

Brandenburgische Geowiss. Beitr.	Kleinmachnow	5 (1998), 1	S. 75 – 80	5 Abb., 19 Lit.
----------------------------------	--------------	-------------	------------	-----------------

Die Entwicklung der nordostdeutschen Ströme unter dem Einfluß jüngster tektonischer Bewegungen

FRANK SIROCKO

1. Einleitung

Überschwemmungen in den Flußniederungen haben im Sommer 1997 verheerende Verwüstungen in Polen, Tschechien und Ostdeutschland hinterlassen. Die primäre Ursache des Hochwassers waren kurzfristig auf das Fünffache erhöhte Niederschläge im Einzugsgebiet der Oder und Weichsel, verursacht durch eine 5b-Wetterlage im Juni, eine Konstellation, die an sich noch nichts Außergewöhnliches darstellt und sich jederzeit wiederholen kann, auch im Einzugsgebiet der Elbe. Auf der deutschen Oderseite kam es in der Ziltendorfer Niederung zu einem Deichbruch und vollständiger Überschwemmung der Flußaue, im nördlichen Oderbruch konnte der Deichbruch in letzter Sekunde verhindert werden. Die Frage, die sich unweigerlich stellt, und bislang noch nicht beantwortet wurde, ist, warum es gerade an diesen beiden Orten zum Deichbruch kam.

Geologische Untersuchungen des Untergrundes im Umfeld des Beinahe-Deichbruchs bei Hohenwutzen zeigen eine mehrere Meter mächtige Torffüllung eines Altarmes direkt unter

dem Deich, so daß hier die unmittelbare Ursache der Deichinstabilität ein Grundbruch im durchfeuchteten Untergrund war. Bleibt die Frage, warum es gerade bei Hohenwutzen und nicht auch in anderen ähnlichen Situationen (Deich über humusreichen Altarmniederungen) zum Grundbruch gekommen ist. Für den Deichbruch in der Ziltendorfer Niederung liegt die Sachlage ähnlich. Satellitenbilder, die leider erst lange nach der Katastrophe verfügbar wurden, zeigen im Vordeichbereich Vernässungshorizonte, die für die vollständige Durchnässung des Deichs offenbar ausschlaggebend waren. Die primäre Ursache des Deichrutsches ist also wiederum klar. Bleibt die Frage, was diese Vernässungszonen verursacht hat. Eine detaillierte geologisch-geophysikalische Untersuchung auch des tieferen Untergrundes in dieser Region steht noch aus. Im vorliegenden Beitrag wird die Entwicklung der Oder im Kontext der anderen Ströme Norddeutschlands betrachtet, um die grundlegenden Prinzipien der Flußentwicklung in dieser Region zu analysieren und für die Bewertung der Ursachen hinter dem jüngsten Oderhochwasser nutzbar zu machen.

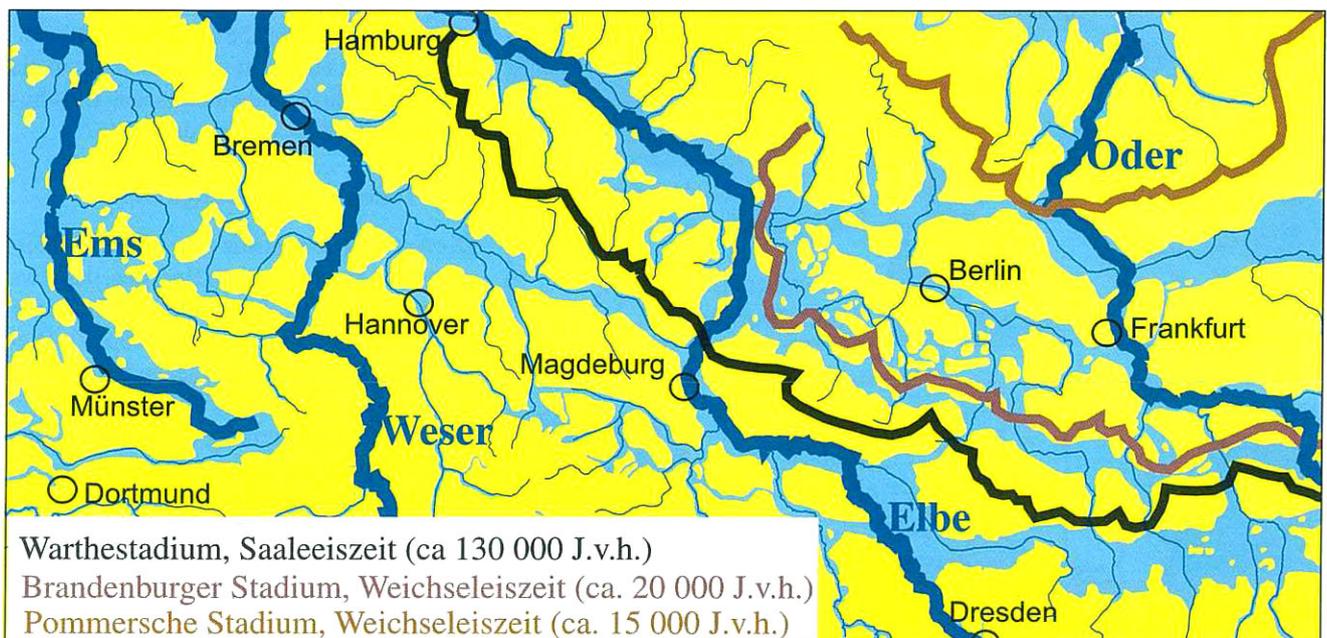


Abb. 1
 Flußnetz, Niederterrasse, Moränenwälle (nach LIEDTKE 1981)

2. Eiszeitliche Vorgeschichte

In Abbildung 1 ist das Netz der Flüsse und Ströme im norddeutschen Tiefland von den Niederlanden bis nach Polen dargestellt. Schon auf den ersten Blick verblüfft es, daß Elbe und Weser ein fast identisches Fließmuster zeigen, welches sich ebenfalls im Verlauf von Oder und Ems andeutet. Etwa auf Höhe des Harznordrandes wenden sich die großen Ströme scharf nach Westen, um nach ca. 50 km Fließstrecke mit einer 90° Wendung nach Norden umzubiegen und nach weiteren ca. 100 km wieder scharf nach Nordwesten zu fließen (mit Ausnahme des Unterlaufes der Oder, die nach Nordosten strömt). Das doppelte Umbiegen der Flüsse weist schon in Richtung auf eine Beeinflussung der Stromverläufe durch tektonische Prozesse, da ein sich frei aus Niederschlägen und Topographie entwickelndes Flußnetz solche scharfen Knik-ke nicht aufweist. Zur Erklärung dieser Muster werden wir im folgenden die Entwicklung der heutigen Ströme aus den eiszeitlichen Urströmen nachzuvollziehen (Abb. 1), danach die geologischen Strukturen in der Tiefe des Norddeutschen Beckens betrachten (Abb. 2, 3, 4), um dann die jüngsten tektonischen Verstellungen darzustellen und letztendlich die Deichbrüche in der Ziltendorfer Niederung und im Oderbruch auf dieser Grundlage zu diskutieren (Abb. 5).

Die maximale Südausdehnung der skandinavischen Festlands-gletscher in das norddeutsche Tiefland während der letzten Eiszeit geschah vor 20 000 Jahren und hinterließ entlang einer Li-

nie von Perleberg nach Süden, weiter nach Südosten über Brandenburg, Potsdam, Cottbus eine verfolgbare Randlage (Abb. 2). Vor dem Eisrand wurde das Schmelzwasser im Baruther Urstromtal nach Westen geführt und fand über den Unterlauf der Elbe seinen Weg in die Nordsee. Eine Reihe von Rückzugsstapeln (jede mit einem eigenen kleineren Urstromtal) markiert den Rückzug des Eises etwa in der Zeit von 16 000 bis 12 000 Jahren vor heute. Die heutige Oder fließt von polnischer Seite her im Urstromtal der ersten Rückzugstapfel, verläßt dann aber im Bereich der Neißemündung ihren vorgezeichneten Weg nach Westen und schwenkt nach Norden ein, durchbricht dabei die Endmoränenzüge und Sanderebenen der Rückzugsstapeln. Auf Höhe des nördlichen Oderbruchs (in unmittelbarer Nähe des Beinahe-Deichbruches) durchbricht die Oder die bis zu 80 m hohe Eisrandlage des Pommerschen Stadiums und ändert ihre Fließrichtung nach Nordost.

Während der Saalevereisung, vor ca. 130 000 Jahren, war das skandinavische Eis weiter nach Süden vorgedrungen, insbesondere in Niedersachsen. Die Maximalausdehnung reichte von Magdeburg über Hannover und weiter in die Niederlande. Die kräftigsten Endmoränen in Niedersachsen stammen aber aus der Spätphase der Saalezeit (Warthe-Stadium, s. Abb. 1), als der Eisrand über Magdeburg nach Hamburg führte, vorgelagert von weiten Sanderflächen, die sich in Niedersachsen bis Bremen ausdehnten. Das zugehörige Bres-

lau-Bremer Urstromtal wird heute von der Schwarzen Elster, Elbe, Ohre, Aller und Weser eingenommen. Eine Wasserscheide zwischen Ohre und Aller unterbricht heute den durchgehenden Gradienten in diesem Urstromtal und weist auf eine Absenkung des Untergrundes im Magdeburger Raum bzw. auf eine relative Hebung im Harzvorland hin. Im Zentrum dieser Senke nördlich Magdeburg fließt die Elbe heute nach Norden. Was veranlaßte nun die Elbe zu dieser Nordwendung entlang einer Linie, die auch schon die Westgrenze des brandenburgischen Eislobus während der Weichselzeit darstellte?

3. Tiefenbau und Neotektonik

Die Antwort kommt aus dem tieferen Untergrund des Norddeutschen Beckens, das etwa auf eine Tiefe von 8 km unter der heutigen Oberfläche abgesunken ist (s. Abb. 2). Dieses SE-NW streichende Becken entwickelte sich im frühen Perm und füllte sich bald mit fluviatilen Sedimenten, Vulkaniten und mächtigen Salzserien von England bis Polen. Die Absenkung des Beckens hielt während des gesamten Erdmittelalters mit einer durchschnittlichen Sedimentationsrate von 0,03 mm/Jahr an, erreichte zeitweilig aber deutliche höhere Raten, z.B. 0,9 mm/Jahr seit dem mittleren Tertiär (STACKEBRANDT et al. 1997). Ein extrem kräftiges, lokales Absenkungszentrum liegt unter der Prignitz, wo seit

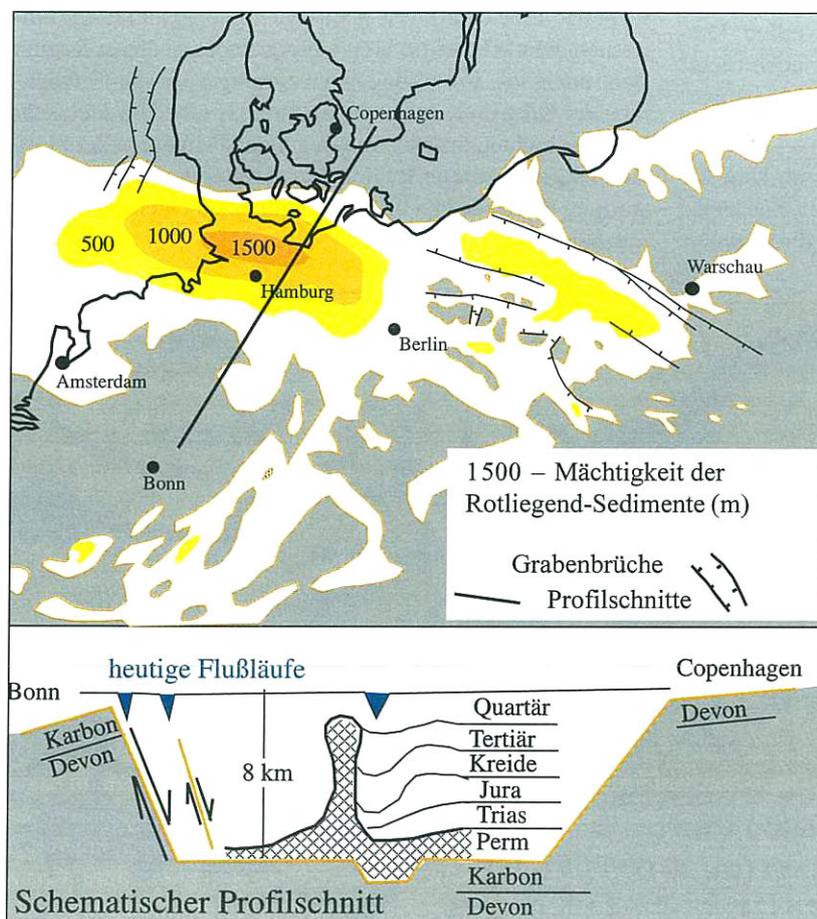


Abb. 2
Beginn der Beckenbildung in Norddeutschland (nach ZIEGLER 1982)

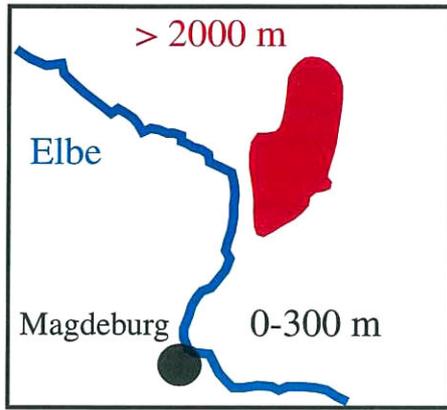


Abb. 3
Sedimentmächtigkeiten der Obertrias-Unterkreide (nach SCHECK 1997)

Beginn der Beckenbildung vor 300 Mio Jahren etwa 10 km Sediment und Vulkanite akkumuliert sind (SCHECK 1997). Die nordgerichtete Strecke der Elbe bei Magdeburg fließt auch heute in dieses Subsidenzzentrum (Abb. 3). Entweder ist die tektonische Absenkung in dieser Region also noch aktiv oder die mächtigen Serien aus dem Tertiär und Quartär setzen sich allein unter Einwirkung der Schwerkraft.

Eine weitere Besonderheit des Norddeutschen Beckens sind die weitverbreiteten Salzstöcke. Das permische Salz (verstärkt durch Salze aus der Trias) dringt entlang von Störungszonen

aufgrund seiner geringeren Dichte gegenüber normalen Gesteinen in das Deckgebirge ein und formt Diapire, die z.T. bis an die Erdoberfläche reichen (s. Abb. 2). Das Bezugsniveau der Salzstöcke in Abbildung 4 ist die Unterkreidebasis in den alten Bundesländern (KOCKEL et al. 1995), in den neuen Bundesländern die Tertiärbasis (Karte der Deutschen Demokratischen Republik 1 : 500 000 - Karte ohne känozoische Bildungen). Diese hochaufreichenden Diapire, die sich in Nordniedersachsen und unter der Nordsee zu Salzmauern vereinigen, bildeten sich nur bei großer Mächtigkeit der Salzlager. Während des starken Salzaufstiegs zur Zeit der alpidischen Gebirgsbildung (Kreide, Tertiär) bildeten sich kräftige Randsenken rund um die Hebungszentren (siehe schematischen Profilschnitt in Abb. 2). Die Bildung der Randsenken muß aber auch im Quartär noch angehalten haben, da zumindest die Flüsse Ostniedersachsens bevorzugt zwischen den Salzmauern fließen (z. B. die Ilmenau südlich Hamburg) oder genau an den Salzstöcken, wenn diese entlang tektonischen Lineamenten aufgestiegen sind (z. B. die Aller über dem Aller-Lineament) (s. Abb. 4). Auch die Elbe zwischen Wittenberge und Cuxhaven schlängelt sich von Randsenke zu Randsenke und schneidet nur die Salzmauer von Rambow, an dessen Südflanke der Salzstock von Gorleben liegt. Offensichtlich war der Großteil der Salzstöcke dieser Region auch nach dem Warthe-Stadium der Saaleeiszeit noch im Aufstieg begriffen und über diesen Prozeß haben die Salzstöcke in Ost-Niedersachsen einen Einfluß auf das heutige Flußnetz.

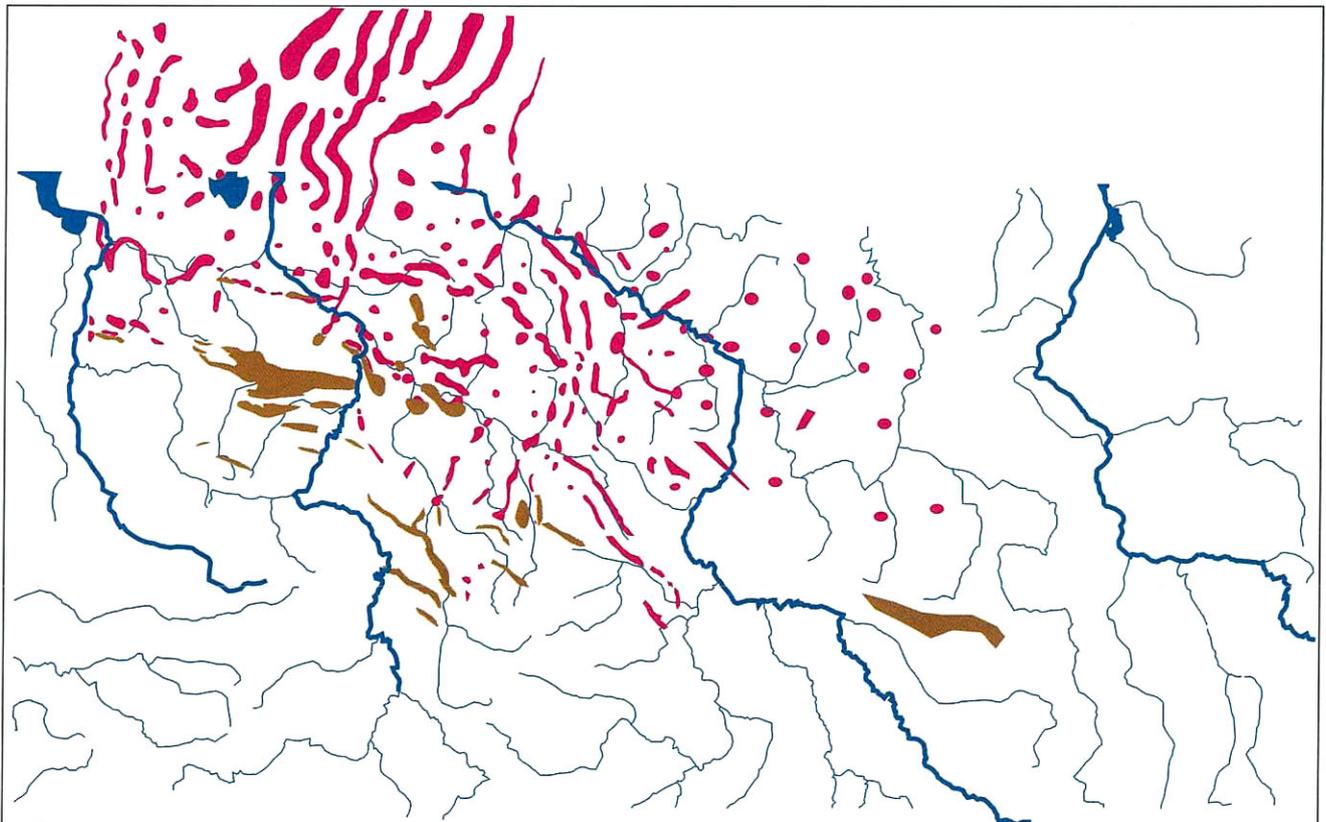


Abb. 4
Salzstöcke, Salzeinpressungen (nach KOCKEL et al. 1995 und Geologische Karte der DDR ohne känozoische Bildungen 1 : 500 000, ZGI Berlin 1962)

In Ostdeutschland dagegen (im Randbereich der permischen Salzlager, s. Abb. 2) sind die Salze geringmächtig und bilden lediglich Salzkissen, nur sehr vereinzelt echte Diapire. Die Salzkissen zeigen über ihren Aufwölbungszentren eine Dehnungstektonik mit lokalen Grabenbrüchen (siehe z. B. Geologische Karte der DDR ohne känozoische Bildungen). Fast alle der tiefreichenden Störungen berühren die Flanken der Salzkissen. Ein Teil dieser Störungen (bekanntestes Beispiel ist der Lausitzer Hauptabbruch) ist auch heute noch aktiv, wie eine zweifache geodätische Vermessung des Gebietes der ehemaligen DDR zeigte (Abb. 5). Eine Schar von SE-NW streichenden tektonischen Störungslinien durchschnei-

der Spree sind ebenfalls mit rezenten Störungen verbunden. Ähnliches gilt für Havel, Neiße und Oder. Die Richtung dieses heute noch aktiven Störungsfeldes ist herzynisch. Eingepreßt in die Abschiebungsstörungen des Beckens finden sich verbreitet Salinare des Perm (s. Abb. 2), die in Abbildung 4 dunkelviolett ausgewiesen sind. Die südlichsten Ausläufer dieser Salzintrusionen befinden sich in Südbrandenburg und Südniedersachsen und kennzeichnen die äußersten Randstörungen des Norddeutschen Beckens (KOCKEL et al. 1995), an denen eine scharfe Verlagerung der Fließrichtung von Elbe und Weser nach Westen stattfindet. Offensichtlich folgen die großen Ströme nach Verlassen der Mittelgebirge erst einmal

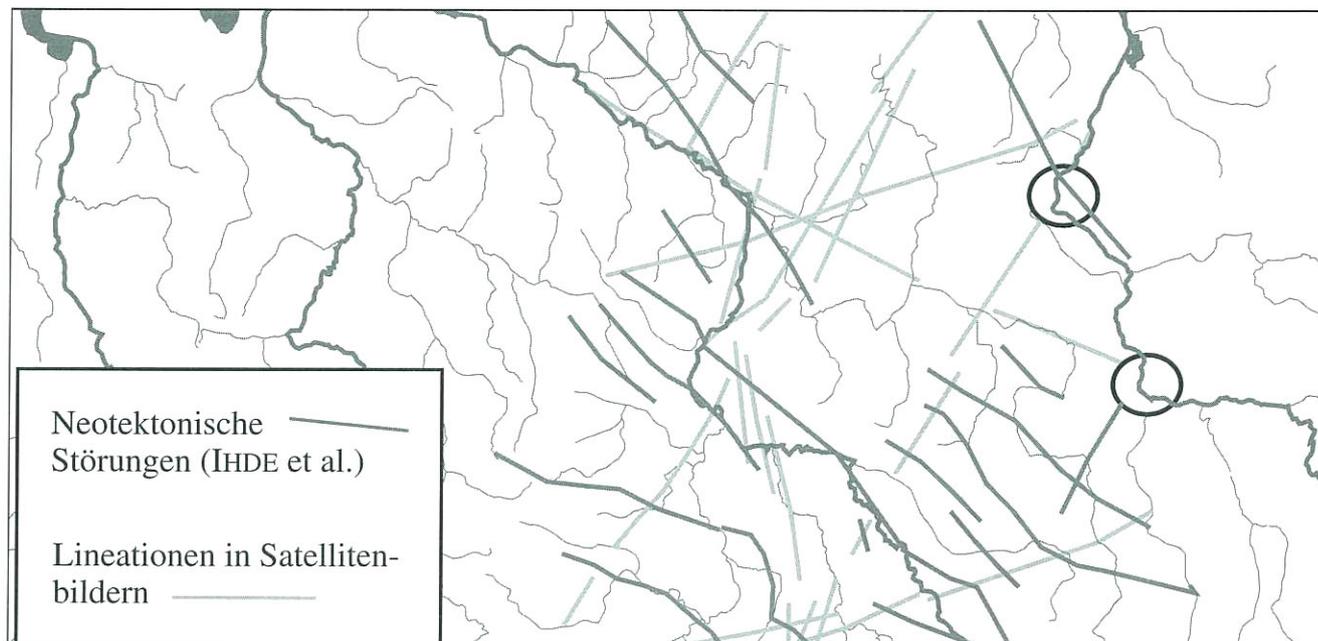


Abb. 5
Jüngste tektonische Strukturen

det die Landschaft, die auch heute nach der wiederholten Fein-Vermessung durch Absenkungsbewegungen mit lokalen Unterschieden von 0,5 bis 2,5 mm/Jahr ausgewiesen ist (IHDE et al. 1987). Das Maximum dieser jüngsten Krustensenkungen liegt im Magdeburger Raum und zeigt, daß selbst die jüngsten tektonischen Bewegungen mit deutlich größeren Absolutbeträgen als das langfristige Mittel der Absenkung des norddeutschen Beckens aktiv sind (10 km seit dem Perm vor 300 Mio Jahren, entspricht 0,03 mm/Jahr). Wenn die rezenten Vertikalbewegungen also nicht nur auf Setzung der mächtigen Quartär- und Tertiärsedimente beruhen, ist die Beckenbildung unter dem norddeutschen Tiefland noch heute aktiv.

Für diese ebenfalls von den Bearbeitern des Projektes „Neogeodynamica Baltica“ (FRISCHBUTTER & SCHWAB 1995, LUDWIG & SCHWAB 1995) vertretene These spricht auch, daß der Verlauf der heutigen Flüsse deutliche Bezüge zu der Struktur der neotektonisch aktiven Störungen aufweist. So fließt die Elbe in drei Abschnitten direkt auf den Störungen, alle Knickpunkte liegen im Schnittpunkt von Störungen mit dem Flußlauf. Die verwunderlichen Rechteckwinkel im Verlauf

diesen SE-NW streichenden Randstörungen; damit sind also tatsächlich tektonische Prozesse für die scharfen Umbiegungen in den Flußläufen verantwortlich und schon die Urstromtäler der Eiszeiten folgten z.T. diesen Strukturen.

Die Beurteilung des Einflusses geologischer Tiefenstrukturen auf das heutige Landschaftsbild wird seit Beginn der geologischen Oderforschung im ausgehenden 19. Jahrhundert sehr unterschiedlich vorgenommen. Ebenso kontrovers sind die Positionen zur Geschichte des nördlichsten Urstromtales, welches z. B. WOLDSTEDT (1931) und später LIEDTKE (1956/57) vom Warthetal durch das Oderbruch, an Eberswalde vorbei zur Havel verlaufen lassen (s. Abb. 1). Ein solcher Verlauf ist nur möglich, wenn das Oderbruch (heute auf ca. 3 m über NN) mit 30 m Toteis verfüllt gewesen wäre, da das Urstromtal bei Eberswalde auf ca. 33 m über NN liegt, eine Sprunghöhe, die heute von dem Schiffshebewerk bei Niederfinow überwunden wird. Diese Urstromtalentwicklung steht in Widerspruch zu den Auffassungen von SOLGER (1930), der neotektonische (eisisostatisch-angeregte) Verstellungen als Ursache des tief eingeschnittenen Odertals ansieht, und ein eisrandparalleles Urstromtal von der Warthe über das

Oderbruch in die Senke des Finowkanals für unmöglich erachtet. Neotektonische Einflüsse werden auch von einer Reihe anderer Autoren zumindest für Teilaspekte der Odertalentwicklung angenommen, z. B. v. BÜLOW (1934). Diese tektonisch orientierte Sichtweise konnte sich in den kommenden Jahren nicht durchsetzen, während die Urstomtalbildung und die Toteishypothese in vielen Punkten auch von nachfolgenden Bearbeitern aufgenommen und weiterentwickelt wurde, z. B. von HANNEMANN (1970) und CEPEK (1973).

Eine Erklärung für die Existenz der Oderbruchdepression an sich gibt die Toteistheorie aber nicht, es wird lediglich angenommen, daß eine vorhandene Senke zur Zeit der Urstomtalbildung mit Toteis verschüttet wurde. HANNEMANN (1970) zeigt über die Auswertung einer Vielzahl von Bohrungen, daß die Tertiärbasisfläche keine tiefreichende Beckenstruktur unter dem Odertal aufweist, es somit keine großräumig tektonisch verursachte Absenkung in der Region gegeben hat, wohl aber ein Senke mit mächtigen saalezeitlichen Geschiebemergeln. Weitverbreitete weichselzeitliche Beckentone und Bänderschluße sind deutliche Anzeiger, daß diese Senke auch in der letzten Eiszeit ausgebildet war (SCHIRRMESTER 1997). BROSE (1994) weist über eine Datierung der nacheiszeitlichen Auen-sedimente nach, daß die Odertalsole am Ausgang der Eiszeit um 45 m tiefer lag als heute, d. h. auf -40 m NN. Er erklärt dies durch eine Absenkung der Erosionbasis der Oder im Bölling (nach ^{14}C -Datierung ca. 12 000 J.v.h.), als die Ostsee teilweise eisfrei wurde und bei einem tieferen Meeresspiegel der Gefällegradient im Unterlauf der Oder extrem versteilt war, so daß die Oder sich tief einschneiden konnte. Diese frische Erosionrinne wurde aber mit dem Anstieg des Meeresspiegels bis 7 000 J.v.h. schnell wieder verfüllt.

Als Schlußfolgerung aus diesem sehr kurzen Abriss der Forschungsgeschichte zur Genese des Oderbruchs ergibt sich, daß im Laufe der letzten 70 Jahre extrem unterschiedliche Grundpositionen für die Landschaftsgenese bezogen wurden. Einig sind sich alle Autoren nur darin, daß die Landschaft um das Oderbruch mit einer in Nordostdeutschland extremen Dynamik gestaltet wurde. Die zur Zeit der Arbeiten von SOLGER und LIEDTKE noch unbekanntene neotektonischen Lineamente (s. Abb. 5) und großräumigen Senkungsbewegungen im norddeutschen Tiefland zeigen, daß -entgegen der augenblicklichen dominierenden Lehrbuchmeinung- tektonische Prozesse sehr wohl eine gewisse Rolle für die Entwicklung des Odertals spielen können. Wie müssen diese subrezentten Verstellungen zum Ende der letzten Eiszeit ausgesehen haben, als hunderte Meter mächtige Eisschilde in Norddeutschland die Kruste isostatisch absinken ließen und mit dem Eisrückzug eine erhebliche Hebung einsetzte, die in Skandinavien seit Ende der letzten Eiszeit über 300 m erreicht und in der Oberkruste Norddeutschlands zu einer starken Aktivierung der Streißfelder geführt hat (JOHNSTON et al. 1998)? Das letzte Kapitel in der Erforschung der Geschichte des Odertals ist sicherlich noch nicht geschrieben.

Neben den neotektonischen Störungen kennzeichnen aber noch weitere geologische Strukturen die heutige Landschaft. Die Auswertung linearer Landschaftstrukturen auf Satellitenbildern (KRULL et al. 1985, KRULL & SCHMIDT 1990) zeigt

für Ostdeutschland eine Schar von Lineationen, die offensichtlich unabhängig von den jüngsten tektonischen Störungen ist (grün dargestellt in Abb. 5) und einer rheinischen Richtung entsprechen. Die Ausprägung der Lineationen ist mannigfaltig, z. T. mit der Vegetation, Bodenfeuchte, und Topographie verknüpft. Letztendlich wurden die Satellitenbilder in verschiedenen spektralen Kanälen nur daraufhin ausgewertet, wo sich natürliche lineare Muster bilden, ungeachtet der Ursachen. In jedem Fall ergibt sich ein Muster, das zum Flußnetz Beziehungen aufweist (z.T. aber auch die Flüsse und ihre Ufervegetation selbst enthält). In vielen Fällen sind die Lineationen mit einer guten Wasserwegsamkeit im Untergrund verbunden.

4. Fazit

Kommen wir an dieser Stelle zurück zu unserer Ausgangsfrage nach den möglichen Ursachen der Beinahe- Deichbrüche entlang der Oder im Sommer 1997. Die Lineationen in Ostbrandenburg (aufgenommen in den 80er Jahren) kreuzen die Oder an zwei Punkten: im nördlichen Oderbruch und in der Ziltendorfer Niederung. Die neotektonischen Störungen kreuzen die Oder ebenfalls an zwei Punkten: in der Ziltendorfer Niederung (nicht ganz eindeutig, da die Auswertung der Störung im Stadtgebiet von Eisenhüttenstadt nicht erfolgte) und nördlich des Oderbruchs. Auf dieser Basis sollte man sich fragen, ob der Deichbruch nur über die humosen Ablagerungen unmittelbar unter dem Deich zu erklären ist, oder ob hier nicht rezent aktive Strukturen aus der Tiefe des Beckens ihre Spur hinterlassen. Die beiden Deichbrüche an den einzigen beiden Schnittstellen von sowohl Lineationen als auch neotektonischen Störungen mit dem Flußlauf kann kaum ein Zufall sein.

Es deutet sich daher an, daß eine rein morphogentische Interpretation der Landschaft des Oderbruchs wichtige Details der Entwicklung in diesem Raum vernachlässigt; allerdings eventuell jene Details, die für die Entwicklung des Flußlaufes entscheidend sind. HANNEMANN (1970) zeigt über die Auswertung von Bohrprofilen, daß es kein lokales Becken unter dem Oderbruch gibt. Rezent aktive Störungen mit geringen Versatzbeträgen von einigen Metern am Ende der letzten Eiszeit würden in dem groben Raster der Bohrprofile nicht sichtbar werden. Die klare Abhängigkeit der Struktur des Flußnetzes von neotektonischen Strukturen zeigt, daß jüngere tektonische Bewegungen ihre Spuren auch in der heutigen Landschaft hinterlassen. Wie diese Strukturen an der Oberfläche ausgeprägt sind (z.B. Mikrokluffnetze mit guter Wasserwegsamkeit oder echte Bewegungsfugen) ist derzeit kaum erforscht. Weiterhin weist die Übereinstimmung der Deichbrüche mit den Photolineationen und Störungslinien darauf hin, daß diese tektonischen Strukturen in Extremsituationen die Schwächestellen in einer Flußlandschaft darstellen. Notwendig ist daher eine Vorgehensweise im Management/Nutzung der Flußauen, die den naturgegebenen und vom Menschen letztlich nicht beeinflussbaren Größen Rechnung trägt. Die derzeit diskutierte Frage der Schaffung neuer Retentionsflächen sollte sich daher auf jene Regionen konzentrieren, wo Schwachstellen im Untergrund der Deiche tektonisch vorgezeichnet sind (s. Abb. 5).

Literatur

- BROSE, F. (1994): Das untere Odertal: Talentwicklung, Nutzung und Wasserbau. In: J. H. Schroeder (Ed.), *Geologie von Berlin und Brandenburg* (S. 152-157).- Geowissenschaftler in Berlin und Brandenburg e.V., Berlin.
- BÜLOW, C. von (1934): Zum Problem der Eberswalder Pforte.- *Jb. Preuß.Geol. LA.* 55, S. 29-43, Berlin.
- CEPEK, A. G. (1973): *Geologische Karte der DDR, Karte der quar-
tären Bildungen.- Zentrales Geologisches Institut Berlin.*
- FRISCHBUTTER, A. & G. SCHWAB (1995): Karte der rezenten vertikalen Krustenbewegungen in der Umrahmung der Ostsee Depression. Ein Beitrag zu IGCP-Projekt 346 „Neogeodynamica Baltica“.- *Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge* 2 (2), S. 59-67, Kleinmachnow.
- HANNEMANN, M. (1970): Grundzüge der Reliefentwicklung und der Entstehung von Großformen in Jungmoränengebieten Brandenburgs.- *Petermanns Geographische Mitteilungen* 2, S. 103-116, Gotha.
- IHDE, J., STEINBERG, J., ELLENBERG, J. & E. BANKWITZ (1987): On recent vertical crustal movements derived from levellings within the territory of the G.D.R.- *Gerlands Beitr. Geophysik*, S. 206-217, Leipzig.
- JOHNSTON, P., WU, P. & K. LAMBECK (1998): Dependence of horizontal stress magnitude on load dimension in glacial rebound models.- *Geophys. J. Int.* 132, S. 41-60
- KOCKEL et al. (1995): *Geotektonischer Atlas NW-Deutschland, Hannover.*
- KRULL, P. & D. SCHMIDT (Hrsg. 1990): *Karte der Fotolineationen kosmischer Aufnahme. Geologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik.- Zentrales Geologisches Institut Berlin.*
- KRULL, P., LANGER, M., TREMBICH, G. & T. WEGNER (1985): *Methodische Beiträge zur Interpretation von Fernerkundungsdaten im Nordteil der DDR.- Z. angew. Geologie* 31, 12, S. 295-300, Berlin.
- LIEDTKE, H. (1956/57): Beiträge zur geomorphologischen Entwicklung des Thorn-Eberwalder Urstromtales zwischen Oder und Havel.- *Wissensch. Zeitschr. der Humboldt-Universität Berlin*, S. 3-49.
- LIEDTKE, H. (1981): *Die nordischen Vereisungen in Mitteleuropa.- Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Trier.*
- LUDWIG, A. O. & G. SCHWAB (1995): *Neogeodynamica Baltica - ein internationales Kartenprojekt (IGCP 346). Deutsche Beiträge zur Charakterisierung der vertikalen Bewegungen seit Beginn des Rupelian (Unteroligozän) bzw. seit dem Ende der Holstein Zeit.- Brandenburgische Geowissenschaftliche Beiträge* 2 (2), S. 47-57, Kleinmachnow.
- SCHECK, M. (1997): *Dreidimensionale Strukturmodellierung des Nordostdeutschen Beckens unter Einbeziehung von Krustenmodellen.- Diss., FU Berlin, Fachbereich Geowissenschaften.*
- SCHIRRMEISTER, L. (1997): *Sedimentstrukturen und Deformationen in Eisstauseeablagerungen NE-Brandenburgs und ihre fazielle Deutung.- In: B. NITZ & A. NAB (Hrsg.): Beiträge zu ausgewählten Fragen des Quartärs in Ost- und Mitteleuropa.- Berliner Geographische Arbeiten, Humboldt-Universität Berlin.*
- SOLGER, F. (1930): Die Entstehung des Oderbruches.- In: P. F. MEN-
GEL (Hrsg.): *Das Oderbruch. Verlagsgesellschaft Müller, Eberswalde.*
- STACKEBRANDT, W., EHMKE, G. & V. MANHENKE (1997): *Atlas zur Geologie von Brandenburg, 1 : 1 000 000, 80 S.- Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Kleinmachnow.*
- WOLDSTEDT, P. (1931): *Über Randlagen der letzten Vereisung in Ostdeutschland und Polen und über die Herausbildung des Netze-Warthe Urstromtales.- Jb. Preuß.Geol. LA.* Berlin 52, S. 59-67, Berlin.
- ZIEGLER, P. A. (1982): *Geological Atlas of Western and Central Europe.- Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V., Elsevier, Amsterdam.*

Anschrift des Autors:

Dr. Frank Sirocko
GeoForschungsZentrum Potsdam
Abteilung Sedimente und Beckenbildung
Telegrafenberg
14473 Potsdam