

## DIE HERSTELLUNG VON PLASTGLOBEN

VON HEINZ FINGER

Im Mathematisch-Physikalischen Salon im Dresdner Zwinger befinden sich Globen, die aus mehreren Jahrhunderten stammen. Das Studium der Exponate vermittelt nicht nur Kenntnisse über den Stand der Erforschung unserer Erde in jenen Zeitepochen, sondern wir erhalten auch einen Einblick in die damaligen Herstellungsweisen der Globen.

Da sich der Coronelli-Weltbund der Globusfreunde auch mit den Fragen und Problemen der Produktion von Globen beschäftigt, sollen die Herstellungsmethoden der Gegenwart aufgezeigt werden. Alle Gedanken, Vorstellungen und Überlegungen zur Erweiterung der Thematik bei der Wiedergabe von Fakten auf dem Globus als Wissens- und Kenntnisvermittler ohne Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten einer massenweisen Herstellung von Globen, bleiben vergebliche Bemühungen.

In unsere schnellebige Zeit, ins Zeitalter der Sputniks und in die Epoche umwälzender gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Veränderungen passen die manuellen Fabrikationsmethoden nicht mehr hinein. Wenn der Globus in Zukunft nicht nur nach IMHOF schönstes Symbol der Könige und Geographen und Spielzeug der Diplomaten [1] sein und bleiben soll — sondern den Benutzer stets aktuelle, wahrheitsgetreue politische, wirtschaftliche und sonstige thematische Tatsachen widerspiegeln und umfassende Kenntnisse über Größe und Lage der Länder, Kontinente und Meere auf unserem Erdball vermitteln soll —, dann muß auch eine schnelle, rationelle Serienproduktion angestrebt werden.

Zur Befriedigung der Bedürfnisse unserer Menschen werden alle Anstrengungen unternommen, um mehr und billigere Waren und Gebrauchsgüter zur Verfügung zu stellen. Bei dem vorhandenen Mangel an Arbeitskräften kann nur die Technisierung und Mechanisierung Abhilfe schaffen. Alle Bemühungen in Forschung und Entwicklung dienen dem großen Ziel der allumfassenden Mechanisierung und Automatisierung.

### *Gegenwärtige Herstellungsmethoden von Globen*

Gestatten Sie mir einen kleinen Überblick über die im weltweiten Maße eingesetzten Produktionsverfahren bei der Globenherstellung. Die alten, historischen Einzelanfertigungen, das manuelle Auftragen und Übertragen der erforschten Tatsachen, die künstlerische Zeichnung und Beschriftung, die feinmechanischen

Wunderwerke, die in Metall getriebenen Formen und Begrenzungen, feinziselierte Globushalter u. a. m. sollen hierbei außer Betracht bleiben.

### 1. Globus mit aufgeklebten Papiersegmenten

Die verbreitetste Herstellungsmethode von Globen ist die des Beklebens von Kugelkörpern mit bedruckten Papiersegmenten. Die Möglichkeit der geringfügigen Verformung gefeuchteten Papiers kommt dieser Herstellungsmethode entgegen. Nur dieser Umstand ermöglicht die Übertragung der zweidimensionalen Papiersegmente auf die sphärische Oberfläche der Kugel.

Nach Festlegung der Zweckbestimmung, des vorgesehenen Benutzerkreises für den Globus, werden die mathematischen *Vorarbeiten* durchgeführt. Der Maßstab bzw. in Abhängigkeit davon der Kugeldurchmesser werden bestimmt und die redaktionellen Festlegungen getroffen. Nach Fixierung der Längen- und Breitenkreise beginnt die kartographische Bearbeitung. Alle Inhaltselemente werden so in das Globussegment eingetragen, wie sie im fertigen Globus erscheinen sollen, und die gewählten Schriftarten und -größen lagegenau plaziert. Die Farbgebung richtet sich nach der erarbeiteten Farbskala. Die Unterlagen werden für den Mehrfarbendruck vorbereitet. Sämtliche bearbeiteten Segmente werden auf einen Anlagebogen montiert, getrennt nach den verschiedenen Farben, und für den Druck zusammengestellt.

Während sich die allgemeine Vervielfältigungstechnik auf die verkürzte Farbskala orientiert, werden beim *Druck* von kartographischen Erzeugnissen, dazu gehören auch Globen, Vielfarbendrucke angetroffen, nicht selten zehn, zwölf und noch mehr Farben. Zur Gewährleistung einer einheitlichen Farbwiedergabe stehen die Einzelsegmente eines Globus auf einem Druckbogen. Beim Aufkleben der Segmente eines Druckbogens auf die Kugel dürfen Farbabweichungen kaum vorkommen.

Besondere Beachtung muß beim Bedrucken des Papiers der Papierlaufrichtung geschenkt werden; denn das Papier dehnt sich bei Feuchtung senkrecht zur Papierlaufrichtung mehr als in Laufrichtung aus. Die unterschiedlichen Dehnungsverhältnisse werden für das Bekleben des sphärischen Körpers ausgenutzt.

Für den Druck selbst wird allgemein das Offsetverfahren eingesetzt.

Das gesamte Globusbild befindet sich auf einem Druckbogen. Es werden nun die Einzelsegmente aus dem Druckbogen herausgeschnitten oder herausgestanzt. In der Praxis wird eine Segmentseite exakt beschnitten, die andere wird mit einem überstehenden Rand belassen.

Die zu beklebenden Kugeln sind entweder aus Pappe, Glas oder Plast. Die *Kugelvorbereitung*, damit die Segmente auf der Kugeloberfläche haften, ist unterschiedlich und materialbedingt. Bei Pappkugeln wird nur Kleister verwendet. Die Papiersegmente werden mit Kleister bestrichen und nehmen vor dem Aufkleben die Feuchtigkeit auf.

Nach genügender Feuchtung des Papiers wird das Aufkleben der Einzelsegmente durchgeführt. Meridian wird an Meridian gepaßt, und die Parallelkreise werden optimal angeglichen, so daß ein kontinuierlicher Verlauf der Breitenkreislinie erreicht wird. Das leicht dehnbare Papier erlaubt dem Modelleur das faltenlose Bekleben der gesamten Kugelfläche. Viel Erfahrung und Geschick erfordert dieser *Klebe-prozeß* vom Bearbeiter. Wenn eine Glaskugel mit den Segmenten versehen wird, um anschließend als Leuchtglobus verwendet zu werden, muß der Modelleur die Segmente so aneinanderstoßen lassen, daß bei ausgeschalteter Innenbeleuchtung das Globusbild ohne Schnitt- und Klebeschatten erscheint.

Die beklebten Kugeln trocknen anschließend langsam. Große Regale sind erforderlich, um die tägliche Produktionsmenge aufnehmen zu können.

Entsprechend der Kundenwünsche und zur Erhöhung der Lesbarkeit des Globus-inhalts wird der Globus nach Trocknung lackiert, entweder manuell, mit Spritzpistole oder im Tauchverfahren.

Die beklebte und lackierte Kugel wird nun mit Meridian und Ständer versehen. Wenn es sich um einen beleuchteten Globus handelt, wird noch zusätzlich die elektrische Installation vorgenommen. Nach der Gütekontrolle wird der fertige Globus in Schachteln verpackt.

Der Wunsch nach einer *Mechanisierung* der Arbeitsprozesse wird durch die vielen manuellen Arbeiten und die notwendigen manuellen Fertigkeiten schwer zu realisieren sein. Für die Erhöhung der Produktion sind neben Teilmechanisierungen (Stanzen, Lackieren) vor allen Dingen mehr Arbeitskräfte erforderlich, die nicht in allen Fällen zur Verfügung stehen.

Die verzerrungsfreie Übertragung der zweidimensionalen Papiersegmente auf den sphärischen Körper ist grundsätzlich nicht möglich und kann nur unter Einschaltung des subjektiven Könnens der Bearbeiter optimal erfolgen. Bei der kartographischen Erarbeitung brauchen keine Verzerrungsprobleme berücksichtigt werden, das Herausgabeoriginal entspricht dem gewollten Globusbild.

## 2. Globus aus Weichfolie

Der verhältnismäßig kleine Maßstab der Globen verbietet eine Inhaltsdetaillierung und Namenfülle. Globen werden in der Hauptsache zur groben Orientierung, zur Erfassung der gegenseitigen Lage von Ländern, Kontinenten und Weltmeeren sowie zur Raumgestaltung verwendet. Beim Vergleichen von Globen älterer und jüngerer Ausgaben stellt man fest, daß der Inhalt, insbesondere die Namen, sinnvoll reduziert werden. Man könnte dem entgegenhalten, daß die Wissenschaftlichkeit des Globus dadurch geringer werde. Es soll hierbei nicht die Frage der Zweckbestimmung eines Globus geklärt werden, es soll nur die Aufmerksamkeit auf diesen Umstand gelenkt werden, weil die nun zu besprechenden Herstellungsverfahren in der angegebenen Richtung Einschränkungen und Reduzierung von Detaildarstellungen bedingen und erforderlich machen.

Allgemein bekannt sind aufblasbare Spielbälle, teils mehrfarbig, teils mit bunten Bildern und neuerdings auch mit einem einfachen Kartenbild versehen. Wenn der Globusbenutzer gewillt ist, von gewissen Qualitätsforderungen Abstand zu nehmen, dann könnte dieser Herstellungsmethode nähergetreten werden.

Am Beispiel eines japanischen aufblasbaren Weichfolienglobus soll der Arbeitsprozeß analysiert werden.

Die notwendigen Vorarbeiten unterscheiden sich nicht von den bisher besprochenen. Das Bedrucken von Weichfolien geschieht jedoch nicht im Offsetverfahren, es kommen die in der Verpackungsindustrie üblichen „Hochdruckverfahren“ unter Einsatz von Gummiklischees o. ä. zur Anwendung. Die wünschenswerten Feinheiten gehen drucktechnisch nicht zu realisieren, und das Globusbild kann von vornherein auf diesen Umstand abgestimmt werden. Das Globusbild wird wieder segmentweise bearbeitet, das Verhältnis zwischen dem Herausgabeoriginal und dem endgültigen Globus ist wieder 1:1.

Das Bedrucken geschieht von der Rolle, sämtliche Farben werden beim Einsatz einer mehrfarbigen Flexodruckmaschine in einem Arbeitsgang übertragen. Eine zweckmäßige Farbgeduzierung ist erforderlich. Die Farben passen nicht immer genau zueinander.

Das auf die Folie segmentweise aufgedruckte Globusbild wird ausgestanzt und anschließend im Hochfrequenzverfahren verschweißt. Außer einer Naht befinden sich sämtliche Schweißnähte im Globusinnern. Die Polkappen für Halterung und Ventil sind ebenfalls aufgeschweißt. Der Globus ist in dieser Form fertig und kann, da er erst vom Endverbraucher aufgeblasen zu werden braucht, zusammen mit dem Gestell verpackt werden. Das Verpackungsmaterial ist sehr raumsparend.

Der Herstellungsgang umfaßt nicht so viele Einzelprozesse wie bei der klassischen Herstellungsart. Das Endergebnis ist augenblicklich — und wahrscheinlich auch in Zukunft — qualitativ schlechter als der mit Papiersegmenten beklebte Globus. Der Inhalt ist wesentlich reduziert und sieht grob aus. Es sind eine Anzahl von Arbeitsgängen mechanisierbar bzw. automatisierbar. Sehr günstig ist der erforderliche geringe Verpackungsaufwand, schätzungsweise wird nur  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{20}$  vom notwendigen Verpackungsvolumens des beklebten Globus benötigt.

### *3. Globus aus thermoplastischer Hartfolie*

Seit Jahren ist die chemische Industrie in der Lage, „Kunststoffe“ mit vorgegebenen Eigenschaften zu entwickeln. Während noch vor wenigen Jahrzehnten die Plasterzeugnisse im Ruf von Ersatzmaterialien wegen fehlender Metalle waren, können wir heute feststellen, daß die Plaste, das jüngste Kind der Chemie, das Gesicht unserer Zeit prägen.

Es sollen bei unserer Betrachtung nicht die Plastkugeln im Vordergrund stehen, welche die Papp- oder Glaskugel ablösen, es sollen nur jene Möglichkeiten erörtert

werden, die unter Ausnutzung der thermischen Eigenschaften verschiedener Plaste zur gewollten Form durch Verformung auf mechanischem oder pneumatischem Wege führen.

Zum allseitigen Verständnis ist es erforderlich, eine kurze Zusammenfassung über Folienarten und Verformungsmöglichkeiten zu geben.

Aus der Vielzahl der bekannten Plastfolien interessieren für unsere Arbeiten nur *thermoplastische Materialien*. Das einzusetzende Folienmaterial muß homogen in der Zusammensetzung, bedruckbar und verformbar sein. Gleichzeitig muß es schneid- oder stanzbar und für Schweiß- bzw. Klebprozesse geeignet sein.

Wir haben in der DDR vor Jahren eine Entwicklung abschließen können, die es gestattet, Plastfolien im Offsetverfahren zu bedrucken und anschließend tiefzuziehen. In den Allgemeinbildenden Polytechnischen Oberschulen der DDR werden als Unterrichtsmaterial dreidimensionale Plastkarten verwendet. Im Gegensatz zu sämtlichen im täglichen Leben anzutreffenden geformten Gegenständen aus Plast handelt es sich bei den kartographischen Erzeugnissen um bereits vor der Verformung bedruckte Folien. Das Druckbild macht also den Verformungsprozeß mit und soll nach dem Tiefziehen qualitativ befriedigen. Die Lage der Flüsse, Berge, Städte usw. soll im dreidimensionalen Modell richtig sein.

Thermoplastische Folien bestehen aus langen, fadenförmigen Molekülketten, deren Gefüge sich bei Erwärmung lockert, flexibel und dehnbar wird und nach Erkaltung die gewünschte Form beibehält. Bei erneuter Erwärmung besteht die Möglichkeit einer Rückführung des Materials in die Ausgangsform.

Thermoplastisches Folienmaterial kann nach Erwärmung durch verschiedene Methoden verformt werden.

*Mechanisch*: Die nach Erwärmung in der plastischen Zustandsphase befindliche, gummiähnliche Folie wird über ein Modell der vorgesehenen Endform gezogen. Matrize und Patrize des Modells führen das verformbare Material in die Endform über. Das Folienmaterial befindet sich zwischen Matrize und Patrize. Um möglichst gleichmäßige Dehnungsverhältnisse im Endprodukt zu erhalten, kann durch einen Blasprozeß das Material vorgestreckt werden (Bild 55).

*Pneumatisch*: Das verformbare Folienmaterial kann durch Überdruck oder Unterdruck die Modellform annehmen. Beim Einsatz des Überdruckverfahrens wird mit Preßluft die dehnbare Folie an oder in das Modell (positive oder negative Form) gepreßt. Beim Unterdruckverfahren befindet sich das Modell in einem an einen Vakuumbehälter angeschlossenen Kasten, der durch die zu verformende Folie luftdicht abgeschlossen wird (Bild 56). Nach Erwärmung der Folie wird der Kasten evakuiert, und der atmosphärische Druck drückt die weiche Folie an oder in das Modell, je nachdem, ob im Positiv oder Negativ „tiefgezogen“ wird. Beide Möglichkeiten werden praktisch angewendet; die Reliefkarte vom „Harz“ wird vom Positiv, Reliefkarten der ČSSR z. B. vom Negativ gezogen.

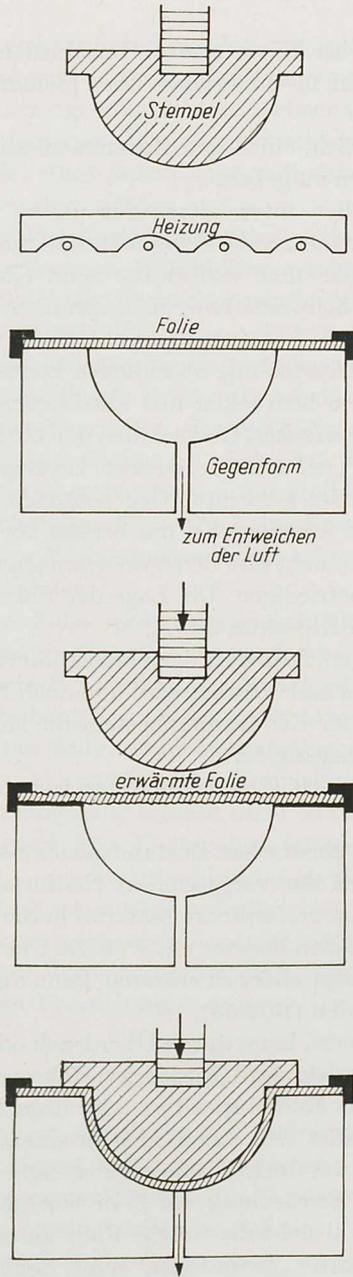


Bild 55

Mechanisches Verformen durch Stempel und Gegenform

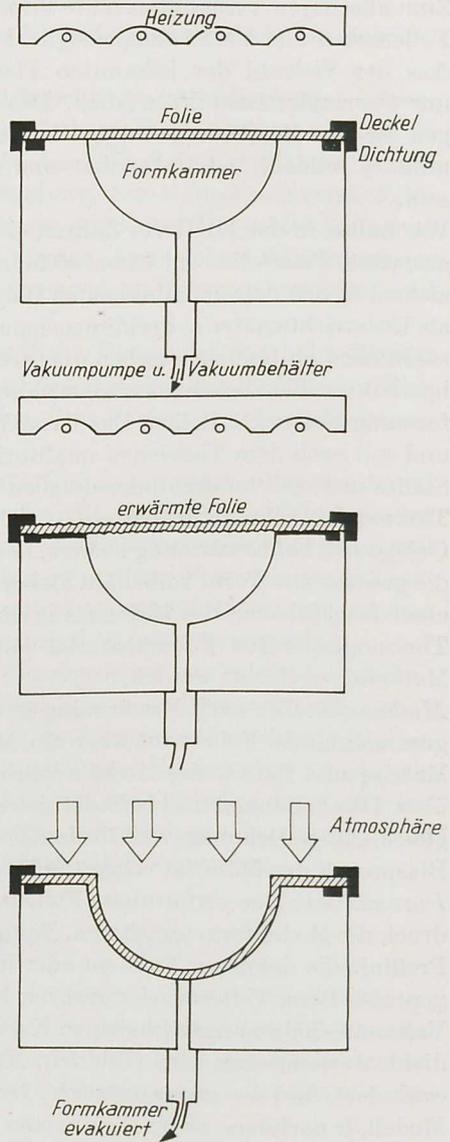


Bild 56

Tiefziehen von Negativform

Für beide Verformungsmöglichkeiten werden Geräte und Maschinen benötigt, die in ihrer Grundausrüstung

Formkammer mit Deckel

Heizung (Dunkel- oder Hellstrahler)

Vakuumpumpe (mit angeschlossenem Vakuumbehälter und Preßluft zum Kühlen)

Anlegemarken bei bedruckten Folien

haben.

Unter Berücksichtigung der Eigenschaften der einzusetzenden Plastfolien, der anzuwendenden Verformungsart und der Weiterverarbeitungsmöglichkeiten beginnt die Bearbeitung der Unterlagen für den Globusdruck.

Während bei den bisher besprochenen Herstellungsmethoden geographisches Netz, Grenzen, Namen und Bezeichnungen im Verhältnis 1:1 kartographisch bearbeitet werden konnten, müssen bei der kartographischen Bearbeitung der Druckunterlagen für tiefziehende Globen die auftretenden Dehnungen berücksichtigt werden. Die Dehnungsverhältnisse der Folie können durch Versuchsverformungen empirisch ermittelt werden. Mathematische Berechnungen führen schließlich zu einem verzerrten Netzbild im Herausgabeoriginal.

Das gesamte Globusbild wird zusammenhängend konstruiert. Linien, Signaturen, Schriften, Farben usw. müssen den unterschiedlichen Dehnungsverhältnissen zwischen Pol und Äquator Rechnung tragen. Bei dieser Herstellungsmethode muß mehr als bei den bisher besprochenen berücksichtigt werden, daß die Feinheiten im Druckoriginal und Detaillierungen des Inhalts im Endprodukt nicht mehr vorhanden sind, schließlich verhält sich die Oberfläche einer Halbkugel zur Großkreisfläche wie 2:1.

Die befriedigenden Ergebnisse der im Offsetdruck hergestellten Reliefkarten waren der Anlaß, auch für den Globusdruck das Offsetverfahren einzusetzen. Die tiefziehfähige weiße Plastfolie des VEB Elektrochemisches Werk Bitterfeld wird mit hitzebeständigen Spezialfarben bedruckt. Die schnelltrocknenden, jedoch das Folienmaterial nicht ablösenden Druckfarben erlauben einen kontinuierlichen Druckprozeß.

Es wurde bereits erwähnt, daß mehrere Möglichkeiten bestehen, eine thermoplastische Folie zu verformen. Die hier aufgebaute *Versuchsanlage* zur Demonstration des Tiefziehverfahrens besteht aus Formkammer mit Deckel und negativem Modell mit Heizung und Anschlußmöglichkeit an eine Vakuumanlage. Zur Erzielung gleichmäßiger Körper aus Plast muß die günstigste Folientemperatur für den Tiefziehvorgang ermittelt, der notwendige Unterdruck im Vakuumbehälter festgestellt und die Dauer des Tiefziehprozesses bestimmt werden. Wenn Temperatur, Vakuum und Tiefziehdauer immer gleichmäßig gehalten werden und homogenes Folienmaterial angenommen werden kann, dann besteht Aussicht, daß die geformten Plastkörper im Endergebnis weitgehend gleich sind. Zur Einschränkung muß allerdings bemerkt werden, daß geringfügige Abweichungen des Folien-

materials in der Materialdicke, in der Vermischung der Ausgangsstoffe usw. auch zu kleineren oder größeren Formabweichungen führen.

Wenn die Entscheidung getroffen wurde, den Globus aus zwei Teilen herzustellen — die Teilung könnte längs des Nullmeridians oder des Äquators erfolgen — dann werden je nach verwendetem Folienmaterial die Halbkugeln durch einen *Schweißprozeß* oder ein *Klebeverfahren* zusammengefügt. Die fertigen Kugeln müssen nun noch nachbearbeitet werden, überflüssige Materialteile entfernt und die Kugeln in den Ständer oder sonstige Halterung eingepaßt werden.

Der notwendige Verpackungsaufwand unterscheidet sich nicht von dem beim beklebten Globus, wenn man sich nicht entschließen kann, die Endmontage beim Benutzer oder im Verbraucherland durchführen zu lassen.

Bei unserem Beispiel befindet sich das Globusbild auf *zwei Folienteilen*. Bei den bisherigen Methoden mußten 12 Segmente bearbeitet werden, und wenn bei der Globenproduktion eine größere Produktivität ohne Erhöhung der Arbeitskräfte notwendig ist, könnte diese Forderung mit dem Tiefziehverfahren realisiert werden. Im Vergleich zu den Ergebnissen der aufblasbaren Weichfoliengloben ist die Qualität der tiefgezogenen Plastgloben besser.

Viele der bisher manuell zu verrichtenden Arbeiten können bei diesem Verfahren im echten Sinne mechanisiert und automatisiert werden. Eigentlich ist es möglich, nach Beendigung des Druckprozesses den weiteren Verlauf der Maschine zu überlassen.

In der umfangreichsten deutschen Globensammlung, im Dresdner Zwinger, stehen die Senioren der Globen, doch die technische Revolution des 20. Jahrhunderts macht vor keinem Industriezweig halt. Auch die Globenproduktion wird von ihr erfaßt. Chemie, Polygraphie und Maschinenbau sind die Hilfsmittel für Geographie und Kartographie, aber auch für andere Wissensgebiete, um mit ihnen die neuesten Erkenntnisse auf dem Bildungs- und Orientierungsmittel Globus zur Darstellung zu bringen.

## LITERATUR

[1] IMHOF, E.: Internationales Jahrbuch für Kartographie III, C. Bertelsmann Verlag, Gütersloh 1963, S. 93.

## DISKUSSION

Prof. PILLEWIZER dankt Herrn Dr. FINGER für Vortrag und Vorführungen. Er stellt fest, daß der Vortrag von großem Interesse für die Versammlung war, da er zeigte, wie die neue Technik heute immer mehr auf alle Wissensgebiete zukomme.

Dr. HARVALIK fragt: Haben Sie auch schon versucht, dreidimensionale Globen herzustellen? Dabei besteht nämlich die Schwierigkeit, daß scharfe Formen mit den heute vorhandenen Folien noch nicht möglich sind.

Dr. FINGER: Dreidimensionale Globen wurden noch nicht versucht.

Dr. FISCHER berichtet, daß plastische Mondgloben erzeugt wurden, indem mehrere Kugelkalotten einzeln hergestellt und danach zur Kugel montiert wurden.

Prof. LEHMANN legt dar, die Ausführungen hätten auch gezeigt, welche weittragende Bedeutung die technische Revolution für alle Wissenszweige hat. Ich möchte eine Lanze für den aufblasbaren Globus brechen. Vor dem Krieg hatte ich die Idee, einen Atlas im Maßstab 1:5 Mill. zu schaffen, von dem jedes Kartenblatt aufzublasen sein sollte. Prof. BERNLEITHNER hat uns berichtet, daß die Herstellung des großen Globus vor dem Planetarium in Wien 300000 Schilling gekostet habe. Bei dem heutigen Stand der Technik müßte ein solches Objekt unbedingt billiger herzustellen sein. Der aufblasbare plastische Globus war vor 30 Jahren noch undurchführbar. Heute aber ist es möglich, ihn herzustellen.

