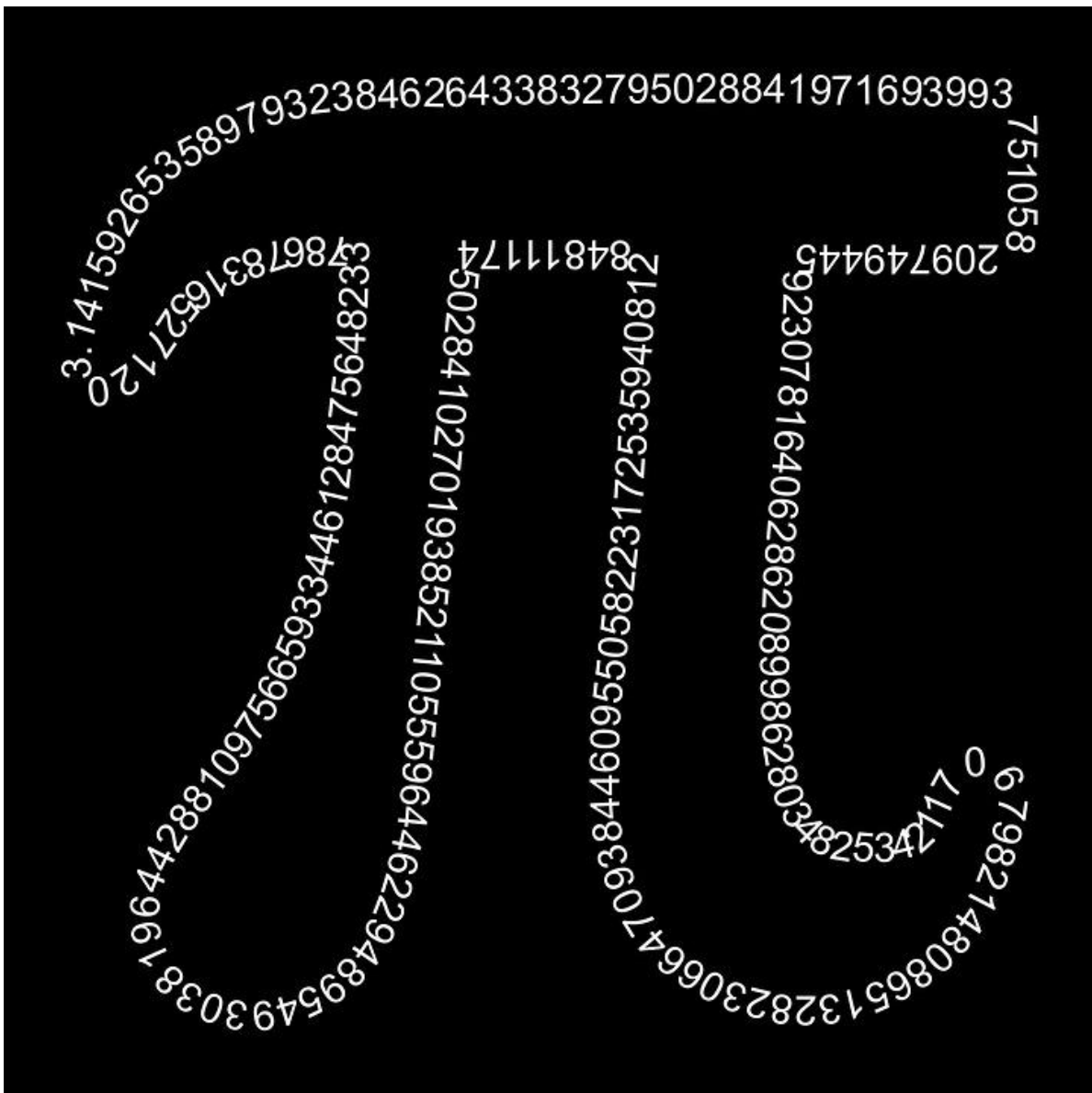


Team ID: 370 alias die „π-onisten“

Aufgabenstellung: Ein Zeichen im Meer aus Plastik formen, dass von der ISS mit bloßem Auge erkennbar ist.

$$\pi = \sqrt{6 * \sum_{n=1}^{\text{Unendlich}} \frac{1}{n^2}}$$



## Zusammenfassung:

Das Symbol muss groß genug sein, um es von der ISS sehen zu können. Das Hauptproblem dabei ist nicht nur die Größe, sondern auch die Sichtbarkeit, die durch den farblichen Unterschied zwischen dem Meer und dem Plastik entsteht. Um eine größere Sichtbarkeit zu erreichen, wäre es von Vorteil, wenn der Teppich leuchten würde. Da es sehr kompliziert wäre das über Lampen zu realisieren, haben wir uns entschieden biolumineszente Bakterien zu verwenden. Natürlich könnte man das Zeichen, dann nur im Dunkeln sehen. Das Licht, das die Bakterien abstrahlen, müsste blau sein, da das durch die Atmosphäre am wenigsten gefiltert wird. Um gleichzeitig etwas Gutes für die Umwelt zu tun und die Versorgung der Bakterien zu gewährleisten wären es PET- zersetzende Bakterien.

Warum nehmen wir  $\pi$  als Symbol?

Wenn wir ein normales Symbol für den Umweltschutz nehmen würden, würde es den meisten Menschen eher egal sein. Ein Symbol wie  $\pi$  ist eher untypisch und etwas Besonderes und fällt auf. Zudem hat es einen ironischen Unterton. Damit hat man ein weites Zuschauerspektrum damit erreicht. Außerdem ist  $\pi$  ein großartiges Symbol für die Mathematik in der Natur und ein Zeichen für die Zukunft der Menschheit.

Um das Zeichen in Form zu halten wird ein Netz über ein schwimmendes Sechseck aus Stahlrohren gespannt, wo das, auf dem Meer schwimmende Plastik, verdichtet aufgeschichtet wird. Über dieser ca. 2m hohen Schicht wird nochmals ein Netz gespannt, über dem dann eine Schicht aus PET liegt. Das ist nötig, da PET schwerer als Wasser ist und sonst untergehen würde. Das restliche Plastik ist leichter als Wasser und schwimmt darauf, daher trägt es das PET. Die Form des Sechsecks wurde gewählt, da es besonders formstabil ist.

Die Sechsecke würden ungefähr einen Kreis bilden, indem etwa die Hälfte der Fläche von dem  $\pi$  eingenommen würde. Das Netz unter dem  $\pi$  wäre von einer reflektierend Folienart unterlegt, um das, von den Bakterien abgegebene Licht, zu vergrößern.

Die tragende Plastikschiicht kommt aus den Müllteppichen in den Ozeanen und wird mit Schleppnetzen eingesammelt, verdichtet und in dreiecksform gepresst. Das verdichtete Plastik würde immer noch auf dem Wasser schwimmen, da das Prinzip dasselbe ist, wie bei einem Schwamm, der zusammengedrückt wird. Nur der Wasseranteil im Plastik würde weniger. Das PET hat eine höhere Dichte als Wasser und würde daher auf dem Meeresboden liegen. Da es sehr umständliche wäre es herauszuholen nehmen wir das PET aus dem natürlichen Landplastikkreislauf: Wir würden es also von Recyclingfirmen und ähnlichem aufkaufen.

Die Stahlrohre würden von Frachtschiffen dorthin gebracht, abgeladen und mit den gefüllten Netzen verbunden. Im Letzen Schritt wird die Schicht aus PET aufgetragen und die Bakterien verteilt.

## Einführung:

Die schwierigsten Fragen sind, wie man das Plastik trotz der Strömung sammeln und in Form halten soll. Es wäre möglich hier mit den Strömungen zu arbeiten, was aber den Nachteil hätte, dass das Plastik gleich wieder zerstreut würde. Andererseits ist es schwierig ohne Strömung genug Plastik zu sammeln. Es stellt sich auch die Frage, ob man das Mikroplastik verwenden kann und ob man die Plastikmengen vom Meeresgrund holt. Andere Fragen sind, wie groß das Symbol sein muss, damit man es bequem sehen kann, ob der Plastikteppich die Schicht aus PET trägt und aus welchem Material die Rohre und Netze sein müssen um formstabil zu bleiben.

## Hauptteil:

### 1. Frage: Wie groß muss das Zeichen sein um von der ISS bequem sichtbar zu sein.

Wir nehmen an, dass der minimale Sehwinkel  $0,5^\circ$  ist und der maximale sich aus der deutliche Sehweite berechnet.  $S_0 = 25 \text{ cm}$   $G = 6 \text{ cm}$   $\tan(\epsilon) = G/\text{Gegenstandsweite}$

$\tan \epsilon \text{ deutlich} = G/s_0$

$$= 6 \text{ cm}/25 \text{ cm}$$

$$= 13,5^\circ$$

$$G_{\max} = \tan(\epsilon) * 400\,000 \text{ m}$$

$$= 96\,000 \text{ m}$$

$$G_{\min} = \tan(0,5) * 400\,000$$

$$= 3490 \text{ m}$$

Als Mittelwert nehmen wird  $50\,000 \text{ m}$  als Länge und Breite des  $\pi$ . Der Flächeninhalt des Kreises wäre  $1963 \text{ km}^2$ . Wenn wir annehmen, dass das  $\pi$  die Hälfte dieser Fläche einnimmt müssen  $981 \text{ km}^2$ . Wir haben beschlossen, dass die Brechung des Lichts durch die Atmosphäre hier vernachlässigbar ist, da das Licht im  $90^\circ$  Winkel auf die Atmosphäre trifft.

### 2. Frage: Schwimmen die Stahlrohre?

Als Durchmesser der Stahlrohre nehmen wir  $1 \text{ m}$ , die Länge des Stahlrohrs beträgt  $50 \text{ m}$

Als Durchmesser des Hohlraums nehmen wir  $0,98 \text{ m}$ . Wir berechnen die Auftriebskraft, wenn das Rohr komplett unter Wasser wäre, da es dann auf jeden Fall schwimmt. Als Material nehmen wir hier Stahl, da es sowohl stark, als auch elastisch ist. ( Bruchdehnung  $18 - 23 \%$ , Spannung  $0,081 \text{ N/m}^2$ )

$$V_{\text{Metall}} = V_{\text{gesamt}} - V_{\text{Rohr}} = 0,5 \text{ m}^2 * \pi * 50 \text{ m} - 0,49 \text{ m}^2 * \pi * 50 \text{ m} = 39,23 \text{ m}^3 - 37,71 \text{ m}^3 = 1,52 \text{ m}^3$$

$$FA = V_{\text{Luft}} * \rho_{\text{Wasser}} * g = 39,23 \text{ m}^3 * 1000 \text{ kg/m}^3 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 384846 \text{ N}$$

=> 384846 N > 114816 N. Ja, sie schwimmen.

### 3. Frage: Trägt die Plastiksicht das PET?

Da es am formstabilsten ist, nehmen wir Sechsecke als Form. Die Seitenlänge beträgt 100 m, die Fläche beträgt 25,98 m<sup>2</sup>. Wir gehen von einer PET Schicht von 1 cm und einer Plastiksicht von 1 m aus.

$$P_{\text{PET}} = 1380 \text{ kg/m}^3$$

$$FA_{\text{Plastik}} = 25,98 \text{ m}^3 * 1 \text{ m} * 1000 \text{ kg/m}^3 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 254864 \text{ N}$$

$$FG_{\text{PET}} = 25,98 \text{ m}^3 * 0,01 \text{ m} * 1380 \text{ kg/m}^3 * 9,81 \text{ m/s}^2 = 3517 \text{ N}$$

FA >> FG, daher schwimmt die Konstruktion und trägt zusätzlich das Gewicht des Netzes.

Es bleiben 25621 kg für die Bakterien.

Wir nehmen ein Pelagisches Schleppnetz, das bei einer Länge von 1500 m 500 Tonnen Fisch tragen kann. Da der Plastikteppich das PET trägt, muss das Netz nur sein Eigengewicht halten.

### 4. Wie viele Leuchtbakterien brauchen wir?

Es gibt leuchtende Bakterien, da wir aber für Bakterien keinen Leuchtwert gefunden haben gilt als Referenz die Leuchtkraft eines Glühwürmchens. Lux eines Glühwürmchens = 0,01 LUX. Annahme: Am Ende müssen 0,01 LUX an der ISS ankommen

$$E_0 \text{ bei } 0,1\text{m} = 0,01 \text{ LUX}$$

$$E_{\text{ISS}} = E_0 / r^2$$

$$E_0 = 0,01 \text{ LUX} * (400 * 10^4)^2$$

$$E_0 = 1,6 * 10^{11} \text{ LUX}$$

Fläche Glühwürmchen:

$$0,02\text{m} * 0,001\text{m} = A$$

$$A = 2 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Für Pi: Anzahl Kolonien} = 981 \text{ m}^2 * 10^6 / (2 * 10^{-4}) = 4,9 * 10^{13}$$

Man kann Bakterien leicht so genmanipulieren, dass sie leuchten und es gibt PET zersetzende Bakterien wirklich, daher sind die Annahmen über Bakterien realistisch.

Hinzu kommt, dass auf dem  $\pi$  reflektierende Netze verwendet werden und die Bakterien blau leuchten. Daher wird die Absorption der Atmosphäre hier vernachlässigt.

#### 5. Welche Gesamtmasse an Plastik (nicht PET) brauchen wir?

$$\rho_{\text{Plastik}} = 0,95 \text{ g/cm}^3$$

$$m_{\text{Plastik}} = 981 \cdot 10^6 \text{ m}^2 \cdot 950 \text{ kg/m}^3 = 9,32 \cdot 10^{11} \text{ kg}$$

Da pro Jahr  $8 \cdot 10^9$  kg Müll im Meer landen ist dieser Wert erreichbar, sollte jedoch, da ein großer Teil dieses Mülls Mikroplastik ist und auf dem Meeresboden liegt, wird der Müll über den Zeitraum von 4 Jahren gesammelt. Hierzu geht man an die Müllstrudel und fährt mit einem Sammelschiff z.B. der Seekuh hindurch um diese Müllmenge anzusammeln.

#### 6. Welche Masse an PET brauchen wir?

$$m_{\text{PET}} = 981 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot 0,01 \text{ m} \cdot 1380 \text{ kg/m}^3 = 1,354 \cdot 10^7 \text{ kg}$$

Entweder würden wir recycelte Flaschen sammeln oder PET Granulat kaufen, das sehr preisgünstig ist. Eine Tonne hat ca. einen Wert von 450 €.

Logistik:

Um die Plattform zu Bauen werden folgende Schritte durchgeführt:

##### 1. Transport des Mülls:

- Sammelstationen/Schiffe werden an den großen Müllvorkommen der Weltmeere eingesetzt um den schwimmenden Müll aufzusammeln
- Containerschiffe werden mit speziellen Müllpressen ausgestattet und pendeln zwischen den Sammelstation und der Plattform. Während der Fahrt von Sammelstation zur Plattform wird der Müll in Form von gleichseitigen Dreiecken Gepresst. Diese Form ist wichtig, um die 6-Eckigen Plattformteile optimal zu füllen.

##### 2. Konstruktion der Plattformteile für das Symbol:

- Ein 6-Eck wird aus Stahlrohren gebaut
- Ein Netz aus einem Pelagischen Schleppnetz wird an der Unterseite der Rohre befestigt, sodass eine Fläche unter der Wasseroberfläche entsteht, welches die Grundlage bildet.
- Das 6-Eck wird mit dem gepressten Müll aufgefüllt und ein zweites Netz wird über den Müll gespannt dies bildet die Schwimmfläche zusammen mit den Stahlrohren, die für die gesamte Konstruktion mehr als ausreichend Auftrieb erzeugen.
- Für angrenzende 6-Ecke werden weitere Stahlrohre so angebracht, sodass eine Wabenkonstruktion entsteht
- Darüber wird einer reflektierende Folie (Alufolie) überzogen
- Hierauf wird eine 1cm Dicke Schicht PET aufgebracht.

3. Konstruktion der sonstigen Plattformteile
  - Weitere Rohre werden für die Wabenkonstruktion angebracht

Logistische Berechnungen:

Anzahl der 6-Ecke k:

a:Kantenlänge

$$k = \frac{A}{\frac{3}{2}a^2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{1963 \text{ km}^2}{\frac{3}{2}(0.1 \text{ km})^2 \cdot \sqrt{3}} = 75555.9 \approx 75556$$

Anzahl der Rohre n:

Hinweis: zugefügte Seiten wurden auf 3 gerundet, da die 6-Ecke direkt an einander liegen und keine doppelten Ränder haben  
 Hinweis: es wird mit 2 multipliziert, weil eine Seite aus zwei Rohren besteht

$$n = k \cdot (\text{zugefügte Seiten}) \cdot 2$$

$$n = 75556 \cdot 3 \cdot 2 = 453336$$

Annahme für durchschnittliches Fassungsvermögen  $V_s$  eines Containerschiffs: 10000 TIU-Container

$$1 \text{ TIU}: 38,3 \text{ m}^3$$

$$\Rightarrow V_s = 10000 \cdot 38,3 \text{ m}^3 = 383000 \text{ m}^3$$

Hinweis: Rohre werden senkrecht aufeinander Verladen, daher kann mit einem Rohrvolumen  $V_R$  von  $50 \text{ m}^3$  pro Rohr gerechnet werden.

Anzahl der Rohre pro Schiffsladung a:

$$a = \frac{V_s}{V_R} = \frac{383000 \text{ m}^3}{50 \text{ m}^3} = 7660$$

Anzahl der Schiffsladungen G:

Hinweis: 0.18 Schiffsladung wird aufgerundet, da das Material benötigt wird

$$G = \frac{n}{a} = \frac{453336}{7660} = 59.18 \approx 60$$

### Schlussfolgerung:

Die Kosten wären natürlich exorbitant, doch wir sind uns sicher, dass der deutsche Staat unser Vorhaben unterstützen würde, da Artikel 20 a) des Grundgesetzes ihn dazu verpflichtet „ die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere im Rahmen der verfassungsmäßigen Ordnung durch die Gesetzgebung und nach Maßnahme von Gesetz und Recht“ zu schützen.

Die Ergebnisse sind natürlich teilweise unrealistisch, da es schwer war einzuschätzen wie groß der Einfluss der Strömung auf die Konstruktion ist und ob die Elastizitätseigenschaften sich dafür eignen. Des Weiteren haben wir die höhere Dichte von Salzwasser nicht beachtet ( was aber gut für den Auftrieb wäre) und das Material Baustahl eignet sich für das längere Verbleiben in Salzwasser nur bedingt. Außerdem haben wir den Einfluss der Strömung und das Gewicht der Bakterien vernachlässigt. Es ist auch fragwürdig, ob die Energie, die die Bakterien dem PET entziehen können ausreicht, um so hell zu leuchten.

Um den Bereich einzugrenzen, kann eine Fehlerfortpflanzungsrechnung helfen. Wenn Sie wollen, können Sie diese gerne selbst durchführen.

Quellen: (Auszug)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Polyethylenterephthalat#Recycling>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Baustahl#Eigenschaften>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Schleppnetzfisherei>

<https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=dichte+salzwasser>

