ANTARES NÖ VOLKSSTERNWARTE

ANHANG VEREINSNACHRICHTEN 26/2017

DER NÖ AMATEURASTRONOMEN

Dipl.-Ing. Dr. Georg ZOTTI

Virtuelle Archäoastronomie

Veröffentlichung mit freundlicher Genehmigung durch

Dipl.-Ing. Dr. Georg ZOTTI

Ludwig Boltzmann Institut für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie, Wien

Nachdruck aus dem Sternenboten 3/2017 mit freundlicher Genehmigung Prof. Hermann Mucke

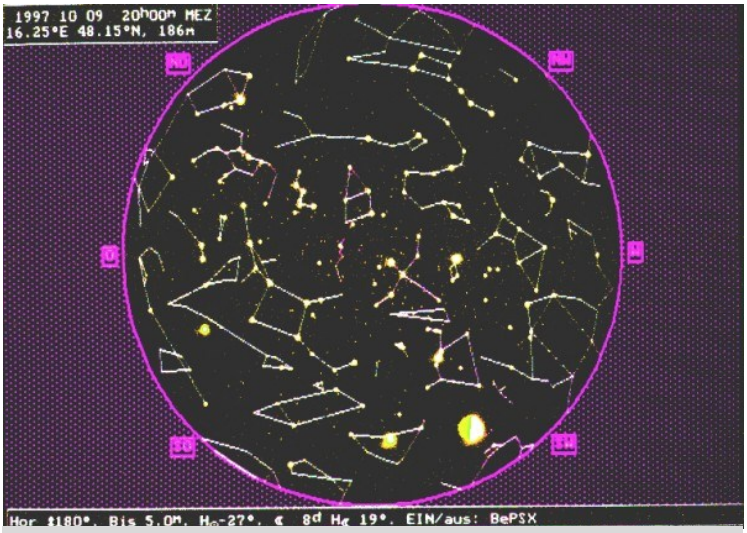


Bild 1 / UraniaStar
Himmel 1997 10 09:
Eines der digitalen Bilder: Himmelskarte mit Sternen wählbarer Grenzgröße, Wandelgestirnen, nichtstellaren Objekten, Milchstraße sowie Sternbilder-Linienzug, auch mit Zoomeffekten. Termin nach Datum und Uhrzeit, ggf. in Zeitraffung, sowie Ort ist wählbar. Besonders lehrreich ist der Vergleich dieses digitalen Himmelsanblicks mit dem natürlichen. Software: Uraniastar von Ing.Michael Pietschnig und Wolfgang Vollmann, Wien

Seit den 1980er Jahren haben sich Programme für Heim- und Personalcomputer als immer wichtigere Hilfsmittel zur Darstellung des Himmels und Berechnung astronomischer Phänomene etabliert. Auch auf der Urania-Sternwarte stand mit dem UraniaStar von **Wolfgang VOLLMANN** und **Michael PIETSCHNIG** bereits vor 1990 eine für damalige Zeiten hervorragende hauseigene Entwicklung im volksbildnerischen Einsatz. Auf heutigen PCs ist dieses DOS-Programm nur noch in einer „Virtuellen Maschine“ lauffähig.

Während die Algorithmen heutiger Programme (fallweise abgesehen von neueren Rechenmodellen) zwangsläufig weitgehend dieselben geblieben sind und die Rechengenauigkeit dieser mittlerweile historischen Programme auch für heutige Amateur-Beobachter immer noch völlig ausreicht, haben sich die Möglichkeiten der graphischen Darstellung in den letzten 25 Jahren erheblich weiterentwickelt. Die Entwicklung des Internet hat auch grenzüberschreitende Zusammenarbeit von Programmentwicklern ermöglicht. Eine erfreuliche Entwicklung sind kostenfreie und quelloffene („open source“) Systeme, bei denen Entwickler aus völlig beliebigen Orten ihr jeweiliges Fachwissen in Gemeinschaftsprojekte einfließen lassen können, von Spezialprogrammen zur Bildbearbeitung wie dem GIMP, der den Vergleich mit teuren kommerziellen Angeboten nicht zu scheuen braucht, bis zu ganzen Betriebssystemen wie Linux. Die Prüfung des Programmcodes wird hierbei gemeinschaftlich durchgeführt, die verbreitete GNU-Lizenz verbietet dafür eine kommerzielle Nutzung ohne Offenlegung der Programmquellen.

Seit 2000 wurde von einer Handvoll Entwicklern um den Franzosen **Fabien CHÈREAU** mit dem Programm Stellarium eine Himmelssimulation mit dem Ziel erstellt, den Nachthimmel möglichst realistisch darzustellen. Bereits 2006 wurde es als „SourceForge Project of the Month“ ausgezeichnet. Im Internationalen Jahr der Astronomie 2009 wurde es für viele Outreach-Projekte eingesetzt, viele Amateure steuern damit ihre GOTO-Teleskope, und schließlich erlaubte es sogar mit einer speziellen Programmerweiterung (Plugin) den einfachen Zugang zu den Archiven der ESO.

In meinem FWF-finanzierten Forschungsprojekt ASTROSIM (P21208-G19; 2008-12) über die mögliche astronomische Orientierung der Zugänge der jungsteinzeitlichen Kreisgrabenanlagen Niederösterreichs stand ich 2009 vor der Wahl, ein kommerzielles Produkt oder das schöne, aber durch offensichtliche Weglassung von für historische Simulationen wichtigen astronomischen Rechendetails für prähistorische Simulation damals nicht sehr genaue Programm Stellarium zu verwenden. Die Möglichkeit, die Programmquellen zu studieren und gegebenenfalls zu verbessern bzw. eigene Ideen einbringen zu können, sprach jedoch rasch für die Verwendung dieses Programms.

FWF Der Wissenschaftsfonds.

Ein Programm, das für Simulationen im Bereich der Archäoastronomie eingesetzt werden soll, muss sowohl den Himmel der gefragten Epoche, als auch die Landschaft in ausreichender Genauigkeit darstellen können, um Fragen wie Orientierung von Bauwerksachsen nach astronomischen Phänomenen wie Sonnwend-Sonnenaufgängen o.ä. untersuchen zu können. Das verwendete Modell VSOP87 der Planetenbewegung versprach zwar (wie beim Urania-

Star) gute Planetenpositionen im Bereich -4000… +8000, aber die Präzession (Taumelbewegung der Erdachse, die sich in einer Verschiebung von Sternpositionen parallel zur Ekliptik abbildet) war allzu einfach modelliert, und die Ekliptikschiefe auf dem heutigen Wert festgesetzt worden.

Eine erste Verbesserung konnte ich bald beisteuern: die photorealistischen Horizontpanoramen waren zwar hübsch, doch die vertikale Position passte nicht. Der Fehler war bald behoben, genau justierte Panoramaphotos sind jetzt tatsächlich verlässliche Stellvertreter der realen Landschaft, zumindest von einem Blickpunkt aus gesehen. Mittlerweile habe ich die Horizontpanoramen noch um eine optionale Einzeichnung einer gemessenen Horizontlinie und um die Darstellung künstlicher Beleuchtung bzw. Lichtverschmutzung erweitert.

Stellarium verwendete bereits um 2008 etablierte Modelle für Himmelsfarben und –helligkeiten, jedoch fehlten Darstellung von Refraktion und Extinktion durch die Atmosphäre. Dieses Problem löste ich gemeinsam mit Projektgründer **FABIEN**. Im Wiener Sterngarten wird die Refraktion und Azimutverschiebung der Sonnenaufgänge eindrucksvoll durch die seitlichen „Arme“ an den Sonnensäulen demonstriert. Zur Prüfung dieses Effekts erstellte ich also ein 3D-Modell des Sterngartens, für das mir **Prof. MUCKE** dankenswerterweise genaue Bemaßungen mitteilte. Daraus konnte ich ein künstliches Horizontpanorama aus der „Himmelsmitte“ erstellen. Das Modell konnte ich auch in die 3D-Gebäudeschicht von Google Earth einbringen. (Mittlerweile sind diese benutzererstellten Modelle nur mehr in der „Legacy“-Ansicht zu finden.)

Die für historische Fragen, besonders für Finsternisse, wichtige Korrektur der Erdrotation ΔT („Delta-T“) fehlte damals völlig. Das konnte mittlerweile vom aktuellen Projekt-Maintainer **Alexander WOLF** (Barnaul, Sibirien) und **Victor REIJS** sogar überkomplett gelöst werden: der Anwender kann aus einer beeindruckenden Zahl von Rechenmodellen wählen.

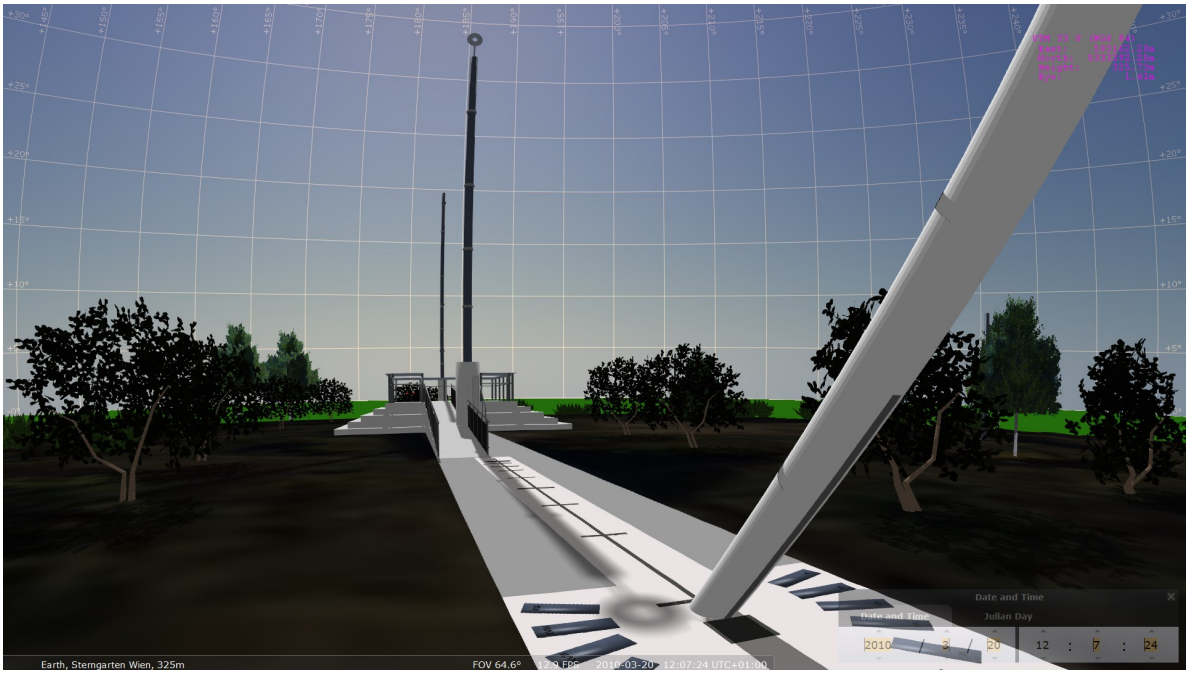
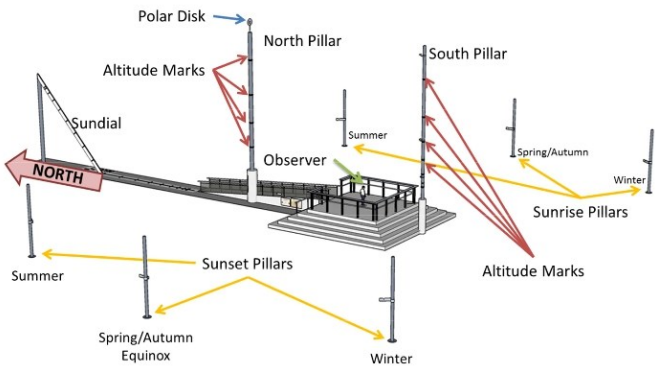


Abbildung 1: Ein Virtuelles Modell des Sterngartens Wien diente als Muster für ein zweifellos „astronomisch orientiertes Bauwerk“ und ist nun als Beispiel im Stellarium zu erkunden. In dieser Szene hat der Mittagsschatten der Lochscheibe zur Tag- und Nachtgleiche gerade den Fuß des Schrägmastes passiert. Aus Zotti (2016b).

Bild rechts:
Sterngarten Aufbau

Adresse:
Lainzer Tiergarten, Rysergasse/Georgsgasse,
A-1230 Wien



3D-Modelle unter dem Sternenhimmel

Will man Bezüge von Bauwerksachsen zu Himmelsphänomenen mit Computersimulation untersuchen, ist die Simulation mit statischen Panoramen rasch unzureichend. Gemeinsam mit Studenten der TU Wien (Institut für Computergraphik und Algorithmen) konnte ich ein Plugin entwickeln, das ein 3D-Modell in einem gängigen Dateiformat (OBJ) laden und darstellen kann. Der Anwender kann sich im Modell bewegen und es unter beliebigen Blickrichtungen betrachten, stets dahinter der simulierte Himmel. Auch Licht- und Schattenwurf z.B. durch Sonnenuhren, Obelisken oder Kirchenfenster kann auf diese Weise studiert werden. Auch zur Prüfung dieses Plugins war natürlich mein Sterngarten-Modell bestens geeignet, und es ist nun seit Frühjahr 2015 im regulären Download-Paket von Stellarium enthalten. Mittlerweile können wir dank der gründlichen Überarbeitung durch **Florian SCHAUKOWITSCH** (TU Wien) beeindruckend große Modelle, ja ganze Landschaften von mehreren Quadratkilometern, virtuell erkunden. In einer nächsten Entwicklung werden wir noch die Veränderung von Monumenten im Laufe der Zeit darstellen können.

Während sich die meisten Kreisgrabenanlagen mittlerweile als nicht astronomisch orientiert herausgestellt haben, errang die Möglichkeit einer derartigen Untersuchung eines 3D-Modells Interesse von Kollegen. So konnte ich in einem Tempelmodell der Mayastadt Copan einen Gang identifizieren, der genau zum Sonnenaufgang der Tag- und Nachtgleiche hinter der Bergkulisse orientiert gewesen sein dürfte. Und voriges Jahr zeigte sich an einem virtuellen Modell des „Antinoeion“ in Hadrians Villa in Tivoli ganz klar die Orientierung der Hauptachse zum Sonnenaufgang der Sommer-Sonnwende hinter einer Bergkette, wodurch der postulierte ägyptische Bezug weiter belegt werden konnte (Frischer et al., 2016).

Für die Veranschaulichung archäoastronomischer Gegebenheiten habe ich ein weiteres Plugin entwickelt: Archaeo-Lines. Dieses beinhaltet unter anderem Deklinationsbögen für Sonnwenden, Mondwenden, Zwischenjahreszeiten, Zenitpassagen, aktuelle Tagesbahn für Sonne, Mond, Planeten, Azimutbögen zu geographischen Zielen oder auch wahlfreie Azimute und Deklinationsbögen.

Abseits der historischen Astronomie fehlten noch einige astronomische Phänomene. In Namibia erlebte ich vor wenigen Jahren ein beeindruckendes Zodiakallicht, Streulicht am Staub in der Hauptebene des Sonnensystems – der Himmel in Stellarium blieb hingegen dunkel. Auch stellte Stellarium vor wenigen Jahren keine Kometenschweife dar, der Nachbildung der beiden mir im Gedächtnis „eingebrannten“ prächtigen Kometen C/1996 B2 Hyakutake und C/1995 O1 Hale-Bopp fehlte also Entscheidendes. Beide Phänomene konnte ich inzwischen ergänzen, und bei einigen Kometen durch geeignete Parametrisierung die Schweife auf historischen Darstellungen ganz gut nachbilden.

In die Entwicklung von derartigen Programmen fließt sehr viel persönliche Freizeit ein, nur teilweise lässt sich Entwicklungszeit im Rahmen von Forschungs- oder Ausstellungsprojekten unterbringen. Ein besonderer Glücksfall stellte die Stonehenge-Ausstellung im MAMUZ-Museum Mistelbach 2016 dar, in der wir auf einer 100m² Projektionswand Landschaftspanoramen und Himmelssimulation um Stonehenge zeigen (Siehe Beitrag in „Der Sternenbote“, Heft 2016-5). Dies bot endlich die Möglichkeit, ein hochgenaues Langzeitmodell für Präzession und Ekliptikschiefe (Vondrák et al, 2011) umzusetzen. Außerdem benötigten wir eine Möglichkeit, das Programm fallweise mittels Tablet-Computer fernzusteuern, diesen Teil konnte abermals **Florian** im Rahmen des von der europäischen Raumfahrtbehörde ESA veranstalteten Sponsoring-Programms „Summer of Code in Space“ umsetzen. Der Fernsteuer-Modus erlaubt die Bedienung von Stellarium mittels Web-Browsers, und die Schnittstelle bietet auch für künftige Entwicklungen interessante Möglichkeiten. Die Ausstellung wurde für die Saison 2017 etwas überarbeitet und wird noch bis Anfang Dezember 2017 geöffnet sein.

Ebenfalls dank ESA-Projekthilfe können wir Planetenpositionen mittlerweile auch aus den Ephemeriden DE430 und DE431 des NASA JPL auslesen. Letztere bietet Planetenpositionen aus numerischer Integration für die Jahre -13000…+17000, weit mehr also als der empfohlene Anwendungsbereich der VSOP87. Zusammen mit dem besseren Modell der Präzession sollten sich zumindest Sonnwend- oder Sternorientierungen von frühesten Bauwerken oder Kultanlagen damit einschätzen lassen, mangels Modellen von ?T und damit genauer Simulation der Erdrotation dürfte eine Darstellung z.B. von Finsternissen in diesen frühen Zeiten jedoch ausgeschlossen bleiben.

Stellarium ist immer noch nicht bei „Version 1.0“ angekommen, einige astronomische Details müssen noch verbessert und einige „Altlasten“, also frühere Vereinfachungen oder Auslassungen in der Programmierung, korrigiert werden. Dennoch hat es sich in der kulturellen Astronomie (Forschung zu Archäo- und Ethnoastronomie) bereits als wichtige Standardsoftware durchgesetzt, einige Konzepte wie austauschbare Sternbildfiguren und die 3D-Vordergründe sind einzigartig in diesem Programm, das nur durch Zusammenarbeit mehrerer Spezialisten möglich ist und noch dazu genau deswegen für alle Interessierten kostenfrei aus dem Internet von der Projektwebsite http://stellarium.org bezogen werden kann.

LITERATUR:

Frischer, B., Zotti, G., Mari, Z., Capriotti Vittozzi, G. (2016):
Archaeoastronomical experiments supported by virtual simulation environments: Celestial alignments in the Antinoeion at Hadrian's Villa (Tivoli, Italy). Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage (DAACH), Vol. 3, pp. 55-79 (DOI:10.1016/j.daach.2016.06.001).

Georg Zotti (2016a):
Stonehenge im Weinviertel. Der Sternenbote 2016-5, 78-83.

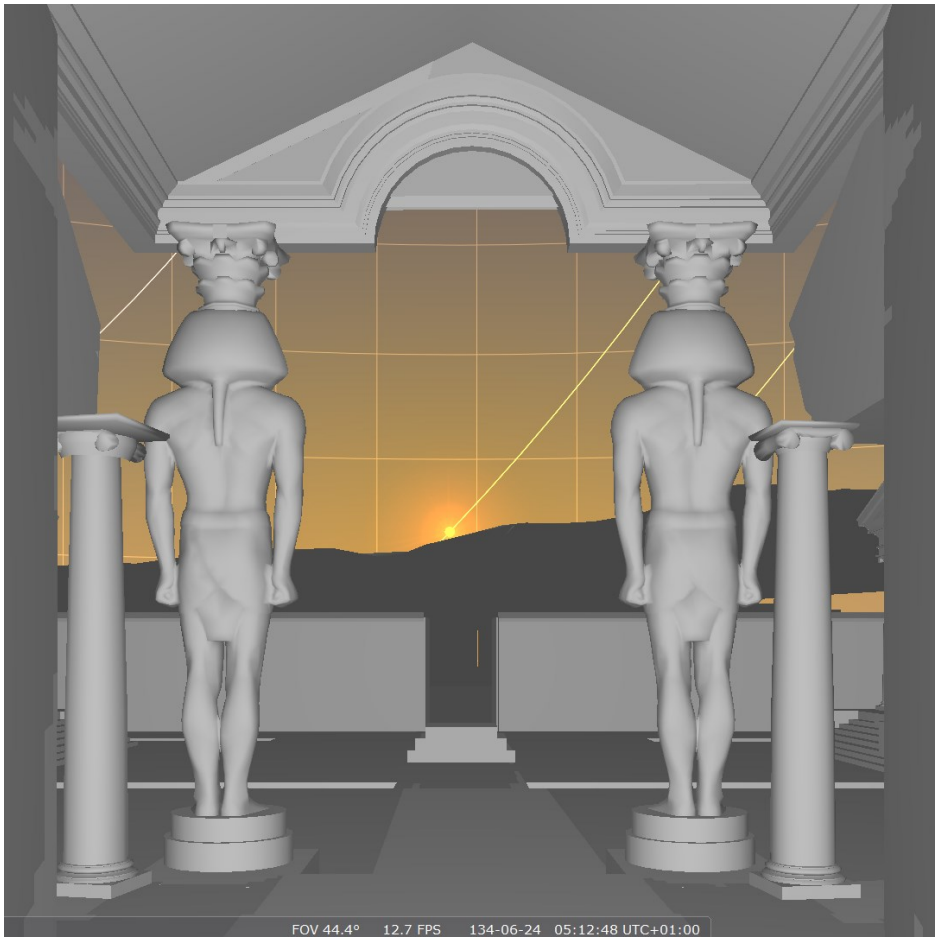
Georg Zotti (2016b):
Open-Source Virtual Archaeoastronomy. Mediterranean Archaeology and Archaeometry, 16(4):17–24. Online unter http://maajournal.com/Issues/2016/Vol16-4/Full3.pdf

Vondrák, J., Capitaine, N., Wallace, P. (2011):
New precession expressions, valid for long time intervals. Astronomy & Astrophysics 534, A22.

ASTROSIM website:
http://astrosim.univie.ac.at
MAMUZ Website:
http://www.mamuz.at
Stellarium Website:
http://stellarium.org

ENTWICKLER
Projekt Koordinator und federführender Entwickler: Fabien Chéreau
Designer für Grafik und anderes: Johan Meuris
Entwickler: Bogdan Marinov
Entwickler: Timothy Reaves
Entwickler: Guillaume Chéreau
Entwickler: Georg Zotti
Entwickler: Alexander Wolf
Entwickler: Marcos Cardinot
Entwickler: Florian Schaukowitsch
Fortgesetzte Integration: Hans Lambermont
Tester: Khalid AlAjaji

FRÜHERE ENTWICKLER
Verschiedene Personen haben spürbare Unterstützung eingebracht, sind aber nicht mehr länger aktiv: Ihre Arbeit hat eine große Veränderung in dieses Projekt gebracht:
Autor/Entwickler der Dokumentation: Matthew Gates
Entwickler: Johannes Gajdosik
Entwickler: Rob Spearman
Entwickler: András Mohari
Entwickler: Mike Storm
Entwickler: Ferdinand Majerech
Entwickler: Jörg Müller
OSX Entwickler: Nigel Kerr
OSX Entwickler: Diego Marcos



Gestaltung & Layout:
© 2017 Rudolf SANDA