

**Zeitschrift:** Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft  
**Herausgeber:** St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft  
**Band:** 91 (2008)

**Artikel:** Simulation des Sonnensystems  
**Autor:** Lippuner, Jonas  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-832621>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 07.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Simulation des Sonnensystems

Jonas Lippuner

## Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	411
1. Einleitung.....	411
2. Bestandteile der Simulation.....	412
2.1 Astrodynamik.....	412
2.2 Open Graphics Library.....	413
2.3 Delphi .....	413
3. Die Simulation.....	413
Literaturverzeichnis .....	415

## Zusammenfassung

Als Maturaarbeit wurde eine Simulation unseres Sonnensystems programmiert. Hier wird die grobe Funktionsweise dieser Simulation beschrieben und eine kleine Einführung in ihre Benutzung gemacht.

### 1. Einleitung

Ziel der Maturaarbeit war es, eine Simulation unseres Sonnensystems zu programmieren, die einfach zu bedienen ist. Die Realität sollte so exakt wie möglich simuliert werden, aber der dazu nötige Rechenaufwand sollte auch nicht allzu gross sein, sodass die Simulation auch noch auf einem etwas langsameren Computer einigermassen flüssig läuft. Die Idee war, dass der Benutzer einen beliebigen Beobachtungsstandort im Sonnensystem, also auf einem Planeten, einem Mond oder auf der Sonne, und einen beliebigen Beobachtungszeitpunkt auswählen kann. Die Simulation sollte dann den Sternenhimmel, wie man ihn an diesem Ort und zu dieser Zeit sehen würde, simulieren.

## 2. Bestandteile der Simulation

Die Simulation, welche im Rahmen dieser Maturaarbeit entstanden ist, besteht im Wesentlichen aus drei Teilen. Diese Teile werden im Folgenden genauer vorgestellt und gleichzeitig wird die Funktionsweise der Simulation erläutert.

### 2.1 Astrodynamik

Die Hauptaufgabe einer Simulation des Sonnensystems ist die Berechnung der Position der simulierten Objekte zur aktuellen Simulationszeit. Simuliert werden die Sonne, alle acht Planeten, der Zwergplanet Pluto sowie die sieben grössten Monde in unserem Sonnensystem (der Mond, Io, Europa, Ganymed, Kallisto, Titan und Triton).

Damit die Berechnungen nicht zu kompliziert werden, müssen gewisse Vereinfachungen gemacht werden. In der Simulation ist die Position der Sonne unveränderlich und die Planeten sowie auch Monde bewegen sich auf unveränderlichen Ellipsen. Ausser bei den Monden stimmen diese Vereinfachungen sehr gut mit der Realität überein.

Die Sonne ist in Wirklichkeit nicht völlig unbeweglich, sondern unterliegt dem Gravi-

tationseinfluss der Planeten, vor allem dem von Jupiter und Saturn. Der Sonnenmittelpunkt bewegt sich daher auf einer äusserst komplizierten Bahn. Diese Bewegung kann aber mit gutem Gewissen vernachlässigt werden.

Etwas ungenauer, aber immer noch vertretbar, ist die Vereinfachung, dass sich die Planeten auf unveränderlichen Ellipsen bewegen. Die Planeten beeinflussen sich gegenseitig auf ihren Umlaufbahnen und weil sie selbst nicht perfekt kugelförmig sind, treten noch weitere Störungen auf.

Bei den Monden ist die Vereinfachung nicht mehr so gut vertretbar. Die Umlaufbahnen der Monde werden vor allem von der Sonne und der nicht kugelförmigen Form der Planeten stark beeinflusst. Besonders stark sind die Störungen der Sonne beim Erdenmond, weil dieser der Sonne sehr nahe ist und eine im Vergleich zur Erde sehr grosse Masse hat. Weil die Position des Erdenmondes aber trotzdem unter der Annahme einer unveränderlichen Umlaufbahn berechnet wird, hat die berechnete Position fast nichts mit der Realität zu tun. Dies ist eine der grossen Schwachstellen der Simulation.

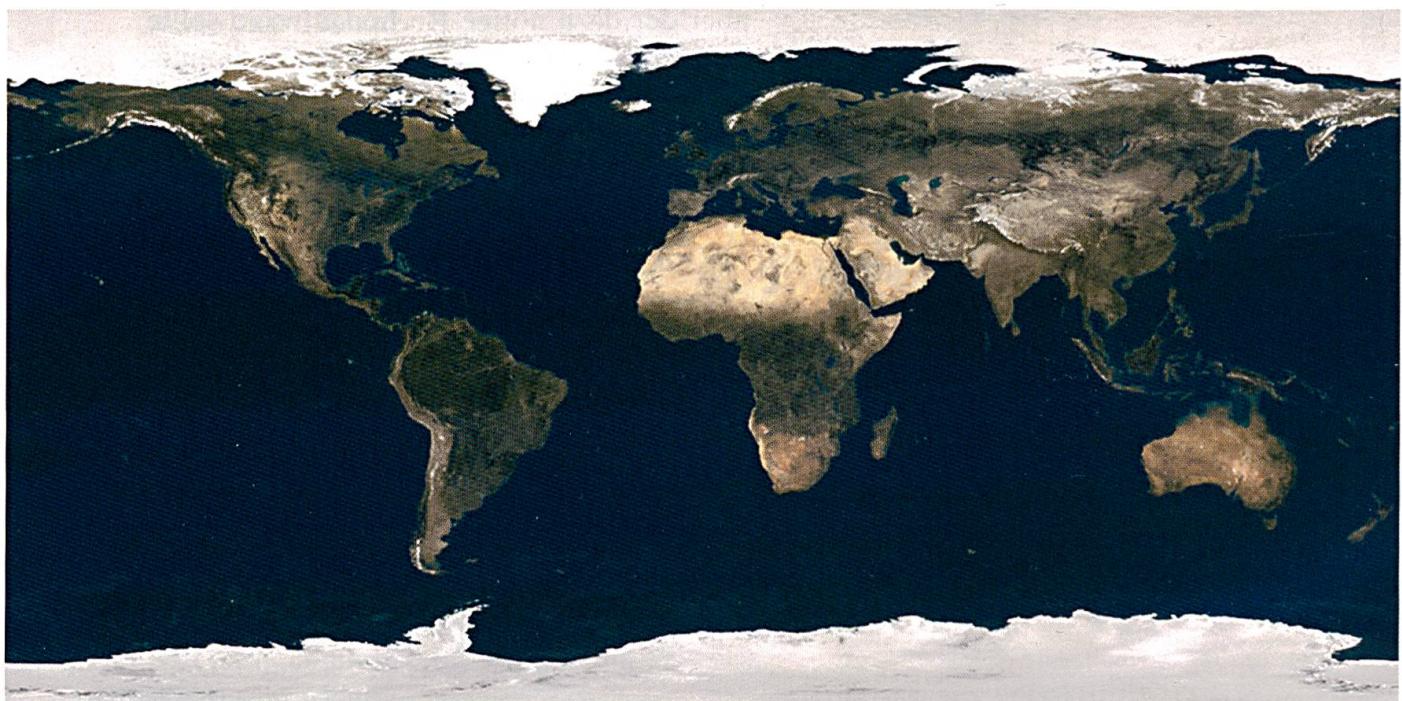


Abbildung 1:  
Textur der Erde. Die Textur für einen Planeten oder  
Mond ist im Prinzip nichts anderes als eine Landkarte,  
welche dann auf eine Kugel «geklebt» wird.

Für die Berechnung der Positionen wird zunächst die Position des Himmelsobjekts auf seiner Umlaufbahn mit Hilfe der Kepler-Gesetze berechnet. Anschliessend wird diese Position ins Weltraum-Koordinatensystem umgerechnet.

## 2.2 Open Graphics Library

Wenn nun die Positionen der verschiedenen Himmelsobjekte berechnet sind, muss der simulierte Sternenhimmel auch noch irgendwie grafisch dargestellt werden, damit der Benutzer ein hübsches Bild auf den Bildschirm bekommt und nicht einfach nur einen Haufen Zahlen, die er nicht interpretieren kann. Gezeichnet wird das Ganze mit OpenGL, was für ‹Open Graphics Library› steht. OpenGL ist eine Bibliothek von Befehlen und Funktionen, mit denen man die Grafikkarte eines Computers dreidimensionale Objekte zeichnen lassen kann. OpenGL beinhaltet auch Funktionen, mit denen man die Beleuchtung der gezeichneten Objekte steuern kann.

Mit OpenGL werden also die Planeten einfach an den berechneten Positionen gezeichnet und mit der entsprechenden Textur versehen. Eine Textur ist ein normales Bild, welches auf ein dreidimensionales Objekt ‹draufklebt› wird. Abbildung 1 zeigt als Beispiel die Textur der Erde.

Die Beleuchtung ist so eingerichtet, dass alle Himmelsobjekte nur von der Sonne her beleuchtet werden, somit werden auch die Phasen der verschiedenen Objekte simuliert. Mit OpenGL kann man sehr einfach den Beobachtungsstandort und die Blickrichtung einstellen, man muss lediglich die Kamera an den richtigen Ort setzen und entsprechend ausrichten.

## 2.3 Delphi

Damit die Simulation einfach zu bedienen ist und überhaupt auf einem Computer benutzt werden kann, muss sie in ein Programm ‹verpackt› werden. Delphi ist eine Software, mit der man Programme programmieren kann.

Delphi beinhaltet viele Komponenten wie Buttons, Eingabefelder und Menüs, mit denen man die grafische Oberfläche des Programms gestalten kann.

Hinter der Oberfläche ist das eigentliche Programm. Dort ist definiert, welche Berechnungen ausgeführt werden, wie auf bestimmte Benutzereingaben reagiert wird und was dann dem Benutzer auf dem Bildschirm ausgegeben wird. Das wird alles mit Hilfe von Delphi programmiert. Delphi bietet auch einfache Möglichkeiten, um Daten aus einer Datenbank herauszulesen und diese im Programm zu verwenden. Für die Simulation sind die Daten der Planeten, Monde und Sterne in einer Microsoft Access Datenbank gespeichert.

## 3. Die Simulation

Die Simulation wurde SimSolSys getauft, was von ‹Simulation of the Solar System› abgeleitet ist. Sie kann auf [www.simsolsys.com](http://www.simsolsys.com) gratis heruntergeladen werden. Dieser Abschnitt ist eine kurze Einführung in die Bedienung und die Möglichkeiten von SimSolSys. Abbildung 2 zeigt die Programmoberfläche von SimSolSys, welche nun genauer erläutert wird.

**1 Menü:** Unter Einstellungen können ein paar kleine Einstellungen vorgenommen werden, zum Beispiel kann die Qualität der Texturen eingestellt werden und das Zeichnen der Sterne ausgeschaltet werden. Unter Sprache kann zwischen einer deutschen und englischen Benutzeroberfläche ausgewählt werden.

**2 Lokale Erdzeit:** Hier wird das Datum und die Zeit eingegeben, zu der man simulieren will. Zudem kann man noch die Zeitzone auswählen und angeben, ob Sommerzeit ist oder nicht. Die Zeit ist immer auf die Erde bezogen, egal wo sich der Beobachter befindet.

**3 Zeitkontrolle:** Hier wird der Ablauf der Zeit gesteuert. Die Buttons sind von links nach rechts: doppelte Geschwindigkeit rückwärts, einfache Geschwindigkeit rückwärts, Pause, einfache Geschwindigkeit vorwärts und doppelte Geschwindigkeit vorwärts. Die Geschwindigkeit kann beim entsprechenden Feld ausgewählt werden oder auch von Hand eingegeben werden. Der Zahlenwert bestimmt, wie schnell die Simulationszeit im Vergleich zur realen Zeit vergeht. Der Wert 100 bedeutet also, dass in der Simulation die Zeit 100-mal schneller vergeht als in der Realität.

**4 Ort:** Hier wird der Ort des Beobachters angezeigt. Zuerst der Name des Objekts, auf welchem sich der Beobachter befindet, und dann die geografischen Koordinaten des Beobachtungsstandorts auf dem Objekt. Durch einen Klick auf den Button „Ändern“ öffnet sich ein kleines Fenster, wo man den Beobachtungsstandort ändern kann.

**5 Ansicht:** Hier wird die aktuelle Blickrichtung und der aktuelle Zoom angezeigt. Die Blickrichtung ist durch die zwei Winkel Altitude (Alt) und Azimut (Az) bestimmt. Die Altitude ist der Winkel mit dem man hinauf oder hinunter blickt. Sie ist  $0^\circ$  wenn man ho-

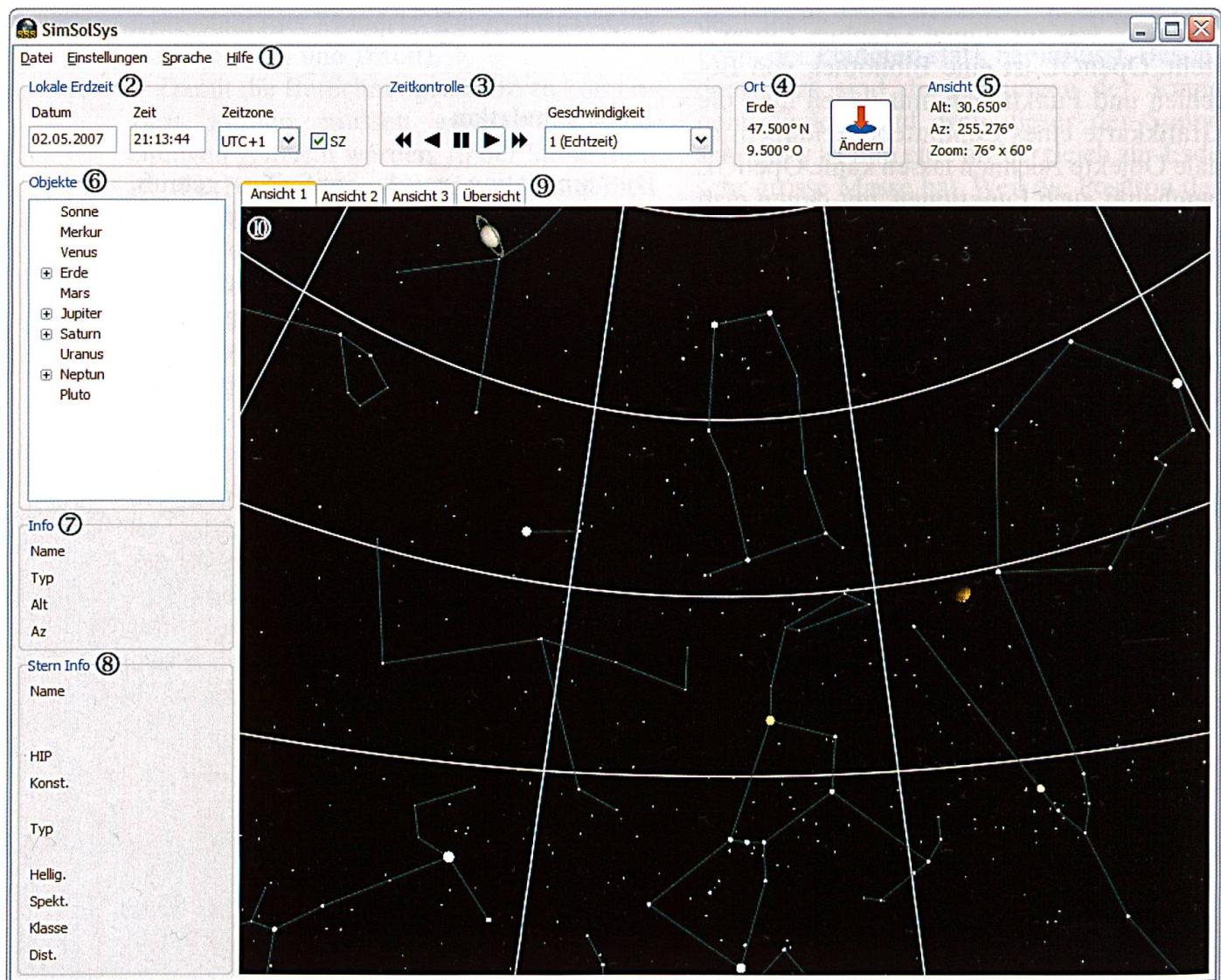


Abbildung 2:  
Programmoberfläche von SimSolSys.

horizontal schaut,  $90^\circ$  wenn man senkrecht nach oben schaut und  $-90^\circ$  wenn man senkrecht nach unten schaut. Das Azimut ist die Blickrichtung von Norden aus nach Osten gemessen. Also  $0^\circ$  ist nach Norden schauen,  $90^\circ$  nach Osten,  $180^\circ$  nach Süden und  $270^\circ$  nach Westen. Bei Zoom wird die Grösse des dargestellten Ausschnitts des Himmels in Grad angegeben.

**6 Objekte:** Dies ist die Liste mit allen Objekten, welche in der Simulation vorhanden sind, wobei die Monde den entsprechenden Planeten zugeordnet sind. Durch einen Doppelklick auf ein Objekt wird dieses zuerst zentriert und dann fixiert, das heisst die Kamera fährt dem Objekt nach, sodass es immer in der Mitte erscheint.

**7 Info:** Hier wird der Name, Typ und die Koordinaten des Objekts angezeigt, das sich unter dem Mauszeiger befindet.

**8 Stern Info:** Wenn sich der Mauszeiger über einem Stern befindet werden hier noch weitere Details zum Stern angezeigt unter anderem sind das weitere Namen, genauer Typ, Helligkeit und Distanz.

**9 Verschiedene Ansichten:** Hier kann zwischen verschiedenen Ansichten gewählt werden. Ansicht 1–3 sind normale Ansichten, wobei jede einen anderen Beobachtungsstandort und Blickrichtung haben kann. In der Übersicht sieht man das ganze Sonnensystem von oben.

**10 Hauptansicht:** Hier wird der simulierte Himmel dargestellt. Durch Ziehen mit der Maus kann man die Blickrichtung ändern und mit dem Mausrad kann man hinein- oder herauszoomen. Wenn man hier die Maus über ein Objekt oder einen Stern bewegt, erscheinen links die Informationen dazu. Ein Doppelklick auf ein Objekt hat den gleichen Effekt wie ein Doppelklick auf ein Objekt in der Liste. Das weisse Gitter dient zur Orientierung am Himmel.

## Literaturverzeichnis (Auswahl)

<http://www.simsolsys.com>: Adresse zum Herunterladen des Programms und der Maturaarbeit

VALLADO, DAVID A. (2001): Fundamentals of Astrodynamics and Applications, 2nd. ed., El Segundo, CA, Microcosm Press, ISBN: 1-881883-12-4

BATE, ROGER R., DONALD D. MUELLER UND JERRY E. WHITE (1971): Fundamentals of Astrodynamics, New York, Dover Publications, ISBN: 0-486-60061-0

Wikipedia, <http://www.wikipedia.org>.

<http://www.arcscience.com/face.htm>: Abbildung 1.

