

## GEDANKEN ZU EINEM KLIMAGLOBUS

VON GEORG JENSCH

Wenn ich das Klima in den Mittelpunkt meines Beitrages zu diesem Symposium über „Thematische Globen“ stelle, so nicht um irgendeine beispielgebende Parallelübertragung aus der Kartographie vorzunehmen. Hier gilt die Klimakarte ja als der Prototyp der thematischen Karte schlechthin. Sie wird neben der geologischen Karte und der Wirtschaftskarte im allgemeinen immer als ein unterstützendes Beispiel herangezogen, wenn es darum geht, die thematische Karte im Gegensatz zur topographischen — im weitesten Sinne gemeint — zu definieren. Als unterstützendes Beispiel insofern, als bis heute — soweit mir bekannt — eine solche Definition nicht gelungen ist und nicht eindeutig ausgesprochen werden kann, was eine thematische Karte eigentlich ist. Infolgedessen müssen derartige Definitionsversuche geradezu unterstützt und ergänzt werden durch den Hinweis auf überzeugende Beispiele. Und unter ihnen steht mit an erster Stelle zweifellos die Klimakarte.

Also nicht dieser Gesichtspunkt der Beispielgebung aus Definitionsgründen bewog mich, Betrachtungen über einen Klimaglobus anzustellen, sondern die Besonderheit des darzustellenden Sachverhaltes — des Klimas eben — selbst. Es kann ja wohl nicht der Zweck der Fragestellung in diesem Symposium sein, die thematischen Darstellungen aus der Kartographie einfach summa summarum und kritiklos auf den Globus zu übertragen, vielmehr sehe ich die Aufgabe darin, zu prüfen und zu erwägen, inwieweit für bestimmte erdräumliche Sachverhalte auf Grund ihrer spezifischen Eigenschaften die Darstellung auf dem Globus gegenüber der Darstellung in der Kartenebene sinnvoller wäre. Wenn man einmal die technischen und wirtschaftlichen Vorteile der Kartendarstellung außer Betracht und nur die reine Erkenntnisabsicht gelten läßt, ist natürlich jedem erdräumlichen Sachverhalt die Darstellung auf dem Globus adäquater. Die Erde ist nun einmal ein kugelähnliches Gebilde. Tut man das aber nicht und wirft die technischen und wirtschaftlichen Vorteile mit in die Waagschale der Erwägungen, so erscheint eine Darstellung auf dem Globus mehr oder weniger sinnvoll, je nach den spezifischen Eigenschaften der erdräumlichen Sachverhalte. Es gibt solche, die die kartenbedingten Verzerrungen ohne großen Schaden vertragen — und es gibt andere, deren Wesensmerkmale dabei bis zur Unkenntlichkeit verstümmelt werden. Deshalb grenze ich die Sachverhalte ein und möchte die Darstellung auf dem Globus nur für bestimmte gelten lassen. Zu ihnen — so meine ich — gehört das Klima, und das wäre im folgenden zu prüfen:

Eine jede Darstellung räumlicher Sachverhalte — sei es in der Karte, sei es auf dem Globus — läßt unmittelbar zweierlei erkennen:

1. den Sachverhalt als solchen, nach Art und Größe differenziert;
2. den differenzierten Sachverhalt in seinen erdräumlichen Lagerrelationen.

Was nicht unmittelbar erkennbar wird, sondern unter Umständen nur mittelbar erschlossen werden kann, das sind die dahinterstehenden inneren funktionellen Bindungen und Zusammenhänge des Sachverhaltes in seiner sachlichen und räumlichen Differenzierung. Auf diese Bindungen und Zusammenhänge aber kommt es bei der Themadarstellung ganz besonders an; denn in ihnen liegt letztlich der Schlüssel zum Verständnis des Ganzen. Deshalb werden sie oft selbst zum Gegenstand der Darstellung gemacht und also selbst zum Sachverhalt erhoben. Im allgemeinen jedoch müssen sie — wie gesagt — mittelbar aus der Darstellung erschlossen werden.

Nun sind diese globalen Zusammenhänge für verschiedene Sachverhalte von unterschiedlicher Intensität. Nehmen wir ein Beispiel:

Die Erdoberfläche setzt sich aus einem Gesteinsmosaik der verschiedensten geologischen Formationen zusammen. Nähme man — ich theoretisiere jetzt stark — ein Gesteinspaket aus diesem Mosaik heraus und ersetze es durch ein anderes — meinetwegen einen paläozoischen Gneis durch einen triassischen Sandstein —, so hätte das momentan so gut wie keine Konsequenzen für den übrigen geologischen Aufbau der Erdkruste. Erst im Verlauf des weiteren Bildungsvorganges würden sich auf weite Sicht unter Umständen solche ergeben.

Anders beim Klima. Würde man hier etwas Ähnliches tun und etwa das Af-Klima KÖPPENS in der Äquatorialzone (also das tropische Regenwaldklima) durch etwa das Def-Klima (das subarktische Feuchtklima) ersetzen, so hätte das augenblicklich weitreichende Folgen, und zwar sowohl in der Richtung einer Globalverschiebung des gesamten Klimamusters wie auch in Richtung seiner Umgestaltung im Detail.

Dieser Vergleich soll zeigen, daß die globalen Funktionsbeziehungen für verschiedene Sachverhalte verschieden intensiv sein können. Im Fall des geologischen Erdbildes sind sie nur in genetischer Sicht von Belang, doch bestehen sie kaum oder nur in geringem Maße in bezug auf den gegenwärtigen geologischen Sachverhalt. Demgegenüber ist die Existenz intensiver globaler Funktionsbeziehungen für den klimatischen Sachverhalt in jedem Augenblick evident; denn es bestehen in jedem Augenblick erdweite Bindungen und engste Zusammenhänge.

Die Unterschiede liegen offenbar in den unterschiedlichen Medien begründet, in denen sich die Bildungsprozesse der Sachverhalte vollziehen. Im ersten Fall ist es die relativ starre Erdkruste, die nur sehr langsame Vorgänge über lange Zeiträume zuläßt. Im anderen Fall ist es die sehr mobile Atmosphäre, in der die Vorgänge verhältnismäßig kurzfristig ablaufen können. Mit diesen Vorgängen beschäftigen

sich drei Wissenschaften: die Geophysik, die Meteorologie und die Klimatologie. Und es dürften ihre Erkenntnisse über die erdweiten Zusammenhänge nicht unbekannt sein, daß z. B. das Wettergeschehen in den Tropen einen merklichen Einfluß auf das Wettergeschehen in unseren Breiten hat. Die täglichen Beobachtungen durch Wettersatelliten ermöglichen es heute, diese Beziehungserkenntnisse für Deutung und Vorhersage nutzbar zu machen.

Insofern halte ich es zunächst einmal für belegt, daß das Klima eine Extremposition in der Reihe der darstellbaren erdräumlichen Sachverhalte einnimmt, weil es durch hochintensive globale Funktionsbeziehungen ausgezeichnet ist. Mit dem Klima liegt also eindeutig ein erdräumlicher Sachverhalt vor, bei dessen Darstellung über die Erkennbarkeit des Sachverhaltes selbst und seiner Lagerrelationen hinaus auch die Erschließung der räumlichen Funktionsbeziehungen ermöglicht werden muß, soll das Ganze begreifbar sein. Und es ist nun die Frage zu stellen, ob dieser Forderung die Darstellung in der Kartenebene noch gerecht werden kann bzw. ob auf Grund der bezeichneten Sonderstellung des klimatischen Sachverhaltes die Darstellung auf dem Globus sinnvoller ist. Ich meine, an dieser Stelle, wo die erdräumlichen Funktionsbeziehungen eine so große Bedeutung bekommen, wird diese Frage relevant.

Bei der Erörterung der gestellten Frage gehe ich von der Tatsache aus, daß die klimatische Differenzierung auf der Erde ein Effekt von Vorgängen ist, die sich in der Lufthülle als Reaktion auf Gleichgewichtsstörungen abspielen, die ständig neu entfacht werden durch die verschiedenen Bewegungen der Erde bzw. durch den daraus resultierenden Wechsel der Sonneneinstrahlung. In diesen Vorgängen manifestieren sich die erdräumlichen Funktionsbeziehungen, auf die es uns ankommt. Sie ihrerseits aber bilden sich unter dem Zwang unabänderlicher physikalischer Gesetze heraus, die in einer in sich geschlossenen Kugelhülle wirksam sind. Und das ist entscheidend! Nur unter solcher Bedingung besitzt die entstandene Kausalkette zwischen Ursache und Wirkung Gültigkeit — und nur unter solchen Bedingungen sind fehlerlose Schlüsse entlang der Kausalkette in beiden Richtungen möglich, läßt sich also der klimatische Effekt aus den atmosphärischen Vorgängen ableiten und lassen sich umgekehrt die erdräumlichen Funktionsbeziehungen erschließen. Nur so also wird das Ganze begreifbar.

Wird in dieser Konstellation jedoch die Raumbedingung geändert, so kann auf Grund der Unabänderlichkeit der physikalischen Gesetzmäßigkeiten nur zweierlei geschehen: Entweder die erdräumlichen Funktionsbeziehungen ändern sich auch, d. h., sie sind dann keine erdräumlichen mehr, oder — wenn an ihrer Existenz festgehalten wird — es zerbricht die Kausalkette, so daß ableitende Schlußfolgerungen nicht mehr möglich sind.

Dieser Fall tritt zweifellos ein, wenn die Darstellung des klimatischen Sachverhaltes in der Kartenebene erfolgt. Dann nämlich wird die Kugelhülle zur Ebene ausgewalzt, und es werden also die Raumbedingungen geändert. Die physika-

lichen Gesetze dagegen und das Gefüge der erdräumlichen Funktionsbeziehungen müssen als gegeben hingenommen werden. Die Kausalkette zerreißt. In einer solchen Kette ist es dann also nicht mehr möglich, die Zusammenhänge unter den Teilen des differenzierten Sachverhaltes herzustellen bzw. die klimatischen Effekte aus den Vorgängen in der Atmosphäre abzuleiten und umgekehrt. Die ganze Karte wird zum Vokabelmosaik, dem es an der sinnvollen Aussage mangelt.

Lassen Sie mich diese Überlegungen durch ein praktisches Beispiel erhärten.

Die Umsetzung der Kugelhülle in eine Ebene wird durch zwei Maßnahmen erreicht:

1. Zerschneidung der Hülle bzw. Verzicht auf ihre Geschlossenheit;
2. Beseitigung der Erdoberflächenkrümmung.

Dementsprechend entstehen zwei Mängel:

1. Es entstehen in der Karte Randzonen, die von Natur aus nicht vorhanden sind. In ihnen liegt Zusammengehörendes diametral entgegengesetzt, so daß die Zusammenhänge an diesen Stellen aufgerissen und dadurch völlig undurchsichtig sind. Allerdings läßt sich dieser Mangel durch geeignete Netzkonstruktionen und Überlappungen etwas mildern, er läßt sich aber nicht beheben.
2. Der zweite Mangel ist gravierender, weil er von grundsätzlicher Art ist und sich auf die Gesamtdarstellung bezieht. Nehmen wir als Beispiel den europäischen Raum. Seine klimatische Ausstattung ist zu einem wesentlichen Teil der Effekt von Luftströmungsvorgängen über dem Atlantik einschließlich Nordafrika, über dem Polargebiet und dem asiatischen Kontinent. Diese Strömungsvorgänge erwachsen aus den Funktionsbeziehungen zwischen der Zone der inner-tropischen Konvergenz, der subtropischen Hochdruckzelle, der subpolaren Tiefdruckzelle und der polaren Hochdruckkappe sowie den asiatischen Druckzellen. Als Ausgleichsbewegungen läuft hier ein scheinbar kompliziertes Strömungsspiel ab, das mit der scheinbaren Sonnenwanderung noch ständig modifiziert wird. Dieses Strömungsspiel vollzieht sich in der atmosphärischen Kugelhülle und ist streng physikalischen Gesetzen unterworfen. Es äußert sich teils in divergenten, teils in konvergenten Spiralen von ganz bestimmter Form. Wollen wir es in der Kartenebene darstellen, so bleibt uns bekanntermaßen nur die Wahl zwischen einer winkeltreuen, einer flächentreuen oder einer zwischen beiden vermittelnden Darstellung.

Die winkeltreue Darstellung wird in der Meteorologie zumeist bevorzugt, weil in ihr die Bewegungsrichtungen der Luftströmungen erhalten bleiben. Sie kennen alle das stereographische Azimutalnetz der Wetterkarten. In diesen winkeltreuen Abbildungen aber werden die Größenverhältnisse so verzerrt wiedergegeben, daß etwa in der erwähnten polständigen Azimutalabbildung die Dimensionen zum Äquator hin unverhältnismäßig stark anwachsen. Damit bekommt das subtropische Hochdruckgebiet eine übertriebene Ausdehnung gegenüber dem benachbarten subarktischen Tiefdruckgebiet, und die entsprechenden Divergenz- bzw.

Konvergenzspiralen erhalten ebenso unterschiedliche Aktionsradien. Damit wird das Gesamtgebilde entweder physikalisch funktionsunfähig oder — wenn es funktionsfähig bleibt, was unwahrscheinlich ist — dann ist das Resultat ein klimatischer Effekt, der vom wirklichen abweicht. In beiden Fällen also ist die Ableitung der klimatischen Ausstattung — etwa Europas — aus den größtenverzerrten Funktionsbeziehungen ebensowenig möglich wie umgekehrt der Schluß von der Ausstattung auf die zugrunde liegenden Funktionsbeziehungen.

Ähnliches gilt für die flächentreuen Darstellungen. Bei ihnen bleiben die richtigen Größenrelationen zwar gewahrt, aber dafür treten starke Deformationen auf. Divergenz- und Konvergenzspiralen werden so deformiert abgebildet, daß auch hier bei Anwendung der physikalischen Gesetze ein Strömungsspiel die Folge wäre, das in bezug auf die klimatische Ausstattung unsinnig ist.

Über die Möglichkeiten, die die vermittelnden Darstellungen bieten, erübrigt sich, glaube ich, jedes Wort, denn auch hier müssen zwangsläufig — wenn auch gemildert — Deformationen auftreten.

Natürlich ließe sich gegen diese Argumentation einwenden, daß man nur die physikalischen Gesetze im Sinne einer entsprechenden Verzerrung ebenfalls zu modifizieren brauchte, um die Dinge auch in der Karte im rechten Licht zu sehen. Ich glaube aber, es ist einfacher, einen Klimaglobus zu bauen als physikalisch umdenken bzw. nur in Verzerrungen denken zu müssen.

Das Fazit ist nach diesen Darlegungen klar: Die sinnvollste Darstellung des erdweiten klimatischen Sachverhaltes ist die auf dem Globus. Nur dann bekommt man die Zusammenhänge wirklich in den Griff. Damit sage ich gewiß nichts Neues und verursache keine Sensation. Dennoch hielt ich es für angebracht, das Selbstverständliche wieder einmal auszusprechen. Das muß man zuweilen tun, damit es nicht in Vergessenheit gerät. Dahinter steht natürlich das eigentliche Argument, daß es heute, da uns die Forschungsergebnisse aufgeben, erdweit zu denken, notwendiger denn je erscheint, die Darstellungsmöglichkeiten zu überprüfen und sie auszuschöpfen.

Nun zum Schluß noch einige Worte zum abgebildeten Klimaglobus (Bild 20) und zur beigefügten Klimakarte (Bild 21). Es war von der Technik her gar nicht einfach, einen solchen Globus anzufertigen. Die Herstellerfirmen beschäftigen sich einerseits nicht gern mit Außenseiteraufträgen, andererseits wollen sie sich ebenso ungern in die Karten gucken lassen. Daß der Globus nun existiert, verdanke ich meinen kartographischen Mitarbeitern und den Firmen IRO-Verlag in München sowie der Pestalozzi-Lehrmittelhandlung in Berlin. Die Beifügung der beiden Objekte soll zu einem Vergleich anregen. Auf beiden ist das gleiche dargestellt, nämlich die Klimagebiete der Erde nach KÖPPEN bzw. TREWARTHA, der die Klassifikation von KÖPPEN in Richtung einer Vereinfachung etwas modifiziert hat. Ich möchte es nun eigentlich Ihnen überlassen, sich ein Vergleichsurteil zu bilden. Vielleicht aber noch ein Hinweis meinerseits:

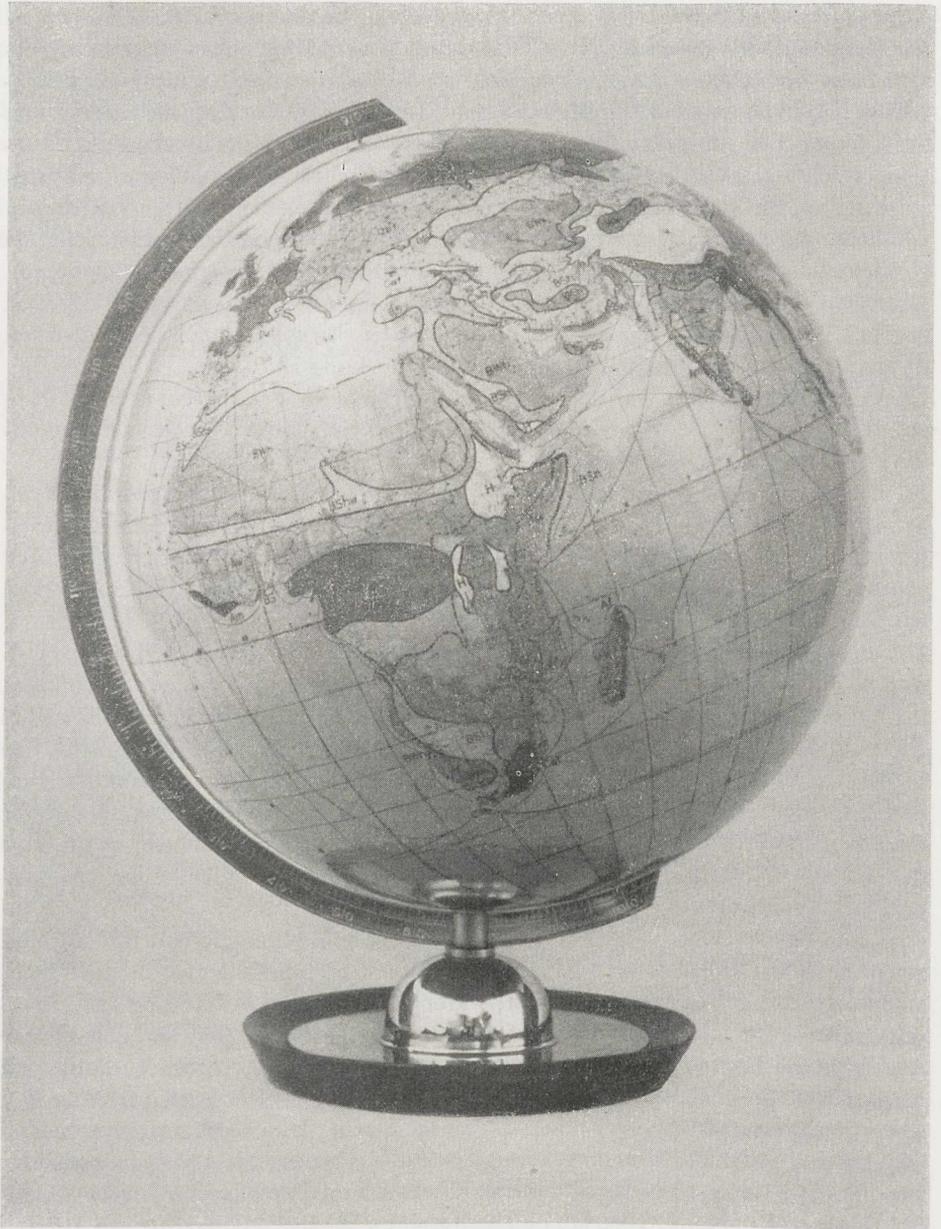


Bild 20. Entwurf eines Klimaglobus  
(Foto: Dr. LUCAS-Lichtbild, Berlin)

# DIE KLIMATE DER ERDE



M 1:40 000 000



Bild 21. Klimaerdkarte nach KÖPPEN (Foto: Dr. LUCAS-Lichtbild, Berlin)

Bei Betrachtung der beiden Objekte ist man zweifellos geneigt, die Karte dem Globus vorzuziehen. Warum? Einfach weil man auf ihr das ganze globale Klimabild auf einmal ins Auge fassen kann. Das Ganze zu erfassen, gelingt beim Globus nur sukzessiv. Dafür bietet er die Vorteile, die ich in meinem Referat anzudeuten versuchte. Man sieht die Dinge zwar in Portionen — und zwar an jedem Punkt der Erde in gleichsam Azimutalportionen —, aber man erfaßt das Ganze richtig: hier das Vokabelmosaik, als Ganzes überblickbar, dort die sinnvolle Aussage, nur fraktioniert zu erwerben. Absolut vollkommen sind beide Darstellungen nicht; ein Vorteil muß durch einen Nachteil erkaufte werden. Es kommt nur darauf an, dieses Geschäft in sinnvoller Weise vorzunehmen oder abzuwickeln. Und da glaube ich, es handelt sich gar nicht um die Alternative — Globus *oder* Karte —, sondern um eine Frage der Ergänzung des einen durch das andere. In einer solchen ergänzenden Handhabung der Darstellungsmöglichkeiten für die klimatische Ausstattung der Erde wäre sowohl dem Forschenden gedient als auch dem Lernenden. Jener verfügte über ein exaktes Arbeitsmittel, dieser gewönne eine unverbildete Vorstellung von den Zusammenhängen, wie sie wirklich sind.

## DISKUSSION ZU DEN VORTRÄGEN VON STAMS UND JENSCH

Prof. LEHMANN: Ich möchte Herrn Prof. PILLEWIZER zu der genialen Festlegung der Vortragsfolge beglückwünschen. Im ersten Beitrag wurde gezeigt, was man alles auf einem Globus bringen kann; im zweiten Vortrag — als Gegengewicht zu dieser Gedankenflut von Herrn STAMS — wurde von Koll. JENSCH der Kerngedanke des globalen Prinzips als ein rein didaktisches Prinzip an einem Beispiel ausgeführt. Der Hinweis, was ist eigentlich globusdarstellungswürdig und was ist nicht unbedingt globusdarstellungsnotwendig, ist das zentrale Anliegen. Dabei ist nicht zu vergessen, daß jede Globusdarstellung immer eine sehr kleine Darstellung ist, bei der immer eine unerhörte Generalisierung erzwungen wird.

Sie haben von Funktionsdarstellungen gesprochen. Kann ein Globus oder eine Karte überhaupt und in welchem Grad Funktionen darstellen? Es können nur Effekte dargestellt werden. Ich kann es dann unternehmen, Effekte, wie sie sich auf dem Globus abzeichnen, mit anderen zu kombinieren. Einer der wichtigsten Effekte ist zunächst, das Erdmodell selbst noch etwas plastischer zu machen und grundsätzlich mit einem erhabenen Relief zu versehen. Jeder Globus sollte ein Reliefglobus sein. Dann kann man übrigens auch Relief und Staaten kombinieren. Das ist doch für viele interessant.

Wie soll man den klimatischen Zusammenhang erkennen, wenn der viel größere Meeresraum ausgelassen ist? — Man brauchte Globen, auf denen man die verschiedensten Effekte aufzeichnen könnte. Man sollte dazu stumme Reliefgloben benutzen.

Herr STAMS: Zu der von Prof. JENSCH genannten Schwierigkeit, die die Beschaffung eines stummen Globus bereitet, kann der Hinweis gegeben werden, daß die amerikanischen Firmen stumme Reliefgloben eigens für diesen Zweck, zum selbständigen Bemalen mit verschiedener Thematik, anbieten.

Prof. BERNLEITHNER: Die Nachteile, die sich für die Betrachtung eines Globus mit Achsenmontierung ergeben, entfallen bei einem Rollglobus, bei dem alle Gebiete dem Betrachter zugekehrt werden können.

Prof. LEHMANN: Es gibt eine wunderbare Arbeit, die von Geographen und Kartographen wenig beachtet wird, die Studie über „Die orographischen Großformen der Erde“ von SCHMITT-

HENNER. Man sollte einen Reliefglobus nehmen und die großen Einheiten mit Farbe ausscheiden. Das gäbe eine gute Orientierung für die Schule und darüber hinaus für breite Kreise. Auch ein geologisches oder tektonisches Kartenbild ließe sich auf ein Relief aufbringen.

Dr. FISCHER: Der älteste thematische Globus steht meines Wissens im Klementinum in Prag. Es ist eine Manuskriptarbeit aus der ersten Hälfte des 18. Jh. von 121 cm Durchmesser. Auf ihm sind alle Länder, in denen sich Marmor findet, in der Naturfarbe des Steins angelegt.

Prof. GELLERT: Karte oder Globus? Es ist eine didaktische Frage, was sich auf einem Globus darzustellen lohnt. Ich würde hier die Karte bevorzugen, es handelt sich bei den Klimaregionen um zonale Dinge. Im Unterricht möchte ich einen Klimaglobus haben, der als Rollglobus ausgebildet ist und die Luftströmungen zeigt. Daran könnte man die Windsysteme besser demonstrieren. Ein zweites für einen thematischen Globus wichtiges Thema wäre, weil es ebenfalls die ganze Erdkugel umfaßt, die Geotektonik. Hier gibt es Beziehungen, die beispielsweise vom Atlantischen Ozean über die Antarktis in den Pazifischen Raum „hinüberreichen“. Das kann man auf einer normalen Karte nicht zeigen. Bei anderen Dingen mag die Karte den größeren Vorteil bieten. Aber bei diesen beiden genannten Themen würde ich dem Globus den Vorzug geben.

Prof. NEEF: Das Wesentliche der beiden Vorträge liegt wohl darin, daß wir beginnen, die Globusdarstellung überhaupt in Erwägung zu ziehen, das Problem in den Vordergrund zu rücken. Herr STAMS hat das Wesentliche gesagt. Der Globus führt uns das Kontinuum vor Augen. Mit den Fragen, was ist globusabbildungswürdig, welchen Vorteil bietet der Globus, kommen wir bei der Klimadarstellung in eine Kontradiktion hinein, wenn das Klima durch die Klimatypen wiedergegeben wird. Wir vergeben uns dann die Möglichkeiten, das Klima zu verstehen. Wenn sich ein Betrachter so viel nicht Dargestelltes vorstellen kann, um über die Klimatypen das Klima zu verstehen, dann kann er sich auch dieses Letzte noch vorstellen. Dazu ist dann auch kein Globus mehr notwendig. Ist es nicht das Ziel, aus der Anordnung der Luftdruckzellen und der Dynamik im Jahresgang als Primäres die Verbreitung der Klimatypen zu verstehen. Deshalb sollten die Elemente und nicht die Verallgemeinerung dargestellt werden.

Prof. BERNLEITHNER: Wenn ich jetzt etwas zu dem schönen Referat von Koll. STAMS sage, soll es nicht als Kritik aufgefaßt werden. Er hat uns hier Bilder von Globen gezeigt, nicht alle sind wertvoll. Es hat manches genauso viel didaktischen Wert, wie der Globus der in Wien vor dem Planetarium steht, mit 3,5 m Durchmesser. Obwohl eine Kommission um ihre Meinung gefragt wurde, hat den Globus ein Bildhauer gemacht: einen physikalischen Globus mit einem „schönen“ Relief mit einer unglaublichen Überhöhung. Es stimmt mit dem Kartenbild nicht überein, und außerdem ist er ein stummer Globus. Zugegeben, auf 50 m Entfernung wirkt er gut. Bei dem gezeigten zoologischen Globus war ebenfalls keine Hydrographie beschriftet und auch kein Tier mit Namen genannt. Welchen Wert soll eine solche Darstellung besitzen?

Prof. PILLEWIZER, als Diskussionsleiter, antwortet darauf, Herr STAMS habe den Globus im Zoologischen Garten in Dresden nur zum Anlaß der Untermalung der Vorstellung genommen, daß für einen Globus dieser Thematik ein echtes Bedürfnis bestehen könne.

