Heinz Schumann

Orientierung auf dem virtuellen Globus

Wer sich nicht orientiert,
die Übersicht verliert!

1 Einleitung

Im Zeitalter der „Globalisierung", das auch durch den internationalen Flugverkehr geprägt ist, gehört eine entsprechende mathematisierte Orientierung auf dem Globus zum Bildungskanon des weltoffenen Bürgers.

Die allgemeinbildenden Grundbegriffe der sogenannten mathematischen Geographie werden schon im 5.Schuljahr vermittelt; eigentlich ist eine solche Vermittlung verfrüht, denn erst im Mathematikunterricht der Klassenstufe 6 werden die dafür notwendigen Voraussetzungen, wie die Kugelform, die Winkelmessung, die Rotation etc., bereitgestellt (Lehrplan Realschule Baden - Württemberg, 1994).

Im Gegensatz zum materiellen Globusmodell oder zu Printmedien wie dem Atlas repräsentieren geeignete computergrafische Tools neue Konstruktions- und Visualisierungsmöglichkeiten für die mathematische Geographie, welche nunmehr auf computergrafische Weise entwickelt werden kann.

Für eine adäquate Darstellung des Globus auf dem Bildschirm verwenden wir das Werkzeug *SPHÄRI* (Mayer 1997 bis 1999), das für die Behandlung der Kugelgeometrie (vgl. u.a. Lambacher u. Schweizer, 1957) programmiert worden ist und mit dem auch die mathematische Erdkunde bearbeitet werden kann.

Im Folgenden behandeln wir mittels *SPHÄRI* Grundbegriffe einer solchen Orientierung auf dem virtuellen Globus.

2 Einige Grundbegriffe der mathematischen Geographie

2.1 Gradnetz der Erde

Wir rufen in *SPHÄRI* die Erdkugel mit den Umrissen der Kontinente auf und platzieren Deutschlands Hauptstadt (**Abb. 1.1**). Wir lassen die Erdkugel rotieren, bis wir die Antarktis, Australien und den Stillen Ozean sehen; Berlin liegt jetzt auf der Rückseite der Erdkugel (**Abb. 1.2**). Nach Einschalten des Gradnetzes (Koor-dinatennetzes) der Erdkugel bietet sie sich wie in **Abbildung 1.3** dar. Das Gradnetz wird gebildet erstens aus dem Äquator(kreis), der die Erdkugel in die nördliche und südliche Hälfte teilt und zu dem die die Pole verbindende Achse senkrecht steht, sowie den zu ihm parallel liegenden Breitenkreisen und zweitens aus den Längen-kreisen (Meridianen), deren

Mittelpunkte mit dem Mittelpunkt der Erdkugel zusam-menfallen und die den Äquator im rechten Winkel schneiden. Zur Beschreibung der Lage eines Ortes (Punktes) auf der Erdkugel verwendet man geographische Koordinaten.

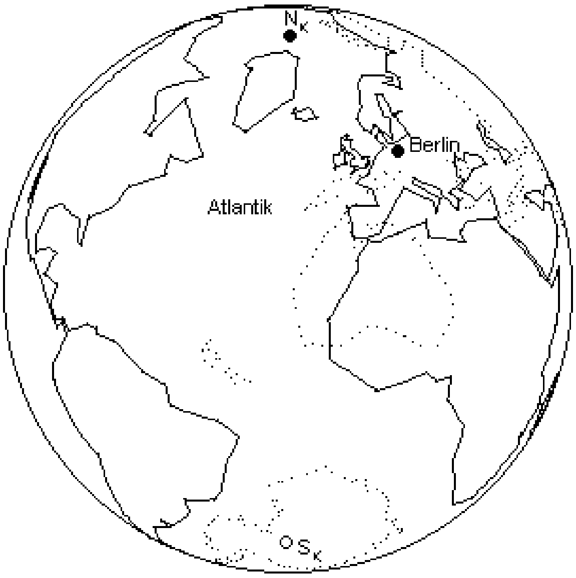

Abb. 1.1

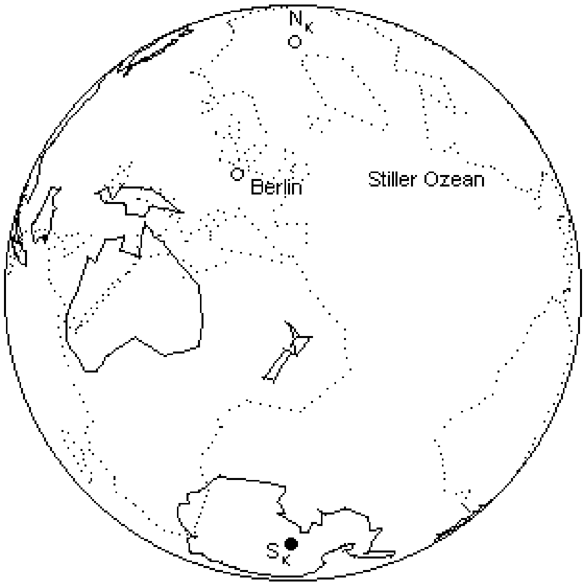

Abb. 1.2

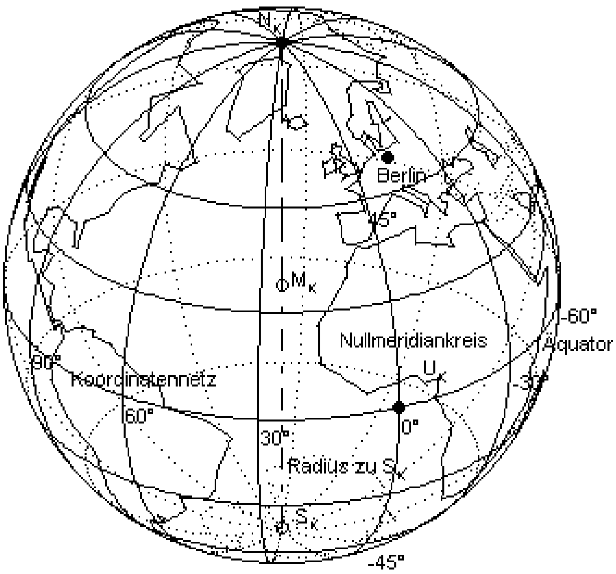

Abb. 1.3

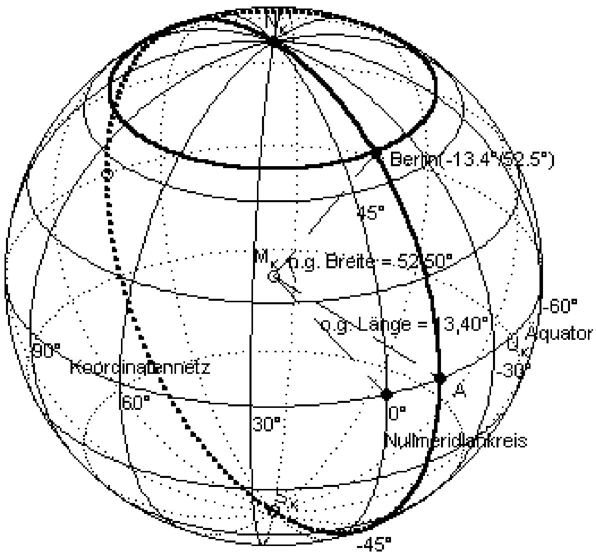

Abb. 1.4

Dazu müssen im Gradnetz noch die „Koordinatenachsen" festgelegt werden; es sind dies der größte Breitenkreis (Äquator) und der so genannte Nullmeridian (Meridian durch Greenwich bei London). Die geographischen Koordinaten bestimmen wir am Beispiel von Berlin: Der Meridian durch B (Berlin) schneidet den Äquator in A; der Winkel OM_KA wird als geographische Länge, der Winkel AM_KB als geographische Breite (**Abb. 1.4**) bezeichnet. Man unterscheidet zwischen östlicher und westlicher geographischer Länge (jeweils 0^o bis 180^o), je nachdem wo der Meridian des betreffenden Ortes bez. des Nullmeridians verläuft, und zwischen nördlicher und südlicher Breite (jeweils 0^o bis 90^o), je nachdem auf welcher Halbkugel der betreffende Ort liegt.

Aufgabe: Welche Koordinaten hat der östlich von Neuseeland gelegene, durch Spiegelung von B (Berlin) am Mittelpunkt M_K der Erde konstruierte Ort $\overline{B}$ (**Abb. 1.5**)?

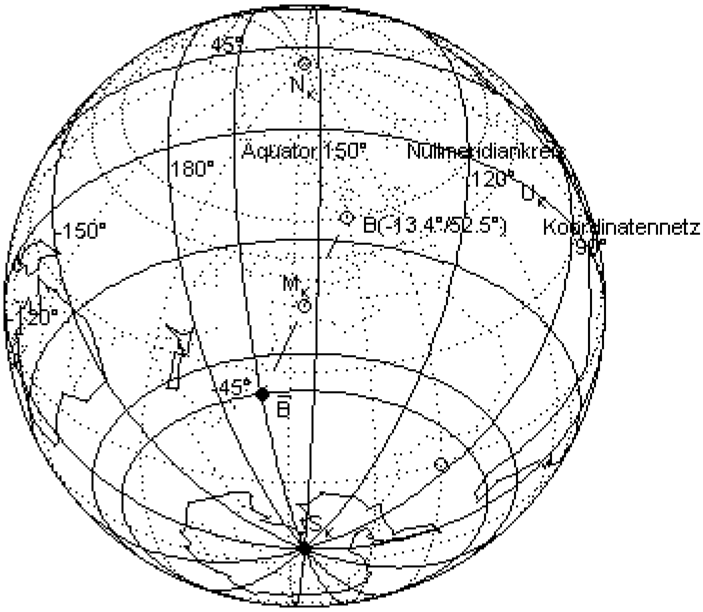

Abb. 1.5

2.2 Über Fernflüge

Die kürzeste Verbindung auf der Erdoberfläche zwischen zwei Punkten ist der sie verbindende (kürzere) Großkreisbogen (in Analogie zu Verbindungsstrecken zweier Punkte in der Ebene). In **Abbildung 2.1** ist der durch Frankfurt/M. und Chikago laufende Großkreis, dessen Mittelpunkt mit dem Erdmittelpunkt zusammenfällt, konstruiert. Die Länge des Bogens können wir in SPHÄRI ausrechnen lassen; sie beträgt bei einem mittleren Erdradius von 6370 km ca. 6960 km. Die Route des Non-Stop-Fluges von Frankfurt nach Chikago ist länger als diese kürzeste Verbindung; das ist auf der Flugroutenübersicht (**Abb. 2.2**) zu erkennen, denn der Flug führt über die Südspitze Grönlands. Die längere Route wird in Kauf genommen, um durch günstige Luftströmungen (Jetstream) in Flughöhe von ca. 10 bis 12 km Flugbenzin zu sparen. Der Kleinkreisbogen durch Frankfurt, einen Punkt im südlichen Grönland und Chikago ist länger als der Frankfurt und Chikago verbindende Großkreisbogen (**Abb. 2.3**). Um auf dem Großkreisbogen von Frankfurt aus zu fliegen, müsste theoretisch ein Kurs von $\alpha_1 = 56{,}48^o$ eingehalten werden (**Abb. 2.4**). – Mit den Mitteln der sphärischen Trigonometrie könnten im so genannten Kursdreieck (Chikago, Frankfurt, Nordpol N_K)

bei gegebenen Kugelkoordinaten der Ecken alle Kursberechnungen ausgeführt werden, diese sind in den Messoptionen von *SPHÄRI* versteckt.

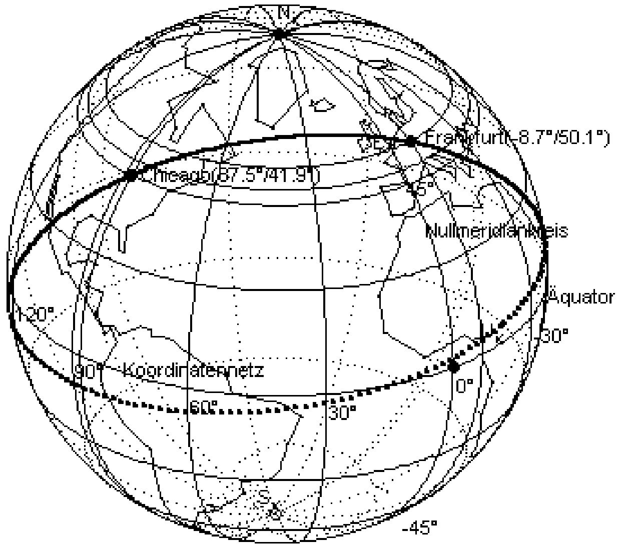

Abb. 2.1

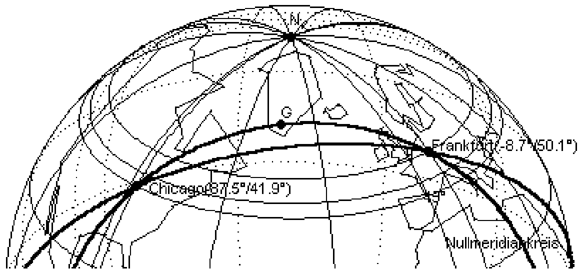

Abb. 2.3

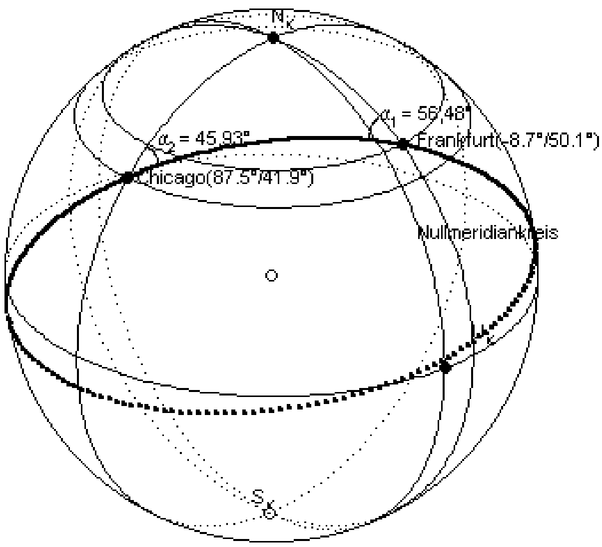

Abb. 2.4

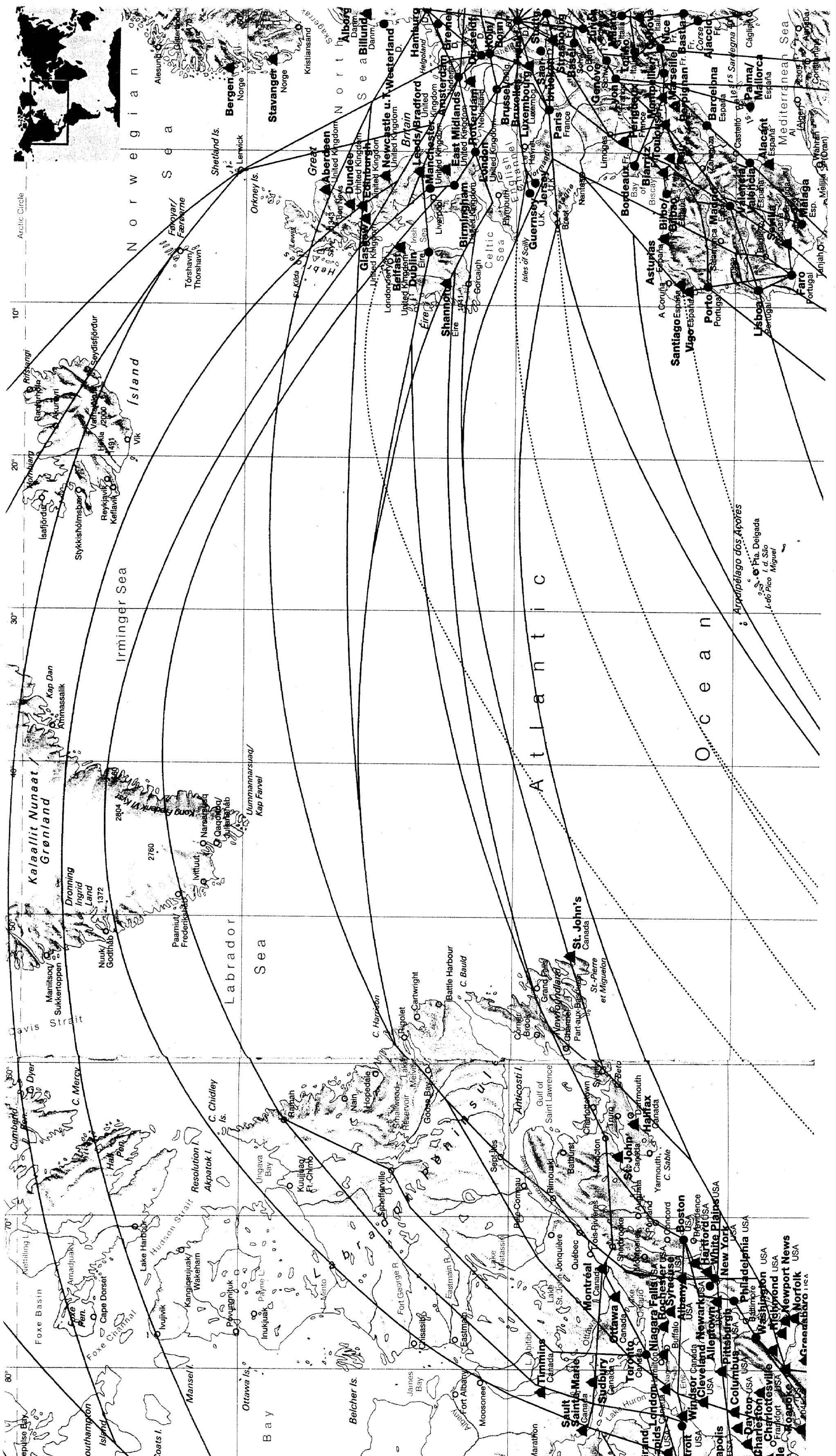
Atlantic
Ocean
Labrador
Sea
Irminger Sea
Norwegian
Sea
Mediterranean Sea

Abb. 2.2

2.3 Beleuchtung der Erde

Wie wirkt sich die Stellung der Erdachse auf der Bahn der Erde um die Sonne auf die Beleuchtung der Erde in Abhängigkeit von Ort und Zeit aus? In SPHÄRI können wir die von Ort und Zeit abhängige Sonneneinstrahlung auf dem Globus einstellen und die Sonneneinstrahlung in ihrer Veränderung in 15°-Intervallen, die den Zeitzonen entsprechen, beobachten. So ist z.B. die Erde beim Start des Lufthansa-Fluges LH 6502 am 30.04.2000, um 8.35 Uhr (MEZ) von Frankfurt/M. nach Chikago wie in **Abbildung 3.1** ausgeleuchtet (in den Abbildungen ist die beleuchtete Fläche grau gefärbt). Die Sonne geht in Chikago am 1.Mai 2000 um ca. 11.25 Uhr (MEZ) auf (**Abb. 3.2**). Bei der Landung in Chikago am gleichen Tag, um 10.20 Uhr (Ortszeit), nach einem Flug von 8 ¾ Stunden, hat die Erde eine Ausleuchtung wie in **Abbildung 3.3**.

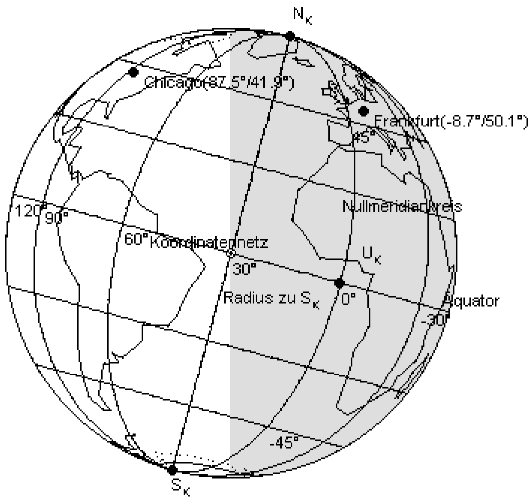

Abb. 3.1

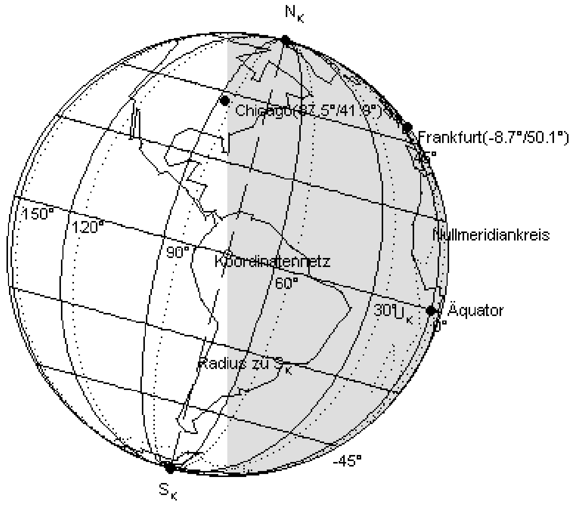

Abb. 3.2

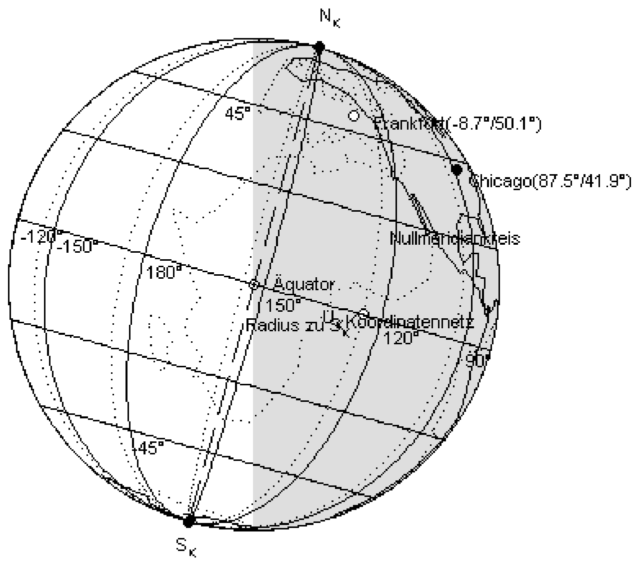

Abb. 3.3

3 Abschließende Bemerkungen

Die Kugelgeometrie/Sphärische Trigonometrie als Unterrichtsgegenstand, zu deren Einführung die mathematische Geographie verwendet werden kann, existiert heute nur noch in Bayern als Wahlgebiet in Klasse 11 (vgl. Anlage zu diesem Kapitel: Lehrplanauszug) und im Saarland als Wahlgebiet in Klasse 10. Leider ist die Kugelgeometrie als ein komplexes und mit großen Visualisierungsproblemen behaftetes Unterrichtsthema in den 60er Jahren des 20.Jahrhunderts den an mathematischen Strukturen orientierten Reformen zum Opfer gefallen – trotz seiner langen unter-richtspraktischen Tradition, die schon mit dem Bildungsskanon des preußischen Gymnasiums am Anfang des 19. Jahrhunderts ihren Anfang nimmt.

Durch den Einsatz vorhandener Werkzeugsoftware wie *SPHÄRI* und auch *CINDERELLA* (Gebert-Richter u. Kortenkamp 1999) – letztere ist weniger für die mathematische Geographie geeignet – lebt diese Tradition in computergrafischem Gewande wieder auf (vgl. auch den entsprechenden Beitrag von Monika Christl in diesem Heft). – Es wäre zu wünschen, dass die Kugelgeometrie in die Lehrpläne als verbindliches Unterrichtsthema aufgenommen wird.

4 Literatur

Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst (Hrsg.) (1991): Amtsblatt des Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst, Sondernummer 8, Jahrgang 1991, S.1226-1228

Deutsche Lufthansa (Hrsg,) (2000): Lufthansa Magazin 3/2000, Hamburg. Seite 92/93

Lambacher, Th., Schweizer W. (Hrsg.) (1957): Kugelgeometrie. Stuttgart: Klett

Mayer, A. (1997/99): *SPHÄRI* 5.0 (Interaktives Windowsprogramm zur Kugelgeometrie), München: Eigenverlag

Ministerium für Kultus und Sport Baden-Württemberg (Hrsg.) (1994): Bildungsplan für die Realschule. In: Kultus und Unterricht. Lehrplanheft 3

Richter-Gebert, J. u. Kortenkamp, U. (1999): *CINDERELLA* 1.0 (Interaktive Geometrie-Software). Stuttgart: Klett