

PlaNeT SimTech

“Die durch den Verkauf von Elektrofahrzeugen zur Zillionärin gewordene Ricky Rusk ist enttäuscht, dass sie nicht die Sterne des Sternbilds “Der Große Wagen” kaufen kann. Deshalb möchte sie jetzt zumindest ihr Markenzeichen, ein großes R, auf diesem Sternbild erscheinen lassen, sichtbar von der ganzen nördlichen Hemisphäre. Wie kann sie dies erreichen, ohne eine bloße Millionärin zu werden?”

Inhalt

1. Zusammenfassung
2. Einleitung
3. Rahmenbedingungen
4. Ideenherkunft
5. Anordnung der Satelliten
 - 5.1 Satellitenring
 - 5.2 Satellitengruppen
 - 5.3 Anordnung des Satellitenbildes
6. Flugbahn der Satelliten
7. Wie lange ist es sichtbar?
8. Reflektion von Sonnenlicht
9. Kosten der Satelliten
10. Persistenz des Sehens
11. Zusätzliches
12. Kritische Stellungnahme zum Projekt
13. Literaturverzeichnis

1 Zusammenfassung

In unserer Arbeit stellen wir einen Weg vor, wie es möglich ist, im Sternbild "Großer Wagen" ein "R" zu projizieren, welches von der ganzen nördlichen Hemisphäre zu sehen ist. Dazu werden Satelliten im All stationiert, welche die Erde umkreisen. Diese Satelliten sind so weit von der Erde entfernt, dass sie einmal in 12 Stunden den gleichen Ort passieren.

Das "R" soll durch Reflektionen von Sonnenlicht durch die Satelliten gebildet werden. Sodass man überall auf der nördlichen Hemisphäre am örtlichen Abend ein "R" erkennt, soll es 12 Gruppen von Satelliten geben, die jeweils zusammen ein "R" bilden. Das heißt, dass einmal in 1h ($12 \text{ h} / 12 = 1 \text{ h}$) ein Satellitenbild gebildet wird.

2 Einleitung

Ricky Rusk möchte auf dem "Großen Wagen" ihr Markenzeichen, ein "R", projizieren. Das Markenzeichen soll auf der gesamten nördlichen Hemisphäre sichtbar sein. Dies soll in für Rusk finanziell realistischen Maßen durchgeführt werden.

Im Folgenden werden wir eine mögliche Antwort auf diese Frage vorstellen.

3 Rahmenbedingungen

Zunächst stellt sich die Frage, wie lang das Markenzeichen sichtbar sein soll. Wir haben uns überlegt, dass jede Stunde einmal das Satellitenbild erzeugt wird. Je nach Standort würde man das Bild verschieden häufig sehen.

Unsere Satelliten haben eine Bahnhöhe von 20180 km. Ein "R" wird durch 10 Satelliten erzeugt. Insgesamt werden also $12 * 10 = 120$ Satelliten gebraucht.

4 Ideenherkunft

Als Inspiration haben wir uns die Starlink-Satelliten vom Aerospace-Unternehmen SpaceX angeschaut. Diese Satelliten reflektieren das Sonnenlicht, was man oft vom Erdboden erkennen kann



5 Anordnung der Satelliten

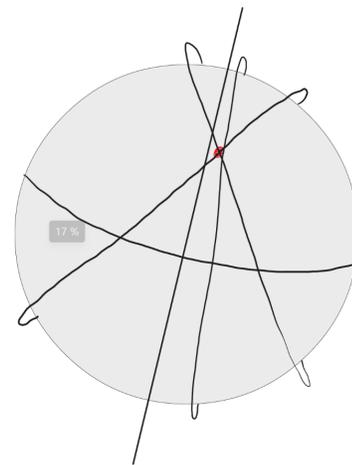
5.1. Satellitenring

Zuerst hatten wir uns überlegt, die Flugbahn voll mit Satelliten zu füllen, d.h. einen Satellitenring aufzubauen. Ein Satellitenring eignet sich jedoch nicht, da der Ring sehr weit weg von der Erdoberfläche sein muss, damit das R auf der ganzen nördlichen Hemisphäre innerhalb des großen Wagens sichtbar ist. Dies würde auch eine sehr große Anzahl an Satelliten bedeuten. Alternativ kann man den Radius kleiner setzen, müsste aber einen großen Teil der nördlichen Hemisphäre mit Satelliten bedecken, um von überall ein R zu erkennen. Beides sind kostenaufwändige und platz- sowie energieverwendende Umsetzungsmöglichkeiten, weshalb wir uns für Satellitengruppen entschieden haben.

5.2. Satellitengruppen

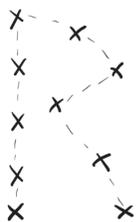
Wenn wir Satellitengruppen nehmen, können wir effektiv die Satelliten so anordnen, dass man in einem Zeitintervall die Satellitenbilder erkennen kann. So kann man Müll im Weltall sparen, sowie die Projektkosten senken. Auch ist die Wahrscheinlichkeit niedriger gegen andere Satelliten zu stoßen.

Der rote Punkt entspricht der Stelle, an der die Flugbahnen der Satelliten überschneiden und zusammen ein "R" bilden.



5.3. Anordnung des Satellitenbildes

Das R soll wie folgt aussehen:



(Die Kreuze entsprechen jeweils einem Satelliten)

Diese Konstellation wurde gewählt, da dies die Konstellation ist, bei der man mit der wenigsten Anzahl an Satelliten noch den Buchstaben R erkennen kann.

6. Satellitenflugbahn

Die Flugbahn der Satelliten sollte eine Höhe von 20180 km haben. Das ist die gleiche Flughöhe wie GPS-Satelliten.

Die Flughöhe wurde gewählt, da wir wissen, dass die Technologie, um Satelliten auf diese Höhe zu bringen, existiert und zuverlässig ist. Außerdem vereinfacht die Umlaufzeit von 12 Stunden die Rechnung.

7. Wie lang ist es sichtbar?

Laut dem Wikipedia-Artikel Global Positioning System brauchen GPS-Satelliten ca. 12 Stunden um einmal um die Erde zu fliegen. Wir nehmen an, dass die Satelliten, die wir einsetzen, ebenfalls 12 Stunden als Umlaufdauer haben. Aus dieser Annahme erfolgt die Rechnung:

$$\text{Winkelgeschwindigkeit } \omega = \frac{360^\circ}{12 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}} = \frac{1^\circ}{120 \text{ s}}$$

Da laut dem Wikipedia-Artikel Großer Bär die Rektaszension des großen Wagens von ca. 8h bis 14,5h beträgt kann hieraus die Zeit berechnet werden:

$$\text{Blickwinkel von der Erde zum großen Wagen } \alpha = 14,5 \text{ h} - 8 \text{ h} = 6,5 \text{ h} = 6,5^\circ$$

$$\frac{\alpha}{\omega} = \frac{6,5^\circ}{\frac{1^\circ}{120 \text{ s}}} = 780 \text{ s}$$

Mit der Annahme, dass das "R" etwa ein Viertel des Blickwinkels für den großen Wagen von der Erde einnimmt, folgt:

$$780 \text{ s} \cdot \frac{3}{4} = 585 \text{ s} = 9,75 \text{ min}$$

Somit ist anzunehmen, dass sich das komplette "R" aus der Sicht von der Erde ca. 9,75min im großen Wagen befindet.

8. Reflektion von Sonnenlicht

Um das "R" auf dem Sternbild zu projizieren haben wir mehrere Möglichkeiten in Betracht gezogen und uns schlussendlich für die Reflektion von Sonnenlicht entschieden. Wir hatten uns zum Beispiel überlegt, die Satelliten mit Lasern auszustatten, die Licht Richtung Erde senden und somit das "R" kreieren sollten. Wir haben jedoch keine Quelle gefunden, die zeigt, dass die heutige Technologie weit genug ist um einen Laser zu bauen der Licht über die von uns vorgegebene Strecke strahlen kann, sodass es von der Erde aus sichtbar wird. Daher entschieden wir uns für die Reflektion von Sonnenlicht an den Solaranlagen der Satelliten, wie es zum Beispiel bei den Solaranlagen ISS oder bei GPS Satelliten der Fall ist. Diese reflektieren einen großen Teil des Sonnenlichts, weshalb die ISS und GPS Satelliten manchmal von der Erde aus zu sehen ist (Lisbdnet, 2021; StackExchange, 2014). Anstatt dass die Solaranlagen ständig Richtung Sonne gerichtet sind um so viel wie möglich Energie zu absorbieren, richten wir sie für den von uns definierten Zeitraum von ca. 10 Minuten so aus, dass sie das Sonnenlicht auf die Erde reflektieren. Somit benötigen wir nur normale Satelliten ohne spezifische Modifikationen, außer der Möglichkeit die Ausrichtung der Solaranlagen zu einem bestimmten Zeitpunkt zu verändern.

9. Kosten der Satelliten

Laut einem Artikel auf golem.de hat SpaceX bei ihrem Satellitenprogramm Starlink 35 Millionen \$ für 60 Satelliten gebraucht. Da wir bei unserer Konstellation genau 120 Satelliten brauchen, können wir diese Kosten verdoppeln, d.h. wir bräuchten etwa 70 Mio. \$ für unser Projekt, was für die Zillionärin kein Problem sein sollte. Die Kosten der Starlink-Satelliten wurden als

Referenz gewählt, da unsere Satelliten nur ein Reaktionsrad bräuchte, um den Reflektionswinkel anzupassen, und Solarzellen, um diese mit Energie zu versorgen.

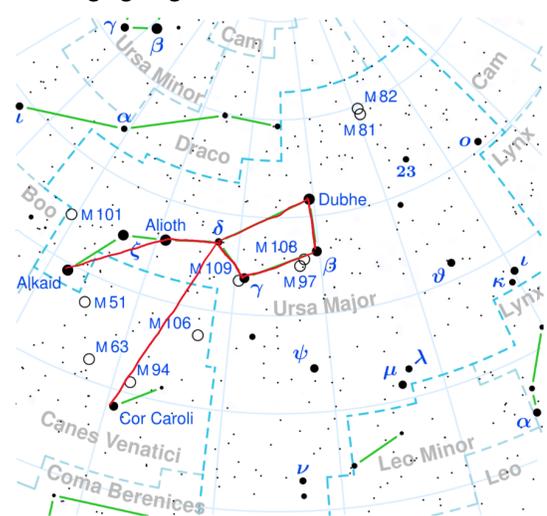
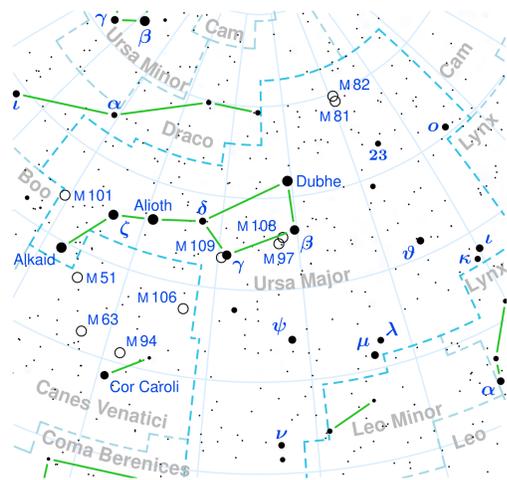
10. Blick in die Zukunft

Eine Überlegung die wir hatten, war eine neue Lichttechnologie zu verwenden, die die Hotelgruppe Marriott benutzt um Werbung in den Nachthimmel zu projizieren mit Hilfe einer optischen Illusion, der Persistenz des Sehens (CNBC, 2017).

Wir haben aber entschieden, dass dies mit Satelliten heute nicht realistisch genug ist. Zu einem bräuchte man sehr viele Satelliten in eine Reihe, zum anderen müssten diese in sehr kurzen Abständen so flackern, dass das Auge eine "R" zu sehen glaubt.

11. Zusätzliches

Man könnte auch eine weltweite Werbekampagne machen, die besagt, dass das Sternzeichen Ursa-Major mit dem Stern Cor Caroli erweitert wird. Somit würde das Sternzeichen "der große Wagen" zum Sternzeichen "das große R", also "Ursa-Major-R" werden. Da dieses aber mathematisch uninteressant ist, wurde nicht weiter darauf eingegangen.



<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%81%8A%E3%81%8A%E3%81%90%E3%81%BE%E5%BA%A7>

12. Kritische Stellungnahme

Dieses Projekt ist in vieler Hinsicht kritisch. Neben des großen Energieaufwands sind z.B. Probleme der Lichtverschmutzung gravierend. Für kommerzielle/ private Gründe sollte dieses Projekt eigentlich nicht durchgeführt werden.

Quellen:

Starlink-Satelliten

<https://www.br.de/nachrichten/wissen/keine-ufos-lichterkette-neuer-starlink-satelliten-ist-zu-sehen,Sv3RJ6k>

Flughöhe GPS

https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

Reflected sunlight SPS

<https://space.nss.org/wp-content/uploads/SSP-DOE-Brightness-Due-To-Reflected-Sunlight.pdf>

Sunlight reflected

<https://space.stackexchange.com/questions/5592/why-does-the-international-space-station-have-a-downward-facing-light#:~:text=It's%20not%20a%20powered%20light,from%20the%20space%20station's%20altitude.>

Most powerful laser

<https://phys.org/news/2015-07-japanese-team-world-powerful-laser.html>

GPS für Radius und Geschwindigkeit

https://de.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

Solar power in space

<https://www.solar.com/learn/space-based-solar-vs-conventional-solar-how-are-they-different/#:~:text=These%20panels%20can%20reach%20up,commercial%20solar%20panels%20can%20reach.&text=Satellites%20in%20space%20are%20also,maximize%20their%20absorption%20of%20sunlight.>

Lichtverschmutzung durch Satelliten

<https://earthsky.org/space/satellites-versus-stars-night-sky-kessler-syndrome/#:~:text=Satellites%20shine%20by%20reflecting%20the,reach%20them%20high%20above%20Earth.>

<https://www.sueddeutsche.de/wissen/satelliten-lichtverschmutzung-nachthimmel-helligkeit-teleskop-1.525144>

Laserpointerreichweite

<https://kurier.at/leben/laserpointer-mit-reichweite-bis-ins-all/729.539>

<https://www.scinexx.de/news/technik/neuer-rekord-der-laserintensitaet/>

Starlink

<https://www.nbclosangeles.com/news/local/spacex-ufo-starlink-satellites-space-light-in-sky-train/2590876/#:~:text=The%20satellites%20are%20sometimes%20visible,enough%20to%20reflect%20direct%20sunlight.>

Global Positioning System

https://en.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System

Großer Bär

https://de.wikipedia.org/wiki/Gro%C3%9Fer_B%C3%A4r

Kosten der Satelliten

<https://www.golem.de/sonstiges/zustimmung/auswahl.html?from=https%3A%2F%2Fwww.golem.de%2Fnews%2Fspacex-was-starlink-deutschland-bringen-koennte-2102-154199-2.html&referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

Persistenz des Sehens

<https://www.cnbc.com/2017/12/21/marriott-is-using-new-light-technology-to-project-ads-into-the-sky.html#:~:text=Hotel%20group%20Marriott%20is%20set.moves%20his%20or%20her%20head.>