

Der Gottorfer Globus und die Sphaera Copernicana - mechanische Manifeste des barocken Universums

M. D. u. H.,

- Herzog FRIEDRICH III. von Schleswig-Holstein-Gottorf lebte von 1597 bis 1659 und hatte damit die beneidenswerte Gelegenheit, zumindest die erste Hälfte der wohl aufregendsten Epoche in der Geschichte der Astronomie mitzuerleben - eine Epoche, die das Geistesleben des Abendlandes so gründlich umstürzte, daß ihre Nachwirkungen auch für uns noch gegenwärtig sind.

In einem Zeitalter, in dem die Mondlandungen schon Schnee von gestern und Satellitenempfang eine Alltäglichkeit ist, fällt es schwer zu begreifen, daß so 'banale' Alltagsweisheiten wie: Die Erde kreist um die Sonne, oder: Die Erde dreht sich um sich selbst, zu Lebzeiten FRIEDRICHs III. noch stürmische Diskussionen auslösten. Genau diese Diskussionen aber waren es - von ihrer weltanschaulichen Tragweite einmal ganz zu schweigen -, die dazu führten, daß zwischen 1650 und 1664 entstanden am Gottorfer Hofe Herzog FRIEDRICHs III. zwei "künstliche *Monumenta mathematica*" entstanden, von denen vor allem eines nach seiner Fertigstellung Berühmtheit in ganz Europa erlangen sollte:

- der Gottorfer Riesenglobus, der in einem eigens dafür errichteten Lusthaus in der Gartenanlage "Newes Werck" nördlich des Schlosses aufgestellt wurde.

Folie 1. Dieser Globus von 3.11 m Durchmesser stellte von außen die Weltkugel dar, in seinem Inneren barg er ein Planetarium, das den Sternenhimmel und den Sonnenlauf samt ihren Bewegungen so zeigte, wie sie von der Erde aus zu sehen sind. Sein besonderer Reiz bestand darin, daß man in ihn hineinsteigen, dort platznehmen und die Sterne um sich herumkreisen lassen konnte, ohne dabei selbst bewegt zu werden. Der Globus war eine eigene Erfindung des Herzogs gewesen, die 'wissenschaftliche Leitung' dieses Projektes hatte allerdings sein Hofgelehrter und Bibliothekar

- ADAM OLEARIUS inne. Der aus Limburg herbeigeholte Büchsenmacher
- ANDREAS BÖSCH schließlich setzte die Idee des Herzogs in die Tat um.
- Das andere "Monument" war die sog. "Sphaera Copernicana", die in den Jahren 1654 - 57 von ANDREAS BÖSCH selbständig entwickelt und unter

seiner Regie gebaut wurde. Offenbar entstand sie als Ergänzung und Erweiterung des kosmographischen Konzepts des großen Globus im Neuen Werk und zu einem Zeitpunkt, da die Arbeiten am Globus selbst bereits weit fortgeschritten waren.

- ▪ Gemessen am heutigen Wissensstand war das barocke Universum sehr klein: Es gab Sonne, Erde und Mond; es gab fünf weitere Planeten - Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn - von denen die beiden letzteren ebenfalls von Trabanten umkreist wurden,
 - es gab die noch sehr rätselhaften Kometen, und es gab die Fixsterne,
 - die auf den damaligen Sternkarten noch nicht zu bloßen mathematischen Punkten abgemagert waren, sondern funkelten und strahlten, daß es eine Freude war. Die Bewegungen der Himmelskörper waren sehr gut bekannt, und es lagen strenge Indizien dafür vor, daß diese Bewegungen in einem heliozentrischen System stattfanden. Doch abgesehen von der Erde konnte man über Entfernung und Dimensionen - und erst recht über die physische Beschaffenheit - der Himmelskörper nur spekulieren.
 - Die astronomischen Koryphäen hießen NICOLAUS COPERNICUS, TYCHO BRAHE und - in gewissen Grenzen - CLAUDIUS PTOLEMÄUS.
 - Die Gesamtausdehnung des Universums erstreckte sich kaum über das Planetensystem hinaus - heute der kosmische Vorgarten, vor 350 Jahren begann hier die kosmische terra incognita. Wie sollte man also dies alles in eine mechanische Form bringen - vor allem, da sich die Himmelsbewegungen von der Erde aus betrachtet ganz anders darstellen, als von einem weit außen gelegenen Standpunkt? Daß hierfür zwei Modelle erforderlich waren, liegt auf der Hand - und so sind auf Gottorf auch entsprechend zwei eng verschwisterte "*monumenta mathematica*" entstanden - der Riesenglobus und die Sphaera COPERNICANA. Schauen wir uns als erstes den Globus näher an:
- In seiner 1674 veröffentlichten Beschreibung schreibt ADAM OLEARIUS, daß der Gottorfer Globus "*zweyfach*" sei. Damit meinte er nichts weiter, als daß der Globus Erd- und Himmelsglobus in einem war. Wenn man sich jedoch klarmacht, was der Globus zeigen konnte und sollte, so wird deutlich, daß OLEARIUS' Worte den Kern nur bedingt trafen.
 - + **Folie 2.** Tatsächlich ist der Gottorfer Globus nur von außen ein 'Globus' im herkömmlichen Sinne: eine Kugel, welche die Oberflächengestalt der Erde modellhaft und maßstäblich richtig darstellt. Auch wenn seine Größe

über alles hinausging, was man damals kannte, war er mit allen nötigen Attributen eines Globus des 17. Jhs. versehen: dazu gehörten vor allem der Horizont- und der Meridianring, die beide genaue Gradskalen trugen, um die Positionen verschiedener Orte auf der Erde nachprüfen zu können. Beim Gottorfer Globus hatte man den Horizontring zu einer breiten begehbaren Galerie erweitert, um auch die nördliche Hemisphäre betrachten zu können. Der Wasserantrieb im Keller des Globushauses sorgte (zumindest zeitweise) dafür, daß sich das große Weltmodell wie die richtige Erdkugel einmal am Tage um seine eigene Achse drehte.

Wenn wir den Globus jedoch von innen betrachten, so haben wir es nicht mehr mit einem 'Himmelsglobus', sondern mit einem großartigen Modell des geozentrischen (PTOLEMÄISCHEN) Weltsystems zu tun, in dem die Erde unbeweglich in der Mitte des Universums steht und alle Gestirne ihre Bewegungen um die Erde vollführen. Die Innenfläche der Kugelschale imitiert das gestirnte Himmelsgewölbe. Damit besitzt der Globus die Funktion eines Planetariums, das die Bewegungen der Sterne so darstellt, wie sie der Betrachter von der Erde aus wirklich sieht.

Der Globus besitzt einen Außendurchmesser von 3.11 m. Er dreht sich um eine feststehende, starke Achse aus Eisen, die um rund 54° nach Norden geneigt ist und die auch die gesamte Innenkonstruktion trägt. Die für einen Erdglobus unübliche Achsneigung erklärt sich, wenn wir das Globusinnere betreten - dazu also später. Im Globussaal reichte die Achse vom Fußboden bis zwischen die Deckenbalken. Das untere Ende ruhte auf einem Mühlstein, der etwas aus dem Fußbodenniveau herausragte und mit einer zwölfeckigen Verkleidung eingefast war.

Die Worte von ADAM OLEARIUS, der Globus sei "*von Kupfer*" gewesen, führten später zu der Annahme, daß die Kugel aus massivem Kupferblech getrieben worden sei. Ihr konstruktiver Aufbau ist jedoch komplizierter: sie besitzt ein eisernes Gerippe aus 24 Halbringen, auf die jeweils ein "*Überband*" gelegt ist, so daß sie ein T-Profil bilden, dessen Flansch nach außen zeigt. Auf die Flanschen waren die einzelnen getriebenen Kupferplatten genietet. Die Kupferhaut wurde mit Leinwand bezogen, auf die eine mehrlagige Kreide-Leinwandgrundierung kam, deren oberste Schicht "*ein schönes weiß*" bildete, "*welches so glatt als wenns geschliffen wäre*". Hierauf konnte schließlich die Kartographierung aufgetragen werden.

▪ Wie sah der Gottorfer Globus in seiner ursprünglichen Fassung aus? Auf seiner Außenseite repräsentierte er die seinerzeit bekannte Welt – in staunenswerten Dimensionen, verzerrungsfrei und in der Genauigkeit und Feinheit gedruckter Landkarten (Maßstab 1 : 2048624). Dabei griff man bei den Vorbildern auf das neueste Karten- bzw. Globenmaterial zurück. Die Kartographierung sowie ihre Ausgestaltung fußte mit größter Wahrscheinlichkeit auf den Karten und Atlanten des berühmten Kartenverlages BLAEU in Amsterdam, zu dem ADAM OLEARIUS gute Beziehungen besaß. Zudem decken sich die Beschreibungen des großen Globus mit dem Erscheinungsbild zeitgenössischer kleinerer Stücke von BLAEU. ADAM OLEARIUS selbst korrigierte die Eintragungen der Kartographen und brachte auch seine eigenen Erkenntnisse zur Anwendung; insbesondere die von ihm selbst vorgenommene Kartographierung des Wolgalaufes anlässlich der Gottorfer Handelsexpedition nach Isfahan 1633.

▪ Auf die weiße Grundfläche wurden die Länder "*mit allerhand Farben unterschieden*" aufgetragen, was – mit Hinblick auf die Atlanten BLAEUS – bedeutet, daß die Landesgrenzen verschiedenfarbig eingefast waren. Zudem waren die Landschaften "*illuminiret*", was bedeuten kann, daß ihre Flächen in braun-, ocker- oder Grüntönen gefast waren. In ihnen hatte man – wie auf den BLAEU'schen Karten – "*allerhand Thiere nach Landes art angedeutet*". Die Gewässerflächen waren hingegen weiß. Die Meere wurden von Schiffsflotten, Seeungeheuern und Fischen bevölkert, wie sie sich auch auf BLAEU-Globen in großer Zahl und Vielfalt finden lassen. Die Feinheit der Zeichnung, die wie auf gedruckten Karten gewesen sein soll, läßt vermuten, daß man zuerst die Länderumrisse mit Feder und Tusche zeichnete und sie hernach ausmalte. Auch das Gradnetz muß mit der Feder gezeichnet worden sein. Der Nullmeridian lief durch die Insel Palma. Er war – genauso wie der Äquator – in rot-weiß-blau unterschiedene Einzelgrade geteilt. Die beiden Wendekreise erschienen als rote Linien und das Netz der Breiten- und Längengrade hatte einen Abstand von jeweils 10°. Ferner gab es noch die "*See Charten Linien*", die radial von regelmäßig in den Meeren verteilten Kompaßrosen ausliefen. Auf den damaligen Seekarten sollten sie das Abstecken des Kurses erleichtern. Die Beschriftung des Globus war lateinisch, ebenso wie die Widmungsinschrift auf dem Globus, die den Gepflogenheiten der Zeit entsprechend in einer prächtig gerahmten Kartusche stand. Sie lautet übersetzt:

Zur Ehre Gottes, dem Baumeister von Himmel und Erde. In Bewunderung dieses Werkes, wünschte der Durchlauchtigste und Höchste Fürst und Herr, Herr Friedrich, Erbe des Königreiches Norwegen, Herzog von Schleswig, Holstein, Stormarn und Dithmarschen, Graf in Oldenburg und Delmenhorst, aus einzigartiger Liebe zum Studium der Mathematik, in welchem er sehr erfahren war, dieses Abbild der Natur und des weiten Kosmos herzustellen, welches zugleich ein ewiges, unsterbliches Denkmal seines Ruhmes setzt. Begonnen im Jahre 1654 und durch den Dänisch-Schwedischen Krieg unterbrochen, sorgte der Durchlauchtigste Sohn Christian Albrecht im Jahre 1664 für die Vollendung. Leitung: Adam Olearius aus Sachsen. Hersteller: Andreas Bösch aus Limburg, Kartographen: Christian und Andreas Rothgießer, Gebrüder aus Husum.

- Rings um das südliche Ende der Polachse besitzt der Globus eine kreisförmig Öffnung, in der das Kugelgerippe wie ein Speichenrad zutage tritt. Sie diente wohl zur Belüftung des Innenraumes. Auch die Einstiegsöffnung befindet sich in der südlichen Hemisphäre. Sie wird durch einen herausnehmbaren, lukenartigen Deckel verschlossen, der oben und unten durch ein Schnappschloß gesichert ist. Auf seiner Außenseite prangt auch heute noch eine Kartusche mit dem Wappen der Gottorfer. Die Innenseite ist rotbraun angemalt. Da sich der Deckel von innen nicht öffnen läßt, verschloß er den Globus nur, wenn dieser stillstand, um den Zutritt Unbefugter zu verhindern.
- Die innere Oberfläche des Globus bestand aus einer Schicht dünner Kiefernleisten, die auf die Rippen aufgesetzt waren. Genauso wie außen bildete auch innen eine weiße Kreide-Leinwandgrundierung die Grundlage für den Sternenhimmel. Die Sternbildfiguren, die den Himmel bevölkerten, erschienen dem Zeitgeschmack entsprechend farblich-realistisch auf einem vermutlich weißen Untergrund. Vorbilder lieferte ebenfalls ein Himmelsglobus von JOAN BLAEU. Für die Sternbilder an der Sphaera Copernicana benutzte man dieselbe Vorlage.
- Über die Figuren zogen sich das Gradnetz und die Großkreise des Himmels: Äquator, Ekliptik und die Äquinoktial- und Solstitialkoluren, dazu die beiden Wendekreise. Sie durften auf keinem Himmelsglobus fehlen. Über ihr Aussehen ist nichts erwähnt, sie müssen aber den entsprechenden Kreisen auf der Außenfläche geähnelt haben.

- Die Positionen der Sterne waren auf das Jahr 1700 gelegt. Diese 'Vordatierung' um 50 Jahre hatte ihren Grund in der sog. Präzessionsbewegung, die unter anderem eine langsame, stetige Verschiebung des Frühlingspunktes auf der Ekliptik mit sich bringt. Da dieser der Ausgangspunkt für alle weiteren Himmelskoordinaten ist, müssen Sternkarten und -globen in regelmäßigen Abständen berichtigt werden. Dabei verlegt man die Sternpositionen stets um einige Jahrzehnte vor, um den Karten eine längere Gültigkeit zu verleihen. Der Gottorfer Globus hätte demnach eine erste Korrektur um 1750 nötig gehabt.

- Über die Anzahl der eingezeichneten Sterne gibt es keine verlässlichen Angaben. Wenn ADAM OLEARIUS schreibt, daß im Globus alle bekannten Sterne zu sehen waren, so mußten es recht viele gewesen sein, denn die damaligen Sternkataloge umfaßten die Positionen von über 1000 Fixsternen. Sie fußten vor allem auf den langjährigen Beobachtungen und Messungen des dänischen Astronomen TYCHO BRAHE. Da man bei der Ausgestaltung des Globushimmels auf Vorlagen von WILLEM JANSZ. BLAEU benutzte, der in seinen jungen Jahren ein Schüler BRAHES war und dies später in seinen Sternkarten auch gebührend unterstrichen hat, dürfte kein Zweifel bestehen, daß TYCHONISCHES Datenmaterial für den Globus verwendet wurde - nota bene: auf einer der Türen im Globussaal prangte auch das Porträt TYCHO BRAHES. Die Sterne selbst wurden durch vermutlich silbervergoldete Nägel dargestellt, die man in der hölzernen Unterkonstruktion befestigte. Eine Handzeichnung ADAM OLEARIUS' zeigt, daß die Sterne achtstrahlig waren.

- Da Schloß Gottorf auf $54^{\circ} 30' 33''$ nördlicher Breite liegt, war die Globusachse um denselben Betrag nach Norden geneigt, damit der Sternenhimmel im Globus korrekte 'Gottorfer Verhältnisse' zeigte. Natürlich war der Globushimmel mit seinen barock-plastisch gemalten Sternbildern und dem Liniennetz am Himmel mehr Modell, als Illusion eines 'echten' sternübersäten Firmaments. Auch der geringe Raum im Globus ließ den Betrachter niemals vergessen, daß er in einer engen Kugel, aber nicht unter freiem Himmel saß. Zwei Kerzen, die man im Globus anzündete, brachten die blank polierten Sterne allerdings zum goldenen Funkeln.

- + **Folie 3.** Der Globus zeigte in seinem Inneren die tägliche (scheinbare) Himmelsdrehung von Ost nach West, den täglichen (scheinbaren)

Sonnenlauf von Ost nach West und die jährliche (scheinbare) Sonnenwanderung entlang der Ekliptik von West nach Ost; also: während der Sternenhimmel langsam um den Betrachter rotierte, konnte er den täglichen Auf- und Untergang der Fixsterne und der Sonne verfolgen. Gleichzeitig vollführte die Sonne ihre scheinbare Jahresbewegung auf der Ekliptik, um die unterschiedlichen Sonnenhöhen und Tageslängen im Jahr zu demonstrieren. Nach OLEARIUS' Berichten bestand die Sonne am 'Globushimmel' aus einem "*wol geschnittenen Crystalle*", der nach einer weiteren Beschreibung den Durchmesser "*eines starcken Zolls*", also etwa 2.5 cm, hatte. Anhand des Meridianringes im Globus ließen sich die im Jahreslauf verschiedenen Mittagshöhen der Sonne nachprüfen, ebenso wie der skalierte Horizontring die veränderlichen Auf- und Untergangssazimute nachprüfbar machte.

- Der Planetenlauf mit seinen periodischen Oppositionsschleifen und der Mondlauf mit seiner komplizierten Wanderung der Knotenpunkte ließen sich nicht mechanisch umsetzen, weshalb sie am Globushimmel fehlen. Immerhin konnte man anhand von Ephemeriden und des Gradnetzes am Himmelsgewölbe ihre aktuellen Positionen auffinden und verfolgen.

Auf dem Tisch in der Globusmitte stellte einst eine kleinere kupfervergoldete Halbkugel die nördliche Hemisphäre der Erde dar und deutete gleichzeitig die Position der Welt als scheinbares Zentrum des Sternenhimmels an. Ihre Größe läßt sich aber noch anhand von drei konzentrischen Messingringen ermitteln, die in die Tischplatte eingearbeitet sind. Der Halbglobus hatte danach einen Durchmesser von 66 cm. Über sein Aussehen ist nichts überliefert.

- Gemäß der Globusachsenneigung von $54^{\circ} 30'$ hätte dann Gottorf auf seiner Oberfläche den obersten Punkt bilden müssen.

- Um die Erdhalbkugel lagen drei Ringe, von denen der äußere unbeweglich ist. Er trägt ringsherum zahlreiche eingravierte Indikationen zu Ortsnamen der nördlichen Hemisphäre und deren Längengrade. Innerhalb dieser 'Orts-Längenskala' rotiert ein Ring, der keinerlei Markierungen trägt.

- Die wahrscheinlichste Erklärung seiner Funktion ergibt sich aus seiner Bewegung: er rotiert mit gleicher Geschwindigkeit wie der Sternenhimmel. Er läßt sich also in Gedanken gut mit zwei um 180° versetzten Zeigern ausstatten, die jeweils die Markierungen "Mittag" und "Mitternacht" tragen.

Sie wandern damit im Laufe eines Tages (bzw. einer Globusdrehung) über die äußere Skala hinweg und zeigen den am Tisch sitzenden Betrachtern, an welchen Orten der Erde nacheinander gerade Mittag oder Mitternacht herrscht. Es handelt sich mithin um eine Art 'Weltzeituhr', die es ermöglichte, den augenblicklichen Sonnenstand am Globushimmel simultan mit dem Sonnenstand an anderen Orten der Welt zu vergleichen und sich auch darüber Gewißheit zu verschaffen, wohin die Sonne des Nachts verschwand.

Folie 4. Die Modellhaftigkeit des Globus' wird durch den Wasserantrieb unterstrichen, der die große Kugel in 24 Stunden einmal herumwälzte und dem Betrachter vor Augen führte, wie 'langsam' diese Bewegung in der Natur ablief. Obwohl diese Maschinerie mit ihren Schneckengetrieben seinerzeit den hohen technischen Standard des Globusprojektes unterstrich – sie war gewissermaßen das technische i-Tüpfelchen – wohnte ihr freilich ein gemeiner Denkfehler inne: einmal in Gang gesetzt, mußte man 24 Stunden warten, bis die Einstiegsöffnung wieder dort angekommen war, wo man hinein-, oder noch schlimmer: wieder hinausklettern konnte. Man wird also die Wassermühle nur minutenweise und später aus Gründen der Zweckmäßigkeit gar nicht mehr benutzt haben – weshalb sie bald verfiel.

- Auch das Getriebe, welches einst die Bewegungen des (scheinbaren) Sonnenlaufes steuerte, ist heute nur noch in Resten vorhanden. Die Sonne bewegte sich "*nicht ex centro mundi, wie gemein an andern Globis, sondern auß ihrem eignen Centro in motu secundo*". Mit anderen Worten: hier erhielt sie ihre Bewegung nicht durch einen zentralen Antrieb in der Mitte des Globus, sondern dieser wurde an einem separaten Getriebe abgenommen. Um die Sonne im Laufe eines Jahres durch die Ekliptik ziehen zu lassen, mußte der Globus entsprechend $365\frac{1}{4}$ Umdrehungen vollführen. Die Reste des Antriebs verbergen sich im untersten Teil des Globus und sind nur schwer zugänglich.
- Dabei handelt es sich um ein Planetengetriebe aus mehreren Rädern, das auf einem Zahnkranz an der Globusachse abrollt. Hier wurde die Tagesbewegung des Globus abgenommen und zur Jahresbewegung der Sonne untersetzt. Die Sockel der einzelnen Zahnräder sind noch vorhanden.
- Die Rekonstruktion des Sonnenantriebs stützt sich auf Befunde an der Sphaera COPERNICANA, die von einer kleinen Armillarsphäre bekrönt wird,

deren Inneres genau die gleichen Bewegungsabläufe wie der große Globus zeigt. Sie stellt die Sonnenbewegung durch einen Zahnkranz dar, der an der Innenseite der Sphäre eine winzige Sonnenfigur trägt, die im Jahreslauf einmal durch die Ekliptik zieht.

- Entsprechend muß die Darstellung des Sonnenlaufes im Globus auf gleiche Weise geschehen sein, indem an der Innenfläche des Sternenhimmels ein großer Zahnkranz umlief, der die Kristallsonne trug.

- Das eiserne Gerüst für die Sitzbank, den Tisch und den Fußboden ist in seinen wesentlichen Teilen auch heute noch im Globus vorhanden. ANDREAS BÖSCH besaß offenbar großes Zutrauen in sein Material, daß er es wagte, die Eisenkonstruktion, die einer Belastung von 800 kg und mehr standhalten sollte, ohne jede Aussteifung durch Dreieckverbände fast 'freischwebend' an der Globusachse anzubringen. Das Tragegerüst besteht aus acht eisernen Schienen, die den unteren Teil der Globusachse parallel nebeneinanderliegend wie einen Mantel umgeben.

- Damit sie sich nicht verschieben können, sind an einigen Stellen der Schienen kräftige Zapfen in Längsrichtung angeschmiedet, die in schmale Schlitze in der Globusachse eingreifen. An den Zapfen sind die Schienen zusätzlich untereinander verzahnt. Der ganze 'Mantel' wird von kräftigen eisernen Schellen zusammengehalten.

- Aus den Schienen wachsen unten acht lange und oben sechs kürzere Eisenarme. Die unteren laufen radial und horizontal von der Globusachse fort und tragen zunächst den hölzernen Fußboden. An ihren Außenenden sind sie viermal verkröpft, um auch noch die runde Sitzbank und deren Rückenlehne zu tragen. Die oberen Arme laufen ebenfalls radial/horizontal von der Globusachse fort und tragen die Tischplatte. Sie sind durch senkrechte Schienen mit den unteren Armen verbunden, so daß der Fußboden in seiner Mitte an den oberen Armen 'hängt'. Der hölzerne Fußboden im Globus besteht aus einem ringförmigen Laufbelag. Der Betrachter kann also zu seinen Füßen durch die große Öffnung in der Mitte weite Bereiche des südlichen Sternenhimmel beobachten, der in unseren Breiten stets unsichtbar unter dem Horizont verborgen ist.

- Die Sitzbank ist dort, wo sich üblicherweise die Einstiegsöffnung befindet, unterbrochen. Ihre Rückenlehne bestand in der 'Gottorfer Zeit' aus gedrechselten Balustern. Darauf lag der innere Horzontring, der den sog.

'rationalen' Horizont darstellt, der parallel zum scheinbaren (sichtbaren) Horizont durch den Erdmittelpunkt verläuft. Er trägt sechs verschiedene konzentrische Skalen. Auf der innersten Skala sind Monatsnamen, Tagesnamen und Kirchenfeste eingraviert. Als nächstes folgt ein Tagesring, der nach dem JULIANischen Kalender und ein weiterer, der sich nach dem GREGORianischen Kalender zählt. Der nächste Ring trägt eine genaue Gradskala, in deren Segmenten Namen und Symbole der Tierkreiszeichen eingraviert sind. Ganz außen findet sich schließlich die Skala, welche für jeden Mittag den nördlichen bzw. südlichen Abstand der Sonne zum Himmelsäquator auf Bogenminuten genau angibt.

- Die Differenz von 10 Tagen zwischen JULIANischem und GREGORianischem Kalender belegt, daß der Kalenderring für den Zeitraum um 1650 gültig sein sollte. Dabei gelten die Tagesnamen und Kirchenfeste für den JULIANischen Kalender, die astronomischen Daten (Tierkreiszeichen und Sonnenhöhen) jedoch für den GREGORianischen Kalender. Dies ist insofern von Bedeutung, als sich zur Bauzeit des Globus die protestantischen Länder immer noch gegen die Einführung des 'papistischen' GREGORianischen Kalenders sperrten. Man hatte auf Gottorf anerkannt, daß die astronomischen Fakten zugunsten des GREGORianischen Kalenders sprachen. Allerdings war der parallele Gebrauch von "altem" und "neuem" Kalender vielerorts üblich.
- Bedeutsam ist das Fehlen aller astrologischen Indikationen im Globus (und auch bei der Sphaera COPERNICana), zeigt dies doch, daß man der Kunst der Sterndeutung am Hofe keinen oder bestenfalls noch geringen Wert beimaß.

Die Sphaera COPERNICana

- **+ Folie 5.** Die Sphaera COPERNICana wurde in den Jahren 1654 - '57 von ANDREAS BÖSCH selbständig entwickelt und unter seiner Regie gebaut. Sie stellt das geistige und technische Pendant zum großen Globus dar und weist dementsprechend zahlreiche konstruktive und darstellungstechnische Parallelen zu ihm auf. Obwohl BÖSCH stolz angibt, daß "*dis werck von mir selbst Inventirt*" sei, darf man annehmen, daß ADAM OLEARIUS auch hier beratend im Hintergrund tätig war. Offenbar entstand "*dis werck*" als Ergänzung und Erweiterung des Globuskonzepts zu einem Zeitpunkt, da die Arbeiten am großen Globus bereits weit fortgeschritten waren. Es lag

nahe, ein Demonstrationsmodell zu schaffen, das die wirklichen Verhältnisse im Universum nach den Vorstellungen COPERNICUS' zeigte - eine "Sphaera COPERNICANA". Dies setzte aber voraus, daß nicht allein der Erdumlauf korrekt dargestellt wurde, sondern auch die Umläufe aller anderen Planeten - soweit sie damals bekannt waren. So ist es nicht verwunderlich, wenn an der Sphaera COPERNICANA "*noch mehr Kunst als am grossen Globo zu sehen*" war. Hier erregten die imposante Größe und die originelle Konzeption Staunen und Bewunderung, dort das komplizierte Räderwerk, das - von einem einzigen Uhrwerk angetrieben - 24 verschiedene Funktionen und Anzeigen gleichzeitig steuerte.

Nach ihrer Vollendung wurde die Sphaera COPERNICANA in der Gottorfer Kunstkammer, später in der Gottorfer Bibliothek aufgestellt, bis sie 1750 in die königliche Kunstkammer nach Kopenhagen gelangte. Dort wurde sie 1824 ausrangiert; auf abenteuerlichen Umwegen gelangte sie schließlich 1870 in den Besitz des Nationalhistorischen Museum auf Schloß Frederiksborg in Hillerød. Dort ist sie auch heute noch zu besichtigen.

Auch wenn die Sphaera COPERNICANA die Zeitläufte wesentlich unbeschadet als der große Globus überstanden hat, kann auch bei ihr von einem Originalzustand nur noch eingeschränkt die Rede sein, ist sie doch bei zwei Restaurierungsvorhaben im 19. Jh. sehr gründlich und recht großzügig überarbeitet und dem Zeitgeschmack angepaßt worden. So dürften die Messingteile stark übergangen worden sein. Das Sockelgehäuse verrät durch seine Formgebung und seine Machart, daß es 1852 völlig neu getischlert worden sein muß. Das barocke Gehäuse war Quellenangaben zufolge grün gestrichen.

In dem Gehäuse verbirgt sich ihr Antrieb, ein kräftiges Federuhrwerk, das 1657 von dem Gottorfer Uhrmacher HANS SCHLEMMER angefertigt wurde. Es verfügt über ein Gehwerk von 8 Tagen Laufzeit sowie über ein Viertelstunden- und ein Stundenschlagwerk. Es ähnelt in seiner Konstruktion zeitgenössischen Tischuhrwerken, ist aber, da es 24 Bewegungsabläufe gleichzeitig in Gang halten muß, sehr viel kräftiger ausgeführt.

Aus der Mitte des Uhrwerks läuft eine Antriebswelle senkrecht durch die ganze Armillarsphäre. Die Welle läßt sich vom Uhrwerk abkuppeln, wenn die Bewegungen der Armillarsphäre durch einen Handantrieb demonstriert werden sollen.

- Im Zentrum der Sphäre wird die Sonne durch eine blanke Messingkugel verkörpert. Um sie herum liegen rollengelagerte, gezahnte Messingringe, die die Bahnen der damals bekannten Planeten darstellen (von innen nach außen: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter, Saturn). Die Bahnringe der Planeten sind exzentrisch angeordnet. Dies ist insofern bemerkenswert, als dadurch ein Bezug zu dem 1. KEPLERSchen Planetengesetz hergestellt wird, das besagt, daß sich alle Planeten auf ellipsenförmigen Bahnen bewegen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Dies belegt einen überraschend modernen Kenntnisstand am Hofe und zeugt für die Ingeniosität ANDREAS BÖSCHS, der ihn technisch darzustellen wußte.

- Die Planeten selbst waren durch kleine Silberfigürchen versinnbildlicht, die ihr jeweiliges Symbol in den Händen hielten. Daß es sich hier noch um Allegorien und nicht um richtige Modelle handelt, ist vermutlich auf die Unzulänglichkeit der damaligen Fernrohre zurückzuführen, die gesicherte Erkenntnisse über Gestalt und Oberflächen der Planeten noch nicht zuließen. Die Figuren (bzw. die Ringe, auf denen sie befestigt waren) bewegten sich in den gleichen Zeiträumen um die Sonne wie die richtigen Planeten im Sonnensystem. Der innerste Planet Merkur läuft dementsprechend in 88 Tagen um die Sonne; der Saturn ganz außen in 29.46 Jahren. Ausgeklügelte Zahnradsysteme, bei denen alle technische Register gezogen wurden - Stichwort 'innenverzahntes Schraubgetriebe' - sorgen für die richtige Untersetzung von der senkrechten Antriebswelle in der Mitte bis zum Planetenring. Die Position eines jeden Planeten läßt sich manuell korrigieren.

- **+ Folie 6.** Die Erdbahn trug als einzige keine Silberfigur. Hier verkörperte eine Miniaturarmillarsphäre Erde und Mond. Die beiden Himmelskörper wurden durch Kugeln dargestellt. Die Erde vollführte ihre tägliche Rotation, wobei die Erdachse stets in dieselbe Richtung zum Himmelsnordpol wies. Der Mond kreiste in 27.3 Tagen um die Erde und zeigte dabei seine Phasen.

Folie 7. Anhand eines kleinen Zifferblattes auf dieser Miniaturarmillarsphäre ließ sich außerdem die Tageszeit ablesen.

- Die äußere Umfassung des Planetensystems bilden zwei Armillarsphären, deren innere beweglich ist, während die äußere feststeht. Beide setzen sich

aus jeweils sechs vertikalen Halbringen und einem Horizontring zusammen. Die innere Sphäre verkörpert das sog. Primum mobile, das seinerzeit die langsame Verschiebung von Frühlings- und Herbstpunkt auf der Ekliptik erklärte. Zwei skalierte Messingbänder machen diese Bewegung sichtbar. Die eine Skala verläuft horizontal, sie bezeichnet die Ekliptik, die scheinbare jährliche Laufbahn der Sonne, in ihrer tatsächlichen Lage vor dem Hintergrund der Sterne. Die andere Skala zeigt die tatsächliche Lage des Himmelsäquators. Ein Umlauf des Primum Mobile dauert 26 700 Jahre.

Die äußerste, feststehende Sphäre trägt an ihren Ringen die Sternbildfiguren. Sie verkörpert damit das Himmelsgewölbe so, wie es von der Erde aus sichtbar ist. Von den Sternbildfiguren sind nur noch 46 vorhanden. Zweifellos waren es ursprünglich mehr, mindestens 62. Auf jeden Fall war das Innere der Sphaera Copernicana ursprünglich nicht so gut einzusehen, wie das heute der Fall ist. Die Sternbildfiguren bestehen aus Messingblech. Ihre Innenseiten sind graviert und mit ihrem jeweiligen lateinischen Namen versehen.

- Als Vorlage für ihre figürliche Ausformung konnte ein Himmelsglobus von JOAN BLAEU zweifelsfrei identifiziert werden. Die Sternbilder tragen auf ihren Innenseiten kleine, aufgenietete sechsstrahlig zugefeilte Silbersternchen, die - ihren Helligkeiten entsprechend - von sechserlei Größe sind. Außen waren die Sternbilder ursprünglich buntfarbig gefaßt. Anlässlich ihrer jüngsten Restaurierung hat man die Sternbilder der Sphaera COPERNICANA wieder vervollständigt und den neuen Stücken eine barocke Farbigkeit gegeben.

- Der Handantrieb für die Armillarsphäre besteht aus einer arretierbaren Teleskopwelle, auf die eine Kurbel gesteckt werden konnte. Drehte man diese, so ließen sich die Bewegungsabläufe in der Sphaera Copernicana bedeutend beschleunigen, so daß sie dem Auge sichtbar wurden.

- Die ganze Armillarsphäre wird von einem Anzeigewerk für verschiedene Tageseinteilungen und der darauf stehenden 'Sphaera PTOLEMAICA' bekrönt. Das Anzeigewerk besteht aus drei konzentrischen Zylinderwandungen, die sich wie Kulissen voreinander verschieben. Eine kleine Sonnenscheibe, die ihre Höhe täglich verändert, zieht vor dem innersten Zylinder vorbei.

- Anhand der Kulissen und der Sonne lassen sich die tägliche Sonnenhöhe über dem Horizont sowie die Tageszeiten nach bürgerlicher, römisch-babylonischer und jüdischer Zeitrechnung ablesen. Da sich die letzteren beiden nach dem Sonnenlauf orientieren, verschieben sich ihre Tagesanfänge um jeweils einige Minuten. Aus diesem Grunde maßen die Astronomen schon seit der Antike den Tag von Mitternacht zu Mitternacht. Diese Einteilung setzte sich im 16. und 17. Jh. auch im bürgerlichen Leben durch. Die verschiedenen Tageszeiten können also im 17. Jh. auch am Gottorfer Hofe noch eine gewisse Rolle gespielt haben, wenn sie auch wohl eher von wissenschaftlichem Interesse waren.

- Oben auf dem Anzeigewerk sitzt schließlich die erwähnte kleine PTOLEMÄISCHE Armillarsphäre, die - wie der Gottorfer Globus - das geozentrische Weltsystem nach den Vorstellungen PTOLEMÄUS' darstellt. Sie läßt sich wegen ihrer Kleinheit und ihrer Lage im Grunde nur von einer Leiter aus richtig betrachten. Das ptolemäische Weltsystem sollte offenbar dem Auge des gelehrten Betrachters entrückt werden: die COPERNICANISCHE Lehre wurde als gültig anerkannt, das alte Weltbild war abgetan; gleichzeitig ist das Werkstück aber natürlich auch eine kleine Verbeugung vor dem Riesenglobus im Neuwerkgarten.

- In der Mitte dieser Miniaturesphäre befindet sich eine kleine Erdkugel, die dem geozentrischen Weltsystem entsprechend stillsteht. Die darumherumliegende Sphäre symbolisiert den Sternenhimmel. Sie bewegt sich einmal am Tage um die Erde herum. An der Innenseite der Sphäre befindet sich ein beweglicher Zahnkranz, auf eine Sonnenfigur sitzt. Der Zahnkranz bewegte die Sonne einmal im Jahre durch die Ekliptik.

- Damit m. D. u. H. wären die astronomisch-technischen Inhalte der beiden Gottorfer Globen skizziert. Abschließend stellt sich nur noch die Frage nach ihrem Sinn und Zweck. Beide Werke verband die gemeinsame Aufgabe, astronomische Fundamentalfragen zu vermitteln - wobei der Riesenglobus den besonderen Reiz besaß, daß man in ihm platznehmen und am Himmelsgeschehen teilnehmen konnte. Dies war bei der Sphaera COPERNICANA nicht mehr möglich: ihr Gesamtkonzept eines in sich geschlossenen Messing-Universums verwehrte dem Betrachter zwar nicht den Einblick, wohl aber die Teilnahme an ihren Bewegungsabläufen. Dafür zeigte sie die Himmelsbewegungen so, wie sie realiter im Weltall ablaufen. Im Globus

sah man also, *was* am Himmel geschah, an der Sphaera COPERNICANA konnte man erkennen, *wie* die Bewegungen zustande kamen - und zwar nicht allein bei Sonne und Erde, sondern auch bei allen anderen damals bekannten Himmelskörpern.

- Hier liegt die eigentliche Bedeutung der Göttinger Globen: sie verkörpern in ihrer Gesamtheit eine mechanische Darstellung alles astronomischen Wissens ihrer Zeit. In diesem Sinne trugen sie ihren Zweck in sich selbst, und der lag in dem wortwörtlichen Begreifen und Verstehen des Himmelsgeschehens sowie in der tiefen Befriedigung, dieses alles nunmehr bis in die letzten Einzelheiten und nach allen Regeln der mechanischen Kunst darstellen zu können. So dokumentieren beide, der große Globus und die Sphaera COPERNICANA, heute in beeindruckender Weise nicht allein die hohe Fertigkeit Göttinger Uhrmacher- und Mechanikerkunst, sondern auch das breite Wissensspektrum, über welches man zur Zeit Herzog FRIEDRICHs III. am Hofe verfügte.

- Der Bau des großen Globus und der Sphaera COPERNICANA verkörpern aber auch einen Gipfel- wie auch einen Wendepunkt in der Geschichte des Uhrenbaus und der Astronomie: es war der endgültige Abschied von der Renaissance, von jener Epoche, die das natürliche Geschehen im Sinne mechanischer Gesetzmäßigkeiten verstand. In jener Zeit, da sich Naturwissenschaft im heutigen Sinne und mittelalterliche Vorstellungen noch nicht voneinander gelöst hatten, wurde bezeichnenderweise der Mechanismus des Uhrwerks zum Sinn- und Abbild der Himmelsbewegungen. Der große Globus und die Sphaera COPERNICANA gehen hier schon einen kleinen, aber entscheidenden Schritt weiter: wir haben es bei ihnen bereits mit ersten modellhaften Darstellungen des Universums zu tun. Mit ihrer Fertigstellung hatte man sich des alten wie auch des neuen Weltbildes geistig versichert und sie im Wortsinne begreiflich gemacht.