
Preprint aus:

Strobl, J., Blaschke, Th, Griesebner, G. [Eds.]

Angewandte Geoinformatik

Wichmann, Heidelberg (2006)

S. 107 - 112

Seen entstehen – Seen vergehen. GIS und Fernerkundung, als Basis eines Quasi-Temporal GIS für hydrogeochemische Parameter im Leipziger Neuseenland

Wolfgang CZEGKA, Frank W. JUNGE und Christiane HANISCH

Zusammenfassung

Im Rahmen ihres Langzeitprojektes „Schadstoffdynamik in Einzugsgebieten“ begleitet die Arbeitsgruppe Schadstoffdynamik der SAW den Entstehungsprozess der neuen Seenlandschaft in Mitteldeutschland (Neuseenland) mit dem Fokus auf Schadstoffe in limnischen Systemen. Als Datenbasis für die laufenden hydrologischen und hydrochemischen Beobachtungen wird ein „quasi temporales GIS“ (qTGIS) aufgebaut. Als Grundlage hierfür dienen neben historischen Karten, Archivmaterial und Luftbildern, vor allem ab dem Zeitraum 1972 Satellitenbilder.

1 Einleitung

Geochemische Forschungsprojekte zeichnen sich durch große Mengen raumbezogener Daten aus, die erfasst, statistisch bewertet und komplex interpretiert werden müssen. Geoinformationssysteme dienen dem Geowissenschaftler hierbei als universelles Werkzeug. Mit Hilfe von Geoinformationssystemen ist man in der Lage:

_sehr unterschiedlich strukturierte Daten verschiedenster Sachgebiete (Geochemie, Geologie, Fernerkundung, Meteorologie,...) in einem einheitlichen raumbezogenen System der Informationstechnologie zu speichern und über ihren Raumbezug logisch zu verknüpfen.

- diese heterogenen Daten zeitlich aufzulösen.
- wissenschaftliche Interpretationen durch statistische Auswerteverfahren zu objektivieren.
- zeitlich aufgelöste thematische Kartendarstellungen interaktiv am Computer zu gestalten.
- Darstellungen der wissenschaftlich interpretierten Karte auszugeben.

Unsere Forschungen zielen vor allem darauf, die Möglichkeiten von Geoinformationssystemen für die geochemische Umweltforschung zu erschliessen, Ergebnisse laufender Forschungsprojekte in Informationssysteme zu integrieren sowie ältere Daten innerhalb dieser Informationssysteme verfügbar zu machen.

2 Regionaler Rahmen

Mitteldeutschland wurde im vorbergbaulichem Zustand einerseits durch mittelgroße und kleinere Flüsse in ausgeprägten, zum Teil bewaldeten Auenlandschaften, andererseits durch eine relative Armut an Standgewässern geprägt. Nach dem Trockenfallen des Salzigen Sees (8,7 km²) bei Eisleben 1892 blieb der unmittelbar benachbarte Süße See (2,1 km²) für die folgenden Jahrzehnte der größte See in der Region, die seit dem Mittelalter durch wasserbauliche Massnahmen wie die Anlage von Fischteichen und Mühlgräben gestaltet wurde. Der „Leipziger Wasserknoten“ bildete dabei einen Schwerpunkt. Alle bis dahin zu verzeichnenden Veränderungen wurden etwa ab 1900, intensiver ab 1930 durch die Auswirkungen und Begleiterscheinungen großflächiger Braunkohlentagebaue übertroffen. Mit dem Bedeutungsverlust der Braunkohleindustrie ab 1990 änderten sich die Rahmenbedingungen grundlegend. Angesichts der Tagebauschliessungen Anfang der 1990er Jahre wurden und werden die Tagebaurestlöcher in überschaubaren Zeiträumen planmässig geflutet, um Standsicherheitsanforderungen und Nutzungsanforderungen gleichermaßen Rechnung zu tragen. Die ökonomische Neuorientierung der Region zielt u.a auf die Entwicklung von Tourismus und Freizeitwirtschaft im Einklang mit der entstehenden Seenlandschaft ab.

3 Quasi Temporales GIS (tGIS)

Im Rahmen ihres Langzeitprojektes „Schadstoffdynamik in Einzugsgebieten“ begleitet die Arbeitsgruppe Schadstoffdynamik der SAW diesen Entstehungsprozess einer neuen Seenlandschaft mit dem Fokus auf Schadstoffe in limnischen Systemen (Junge et al. 2005). Aus den obengenannten Gründen erwies sich die Integration der erhobenen Daten in ein GI als sinnvoll. Als Datenbasis für die laufenden morphologischen, hydrologischen und hydrochemischen Untersuchungen musste ein „quasi temporales GIS“ aufgebaut werden.

Während herkömmliche GI Systeme im 2- 2,5 D Raum arbeiten, mussten für das Langzeitprojekt diese um die Dimension Zeit erweitert werden. Denkbar hierfür wäre primär ein voll 4 D „Temporales GI System (weiterhin TGIS bezeichnet) geeignet. In diesem TGIS wäre ein „zeitliches Datum“ linear wie eine räumliche Koordinate benutzbar gewesen („lineare Zeitschiene“). Es ist verständlich dass aus der gegebenen Quellen-/ Datenlage dieses TGIS sich als ein nicht realisierbares Modell darstellt. Eine typische Anfrage für ein TGIS wäre z.B. zeige mir die Veränderung des Chloridgehaltes der Standgewässer zwischen dem 01.05.2005 und 30.09.2005 an.

Die Alternative „Zeitreihe“ erschien zu monothematisch und daher für die notwendige komplexe Interpretation der umweltgeochemischen Daten nicht präferabel. Für einfache Sachaussagen (z.B. Entwicklung der Seengeometrie) eignet sich diese Methode jedoch hervorragend. Es wurde deshalb ein sog. „quasi Temporales GI“ aufgebaut (weiterhin tGIS bezeichnet (vgl. Freelan 2003). Statt einer monothematischen Zeitreihe wird ein Torten- oder Schichtenmodell aufgebaut. Zu bestimmten Zeitabschnitten werden die adäquaten Sachthemen zugeordnet. Innerhalb dieser Zeitabschnitte sind die Sachthemen variabel kombinierbar. Die Sachthemen sind zwischen einzelnen Zeitschichten vergleichbar (falls

sachlich begründbar). Eine typische Anfrage an tGIS wäre zB: die pH Entwicklung von Standgewässern mit einer Salinität >2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ von Sommer 2005 bis Sommer 2006.

In Bezug auf die Datengrundlage (insbesondere Geometriedaten) ist im Hintergrund immer die besondere Datenlage bzgl. topografischer Daten nach 1960 in Mitteldeutschland zu beachten. Diese Problematik wird sehr ausführlich in Unverhau (2002) beschrieben. Die Hauptquellen für die geometrischen Grunddaten können so eingegrenzt werden:

- historisches Kartenmaterial nutzbar 1812/1852 bis ca. 1939
- Luftbilder historische Befliegungen ab 1953 bis heute
- Satellitenaufnahmen ab 1972.

Als Grundlage für das vorliegende tGIS dienen neben historischen Karten und Archivmaterial der Kartensammlungen der Staatsbibliothek zu Berlin (Stiftung Preußischer Kulturbesitz), vor allem ab dem Zeitraum 1972 Satellitenbilder. Mit den Instrumenten MSS, TM, ETM+ der Landsat-Missionen 1-7 liegt eine hinreichende Grunddatenbasis für ein quasi temporales GIS (tGIS) vor. Durch Verwendung von Zeitfenstern (z.B. „August“-szenen) wird eine relative Zeitkonsistenz erreicht. Luftbildaufnahmen für den Zeitraum 1950 bis heute liegen zur Zeit nur für Teile des Beobachtungsgebietes vor. Die Geometriedaten werden vornehmlich zur Detektion

- der Entwicklung in der Geometrie des Standgewässers /- Verlandungen bei kleineren Seen.

- des Standes der Tagebauflutungen benutzt.

- Bei größeren Gewässern wurde nachträglich noch eine qualitative flächenhafte Abschätzung der Parameter „Chlorophyllgehalt“ und „Gelbstoff“ vorgenommen (vgl. Czegka et al. 2004).

Ergänzt wird das geometrische Gerüst des tGIS durch Verknüpfung mit Sachdaten (Hydrochemie, physikalische Daten). Diese werden von in Halbjahres Rhythmus durchgeführten Seenbeprobungen gewonnen. Die Sachdaten beinhalten vorwiegend physikalische (z.B. pH, Leitfähigkeit) und hydrochemische (organische und anorganische) Wasserparameter. Durch die Kombination entsteht ein Bild der morphologischen und qualitativen Seenentwicklung. Eine punktuelle Einarbeitung älterer Sachdaten ist in Bearbeitung.

4 Fallbeispiel „Osternienburger Seen“

Anhand des Fallbeispiels „Osternienburger Seenlandschaft“ soll die Flexibilität- und Aussagekraft des tGIS in Bezug auf umweltgeochemische Fragestellungen vorgestellt werden. Osternienburg (Sachsen-Anhalt) liegt am Rande einer Salzstruktur (Vetter 1933) die Neotektonik der Struktur ist vergleichbar mit Sperenberg in Brandenburg (Stackebrandt 2006). In Folge der Neotektonik wurden tertiäre SE-NW streichende Braunkohleflöze oberflächennah gebracht, streichen aber nicht aus (vgl. Vetter 1933). Erst nach geologischen Kartierungen wurden ab 1875 der Tiefbergbau auf diese Braunkohlevorkommen begonnen. Ab 1880 begann die industrielle Brikettierung der geförderten Braunkohle. Die Anfangs in lokaler Hand befindlichen Gruben und Verwertungseinrichtungen gingen 1891 an die Deutsche Solvay Bernburg über, die zunächst eine nahegelegene Brennstoffquelle für ihre Bernburger Kalibergwerke suchte. Ab

1898 wurde durch die Deutsche Solvay das damals neue Quecksilberverfahren zur Chloralkalielektrolyse erstmalig in Europa am Standort Osternienburg aufgebaut (Kraus 2003). Die symbiotische Betriebsstruktur Chlorchemie- Braunkohletiefbau hielt mit konjunkturbedingten Unterbrechungen bis zur Schliessung der Braunkohlegruben 1960 an. Die Chloralkalielektrolyse wurde 1991 eingestellt. Zwei Beispiele sollen die Fragestellung Seenentwicklung (unter dem Hintergrund der Interpretation geochemischer Sedimentdaten) und Elementverteilung im tGIS beleuchten. In Abb. 1 sind exemplarisch 4 Zeitausschnitte aus dem tGIS dargestellt. Sachthema ist hierbei die Entwicklung des Seenumrisses. Die Abbildung gibt die Situation von 1852 (A) 1902 (B) , 1926(C) und 1936/39 (D) wieder. Deutlich ist in der Aufnahme aus vorindustrieller Zeit eine Reihe von kleinsten Sinklöchern /Teichen zu sehen, die sich parallel linear entlang der Störungszone ziehen. Sie bilden teilweise den Entwicklungskern für einen zukünftigen See. Bild B stellt die Region Osternienburg nach ca. 20 Jahren Tiefbergbau dar. Deutlich sind die ersten der durch Einbruch aufgelassener Tiefbaufelder entstehenden Seeflächen zu erkennen. In der Szene C von 1926 zeigt sich schon eine entwickelte Seenlandschaft, die sich bis 1936/ 39 (Szene D) nur gering verändert. Die Umrisslinien stellen den Stand 2005 dar.

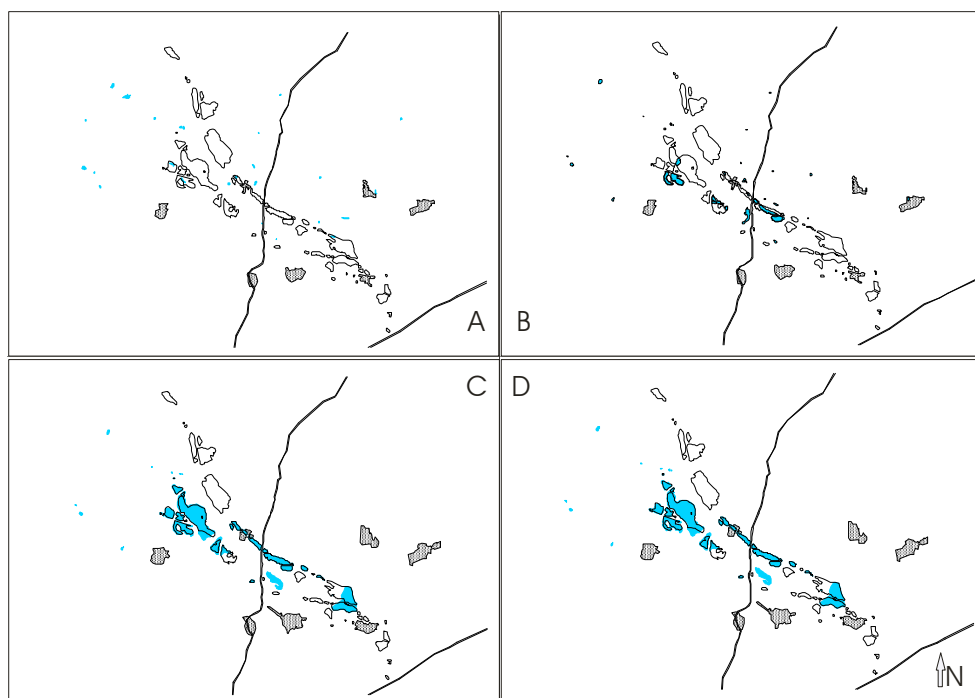


Abb. 1: L Historische Entwicklung der Osternienburger Seenlandschaft zwischen 1852 und 1936/39 (A= Zustand 1852, B: 1902, C: 1926, D: 1936/39). **Fig.1:** Historical development of the Osternienburg lakescape between 1852 and 1939

Die sukzessive Entwicklung der Seen hat Einfluss auf das hydrologische Geschehen und ist in Kernproben nachvollziehbar. In diesem Fall bietet die Entwicklung der Seenmorphologie eine wertvolle Interpretationshilfe für die erhobenen geochemischen Daten. Auch Abb. 2

geht exemplarisch auf die hydrogeochemische Fragestellung Chloridverteilung in den Osternienburger Seen ein. Als Zusatzinformationen zur Chloridverteilung sind in den Radialdiagrammen die Verteilung der Hauptelemente zu sehen. Nur durch die symbiotische Kombination geochemischer Informationen und räumliche Verteilung sowie zusätzlicher geologischer Information ist die Chloridverteilung und deren Trend sinnvoll zu interpretieren. Nicht der anthropogen am stärksten geprägte See, sondern der natürlich angelegte Löbitzsee (See Nr. 329) mit Zufluss von salinaren Wässern besitzt den höchsten Chloridgehalt.

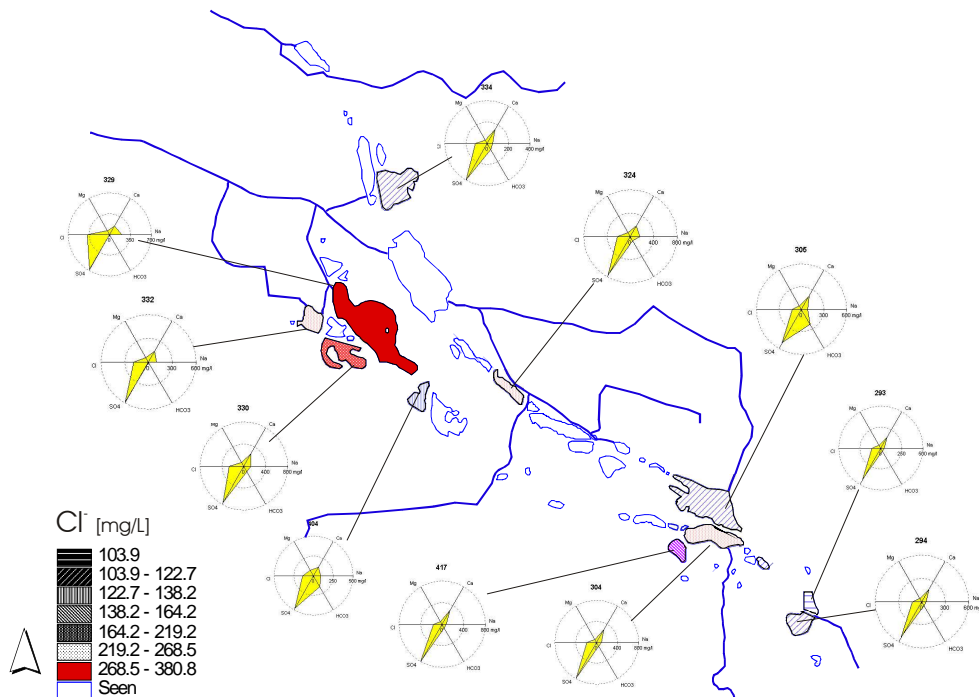


Abb. 2: Verteilung des Chloridgehaltes und der Hauptelemente in den Osternienburger Seen (August 2005). **Fig.2:** Concentration of Cl^- and major elements in the Osternienburg lakes (Aug. 2005).

5. Ausblick /Resümee

Im Rahmen des quasi temporalen GIS ist es sehr gut möglich räumliche und zeitliche Zusammenhänge zur unterstützenden Interpretation geochemischer Daten heranzuziehen. Um die Aussagekraft für den laufenden Konversionsprozess (chemische Entwicklung der Seen) zu vertiefen, sollte die bestehende Datenbasis durch Einarbeitung der Sachaltdaten sowie durch die Fortführung der Beprobungskampagnien erweitert werden.

Danksagung: Wir bedanken uns bei Frau Schneider, Frau Fruhner, Herrn Kuchenbuch, Leipzig sowie Herrn Kaluschke, Osternienburg für ihre Unterstützung. Bei der SAW Leipzig für die Unterstützung des laufenden Projektes durch Haushaltsmittel

6 Literatur

- Christakos, G., P. Bogaert, & M. Serre (2002): *Temporal GIS*. Springer, Heidelberg, Wien
- Junge, F. W., A. Fruhner, N. Schneider, R. Wennrich, L. Zerling & Ch. Hanisch (2005): *The new Central German Lake District – A Hydrochemical Overview on a Post Mining Landscape* - Geophysical Research Abstracts, 7, 00038, 2005. SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU05-A-00038 <http://www.cosis.net/abstracts/EGU05/00038/EGU05-J-00038-2.pdf>
- Czegka, W., Chr. Hanisch, L. Zerling, K. Jendryschik & F.W. Junge (2004): *GIS und Fernerkundung als Werkzeuge in der Umweltgeochemie. Das Beispiel Extrem-Hochwasser 2002 am Muldestausee bei Bitterfeld*. In: Blaschke, Th.; Griesebner G.; Strobl J. [Hrsg.] *Angewandte Geoinformatik 2004*, Wichmann, Heidelberg, 79-84.
- Freelan, St. (2003): *Developing a Quasi-Temporal Geographic System for the Capture, Analysis and Display of Historical Data Derived from Archival Maps* <http://gis.esri.com/library/userconf/proc03/p0987.pdf> (date accessed: 08.03.2006)
- Krug, K. (2003): *Zur Entwicklung des Mitteldeutschen Chemiereviers*. <http://opus.fh-merseburg.de/opus/volltexte/2003/69/pdf/Beitrag-Krug-Entwicklung-Chemierevier.pdf>
- Ott, Th. & F. Swianczny (2002): *Time-integrative Geographic Information Systems*. Springer Wien. 231
- Unverhau, D. [Hrsg.] (2002): *Kartenverfälschung als Folge übergroßer Geheimhaltung? eine Annäherung an das Thema Einflußnahme der Staatssicherheit auf das Kartenwesen der DDR*; Referate der Tagung des BStU vom 08. - 09.03.2001 in Berlin. LIT Münster, 300S.
- Vetter, H. (1933): *Tektonik und Auslaugung im Osternienburger Braunkohlegebiet*. Braunkohle 32, 277-282
- Viertel, J. (1963): *Die Geschichte von Osternienburg mit besonderer Berücksichtigung des Aufkommens und der Entwicklung von Bergbau und Industrie sowie des Einflusses beider auf Dorf und Landwirtschaft*. Selbstverlag 2. Ausgabe Juli 1963 <http://www.osternienburg.de/osternienburg.pdf>. (date accessed: 10.05.2005)
- Stackebrandt, W. (2006): *Neotektonische Aktivitätsgebiete in Brandenburg (Norddeutschland)*. Brandenburger Geowiss. Beiträge 12, 165-172