

Ingenuity und ich – Erinnerungen an die gemeinsame Zeit auf dem Mars

In Bezug auf den Beitrag „Der letzte Flug des Marshelikopters Ingenuity“ (Brennpunkt 2328) in der Zeitschrift „Sterne und Weltraum“ 10/2024, Zielgruppe: Grundschule, WIS-ID: 1571256

Dirk Brockmann-Behnsen

Der Beitrag liefert die Skizze einer kurzen Unterrichtseinheit in der Primarstufe. Die Schüler*innen versetzen sich dabei unter anderem in die Rolle des Marsrovers „Perseverance“ und verfassen nach Anleitung **Texte und Bilder für ein Tagebuch**, das von der gemeinsamen Zeit auf dem Roten Planeten berichtet. Eine zentrale Rolle sowohl bei der Übersetzung der Originaltexte als auch bei der Erstellung der Tagebuchbeiträge in Bild und Text spielt dabei der **Einsatz künstlicher Intelligenz**. Als spielerisches Highlight wird auch eine Bauanleitung für ein **Klemmstein-Modell** des kleinen Hubschraubers mitgeliefert.

Übersicht der Bezüge im WIS-Beitrag		
Astronomie	Planeten, Raumfahrt	Mars, Marsrover , Marshelikopter
Fächerverknüpfung	Astro-Technik Astro-Deutsch Astro-Informatik	einfache technische Zusammenhänge verstehen Tagebuch schreiben sinnstiftender Umgang mit künstlicher Intelligenz , generative KI
Lehre allgemein	Kompetenzen (Wissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation), Unterrichtsmittel, Lehr- und Sozialformen	Kennenlernen der Mission Perseverance / Ingenuity , Modell herstellen (Papier oder Klemmstein) , Lesen / Hören von wissenschaftlichen Texten , Kreatives Schreiben , Präsentieren der Ergebnisse , Planung einer Unterrichtseinheit , MP3-Datei ‚Ingenuity‘ , Gruppenarbeit mit verteilten Verantwortlichkeiten



Abbildung 1: Fiktive Darstellung des Marsrovers Perseverance und seines Marshelikopters Ingenuity (als Klemmsteinmodell). Die Abbildung wurde mithilfe des KI-Programms Leonardo AI erstellt und vom Autor nachbearbeitet. Das Klemmsteinmodell wurde im Programm Studio erstellt und gerendert, dann mithilfe des Bildbearbeitungsprogramms Corel Photo-Paint in das Gesamtbild integriert.

Hintergrund

[zurück zum Anfang](#)

Mission Mars 2020

Der Rover „**Perserverance**“ (deutsch: „Ausdauer“, „Beharrlichkeit“) ist das fünfte erfolgreich gelandete Fahrzeug zur Erkundung der Marsoberfläche (s. [1], S. 72). Anders als seine Vorgänger transportierte er zusätzlich einen kleinen **Hubschrauber namens „Ingenuity“** (deutsch: „Einfallsreichtum“) mit sich. Dabei handelt es sich um das erste selbstständig operierende Fluggerät auf einem fremden Himmelskörper. Beide Raumfahrzeuge wurden im Rahmen der Mars 2020-Mission am 30. Juli 2020 an Bord einer Atlas-V-Trägerrakete von Cape Canaveral aus gestartet und legten den 480 Millionen Kilometer weiten Weg zum Roten Planeten in einem guten halben Jahr zurück. Am 18. Februar 2021 landeten sie im Jezero-Krater, der sich in der Syrtis-Major-Hochebene auf der nördlichen Marshalbkugel befindet. Zu wichtigen Meilensteinen der Mission zählen:

22. 02. 2021:	Erste Tonaufnahmen vom Mars
19. 04 2021:	Erster Flug von Ingenuity (Dauer: 39 Sekunden, Flughöhe: 3 Meter)
20. 04. 2021:	Erstmalige Gewinnung von Sauerstoff auf einem fremden Planeten (5,4 Gramm in einer Stunde, ein Astronaut könnte hiermit für zehn Minuten atmen)
01. 09. 2021:	Erste Gesteinsprobenbohrung und -aufnahme von Perseverance

Am 18. Januar 2024 erlitt Ingenuity bei der Landung einen Rotorblattschaden, infolge dessen weitere Flüge leider nicht mehr möglich sind. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte der kleine Helikopter jedoch auf insgesamt 72 Flügen bereits 17,24 km zurückgelegt und dabei Flughöhen von bis zu 24 m erreicht.

Generative künstliche Intelligenz: Wesen, Anwendungen und Probleme

Generative künstliche Intelligenz (KI) bezeichnet Systeme, die in der Lage sind, neue und eigenständige Inhalte zu erzeugen. Diese Inhalte können Texte, Bilder, Musik, Videos oder sogar Programmcodes umfassen. *Dieser Abschnitt des Artikels wurde beispielsweise mit ChatGPT erzeugt¹.* Der Hauptunterschied zwischen generativer KI und anderen Arten von KI liegt in ihrer Fähigkeit zur Kreativität und Schöpfung neuer Inhalte, anstatt nur bestehende Daten zu analysieren oder Entscheidungen zu treffen.

Anwendungsbereiche generativer KI

- 1. Kreative Industrien:** In der Kunst und im Design kann generative KI Künstlern helfen, neue Ideen zu entwickeln oder direkt Kunstwerke zu schaffen. Zum Beispiel können Designer mit KI-unterstützten Tools neue Muster oder Designs für Kleidung oder Produkte entwerfen. *Das Titelbild dieses Artikels wurde beispielsweise mit der Software Leonardo AI erzeugt und vom Autor dann grafisch überarbeitet.*
- 2. Medien und Unterhaltung:** Generative KI kann Drehbücher, Geschichten oder Artikel verfassen. In der Filmproduktion können KI-Modelle genutzt werden, um visuelle Effekte zu generieren oder Animationen zu erstellen. Auch in der Musikindustrie können neue Songs oder Melodien komponiert werden.
- 3. Gesundheitswesen:** Im Gesundheitssektor kann generative KI bei der Entwicklung neuer Medikamente unterstützen. Durch die Analyse von großen Mengen biomedizinischer Daten können Modelle potenziell neue Wirkstoffe generieren, die anschließend in Labors getestet werden.

¹ Ergänzungen durch den Autor sind kursiv gesetzt.

[zurück zum Anfang](#)

- 4. Bildung:** Generative KI kann u. a. *Unterrichtsentwürfe* und personalisierte Lernmaterialien erstellen, die auf die Bedürfnisse einzelner Schüler zugeschnitten sind. Sie kann auch bei der Erstellung von Übungsaufgaben und Prüfungen helfen *und diese eigenständig auswerten*.
- 5. Wirtschaft und Finanzen:** In der Geschäftswelt kann generative KI Finanzberichte, Marktanalysen und sogar strategische Empfehlungen erstellen. Sie kann auch zur Automatisierung von Kundenservice-Interaktionen verwendet werden, indem sie menschenähnliche Antworten auf Kundenanfragen generiert.

Probleme und Herausforderungen

Trotz der zahlreichen Anwendungsmöglichkeiten gibt es auch erhebliche **Herausforderungen und Bedenken im Zusammenhang mit generativer KI:**

- 1. Urheberrecht und geistiges Eigentum:** Wenn generative KI Inhalte erstellt, stellt sich die Frage, wem diese Inhalte gehören. Dies ist besonders problematisch, wenn die KI Werke erzeugt, die stark von bestehenden urheberrechtlich geschützten Inhalten inspiriert sind.
- 2. Qualität und Genauigkeit:** Generative KI-Modelle sind nicht immer präzise. Sie können falsche oder irreführende Informationen erzeugen, was insbesondere in Bereichen wie Medizin oder Finanzen gefährlich sein kann.
- 3. Ethische Bedenken:** Es gibt ethische Fragen hinsichtlich der Nutzung generativer KI, insbesondere, wenn sie zur Erstellung von Deepfakes oder anderen manipulierten Inhalten verwendet wird, die zu Desinformation und Betrug führen können.
- 4. Bias und Diskriminierung:** KI-Modelle können Vorurteile und Diskriminierungen verstärken, wenn sie auf voreingenommenen Daten trainiert werden. Dies kann zu unfairen Ergebnissen führen, die bestimmte Gruppen benachteiligen.
- 5. Arbeitsmarkt:** Die Automatisierung kreativer Prozesse könnte Arbeitsplätze in betroffenen Industrien gefährden. Künstler, Schriftsteller, Designer und andere Kreativberufe könnten durch KI-Anwendungen ersetzt oder stark beeinflusst werden.
- 6. Verantwortung und Transparenz:** Es ist oft unklar, wer die Verantwortung für die von KI erzeugten Inhalte trägt. Zudem mangelt es an Transparenz darüber, wie diese Modelle funktionieren und welche Daten sie nutzen.

Bilderstellung mit generativer künstlicher Intelligenz

[zurück zum Anfang](#)

Das Titelbild dieses Artikels (Abbildung 1) wurde mithilfe der generativen KI-Plattform Leonardo AI erzeugt. Der Prompt lautete: "Create a photorealistic image of a Martian landscape. In the background you can see the Mars rover Perseverance". Dabei ergab sich zunächst Abbildung 2a. In zwei weiteren Bearbeitungsstufen wurde dann das fertige Titelbild kreiert (siehe Abb. 2a, 2b, 2c).

Auf den ersten Blick zeigen sich die Leistungsfähigkeit von KI-Bildgeneration wie auch deren (gegenwärtige) Grenzen: Das Bild wird von der KI auf Basis einer Vielzahl von Trainingsdaten (in diesem Fall durch Bilder von Mars und Marsrovern) komponiert und nicht aufgrund eines detaillierten technischen und astronomischen Verständnisses. So „weiß“ die künstliche Intelligenz nicht, dass der Marsrover ein Rocker-Bogie-Fahrwerk mit sechs Rädern besitzt oder dass die Marsatmosphäre aufgrund des in ihr enthaltenen Eisenoxids hauptsächlich rosarot erscheint. Das lässt die Frage zu, inwiefern der Begriff „künstliche Intelligenz“ überhaupt gerechtfertigt ist. Im Zusammenwirken mit intelligenten und kritischen Nutzenden können aber in jedem Fall mit vertretbarem Aufwand beeindruckende Materialien erzeugt werden.

Dieses Prinzip des kritischen Dialogs zwischen künstlicher Intelligenz und Mensch lässt sich auf alle Materialarten wie Texte, Kompositionen, Programmcodes etc. übertragen: Der Mensch initiiert durch einen Prompt die Materialgeneration durch die KI. Diese liefert ein erstes Ergebnis, das dann durch weitere Prompts verfeinert oder durch eine gezielte Bearbeitung des Menschen mithilfe traditioneller Methoden wie Bild- oder Textbearbeitung kontrolliert zum gewünschten Resultat transformiert werden kann.

Stufen der Bilderstellung

[zurück zum Anfang](#)



Abbildung 2a: Diese Abbildung ergab sich, als die KI-basierte Plattform Leonardo AI mit folgendem Prompt zur Erstellung eines Bildes aufgefordert wurde: „Create a photorealistic image of a Martian landscape. In the background you can see the Mars rover Perseverance“. Das Bild sieht auf den ersten Blick sehr realistisch aus, enthält aber erhebliche Fehler wie einen blauen Himmel und nur vier Räder am Rover.



Abbildung 2b: Mithilfe des Bildbearbeitungsprogramms Corel Photo-Paint wurden die fehlenden Räder am Rover ersetzt. Dazu wurden Teile des bestehenden Bildes dupliziert und in das Gesamtbild eingefügt. Anschließend mussten die Schnittstellen noch geglättet werden.



Abbildung 2c: Das Modell des Marshelikopters wurde mit der Software Studio digital erstellt und gerendert. Danach wurde es mithilfe von Corel Photo-Paint in das Gesamtbild integriert. Schließlich wurden noch Himmel und Marshelikopter farblich angepasst, so dass eine realistische Darstellung von Rover und Helikopter entstanden ist, in der Experten natürlich immer noch falsche Details entdecken können.

Unterrichtseinheit „Ingenuity und ich“

[zurück zum Anfang](#)

In diesem Abschnitt wird anhand einer Unterrichtseinheit zum Marshelikopter Ingenuity aufgezeigt, wie sich Lehrkräfte und Lernende künstliche Intelligenz zur Erschließung englischsprachiger Fachtexte zunutze machen können. Die Prinzipien, die dabei vorgestellt werden, lassen sich leicht auf andere inhaltliche Bereiche übertragen.

Zeit	Lehrkraft	Lernende	Didaktische Hinweise	Medien
STUNDE 1				
20'	... gibt bekannt, dass es in den folgenden Stunden um einen ganz besonderen Hubschrauber gehen wird ... lässt zum Auftakt das NASA-Modell basteln	... basteln einzeln das NASA-Modell und erproben es².	Das Modell [3] hat ein über die hier behandelte Thematik hinausreichendes Anknüpfungspotential, etwa im Kontext der Bionik (Lindensamen sind vergleichbar konstruiert) oder vor dem historischen Hintergrund der Flugmaschinen Leonardo da Vincis.	[3] ausgedruckt auf Papier
5'	... zeigt einen Film, in dem der Marshelikopter Ingenuity vorgestellt wird	... betrachten den Film ohne zunächst miteinander zu sprechen	Vorweg darauf hinweisen, dass es nicht schlimm ist, wenn die Lernenden den gesprochenen englischen Text nicht verstehen.	z. B. [4]
15'	... stellt Fragen zu dem Film ... sammelt die Ergebnisse an Tafel oder Smartboard	... diskutieren über die Fragen	Beispiele für Fragen wären: <ul style="list-style-type: none"> • Worum geht es in dem Film? • Wozu könnte ein Marshubschrauber gut sein? • Was interessiert euch am Marshelikopter Ingenuity? 	Tafel/Smartboard
5'	... erläutert, dass in der folgenden Stunde ein Tagebuch erstellt werden soll, das die Erlebnisse von Ingenuity aus der Perspektive seines Rovers Perseverance erzählen soll.			
STUNDE 2				
5'	... verteilt die 15 in [5] dargestellten Tagesberichte („Ingenuity Timeline“) an jeweils zwei Lernende		Wie die didaktische Rekonstruktion der Tagesberichte ablaufen kann, wird im folgenden Abschnitt genau dargelegt.	[5], didaktisch rekonstruiert
40'	... fordert die Lernenden dazu auf, ein Bild zu zeichnen, auf dem dargestellt wird, was Ingenuity an dem entsprechenden Tag erlebt hat und ggf. einen kurzen Text dazu aus der Perspektive des Marsrovers Perseverance zu verfassen ... berät die Lernenden-Paare	... zeichnen ein Bild, verfassen je nach Lernstand ggf. einen kleinen Text	Falls die Lernenden noch nicht schreiben können, fertigen sie einfach das Bild an und denken sich aus, wie der Marsrover die Vorkommnisse erlebt hat. Wichtig ist, dass sich die Lernenden in die Rolle eines anderen (hier in den Marsrover) hineinversetzen. Es muss ihnen gesagt werden, dass sie das in der kommenden Stunde vor der Klasse erzählen sollen.	Papier, Stifte
STUNDE 3				
35'	... hängt die fertigen Bilder chronologisch sortiert im Klassenraum auf. ... fordert die Lernenden auf, nacheinander die Erlebnisse aus Sicht des Marsrovers zu erzählen	... gehen alle von Bild zu Bild ... tragen zu zweit die Erlebnisse ihres jeweiligen Tages vor		Bilder, Klebeband
10'	... lässt einen Sitzkreis bilden ... fordert die Lernenden auf zu berichten, was sie an der Mission von Perseverance und Ingenuity am meisten beeindruckt hat	... setzen sich im Kreis auf und berichten	Hier sollte sichergestellt werden, dass alle Fragen aus der ersten Stunde beantwortet werden.	

² Alternativ findet sich auf twobricks.de und als [anhängendes Zusatzmaterial](#) eine Anleitung zum **Bau eines Klemmsteinmodells** von Ingenuity [6].

Didaktische Reduktion der Tagesberichte

[zurück zum Anfang](#)

Auf der offiziellen Homepage des NASA-Helikopters Ingenuity [5], findet sich nach einigem Scrollen die „Ingenuity Timeline“. Dort wurden 15 Tage (die auf dem Mars „Sol“ heißen) ausgewählt, an denen Ingenuity etwas Besonderes erlebt hat. Naturgemäß ist diese Seite auf Englisch verfasst und im Niveau für den Primarbereich zu kompliziert. Daher ist neben einer Übersetzung eine didaktische Rekonstruktion (s. [2]) der Inhalte erforderlich. Die Vorgehensweise soll anhand des Berichts vom 24. Juli 2021 (First Scouting Flight) dargestellt werden. Der Originaltext befindet auf der Seite:

<https://www.nasa.gov/solar-system/my-favorite-martian-image-helicopter-scouts-ridge-area-for-perseverance/>

Zunächst muss dieser Text in deutsche, kindgerechte Sprache übertagen werden. Die didaktische Rekonstruktion berücksichtigt dabei sowohl den wissenschaftlichen Gehalt der Inhalte als auch die Spezifika der Lerngruppe (Kenntnisstand, Vorerfahrungen, Lernenden-Vorstellungen etc.). Da dieser Artikel für keine spezifische Lerngruppe verfasst wurde, obliegt die konkrete Rekonstruktion der geneigten Lehrkraft durch die Verwendung entsprechender Prompts. Ein Beispiel für einen Prompt wäre:

„Übersetze den folgenden Text in einfache deutsche Sprache für Grundschüler und fasse ihn in etwa 10 Sätzen zusammen:“

Dieser Prompt wurde zusammen mit dem Originaltext (Copy & Paste) bei ChatGPT in die Eingabezeile eingegeben. Dabei ergab sich folgendes Ergebnis:

„Ein Wissenschaftler bei der NASA hat ein Lieblingsfoto von seiner Mars-Mission. Es ist ein 3D-Bild von einem Krater namens Jezero. Dort gibt es viele kleine Hügel, die "Raised Ridges" genannt werden. Das Bild wurde von einem kleinen Hubschrauber namens Ingenuity gemacht. Der Hubschrauber flog sehr hoch und machte viele Fotos.

Das Bild zeigt interessante Linien auf einigen Felsen. Diese könnten durch Wind und Staub entstanden sein oder vielleicht durch Wasser. Die Wissenschaftler sind sich nicht sicher und wollen das herausfinden. Sie überlegen, Proben von diesen Felsen zu nehmen. Das wird einige Tage dauern.

Die Bilder helfen dem Team, ihre nächsten Schritte zu planen. Sie freuen sich über die vielen interessanten Dinge, die sie auf dem Mars sehen können. Die Bilder von Ingenuity sind sehr wichtig für ihre Arbeit.“

Je nach Lerngruppe kann es im Sinne vom Prinzip des kritischen Dialogs erforderlich sein, den Prompt anzupassen oder das Ergebnis individuell zu editieren.

Dieser Text wird dem jeweiligen Lernenden-Paar dann je nach Lernstand zum Lesen vorgelegt oder vorgelesen³.

Der von den Lernenden erdachte Tagebucheintrag aus Sicht des Marsrovers Perseverance könnte dann wie folgt lauten:

„Heute ist der 24. Juli 2021. Ingenuity ist am Morgen losgeflogen, um viele neue Dinge auf dem Mars zu fotografieren. Ich mache mir immer Sorgen, wenn mein kleiner Freund so hoch fliegt. Was, wenn er abstürzt? Ingenuity hat heute aber einige sehr interessante Felsen entdeckt. Wir haben sie Raised Ridges genannt. Auf den Felsen sind total coole Linien. Die Wissenschaftler, für die wir all die Daten sammeln, wollen unbedingt wissen, woher diese Linien stammen. Daher werde ich in den nächsten Tagen wohl dahin fahren müssen, um einige Untersuchungen durchzuführen.“

³ Mithilfe von künstlicher Intelligenz können Texte auch vertont werden. Eine entsprechende Software ist <https://elevenlabs.io/>

Differenzierung

[zurück zum Anfang](#)

Je nach Altersgruppe und Lernstand können Teile des zuvor beschriebenen Rekonstruktionsprozesses auch von Lehrkraft und Lernenden gemeinsam durchgeführt werden. Das folgende Differenzierungsschema gibt eine Übersicht über verschiedene Planungs- und Durchführungsvarianten auf unterschiedlichen Kompetenzniveaus:

	Engl. Originaltext mit KI in lernendengeeigneter deutscher Sprache rekonstruieren	Inhaltl. Kontrolle des KI generierten Textes durch Vergleich mit dem Original	Ggf. rekonstruierten Text von KI in ein Audioformat umwandeln	Rekonstruierten Text lesen und in eigenen Worten wiedergeben	Oder: Rekonstruierten Text (als Audio) anhören	Tagebuchseite erstellen: Bild anfertigen und ggf. eigenen Text hinzufügen	Tagebuchseite vor der Klasse präsentieren
Niveaustufe 1	L	L	L	--	S	S	S
Niveaustufe 2	L	L	---	S	---	S	S
Niveaustufe 3	L+S	L+S	L+S	S	---	S	S

Fazit

Dieser Artikel zeigte anhand einer konkreten Unterrichtseinheit Möglichkeiten zum reflektierten Einsatz künstlicher Intelligenz auf. Es ist nicht die Frage, ob oder wann künstliche Intelligenz Einzug in den Unterricht finden wird – sie ist längst darin verankert. Lehrkräfte sollten sich daher mit diesem Thema intensiv vertraut machen, um Chancen und Gefahren künstlicher Intelligenz vernünftig einschätzen zu können.

Literatur und Links

[zurück zum Anfang](#)

- [1] Brockmann-Behnsen, D. (2022). Unterwegs auf dem roten Planeten. Technische Aspekte der Marsrover im Physikunterricht behandeln. *Unterricht Physik*, 33 (3+4), S. 72–78
- [2] Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3 (3), 3-18.
- [3] Einfaches Helikoptermodell der NASA:
https://www.jpl.nasa.gov/edu/pdfs/paperhelicopter_worksheet.pdf
- [4] Imagefilm “The Legacy of Ingenuity”:
https://www.youtube.com/watch?v=qMbHE_VXI-8
- [5] Offizielle NASA-Homepage des Mars-Helikopters Ingenuity:
<https://science.nasa.gov/mission/mars-2020-perseverance/ingenuity-mars-helicopter/>
- [6] Bauanleitung des Klemmsteinmodells von Ingenuity auf twobricks.de
<https://cdn.website-editor.net/77414737924b46f5a5c727539cba88b0/files/uploaded/IngenuityAnleitung.pdf>

[zurück zum Anfang](#)

Anhängendes Zusatzmaterial:

- ‚IngenuityAnleitung.pdf‘
- Audiodatei (MP3) ‚Ingenuity‘

Dare mighty things!

Motto der Ingenuity-Arbeitsgruppe