

## Quartäre Glaziosostasie und Genese der altpleistozänen Rinnen im nördlichen Mitteleuropa – Diskussionsbemerkungen und Modellierung

### Quaternary glacioisostasy and evolution of the Old-Pleistocene channels of northern Central Europe – Conceptual remarks and modelling

WERNER V. BÜLOW (Schwerin)

**Key words:** Quaternary, Central European subsidence zone, deep buried Old-Pleistocene channels, glacioisostasy, forebulge formation, conceptual modelling

#### Zusammenfassung

Die Isostasie ist eine endogene Ausgleichsbewegung zur Wiederherstellung des Gleichgewichts in der Erdkruste. Die Glaziosostasie ist es auch, da eine Eiskalotte – wenn auch vergänglicher – als geologische Schicht anzusehen ist.

Entsprechungen zur glaziosostatisch bedingten rezenten Heraushebung und altpleistozänen Absenkung Skandinaviens kann man im Periglazial erwarten, z. B. in der Mitteleuropäischen Senkungszone. Dort befindet sich die Brandenburger Wanne – eine Senke, die sich durch ihre rezente Oberflächenentwässerung definiert und in der sich an der Quartärbasis die tiefsten Bereiche der verdeckten Rinnen befinden.

Die Rinnen sind über 580 m tief und bis 6 km breit. Mindestens 2 Terrassen weisen sie als (glazi-)fluviale festländische subaerische Erosionsformen aus. Die ältest-pleistozäne Hochterrasse (Loosen-Schichten) und die beginnende Verfüllung vor der Elster-Kaltzeit begrenzen die Erosion auf das Altpleistozän. Der Verlauf der Rinnen ist exogen gesteuert und unabhängig von Tektonik, Halokinese oder Subrosion, während deren Verbreitung und Tiefe endogen bedingt sind.

Im Gegensatz zu oberflächigen Tälern haben die Rinnen kein einheitliches Gefälle, es fehlt der Anschluss an ein heutiges Flussnetz und sie sind verfüllt. Diese Besonderheiten sind postgenetisch entstanden. Es wird davon ausgegangen, dass Erosion (= Talbildung) auf Hebung und Akkumulation (= Rinnenfüllung) auf Senkung schließen lassen. Damit kann im Raum der Brandenburger Wanne für das Altpleistozän ein ca. 600 m hoher, ca. 200 km breiter und mehrere 100 km langer „Randwulst“ (v. BUBNOFF 1931) nachgewiesen werden, der sich bis heute weitgehend wieder abgesenkt hat. Die räumliche und zeitliche Beziehung zum Quartär macht es wahrscheinlich, dass diese doppelte Inversion der Vertikalbewegungen ein glaziosostatisches Intermezzo der tektonischen Entwicklung der Mitteleuropäischen Senkungszone darstellt.

In die Reihe der glaziosostatischen Erscheinungen könnten die Fjorde Norwegens und die submarinen Cañons Nordamerikas und Grönlands gehören. Ungleichmäßige Senkungen in der Brandenburger Wanne können das Oderbruch oder den Neustädter See sowie kleine Erdbeben geschaffen bzw. verursacht haben. Auch Flussverläufe und die Relief-Entwicklung der Mittelgebirge können glaziosostatisch beeinflusst sein. Die Entstehung der weichselzeitlichen Urstomtäler als Erosionsformen der glaziären Serie werden angezweifelt.

Das vorgestellte Modell kann die Fakten und Prozesse zur Glaziosostasie und Rinnengenese einfacher, physikalisch einleuchtender und umfassender erklären, als es viele der bisherigen Hypothesen vermögen.

#### Summary

Like isostasy in general, glacioisostasy represents an endogenic form of crustal movement while, from a geological point of view, an ice shield as well may be regarded only as a temporary deposit. Corresponding features to the recent uplifting and Old-Pleistocene subsidence of Scandinavia by glacioisostatic processes may be expected as well for the periglacial environment, for example the Central

European subsidence zone. There, the Brandenburg Trough is situated representing a depression which is hydrographically defined and, moreover, there occur at the Quaternary base the deepest parts of buried channels. These channels are > 580 m in depth and up to 6 km in width. At least two terraces indicate them as (glacio-)fluvial erosional relics formed subaerically under terrestrial conditions. Because of the Oldest-Pleistocene high-lying terrace (i.e., Loosen gravels) as well the beginning channel sedimentation in the Early Elsterian ice age the erosion should have taken place in Old-Pleistocene times. Whereas the course of the channels is of exogenic origin independent of tectonics, halokinetic movements and subsidence, their location and depth originated from endogenic processes.

In opposite to surface valleys, these buried channels do not have a uniform slope gradient. Moreover, there is no contact to a modern fluvial system and they are infilled by sediments. These characteristics are of postgenetic origin. It is assumed that erosion (= valley formation) may be linked to uplifting and sedimentation (= channel infill) to subsidence. Accordingly, for the area of the Brandenburg Trough in the Old-Pleistocene a forebulge of 600 m in height, about 200 km in width as well several 100 km in length can be suggested (v. BUBNOFF 1931), which has subsided again up to the present. The spatial and temporal connection to the Quaternary makes it plausible that this double inversion of vertical crustal movements should be considered as a glacioisostatic intercalation of the tectonic evolution of the Central European subsidence zone.

The Norwegian fjords as well the submarine canyons of North America and Greenland may be seen as modern analogues in this glacioisostatic concept. Non-uniform subsidences within the Brandenburg Trough may have formed the Oder-wetland or the Neustädter Lake as well may have generated smaller earthquakes. Furthermore, the development of river valleys and relief forms of the subdued mountains might be controlled by glacioisostatic processes. From this point of view, the formation of the Weichselian stream valleys by glacio-fluvial erosion in the course of "Glacial Series" has to be seen with doubt.

The model presented here may explain the glacioisostatic phenomena and processes according to principles of crustal physics better than earlier ones have done.

## Einleitung

Seit langem werden die Erscheinungsformen der Glaziosostasie im Quartär diskutiert, wobei die Deutungsvielfalt nur wenig geringer ist als die Anzahl der Autoren. Es erscheint daher nicht überflüssig zu sein, wenn hier in Verbindung mit eigenen Beobachtungen und Überlegungen eine komplexe Darstellung der Glaziosostasie angestrebt wird. Dafür eignet sich besonders gut das nördliche Mitteleuropa, der südwestliche Periglaziär-Bereich der pleistozänen Vereisung Skandinaviens. Hier im Norddeutschen Flachland ist der Erforschungsgrad relativ hoch.

Die Glaziosostasie ist eine durch Eisauflast bzw. -entlastung gesteuerte Bewegungsform von Gesteinskomplexen der Erdkruste mit dem Ergebnis eines Schwereausgleichs. Es ist davon auszugehen, dass jede Bewegung im Gestein noch erhaltene Spuren hinterlässt – umgekehrt, dass Strukturen in der Erdkruste Rückschlüsse auf Bewegungen in der Vergangenheit zulassen. Eine auffallende Struktur ist in dieser Hinsicht die Grenzfläche zwischen Plio- und Pleistozän. Sie ist eine der ausgeprägtesten Diskordanzen der jüngeren Erdgeschichte in Mitteleuropa. Außerdem treten stellenweise an dieser Fläche – wohl einmalig in der Erdgeschichte – tiefe abflusslose Rinnen bzw. Täler auf. Da auch die pleistozänen Vereisungen in der jüngeren geologischen Vergangenheit singular sind, muss es zeitliche, räumliche und kausale Zusammenhänge zwischen der Ausbildung der Pleistozänbasis und dem glazialen Geschehen geben. Dieser Kausalität nachzugehen, ist ein wesentliches Anliegen der folgenden Ausführungen.

## 1. Isostasie

Die Isostasie in der Erdkruste als schwerkraftbedingte Bewegungsform tritt vorwiegend zusammen mit ursprünglich anderen Arten der Tektonik auf. Diese unterschiedlichen tektonischen Bewegungsformen sind nur schwer voneinander zu trennen. Sie wirken großflächig, langsam und sind nicht reversibel. Als endogene Kraft bewirkt die Isostasie einen ständigen Massenausgleich in der Erdkruste und im oberen Teil des Erdmantels zur Erhaltung des hydrostatischen Gleichgewichtes.

Die Glaziosostasie als spezielle Form der Isostasie ist deutlicher zu erkennen, da sie von einer definierbaren Eiskalotte verursacht wurde (Abb. 1). Ein gleichgewichtstörender Eisschild ist als ein relativ schnell entstehendes und ebenso schnell verschwindendes geologisches „Sediment“ anzusehen, das die isostatischen Ausgleichsbewegungen auslöst: Einsinken der Erdkruste unter dem Eis, ringförmige Aufwölbungen um das Eis herum („Randwulst“), und nach dem Abschmelzen Entlastung mit Rückkehr der Schichten in ihre ursprüngliche Lage („Randsenke“). Die Glaziosostasie vollzieht sich also nach geologischen Maßstäben schnell, ihr Wirkungsbereich ist räumlich eingrenzbar und vor allem ist sie reversibel. Letzteres führt allerdings auch dazu, dass es schwierig ist, die Hinterlassenschaften ihrer Anfänge aufzuspüren. Der Massenausgleich der Glaziosostasie erfolgt nach WOLD et al. (1993), LISZKOWSKI (2000), BRAUSE (2001, 2007) u. a. ebenso wie bei der Isostasie im oberen Mantel, also in Tiefen der Größenordnung von 100 km. Demnach müsste die Glaziosostasie auch zur endogenen Tektonik gezählt werden.