wir erklären dies mit dem durch die Nordexposition höheren Wasserdargebot, welches sich förderlich auf die Podsolierung auswirkt (vgl. KOPP 1969). Unter natürlichen Bedingungen wäre an den Uferstandorten Vergleyung und Vermoorung vorherrschend vertreten, sie konnten aber aufgrund des Wegebaus nur punktuell nachgewiesen werden.

+ 2 – 3 cm organische Auflage

- 0 – 10 Aeh – 10YR3/1, sehr stark durchwurzelt, Krümelgefüge, Kornpodsoligkeit
- 10 – 25 Bv – 10YR4/4, stark durchwurzelt, Krümel- bis Einzelkorngefüge, kalkfrei
- 25 – 55 Cv – 10YR5/4, mäßig durchwurzelt, Krümel- bis Einzelkorngefüge, kalkfrei
- ab 55 C – 10 YR 5/6, schwach durchwurzelt, Einzelkorngefüge, kalkfrei

Horiz.	Tiefe	pH	Ton	Bo.-art	$Fe_d$	$Fe_o$	$Fe_p$	ODOE
Aeh	5	3,28	3,1	Ss	0,15	0,07	0,06	0,15
Bv	20	3,66	1,3	Ss	0,09	0,04		0,11
Cv	40	3,90	0,9	Ss	0,08	0,02		0,07
C	80	4,01	0,6	Ss	0,06	0,01		0,04

Tab. 1: Beschreibung und Analyse einer typischen Braunerde im Einzugsgebiet.

Tab. 1: Soil description and analysis of a typical Cambisol in the catchment.

+ 1 cm organische Auflage

- 0 – 10 Ah – 10YR2/1, sehr stark durchwurzelt, Krümelgefüge
- 10 – 30 Bv – 10YR4/4, stark durchwurzelt, Krümelgefüge, kalkfrei
- 30 – 50 Bv-Bbt – 7,5YR4/4, mäßig durchwurzelt, Krümel- bis Einzelkorngefüge, kalkfrei
- 50 – 90 Bbt – 10 YR 4/4, schwach durchwurzelt, plattiges Gefüge, kalkfrei
- ab 90 C – 10YR5/4, sehr schwach durchwurzelt, plattig, schwach kalkhaltig

Horiz.	Tiefe	pH	Ton	Bo.-art	$Fe_d$	$Fe_o$	$Fe_p$	ODOE
Ah	5	3,23	3,6	Su2	0,23	0,10	0,09	0,17
Bv	20	3,91	2,7	Ss	0,23	0,06	0,05	0,03
Bv-Bbt	40	4,21	3,2	Ss	0,39	0,05	0,01	0,02
Bbt	70	4,57	14,6	Sl4	0,72	0,09	0,02	0,04
C	100	5,76	4,5	Ss	0,23	0,04	0,01	0,02

Tab. 2: Beschreibung und Analyse einer typischen Bänder-Parabraunerde im Einzugsgebiet.

Tab. 2: Soil description and analysis of a typical Luvisol in the catchment.

Der Großteil des Einzugsgebietes ist mit Buchen (*Fagus*) bestockt und als Hochwald bewirtschaftet (Abb. 2). Hinzu kommen drei kleine Parzellen mit Fichten (*Picea*) und Douglasien (*Pseudotsuga*). Die Beschattung unterhalb der Nadelgehölze ist derart stark, dass neben der Strauch- und Krautschicht auch die Moosschicht fehlt. Unter den großflächigen Schirmen der Buchen konnte sich eine spärliche Stufung herausbilden. Buche und Stieleiche (*Quercus robur*) sind am stärksten an der Naturverjüngung beteiligt, in der Strauchschicht kommen Eichen jedoch nicht mehr vor. Typisch sind Säurezeiger wie Pillensegge (*Carex pilulifera*), Drahtschmiele (*Deschampsia flexuosa*) und Weiße Hainsimse (*Luzula luzoloides*). Douglasie und Fichte verjüngen sich nicht. Im südöstlichen Einzugsgebiet wurde der Bestand stark aufgelichtet, ein dichter Rasen aus Waldreitgras (*Calamagrostis arundinacea*) konnte sich herausbilden.

In Gewässernähe sind Birke (*Betula*) und Erle (*Alnus*) vorherrschend, doch auch die Buche gelangt regelhaft nah an das Grundwasser heran. Im westlichen und östlichen Teil des Sees haben sich Niedermoore entwickelt, die vollständig von Erlen bewachsen sind.

Die Humusformen schwanken zwischen Graswurzelfilzmoder, typischem Moder und selten Hagerhumus. Typischer Moder ist an den krautschichtfreien Standorten unter Buche und unter den Nadelgehölzen häufig. Graswurzelfilzmoder kommt regelhaft unter Drahtschmiele und Waldreitgras vor. An windverblasenen Stellen, insbesondere im nördlichen Einzugsgebiet, kommt Hagerhumus mit Weißmoos als Begleitart vor. Ausführliche chemische Humusanalysen von KÜSTER & MATTHÄS (2007) erbrachten im gesamten Einzugsgebiet des Regenbogensees vor allem Fulvosäuren mit weiten Huminartenquotienten – die Humusformen hinken demnach makroskopisch den chemischen Parametern hinterher.

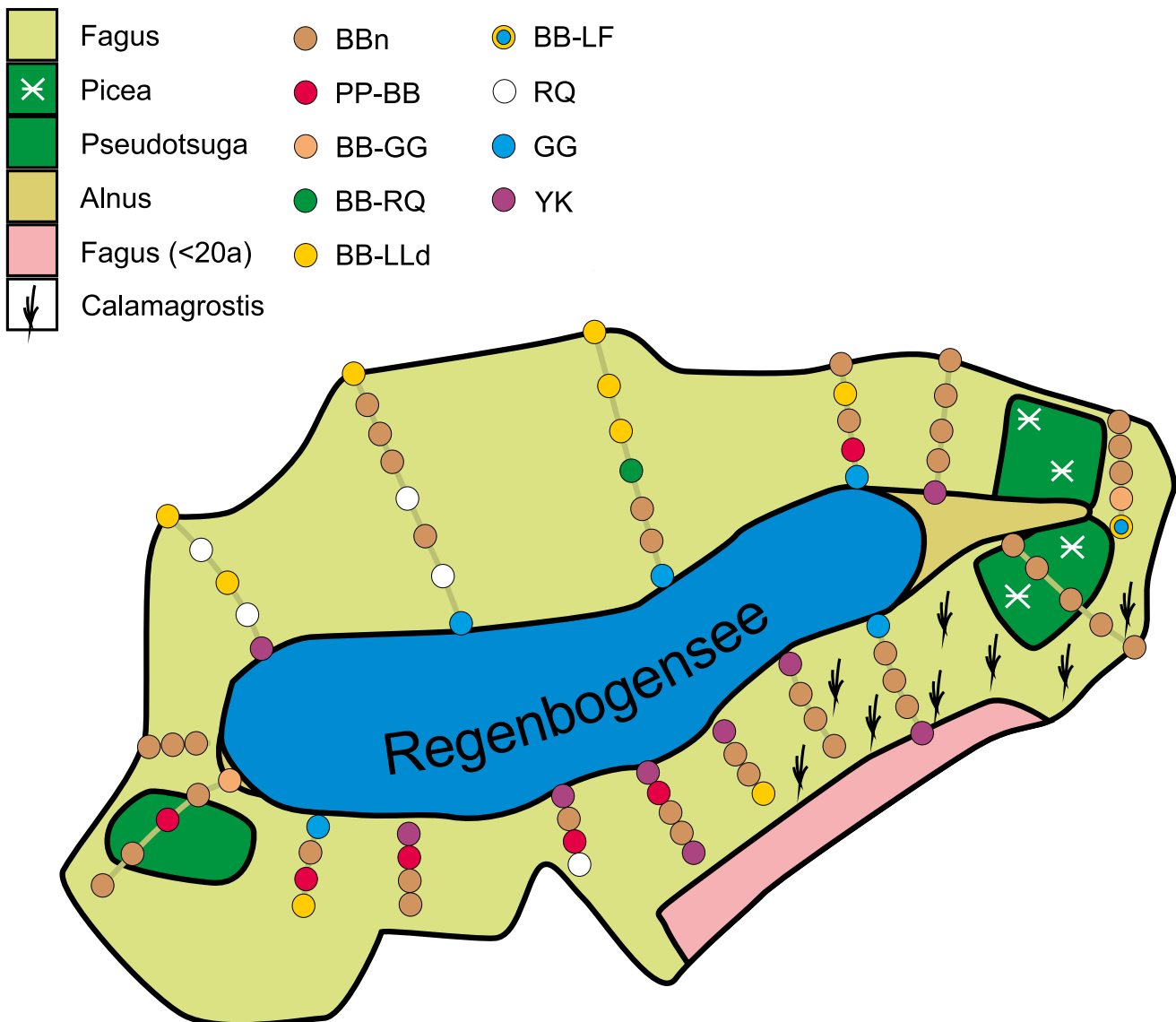


Abb. 2: Vegetations- und Bodenkarte des Regenbogenseegebietes.

Fig. 2: Botanical and pedological map of the catchment of the lake Regenbogensee.

#### 4 Seebohrung Regenbogensee 1/2008

Um das Paläomilieu von See, Einzugsgebiet und weiterer Umgebung nachvollziehbar zu machen, wurde im Jahr 2008 vom Ponton aus mit Kolbenstechrohren an der tiefsten Stelle die Seebohrung Regenbogensee 1/2008 abgeteuft (gemeinsame Ansprache mit Dr. P. Gärtner, Wandlitz). Im Hangenden der oben diskutierten mineralischen Glazialsande folgten zwischen 5,70 und 3,00 m unter Wasseroberfläche limnische Ablagerungen vom Leber- und Schluffmuddetyp (vgl. Abb. 3), welche Humusgehalte bis 92,82 % und keinerlei Karbonatspuren aufweisen. Diese völlige Kalkfreiheit weist auf ein saures Milieu im Einzugsgebiet über den gesamten Sedimentationszeitraum hinweg hin. Neben diesem lokalen Bezug stellt der Bohrkern bezüglich seiner Pollen- und Sporenführung (STRAHL 2013) auch aus paläobotanischer und geochronologischer Sicht ein regional wichtiges Archiv dar.

#### 5 Zur weichselspätglazial-holozänen Entwicklung des Regenbogensees und seiner Umgebung

##### Jüngere Dryas

Der pollenanalytisch in die Jüngere Dryas eingestufte Profilabschnitt zwischen 6,10 – 5,60 m Tiefe ist insbesondere innerhalb des basal erfassten Mittelsandes durch einen hohen Anteil an umgelagerten, vor allem aus dem Tertiär stammender Sporomorphen (Taxodiaceae/Cupressaceae, diverse Tricolporates, Triporates, *Liquidambar*, *Sciadopitys*, Dinozysten u. a.) gekennzeichnet. Ebenso ist zu den Umlagerungen auch der Pollen von Hasel (*Corylus*), Erle (*Alnus*), Eiche (*Quercus*) und Fichte (*Picea*) zu rechnen, die sowohl dem Tertiär als auch dem Quartär entstammen können. Außerdem liegt bei 6,05 m Tiefe ein massenhafter Nachweis an Partikeln der Laacher See Tephra (LST) vor. Eine zuverlässigere Beurteilung der jungdryaszeitlichen Vegetationszusammensetzung ist erst möglich mit dem Einsetzen der Muddesedimentation und dem damit

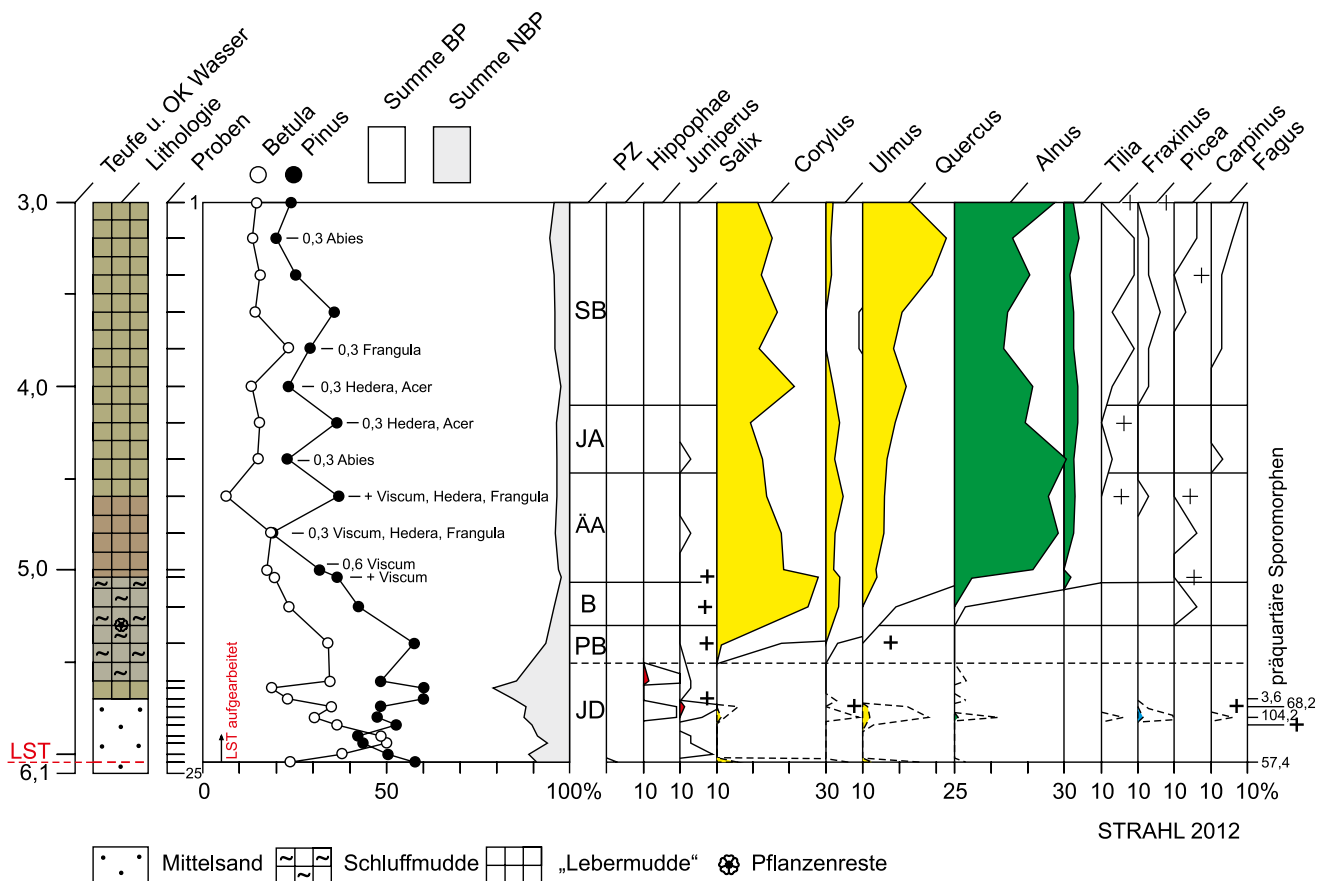


Abb. 3: Pollendiagramm der Bohrung Regenbogensee 1/2008 (Baumpollen)

Gesamtsumme = BP+NBP = ± 335 = 100 %, excl. Sumpf- und Wasserpflanzen, Farne, Moossporen, Algen, Plankter u. a. Mikroreste, Werte < 1 % zehnfach überhöht, + = außerhalb der Grundsumme, BP = Baumpollen, NBP = Nichtbaumpollen, PZ = Pollenzone, JD = Jüngere Dryas, PB = Präboreal, B = Boreal, AA = Älteres Atlantikum, JA = Jüngerer Atlantikum, SB = Subboreal

Fig. 3: Pollen diagram of borehole Regenbogensee 1/2008 (only arboreal pollen)

Basis sum = BP+NBP = ± 335 = 100 %, excl. swamp- and water plants, spores, algae and other micro remains, values < 1 % with tenfold exaggeration, + = out of basis sum, BP = arboreal pollen, NBP = non arboreal pollen, PZ = pollen zone, JD = Younger Dryas, PB = Preboreal, B = Boreal, AA = Older Atlantic, JA = Younger Atlantic, SB = Subboreal

verbundenen Ausklingen umgelagerter, insbesondere präquartärer Sporomorphen (letztmalig rd. 4 %; Abb. 3): Es zeigen sich die typisch hohen Pollenfrequenzen der Kiefer bei gleichzeitig erhöhten Anteilen von Wacholder (*Juniperus*) und terrestrischen NBP (Nichtbaumpollen). Diese gehen im Wesentlichen auf Süßgräser (Poaceae) und Beifuß (*Artemisia*) zurück. Bezüglich der Süßgräser ist zu erwähnen, dass teilweise regelrechte Pollenklumpen in den Präparaten vorgefunden wurden, die auf ein recht standortnahes Vorkommen, z. B. innerhalb von Kleinrieden, schließen lassen.

Die Vegetation offener Wasserbereiche wurde im Wesentlichen durch coccale Grünalgen wie *Pediastrum boryanum*, *P. boryanum* var. *longicorne* und *P. integrum* geprägt.

### Präboreal und Boreal

Wie im benachbarten Wandlitzsee (STRAHL 2012), fällt die Mächtigkeit altholozäner Sedimente, namentlich des Präboreals und des Boreals zumindest auch für den hier abgebohrten Bereich des Regenbogensees sehr gering aus. Beide Abschnitte der holozänen Waldentwicklung sind jeweils nur durch eine Probe dokumentiert. Die wie oben angeführt nur übersichtsmäßige Beprobung des Profils hat bezüglich des Präboreals lediglich seinen höheren Teil mit der Etablierung lichter Kiefern-Birken-Wälder erfasst, in die bereits die Hasel aber auch die Ulme (*Ulmus*) in Einwanderung befindlich sind.

Ähnlich ist die Situation für das Boreal – auch hier zeigt sich die bereits vollzogene Massenausbreitung der Hasel in den borealen Kiefern-Wäldern, also nur der Zeitraum des jüngeren Boreals.

### Älteres/Jüngeres Atlantikum

Eine wesentlich höhere Auflösung zeigen aufgrund der deutlich erhöhten Sedimentationsraten, wiederum vergleichbar mit dem Wandlitzsee, der atlantische und nachfolgende subboreale Profilteil. Charakteristisch für das Ältere Atlantikum breiteten sich wie um den benachbarten Wandlitzsee herum auch hier an Hasel und von Beginn an auch an Linde (*Tilia*) reiche Eichenmischwälder aus. Höhere Anteile sind bei der Erle zu verzeichnen, dies der Kleinheit des Regenbogensees und damit dem höheren Polleneintrag von den Uferbereichen geschuldet.

Ebenso vollzieht sich die Ausbreitung der Esche (*Fraxinus*) im Jüngeren Atlantikum, wenn auch ihre Pollenfrequenzen hier unter 1 % verbleiben.

### Subboreal

Mit dem zwischen 4,00 – 3,00 m Teufe in das Subboreal eingestuftem Profilteil endet die pollenanalytisch nachzufolgende Vegetationsentwicklung im Bereich des Regenbogensees. Die Eichenmischbewaldung verarmte an Ulme, war aber im oberen Subboreal besonders reich an Eiche. Ebenso sind wie am Wandlitzer See weiterhin höhere Pollenfrequenzen bei der Linde zu verzeichnen. Rot- (*Fagus*) und Hainbuche (*Carpinus*) sind zwar nachweisbar, bleiben aber unter 1 % und waren damit noch nicht signifikant in den Wäldern um den Regenbogensee vertreten.

### Zusammenfassung

Der nordbrandenburgische Regenbogensee wurde zusammen mit seinem Einzugsgebiet als Prototyp eines mesotrophen Weichwassersees anhand eines breiten geowissenschaftlichen Methodenspektrums neu kartiert. Sowohl der quartäre Untergrund als auch die zum Braunerdetyp tendierenden Böden des Einzugsgebietes sind großflächig sandig ausgebildet und werden durch niedrige bis fehlende Karbonatgehalte gekennzeichnet. Humusformen und Vegetationsgesellschaften können regelhaft als Säurezeiger beschrieben werden. Eine Seeböhrung verweist darauf, dass die beschriebenen Verhältnisse im Prinzip seit der ausgehenden letzten Kaltzeit stabil geblieben sind. Darüber hinaus werden mit Hilfe des pollenanalytisch ausgewerteten Kerns die Paläomilieus der weiteren Seeumgebung diskutiert.

### Summary

The Regenbogensee as a prototype of mesotrophic soft-waterlakes and its drainage area situated in northern Brandenburg (Germany) was mapped by a wide geoscientific methodical spectrum. Both the deep underground and the soils tending to the German "Braunerde" are large scale sandy and characterised by base and missing contents of carbonate. The forms of humus and vegetation complexes are predominantly typical of acidic habitats. The lake bore points to the described conditions have been stable since the last glacial. Beyond that the paleoenvironment of the lake surroundings is debated on the basis of the pollen analytic evaluated core sample.

### Danksagung

Für konzeptionelle und organisatorische Hilfestellung danken wir den Herren Dr. Peter Gärtner und Jens Meisel, in technischen Fragen halfen Frau Christina Hierath, Herr Tony Baudis, Herr Axel Heise, Frau Karin Meisburger, Herr Jürgen Michel und Herr Jürgen Becker.

### Literatur

- AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 438 S., Hannover
- ANONYMUS (1925): Geologische Übersichtskarte der Umgegend von Berlin (Hochschul-Exkursionskarte Nr.1). – Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin
- ANONYMUS (2012): Amtliches topographisches kartographisches Informationssystem (ATKIS) des Landes Brandenburg. – Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg, Potsdam

- BERENDT, G. (1882): Geologische Spezialkarte von Preussen. Blatt Biesenthal. – Preußische Geologische Landesanstalt, Berlin
- BRAUN-BLANQUET, J (1964): Pflanzensoziologie. – 865 S., 3. Auflage, Wien
- BUSSEMER, S. (2005): Die Braunerde in ihrer nordbrandenburgischen Typusregion. – Brandenburg. geowiss. Beitr. **12**, 1/2, S. 3 – 12, Kleinmachnow
- GÄRTNER, P. (1993): Beiträge zur Landschaftsgeschichte des Westlichen Barnim. – Berliner Geogr. Arb. **77**, S. 1 – 120, Berlin
- GÄRTNER, P. (2004): Wandlitz-Ladeburger Sander. – In: SCHROEDER, J. H. (Hrsg.): Führer zur Geologie von Berlin und Brandenburg Nr. 5. Nordwestlicher Barnim – Eberswalder Urstromtal. – S. 115 – 121, Berlin
- IAG (2007): Hydrographische Vermessung Regenbogensee (3716050) durch IaG GmbH. – Seddin
- KOPP, D. (1969): Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der deutschen demokratischen Republik. – S. 1 – 141, Potsdam
- KÜSTER, M. & S. MATTHÄS (2007): Humusformen und Huminartenbestimmung im Einzugsgebiet des Regenbogensees bei Wandlitz im Naturpark Barnim (Brandenburg). – Ergebnisbericht Inst. Geographie Univ. Greifswald (unveröffentlicht)
- LUNDSTRÖM, U. S., VAN BREEMAN, N. & D. BAIN (2000): The Podzolation. A review. – *Geoderma* **94**, S. 91 – 107, New York
- MEISEL, J. (2007): Beispielhafte Verbesserung des Erhaltungszustandes eines seltenen FFH-Biotops vom Typ 3130. – Seddin (unveröffentlicht)
- SCHLICHTING, E., BLUME, H.-P. & K. STAHR (1995): Bodenkundliches Praktikum. – 295 S., Berlin, Wien
- SCHMETTAU, W. K. G. von (1767 – 1787): Kartenwerk für Preußen. – Berlin
- STRAHL, J. (2012): Bericht zur pollenanalytischen Untersuchung der Bohrungen Wandlitzsee 1/2010 und 2/2010, Land Brandenburg. – Ber. LBGR vom 26.01.2012, 59 S., Cottbus (unveröffentlicht)
- STRAHL, J. (2013): Bericht zur pollenanalytischen Untersuchung der Bohrung Regenbogensee 1/2008, Land Brandenburg. – Ber. LBGR vom 08.02.2013, 5 S., Cottbus (unveröffentlicht)
- VAN REEUWIJK, L. P.(1992): Procedures for Soil Analysis. – S. 1 – 85, 3rd edn., International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen
- Anschriften der Autoren:**
- Prof. Dr. Sixten Bussemer  
Dipl.-Geogr. Christoph Kunkel  
Institut für Geographie und Geologie  
der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald  
Friedrich-Ludwig-Jahn-Str. 17a  
17489 Greifswald  
sixten.bussemer@uni-greifswald.de  
christoph.kunkel@uni-greifswald.de
- Dr. Jaqueline Strahl  
Landesamt für Bergbau, Geologie  
und Rohstoffe Brandenburg  
Inselstr. 26  
03046 Cottbus  
jaqueline.strahl@lbgr.brandenburg.de