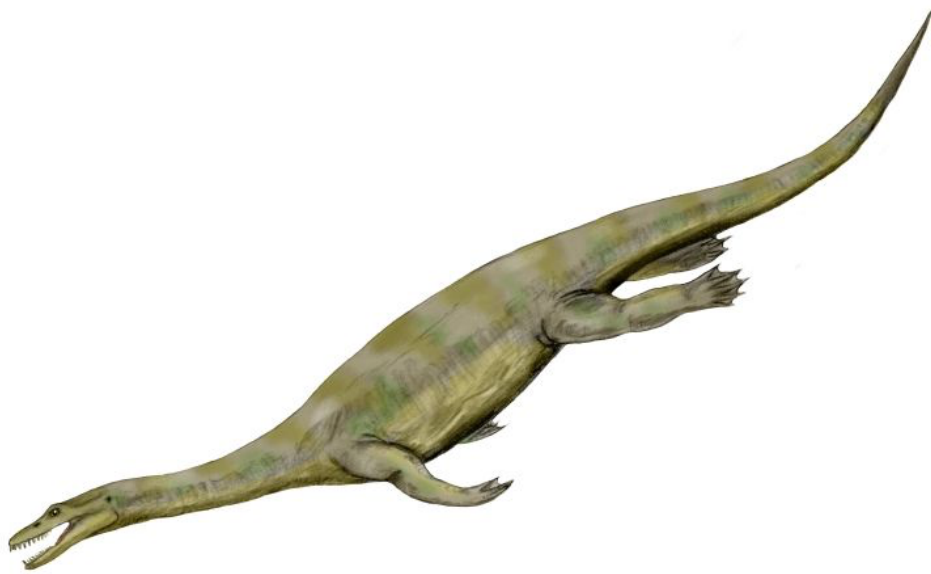


**Dokumentation zum
Jugend-forscht-Projekt zur Berechnung
der Geschwindigkeit eines *Nothosaurus
mirabilis***



Hugo Billert
Eisenberger Straße 55
07749 Jena

Freie Ganztagschule Leonardo Jena
Klasse 9
Gymnasium

**SCHÜLER
FORSCHUNGS
ZENTRUM
JENA**

Kurzfassung

Ziel dieses Projektes ist es die Geschwindigkeit des *Nothosaurus mirabilis* zu messen, zu errechnen und nachzuweisen. Um zu einem realistischen Ergebnis zu kommen, ist geplant, die Flosse des *Nothosaurus mirabilis* aus Materialien nachzubauen, die ähnlich schwer und konzipiert sind wie die Knochen in der Flosse. Dabei handelt es sich um die linke Vorderflosse des Tieres. Dieses Modell wird mit einem LEGO-Motor betrieben, sodass die Flosse in kreisenden Bewegungen rotiert. Dabei gibt es natürlich auch Faktoren, die das Ergebnis verfälschen. Wasserwiderstände können Einfluss auf die Messung haben, ebenso wie die Kraft des Motors im Vergleich zu der tatsächlichen Kraft des Dinosauriers. Als Primärquellen dienten verschiedene wissenschaftliche Bücher über die Trias, sowie auch zum Teil Wikipedia. Der Bearbeitungszeitraum dieses Projektes erstreckte sich von Oktober 2022 bis Januar 2023.

1. Inhaltsverzeichnis

2.	Einleitung	3
3.	Vorgehensweise, Materialien und Methoden	3
4.	Ergebnisse	6
5.	Ergebnisdiskussion	6
6.	Zusammenfassung	7
7.	Quellen- und Literaturverzeichnis.....	7
8.	Unterstützungsleitungen	7

2. Einleitung

Die Idee und Umsetzung des Projektes entstand während einer von meiner Schule organisierten Werkstattwoche. Bei der Ideenfindung wurde beschlossen, ein Projekt mit regionalem Bezug umzusetzen. Das Tier lebte vor circa 200 Mio. Jahren und Skelette dieser Art wurden in der Region um Jena gefunden. Es handelt sich dabei um einen etwa drei Meter langen, räuberisch lebenden Dinosaurier aus der unteren Trias, welcher in seichten Meeren Fischen und Reptilien auflauerte. Es soll herausgefunden werden, wie schnell sich ein *Nothosaurus mirabilis* an der Wasseroberfläche fortbewegen konnte.

Gearbeitet wurde während der schulischen Werkstattwoche und nach Ende dieser immer donnerstags in den zwei freien Öffnungsstunden des Labors. Insgesamt wurde das Produkt etwa zwei Monate (acht Donnerstage) entwickelt, bis ein finales Ergebnis entstanden war. Dieses erfüllt alle benötigten Kriterien, welche zur Umsetzung der Messung notwendig sind.

3. Vorgehensweise, Materialien und Methoden

Um an Messwerte zu gelangen, soll sich die rotierende Flosse mit ihrem Motor neben einer mit Wasser gefüllten Kiste selbstständig bewegen, indem sie den Wasserwiderstand zur Fortbewegung nutzt. Anschließend werden mit der Formel für Geschwindigkeit Distanz und Zeit verglichen, um die Geschwindigkeit für eine Flosse zu errechnen. Da das Tier jedoch vier Flossen besaß, wird das Ergebnis mit vier multipliziert, um ein Ergebnis zu erhalten.

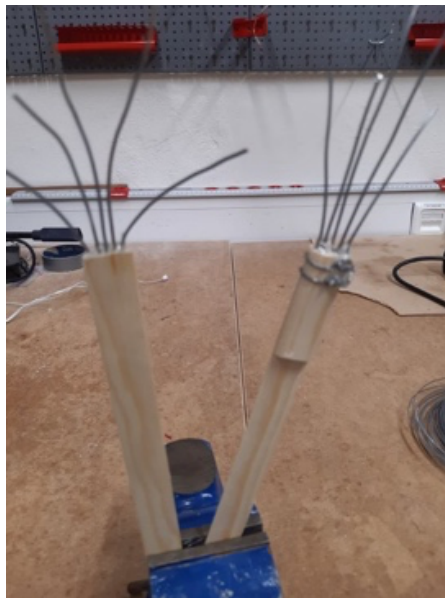
Natürlich ist dies eine geschätzte Rechnung, da die Geschwindigkeit nicht einfach viermal das Ergebnis ist. Die tatsächliche Fortbewegung und somit die Geschwindigkeit werden unter anderem durch den Körperbau und den Strömungswiderstand beeinflusst.

Die Projektorganisation musste nach der genauen Idee des Modells mit dem Beschaffen von benötigten Materialien starten. Dabei wurde in Flossenbau und Motorkonstrukt unterschieden.

Liste aller für das Projekt verwendeter Materialien:

- Holzstäbe, 18 cm lang
- LEGO-Motor
- LEGO-Getriebeteile
- Maßband
- Stoppuhr
- Latexband
- Draht
- Heißklebepistole
- Strick
- Stein
- Kiste, 66,5cm x 42,5 cm
- Wasser
- LEGO-Technic-Teile
- Messfläche
- Wasserwaage
- Computer
- Papier und Stifte
- Panzertape
- Das Labor
- Akkuschauber + Schrauben

Anschließend konnte das Labor die benötigten LEGO-Teile für das Motorkonstrukt zur Verfügung stellen. Die Flosse sollte aus Holz, Draht und Latex gebaut werden, um Knochen, Finger und Schwimmhäute darzustellen. Nach dem Zurechtsägen des Holzes erwies es sich als schwierig, den Draht mit dem Holzknochen zu verbinden. Die Idee war es, den Draht in das Holz zu stecken, jedoch erwies sich dies als zu instabil. Anschließend wurde es mit einem Zwei-Komponenten-Kleber versucht, welcher jedoch nicht trocknete. Letztendlich wurden die einzelnen Drahtfinger zwischen den Holzknochen und ein kleines Sicherungsholz geklemmt, dort mit Heißkleber fixiert und mit Draht verbunden. Insgesamt wurden zwei Flossen gebaut.



Die zwei Flossenmodelle - rechts die bei der Messung verwendete Flosse

Der erste Versuch, den Latex an dem Drahtgestell zu befestigen ging schief, da Heißkleber nicht an Latex haftet. Als Alternative wurde sich schließlich zum Annähen des Latex an die Drahtfinger entschieden, was auch funktionierte. Abschließend wurde mit einem Akkuschauber am hinteren Ende der Flosse ein LEGO - Verbindungsteil angebracht, um später die Flosse mit dem Motorkonstrukt verbinden zu können.



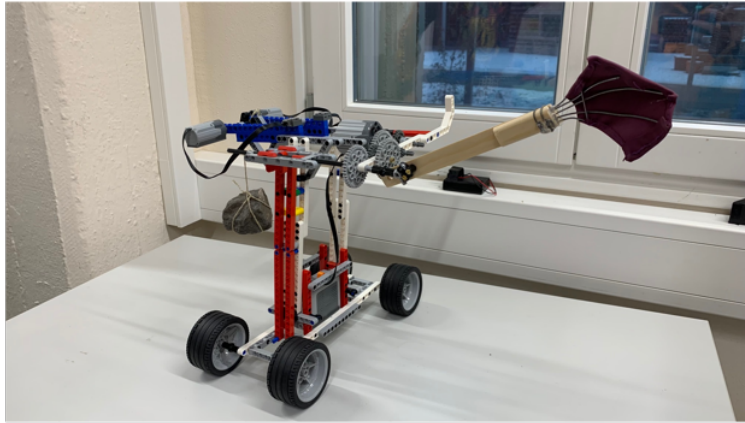
Die fertige Flosse

Der Bau des Motorkonstrukts erwies sich ebenfalls als anspruchsvoller als zunächst erwartet. Ein erstes Modell bestand aus der Flosse, welche rotierend am oberen Rand der Kiste befestigt war, und einem auf Rädern danebenfahrenden Motor. Dieser Mechanismus erwies sich jedoch bei einem Testlauf als zu schnell, da die enorme Rotation das Konstrukt sich nicht eigenständig fortbewegen ließ, sondern stattdessen nur das Wasser aus dem Becken beförderte.



Das erste Konstrukt bei einem Testlauf

Daraufhin wurde entschieden, dass ein Getriebe eingebaut werden muss, um die Flosse zu bremsen und eine realistische Bewegung zu produzieren. Nachdem ein aus LEGO-Getrieberädchen bestehendes Getriebe erfolgreich befestigt wurde, war das Modell bezüglich der Berechnungen zum Getriebe einsatzfähig, da das Getriebe die Umdrehungen pro Minute von 100 auf 15 gesenkt hatte (das entspricht 4 Sekunden pro Umdrehung). Nachdem dieser Prozess abgeschlossen war, musste es in einer vorläufigen Präsentation vorgeführt werden, bei der das Modell zwar funktionierte, sich jedoch auch als instabil und wackelig erwies. Daher wurde entschieden, als nächstes ein neues Motorkonstrukt herzustellen, welches besser funktionieren sollte. Der neue Entwurf stand auf massiveren Rädern, welche ein Gerüst hielten, das Motor und Flosse samt Getriebe hielt. Dies zog jedoch die nächste Konsequenz mit sich, da die Räder zu schwer in Bewegung zu bringen waren. Deshalb mussten beweglichere Pins (kleine LEGO-Stangen, die in dem Fall die Räder mit dem Konstrukt verbinden) eingesetzt werden, damit die Räder leicht genug sind, um effizient bewegt werden zu können. Jetzt war das Getriebe jedoch zu schwer, sodass dringend ein Gegengewicht gebraucht wurde. Für dieses wurde ein mittelgroßer Stein verwendet, welcher an einem Strick auf der dem Getriebe und damit der Flosse gegenüberliegenden Seite befestigt wurde (siehe Abb. Seite 6). Durch diesen Ausgleich war das Modell jetzt auch wieder im Gleichgewicht.



Der Vorläufer des finalen Modells

Das finale Modell, welches bei der Messung verwendet wurde, ist eine leicht modifizierte Variante des Vorgängers. Es handelt sich dabei um ein Flossengerüst, aus welchem der Stein entfernt wurde sowie der Motor, da diese Bauteile zu schwer waren, um das Produkt sich selbstständig fortbewegen zu lassen.

4. Ergebnisse

Um zwei Markierungen zu setzen, welche die Entfernung von Startpunkt und Ende der Messung abgrenzten, wurden zwei Streifen Panzertape am Beginn und am Ende des Messbereichs am Kistenrand befestigt. Während der Messung wurden zwei Versuche dokumentiert, welche zu unterschiedlichen Ergebnissen führten. Dabei wurde jeweils auf einer Strecke von 31 Zentimetern gemessen. Der erste Durchlauf dauerte eine Minute und 23 Sekunden und wurde in einer leicht schrägen Position durchgeführt, da der Tisch mit der Messfläche und damit der Kiste mit dem Wasser auf einem ungeraden Stück Asphalt stand. Nach einer Korrektur mit der Wasserwaage wurde der Tisch in eine komplett gerade Position gebracht, um das Ergebnis des zweiten Versuches vielleicht zu beeinflussen. Tatsächlich brauchte die Flosse im zweiten Versuch nur 39 Sekunden.

5. Ergebnisdiskussion

Anfangs gab es einige Probleme bei der genauen Umsetzung, welche erst später lösbar waren. Auch funktionierte ein erster Testlauf nicht wie gewünscht, weshalb größere Änderungen vorgenommen werden mussten. Um eine Beschädigung anderer im Labor fertiggestellter Projekte zu vermeiden, wurden die Versuche draußen durchgeführt. Jedoch waren die Wetterbedingungen durch Regen geprägt, was die Versuchsfläche rutschiger und für LEGO-Räder schwieriger zu passieren machte. Dennoch konnten zwei Versuche durchgeführt werden. Der erste Versuch war ein Testlauf, der die Strecke in einer Minute und 23 Sekunden zurücklegte. Einen wichtigen Einfluss auf die Geschwindigkeit nahm hierbei ein Gegenwind ein, welcher das Modell ausbremste. Diese Theorie bestätigte sich bei einem zweiten Versuch. Dieser wurde unter dem Umstand einer Windstille gemessen und führte zu einem gänzlich anderen Ergebnis. Mit nur rund 39 Sekunden dauerte dieser Versuch nur die Hälfte des Ersten. Mögliche Einflüsse auf dieses Ergebnis könnten zum Beispiel neben dem Wind auch sein, dass die Fahrbahn bereits vom ersten Versuch geräumt war, das heißt, dass sich im Moment der Messung gerade kein Wasser auf der Messstrecke befand. Auch war der Motor zum Zeitpunkt der zweiten Messung bereits länger genutzt und damit vielleicht bei einer höheren Leistung als während des ersten Versuchs.

Die am häufigsten verwendete Methode in diesem Projekt war die Einzelarbeit, da mit dieser viel schneller und effizienter gearbeitet werden konnte. Diese wurde jedoch regelmäßig vom Plenum durchgesetzt, da Diskussionen über Fortschritt und neue Möglichkeiten die Arbeit besser vorankommen ließen.

6. Zusammenfassung

Abschließend war das Projekt ein nur teilweiser Erfolg. Unter Einbezug der Formel für Geschwindigkeit mal vier hätte sich *Nothosaurus mirabilis* beim ersten Versuch mit 1,0 km/h fortbewegt, beim zweiten Versuch mit 3,18 km/h. Diese Geschwindigkeiten würden bei der Jagd auf Fische jedoch nicht zum Erfolg führen, da der Dinosaurier zu langsam wäre. Dennoch konnte eine Geschwindigkeit durch den funktionierenden Mechanismus ermittelt werden. Als größte Beeinträchtigung für die Geschwindigkeit gelten Wetterlage, Wasserwiderstand, Motorleistung im Vergleich zur tatsächlichen Kraft des Tieres und Fortbewegungsweise, da man die genaue Schwimmbewegung nur als Hypothese berechnen kann. Somit ist das Ergebnis nicht unbedingt zutreffend auf die tatsächliche Geschwindigkeit, dennoch aber ein Ansatz, um die Geschwindigkeit zu errechnen.

7. Quellen- und Literaturverzeichnis

- <https://de.wikipedia.org/wiki/Nothosaurus>
- [404 Nicht gefunden • MINT-Regionen](#)
- DK Taschenlexikon Dinosaurier
- Norbert Hauschke, Volker Wilde (Hrsg.): Trias – Eine ganz andere Welt
- Norbert Hauschke, Volker Wilde (Hrsg.): Trias – Aufbruch in das Erdmittelalter 1
- Norbert Hauschke, Volker Wilde (Hrsg.): Trias – Aufbruch in das Erdmittelalter 2
- Yoshihito Isogawa: das LEGO Mindstorms EV3 Ideenbuch

8. Unterstützungsleitungen

- Dieses Projekt wird von Christina Walther, Schülerzentrum Jena betreut. Insbesondere kamen Ideen zur Verbesserung des Modells von ihr, ebenso fragen zum Fortschritt und Unterstützung an schwierigen Stellen im Bauprozess.
- Eine weitere Unterstützerin ist meine Chemielehrerin Frau Scheuer. Durch sie wurde die Idee erst entwickelt, dieses Projekt bei Jugend-forscht anzumelden. Ebenfalls unterstützte Sie die Ideenfindung und den Bauprozess.
- Außerdem wurde insbesondere der Flossenbau von Frau Paul vorangetrieben. Bei Problemen kamen einige Alternativen und Lösungsvorschläge von ihr.
- Ebenfalls unterstützte das Team vom Schülerforschungszentrum Jena dieses Projekt, indem sie Materialien und Räumlichkeiten zur Verfügung stellten.

Ich bedanke mich bei allen für ihre ausdauernde und motivierende Unterstützung. Ich habe mich in diesem Team sehr wohlgefühlt.