09.03.2024

PlaNet SimTech Wettbewerb

Team ID 8482

In der Nordsee soll in Zukunft vermehrt CO2 im Untergrund verpresst werden. Obwohl diese Verfahren gut untersucht sind, besteht trotzdem das Risiko, dass es zu spontanen Erdsenkungen kommt, die damit einen Tsunami auslösen würden.

Wie und wie schnell kann man in der touristischen Hochsaison von Sylt alle Menschen, Haus- und Nutztiere komplett evakuieren, wenn „von jetzt auf gleich“ evakuiert werden müsste?

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung ... 3
Einführung ... 3
Methodik ... 3
Annahmen ... 4
Haustiere ... 5
Lösungsansätze ... 6
Idee 1 - Zug ... 6
Idee 2 - Aufblasbare Plattformen ... 8
Umsetzung ... 9
Abwägung ... 9
Güterzug ... 9
Der Tsunami ... 10
Schlussfolgerung ... 11
Literaturverzeichnis ... 12

Zusammenfassung

Wir konnten durch zwei verschiedene Lösungsansätze alle Einwohner, Touristen, Nutz - und Haustiere aus Sylt zum östlichen Festland evakuieren. Unser primärer Transportweg ist dabei eine Zugverbindung über den Hindenburgdamm, über den mit Güterfahrzeugen Menschen und Tiere transportiert werden können. Mit schlauchbootartigen Plattformen wollen wir außerdem die Menschen und Tiere, die es nicht bis zum Bahnhof schaffen, mit einem Stahlseil und einem am Festland verankerten Motor über das Wattenmeer ziehen; egal ob Ebbe oder Flut, sodass auch sie sicher evakuiert werden können.

Einführung

Mit dem Klimawandel kommt immer mehr die Frage auf, was wir mit dem bisherigen CO_2 anstellen, welches wir schon durch fossile Brennstoffe in die Atmosphäre ausgestoßen haben. In Kombination mit der Pflanzung von Bäumen erhofft man sich durch die Versenkung von CO_2 im Meer, dass man sich den natürlichen Kohlenstoffkreislauf der Natur zunutze macht und schnell wieder CO_2 aus der Atmosphäre entfernt, wodurch man die Erderwärmung verlangsamen würde. Dies kann aber auch zu gefährlichen seismischen Aktivitäten führen, die einen Tsunami auslösen könnten.

Das vorgegebene Szenario ist folgendes:
In der Nordsee soll in Zukunft vermehrt CO_2 im Untergrund verpresst werden. Obwohl diese Verfahren gut untersucht sind, besteht trotzdem das Risiko, dass es zu spontanen Erdsenkungen kommt, die damit einen Tsunami auslösen würden.

Wir stellen uns deswegen die Frage:
Wie und wie schnell kann man in der touristischen Hochsaison von Sylt alle Menschen, Haus- und Nutztiere komplett evakuieren, wenn „von jetzt auf gleich“ evakuiert werden müsste?

Die Insel erweist sich vor allem bei einer Evakuierung als problematisch, da sie in der Hochsaison ein sehr beliebter Ort für Touristen ist. Es sind ungefähr viermal so viele Touristen in Sylt wie Einwohner[1] [14].

Methodik

Wir haben zuerst Statistiken und Zahlen für die Fragestellung aus diversen Quellen herangezogen; besonders zeitaufwendig war dabei, den Tierbestand in

Sylt festzulegen, der evakuiert werden müsste, da diese nicht veröffentlicht sind und wahrscheinlich auch nicht gemessen wurden. Deswegen haben wir für diese Werte umfassende Näherungen herangezogen, die die Basis für unsere Berechnungen schaffen. Erst dann gingen wir ans Werk und arbeiteten aufgrund bestehender Infrastruktur in Sylt Maßnahmen aus, die bei einer Evakuierung zustande kommen könnten.

Annahmen

Wir nehmen an, dass das CO_2 in der Tiefsee ab 3000 Meter Tiefe gepresst wird (da das den herkömmlichen Verfahren entspricht), und somit die Stelle, an der der Ursprung des Tsunamis liegt, 1000 km von der Insel Sylt entfernt liegt[6] (an der Grenze von Nordsee und Europäischen Nordmeer)

https://earth.google.com/web/search/sylt/@59.84213637,2.96880789,-35.34859926a,3241095.02059042d,35y,0h,0t,0r/data=Cm8aRRI_CiUweDQ3YjRkYzU2YjRhYmMzZGI6MHg4OWI5ODZiYmYyMzAxMTQ2GfURU31CdEtAIQE2e_vOoiBAKgRzeWx0GAIgASImCiQIKdE1a3tnS0AR0LmZ3ZcWS0AZHTlxLtrkIkAhDl-D9TU3HUA6AwoBMA

Wir müssen auch aufgrund der Fragestellung annehmen, dass die Evakuierung mit dem Transport zum Festland im Osten zu Ende ist, da der Tsunami durch Sylts Topologie bei der Überflutung verlangsamt wird und das Festland nicht überschwemmt. Wir müssen also Menschen sowie Tiere nur auf das Festland transportieren, sodass sie in Sicherheit sind.

Die Insel hat 14.000 Einwohner[1] und unseren Schätzungen zufolge werden dort maximal 60.000 Touristen erwartet, da die Anzahl der Betten in den Gasthäusern auf Sylt diesen Wert aufzeigt[14]. Wir gehen hier also von einem Worst-case-Scenario aus.

Um die Tiere sicher zu transportieren, müsste man sie erst einmal sedieren; dies kann über die Wirkstoffe Diazepam und Azepromazin erfolgen, die auch oft bei Tiertransporten verwendet werden[7].

Wir gehen davon aus, dass Menschen für eine kurze Zeit zu fünft auf einen Quadratmeter passen: $A(Mensch) = 0.2m^2$.

Da der Ursprungsort des Tsunamis unter dem CO_2 -Speicherorts ist, gehen wir davon aus, dass die Warnsysteme auf der Plattform eine direkte Warnung ausgeben.

Haustiere

Zur Berechnung der Anzahl an Haustieren wird zunächst die Anzahl der Tiere in ganz Deutschland durch die Anzahl der Haushalte in Deutschland (40,9 Mio.) geteilt. Multipliziert man dieses Ergebnis (Tier/Haushalt) mit der Anzahl der Haushalte in Sylt, erhält man die theoretische Anzahl an Haustieren in Sylt. Die Anzahl der Haushalte wird durch die Anzahl der Menschen in Sylt (ca. 14000) geteilt durch die durchschnittliche Anzahl an Menschen in einem Haushalt in Deutschland (ca. 2) errechnet; es gibt in Sylt also ungefähr 7000 Haushalte.

Tier	Anzahl (in Mio.)	Tier / Haushalt	Anzahl in Sylt
Katze	15,2	0,37	2590
Hund	10,6	0,26	1820
Kleintier	4,9	0,12	840
Ziervögel	3,7	0,09	630
Aquarien	2,3	0,06	420
Gartenteich	1,4	0,03	210
Terrarien	1,3	0,03	210

Für die Haustiere haben wir geschätzt, dass ein Haustier bei der Evakuierung etwa die Hälfte der Fläche eines Menschen einnimmt, also etwa 0,1 m², und im Schnitt zehn Kilogramm wiegt.

Die wichtigsten Nutztiere auf Sylt sind Schafe und Pferde. Um die Anzahl an Schafen auszurechnen, die ungefähr auf Sylt leben, kann man die Schafe in ganz Schleswig-Holstein durch die Fläche des Bundeslandes teilen und dann mit der Fläche Sylts multiplizieren. Daraus ergibt sich ein Schätzwert für die Anzahl der Schafe:

$$N(Schafe\ in\ Sylt) = \frac{N(Schafe\ in\ Schleswig{-}Holstein)}{A(Schleswig{-}Holstein)} \cdot A(Sylt) = \frac{186600}{15760km^2} \cdot 99km^2 \approx 1120\ Schafe$$

Nutztier	Anzahl	Durchschnittsgewicht (kg)	Fläche bei Transport (m^2)
Pferd	600	420	3
Schaf	1120	70	1,5

Weitere Nutztiere wie Rinder oder Hühner, die in geringer Anzahl auch vorkommen, werden in Aufrundungen in den Berechnungen berücksichtigt.

Außerdem besitzt Sylt auch einen Tierpark mit 400 Tieren in verschiedenen Größen, den Tierpark Tinnum. Da keine großen Tiere wie bspw. Elefanten im Tierpark leben, gestaltet sich der Transport nicht schwieriger als der von anderen Nutztieren. Ein guter Mittelwert für das Gewicht und die Transportfläche der Tiere bietet der Flamingo, mit folgenden Werten:

Tier	Durchschnittsgewicht (kg)	Fläche bei Transport (m^2)
Flamingo	4	0,2

Lösungsansätze

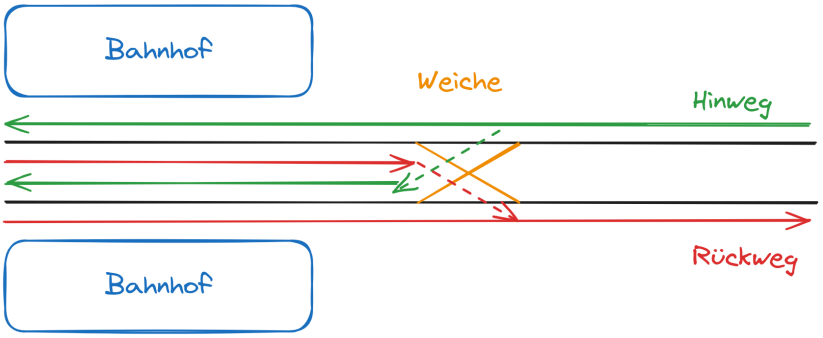
Idee 1 – Zug

Es führt eine Bahnlinie (zwei parallele Schienen) von der Hauptstadt Westerland über den Hindenburgdamm zum Festland.

https://www.google.com/maps/dir/Westerland(Sylt)/Klanxb%C3%BCll,+25924+Klanxb%C3%BCll,+%E3%83%89%E3%82%A4%E3%83%84/@54.8838143,8.407074,11.55z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x47b4de8e518313c5:0x78c4b0fed06817e0!2m2!1d8.310921!2d54.9068432!1m5!1m1!1s0x47b4c07a6651de87:0x844d1796ac1704b3!2m2!1d8.6770649!2d54.8618931!3e3?hl=de&entry=ttu

Ein durchschnittlicher Güterzug zieht 30 Güterwagen, wobei ein Güterwagen der Regelbauart UIC 571-1 mindestens eine Ladefläche von $25m^2$ besitzt[22]. Dabei kommen wir pro Zug auf $30\ Wagen \cdot 25\frac{m^2}{Wagen} = 750m^2$. Wie oben angenommen,

könnten Menschen , wenigstens für die kurze Dauer der Zugfahrt, zu fünft auf einen Quadratmeter passen. Also würden wir auf $750\frac{m^2}{Zug} \cdot 5\ \frac{Menschen}{m^2} = 3750\ \frac{Menschen}{Zug}$ kommen. Die 74. 000 Menschen könnten wir also mit $74.000\ Menschen \div 3750\ \frac{Menschen}{Zug} \approx 20\ Z\ddot{u}gen$ transportieren.



Wenn wir annehmen, dass ein Zug auf einem Gleis hinfährt und auf dem anderen zurückfährt, können gleichzeitig mehrere Züge auf der Schiene zur Hinfahrt warten und zwei könnten im Bahnhof gleichzeitig stehen, sodass bei der Rückfahrt eines Zuges ein neuer Zug nachrückt.

Wenn wir wiederum annehmen, dass die Einsteigezeit in den Zug + die Einfahrtszeit des Zuges 10 Minuten entspricht (ein Wert, der für so einen Notstand annehmbar ist) und der Zug danach sofort losfahren kann, bräuchte man $20\ Z\ddot{u}ge \div 2\ \frac{Z\ddot{u}ge}{Gleis} \cdot 10\ \frac{Minuten}{Gleis} = 100\ Minuten$ um alle Menschen auf das Festland zu transportieren.

Da man 5200m^2 für den Transport aller Tiere bräuchte, sind das $5200m^2 \div 750\frac{m^2}{Zug} \approx 7\ Z\ddot{u}ge$, sodass $7\ Z\ddot{u}ge \div 2\ \frac{Z\ddot{u}ge}{Gleis} \cdot 10\ \frac{Minuten}{Gleis} \approx 40\ Minuten$ weiterer Zeit anfallen würden (nicht 35, da ja der letzte Zug trotzdem 10 Minuten braucht). Somit kommen wir auf eine Gesamtevakuierungszeit von $140\ Minuten$, wenn wir nur die Transportzeit in Betracht ziehen.

Der Transport der Menschen zu dem Bahnhof sowie die Zeit um die Tiere zu sedieren passt außerdem in die ersten $100\ Minuten$, da dort noch keine Tiere transportiert werden und die Menschen aus den entfernteren Teilen der Insel langsam eintreffen werden.

Ein Problem stellt allerdings dieser Transport dar, da man zwar mit dem ÖPNV aus dem südlichsten Teil Sylts nach Westerland laut Google Maps nur $45\ Minuten$ braucht[10], das aber nicht die Kapazität der Busse berücksichtigt, die $9.600\ Menschen$ und viele Tiere bis zum Bahnhof fahren müssten.

Idee 2 – Aufblasbare Plattformen

Um die Leute außerhalb von Westerland auch schnell genug auf das Land zu bringen, haben wir eine zweite Idee verfasst. Wir konnten ermitteln, dass 12.400[20] von 14.000 der Einwohner Sylts in Westerland wohnen. Darüber hinaus sind in der Hochsaison 60.000 Touristen in Sylt; extrapoliert sind das ungefähr 52.000 in Westerland. Damit kommen wir auf eine Gesamtzahl von 64.400 Menschen in Westerland, die evakuiert werden müssen. Diese Menschen würden auch hier mit dem Zug auf das Festland gebracht werden.

Man braucht dasselbe Verfahren, wie bei der ersten Idee, allerdings wäre dieses hier weniger belastet und würde vermutlich noch zeitsparender und effizienter funktionieren. Es verbleiben dann noch 8500 Menschen, die sich nicht in der Stadt, sondern auf dem Land befinden. Da sie einen sehr langen Anfahrtsweg zum Bahnhof hätten, der mit Bussen o. Ä. durchgeführt werden müsste, besteht unsere Idee darin, sie auf insgesamt 4 luftgefüllten, schlauchbootartigen Plattformen über das Wasser (bei Flut) bzw. über den Sand (bei Ebbe) Richtung Festland zu ziehen. Auf diesen Booten würden ebenfalls alle Nutztiere, sowie die Haustiere der Menschen, die auf Plattformen fahren (770 Haustiere).

Die Küstenwache im Wattenmeer (Bereich zwischen der Insel Sylt und dem Festland) nutzt sogenannte “Quadskis” (Amphibienfahrzeuge)[21], die sowohl auf dem Wasser als auch auf dem Sand 72 km/h schnell sind. Diese würden wir hier einsetzen, um ein Stahlseil von der Insel auf das Festland zu bringen.

Um auszurechnen, wie viel Auftrieb die Plattform haben muss, um nicht unterzugehen, haben wir die Gewichtskraft, die auf die Plattform wirkt, mit der Auftriebskraft gleichgesetzt. Die Gewichtskraft ergibt sich aus der Masse der Menschen und Tiere (931380kg), die transportiert werden, multipliziert mit der Erdbeschleunigung. Die Antriebskraft kann man aus dem Produkt des Volumens der Plattform, der Dichte des Wassers (997 kg/m^3) und der Erdbeschleunigung berechnen. Die Masse der Plattform kann hierbei vernachlässigt werden, da sie im Vergleich zur Masse der Last sehr gering ist. Es ergibt sich also folgende Formel:

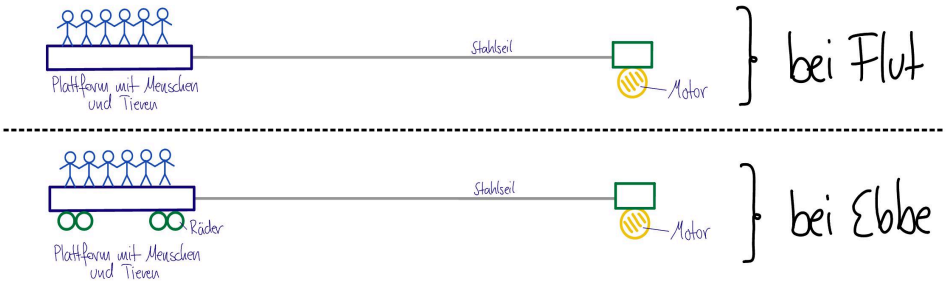
$$m \cdot g = V \cdot \rho \cdot g \quad \rightarrow \frac{m \cdot g}{\rho \cdot g} = V = 934,2 \ \mathrm{m}^3$$

Die Höhe der Plattform kann nun bestimmt werden, indem man das erhaltene Volumen durch die Fläche der Plattform (5337 m^2) teilt. Die Fläche kann durch das Abschätzen, wie viel Fläche die Menschen und Tiere verbrauchen, angenähert werden. Durch $\frac{V}{A} = h$ kann die Höhe der Plattform bestimmt werden. Diese beträgt 17,5 cm. Da die Kräfte bei einer Plattformhöhe von 17,5 cm genau im Gleichgewicht wären, könnte das Boot keinen Umweltfaktoren o.Ä. trotzen. Dafür

haben wir einen Puffer eingebaut und die Höhe auf 25 cm gesetzt, um kein Risiko einzugehen, dass die Plattform sinkt.
Somit wissen wir, welche Ausmaße die Plattform haben muss, um alle Menschen und Tiere auf das Festland zu bringen.

Umsetzung

Mit einem Amphibienfahrzeug, welches bei der Rettung von Besucher im Watt verwendet wird (Quadski), wird ein Stahlseil von der Insel auf das Festland gebracht, auf beiden Ufern auf erhöhter Position befestigt und anschließend auf Spannung gebracht, sodass es nicht mehr durchhängt. Dieses gespannte Seil kann nun dazu genutzt werden, um aufblasbare Plattformen entweder über das Wasser (bei Flut) oder über den nassen Sand (bei Ebbe) zu ziehen. Dies geschieht mithilfe eines Motors, der sich an dem Stahlseil nach vorne zieht. Somit können die Plattformen an das Festland gelangen. Während die Menschen zu den Plattformen gebracht werden, fährt das Amphibienfahrzeug Richtung Festland und spannt das Seil. Da es 72 km/h schnell ist, und die Strecke ungefähr 20 km beträgt (variiert je nachdem, an welchem Ort auf der Insel das Boot losgeschickt wird), braucht das Fahrzeug 17min bis es das andere Ufer erreicht hat. Die Plattformen mit den Menschen und Tieren bewegen sich möglichst langsam, um den Motor nicht zu überlasten. Bei einer Geschwindigkeit von 20 km/h wäre die gesamte Evakuierung mit den Plattformen dann nach 80 min abgeschlossen.



Abwägung

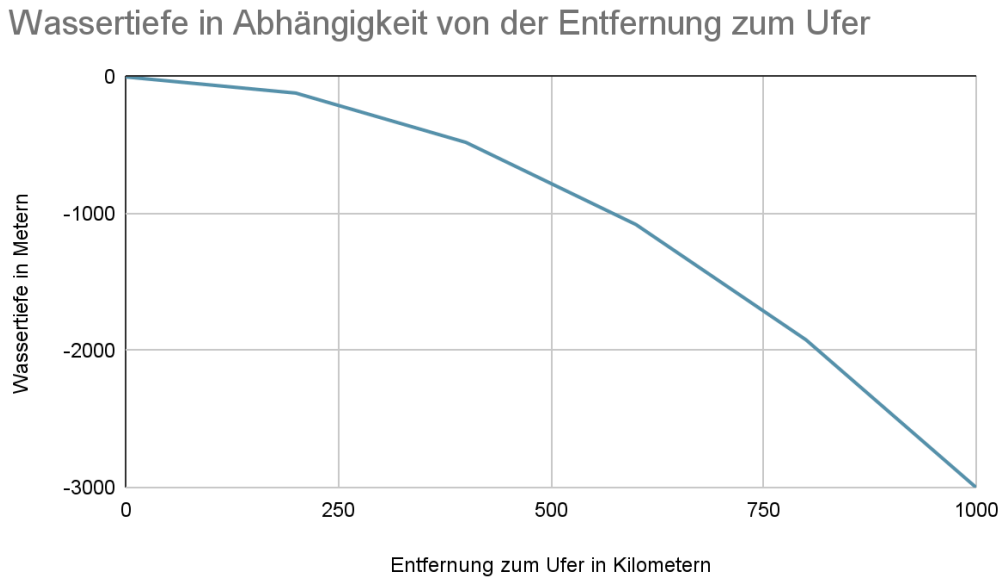
Güterzug

Zwei Güterzüge müssten bei Warnung des Tsunamis bereitstehen, um die Evakuierung sofort einzuleiten; die anderen müssten umgehend aus dem Umland herangezogen werden. Die Einfahrtszeit ist außerdem sehr knapp geschätzt; realistisch gedacht würden die Menschen und Tiere nicht in 10 Minuten auf die Züge geladen werden können.

Der Tsunami

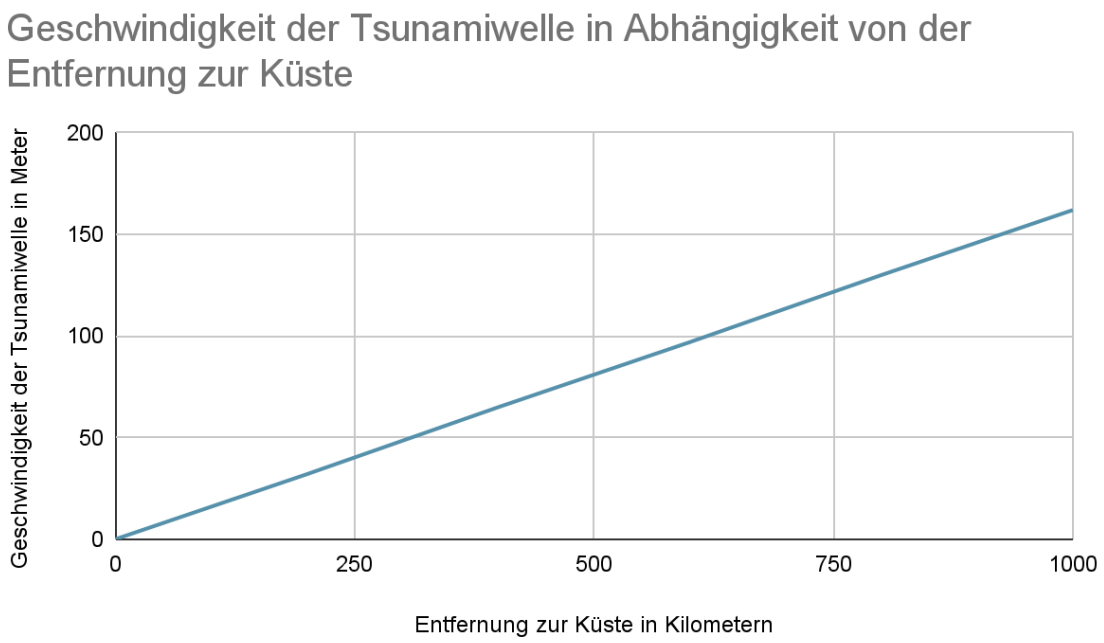
Wir konnten aus einem wissenschaftlichen Artikel zur Vorhersage von Tsunamiwellen diese Formel zur Wellengeschwindigkeit extrahieren:
$v(H) = \sqrt{gH} \cdot \sqrt{1 - \beta}$.

Dabei steht H für die Wassertiefe, g für die Erdbeschleunigung, und β ist ein empirischer Wert (0,1), mit dessen Hilfe die Formel besser mit den Beobachtungen vereinbar ist.



Im obigen Diagramm ist die Wassertiefe in Abhängigkeit von der Entfernung zum Ufer gezeigt. Die Informationen zur Wassertiefe erhielten wir aus unserem Atlas. Dabei kann der Graph mit der Funktion $y = 0,003x^2$ modelliert werden. Setzt man dies in die Funktion der Geschwindigkeit ein, erhält man die Funktion $v(H) = \sqrt{g \cdot 0,003x^2} \cdot \sqrt{1 - \beta}$, die unten abgebildet ist. Um die Zeit zu berechnen, die zur Evakuierung bleiben, muss die Durchschnittsgeschwindigkeit ermittelt werden. Die angenäherte Durchschnittsgeschwindigkeit ist der Mittelwert der Geschwindigkeit im unteren Diagramm, also etwa $81\frac{m}{s}$ bzw. $291,6\frac{km}{h}$. Zuletzt muss noch die Zeit berechnet werden, die zur Evakuierung bleibt. Da die Durchschnittsgeschwindigkeit konstant ist, kann man rechnen:
$t = \frac{s}{v} = \frac{1000km}{291,6\frac{km}{h}} \approx 3,5\ h.$
Wie bereits gesagt, nehmen wir an, dass die Warnung der Bevölkerung unmittelbar nach der Entstehung des Tsunamis erfolgt. Selbst wenn nach der Entstehung einige Zeit vergeht, lässt sich aus den beiden berechneten Zeiten für

die Evakuierungsdauern schließen, dass die beiden Methoden der Evakuierung alle Menschen, Haus- und Nutztiere rechtzeitig gerettet werden können.



Schlussfolgerung

Um unsere Ideen durchsetzen zu können, müsste man die Zugverbindung zwischen Sylt und dem Festland ausbauen (mehr Weichen; mehr Züge, die im Notfall eingesetzt werden können) und die Möglichkeit schaffen, ihre Kapazität im Notfall stark erhöhen zu können. Dafür müsste man zwei neue Züge bereitstellen, die auf den Transport von vielen Menschen (und Tieren) spezialisiert sind. Zudem müsste man die Gummiplattformen bauen, die jederzeit bereit für den Einsatz sind. Damit sind auch Wartungs- und ggf. Reparaturkosten gegeben. Man müsste außerdem die Küstenwache, sowie das Personal der Bahnen schulen, um im Notfall gut reagieren zu können. Die Evakuierung kann durch den Ausbau der Zuginfrastruktur und den Schlauchbooten schnell und relativ kosteneffizient geschehen.

Literaturverzeichnis

1. Bevölkerung Sylt, Statistikamt Nord Statistikamt Nord: Meine Region - Datenanzeige für Sylt (statistik-nord.de)
2. Heimtierpopulation in Deutschland 2022, Zentralverband Zoologischer Fachbetriebe Deutschlands e.V., https://www.zzf.de/marktdaten/heimtiere-in-deutschland
3. Haushalte und Haushaltsmitglieder 2022, Statistisches Bundesamt, https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Haushalte-Familien/Tabellen/1-1-privathaushalte-haushaltsmitglieder.html
4. Zoo Heidelberg, Transport eines Zootiers, https://www.zoo-heidelberg.de/unsere-tiere/transport-eines-zootiers/
5. Tierpark Tinnum, Sylt Tourismus-Service insel-sylt.de, https://www.insel-sylt.de/address/tierpark-tinnum/
6. Earthquake risk minimal when storing carbon under the deep ocean, study finds, University of Victoria, Doroty Eggenberger, Jennifer Kwan, https://www.uvic.ca/news/topics/2023+storing-carbon-safely-under-sea+media-release
7. Narkosen bei Tieren, Dr. med. vet. Iris Kiesewetter, https://www.tiermedizinportal.de/therapie/narkosen-bei-tieren
8. Google Maps - Zeit bis zum Bahnhof Westerland, https://www.google.com/maps/dir/Westerland(Sylt)/%E3%83%98%E3%83%AB%E3%83%8C%E3%83%A0%EF%BC%9D%E3%82%AA%E3%83%87+%2F+%E3%82%BA%E3%83%A5%E3%83%AB%E3%83%88+25997+H%C3%B6rnum+(Sylt),+%E3%83%89%E3%82%A4%E3%83%84/@54.8783378,8.29446,12.83z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x47b4de8e518313c5:0x78c4b0fed06817e0!2m2!1d8.310921!2d54.9068432!1m5!1m1!1s0x47b4e40b6dd18669:0x26ee51d35df84b72!2m2!1d8.2923004!2d54.7453381!3e3?entry=ttu
9. Simulation of distant tsunami propagation with a radial loading deformation effect, Daisuke Inazu & Tatsuhiko Saito, https://earth-planets-space.springeropen.com/articles/10.5047/eps.2013.03.010
10. Schweinehaltung, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/schweinehaltung
11. Rinderhaltung, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/rinderhaltung
12. Geflügelhaltung, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/gefluegelhaltung

13. Schafhaltung, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tierhaltung/schafhaltung
14. Sylt in Zahlen, -, https://www.sylt.de/fileadmin/Mediendatenbank_Sylt/05_Presse/Sylt_in_Zahlen_2023.pdf
15. Reiten auf Sylt, sylt.de, https://www.sylt.de/entdecken/sport/reiten
16. Viehbestände Schleswig-Holstein 2022, Statistik Nord, https://www.statistik-nord.de/presse-veroeffentlichungen/presseinformationen/dokumentenansicht/viehbestaende-in-schleswig-holstein-2022-64476#:~:text=Rinder%2D%20und%20Schafbest%C3%A4nde%20auf%20Vorjahresniveau&text=Zum%20Stichtag%203.11.2022%20gab,534%2C%20so%20das%20Statistikamt%20Nord
17. Tiergerechte Schafhaltung in Schleswig-Holstein, Landesportal Schleswig-Holstein, https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/T/tierschutz/Downloads/Handreichung.pdf?__blob=publicationFile&v=1#:~:text=In%20Schleswig%2DHolstein%20und%20Hamburg,ist%20sogar%20noch%20st%C3%A4rker%20zur%C3%BCckgegangen.
18. Westerland Population, City Population, https://www.citypopulation.de/en/germany/urbanareas/schleswig_holstein/01054168x0S0B__westerland/
19. Bei Notfällen im Watt im Amphibienfahrzeug im Einsatz, Welt, https://www.welt.de/regionales/hamburg/article144345133/Bei-Notfaellen-im-Watt-im-Amphibienfahrzeug-im-Einsatz.html
20. Gedeckter Güterwagen, Wikipedia, https://de.wikipedia.org/wiki/Gedeckter_G%C3%BCterwagen
21. Quadski Technical Highlights, Quadski, https://quadski.com/quadski