

Künstliche Energie und Ökologie

Kurzbeschreibung:	Am Beispiel von Large Language Models (LLM) wird gezeigt, wie sich die Nutzung von künstlicher Intelligenz auf die Umwelt auswirkt: Ist sie Chance oder Risiko? Hierfür werden die Sustainable Development Goals (SDG) 7 (Bezahlbar und saubere Energie), 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum), 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), 10 (Weniger Ungleichheiten), 12 (Nachhaltige/r Konsum und Produktion), 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) betrachtet und in diesem Kontext analysiert.
Zielgruppe:	Lehramt-Studierende, Einsatz der Unterrichtsmaterialien ab Klasse 9
Seminarsitzung Nr.:	7. & 8. Sitzung
Nötiges Vorwissen:	Die Lernenden sollten bereits wissen, was die SDG's sind und wer sie in welchem Kontext definiert hat. Auch sollten Vorkenntnisse zu Large Language Models vorhanden sein, sodass der Fokus dieser Sitzungen auf ökologischere Alternativen gelegt werden kann.
Lernziele:	Die Lernenden können... ...die Ursachen des großen Energie- und Wasserverbrauchs von LLM's sowie die dadurch gefährdeten SDG's benennen. ... Rechnungen sowie Umrechnungen mit Energiemengen durchführen. ...die Nutzung von KI in Hinblick auf Auswirkungen auf die Umwelt bewerten. ...Ansätze zur Reduktion von Emissionen auf Plausibilität prüfen.

Zielkonflikte:

Der zentrale Zielkonflikt besteht zwischen dem Energie- und Wasserverbrauch, die zur Nutzung von künstlicher Intelligenz notwendig sind und der Möglichkeit Ökosysteme zu überwachen und damit zu schützen.

Inhalt und Ablauf:

Die Themeneinheit ist so aufgebaut, dass die Lernenden Schritt für Schritt von einer alltagsnahen Motivation über die Vermittlung von Fachwissen bis hin zur kritischen Reflexion geführt werden. Jeder Schritt enthält eine Aufgabeneinheit im Lernmodul, das analog einer Game-Map in Leveln aufgeteilt ist. Je fortgeschrittener die Seminarsitzung, desto höher das Level.

Zu Beginn steht eine **Einstiegsphase**, in der das Vorwissen der Lernenden aktiviert und ihr Interesse geweckt wird. Dies geschieht über interaktive Aufgaben des **online Lernmoduls**, bei denen die Energieverbräuche verschiedener digitaler Aktivitäten - etwas einer Google-Suche, das Streamen einer Serie oder die Nutzung von ChatGPT - miteinander verglichen werden. Hierbei wird deutlich, wie groß die Unterschiede im Energiebedarf sind und in welchem Verhältnis sie zu alltäglichen Stromverbräuchen, etwa in einem Haushalt, stehen.

Anschließend folgt die **Informationsphase**, in der die Lernenden über ein kurzes Video und einen begleitenden Text grundlegende Fakten zum Energie- und Wasserverbrauch von künstlicher Intelligenz kennenlernen. Darauf aufbauend beantworten sie Verständnisfragen im **online Lernmodul**, die ihnen helfen, das Gesehene und Gelesene zu sichern und mögliche Missverständnisse zu klären. Hier bietet sich eine Sicherungsphase im Plenum an.

In der nächsten **Vertiefungsphase** arbeiten die Lernenden mit wissenschaftlichem Material: Sie lesen ausgewählte Kapitel aus der Studie „Künstliche Intelligenz und Sustainable Development Goals“ von Simon Beesch. Dabei erfahren sie, welche Chancen und Risiken KI für das Erreichen der SDG's birgt. Durch die Bearbeitung vorbereiteter Aufgabenformate im **online Lernmodul** überprüfen sie ihr Textverständnis und setzen sich gleichzeitig mit den ökologischen SDG's auseinander, die durch die Nutzung von KI besonders beeinflusst werden.

Ein zusätzlicher fundamentaler Baustein ist der **informativische Facheil**, der die Funktionsweise von LLMs näher beleuchtet. Hier wird erklärt, wie neuronale Netze aufgebaut sind, warum ihr Training große Datenmengen erfordert und weshalb dies mit einem hohen Energie- und Wasserverbrauch verbunden ist. Damit wird den Lernenden das technische Verständnis vermittelt, das die zuvor erarbeiteten ökologischen und gesellschaftlichen Aspekte ergänzt und auf dessen Basis anschließend die Bewertung und Reflexion des eigenen Handelns erfolgen soll. Auch dieser Teil wird um die entsprechenden Aufgaben im **online Lernmodul** ergänzt.

Den Abschluss der siebten Seminarstunde bildet die **Reflexionsphase**, in der die Lernenden ihr Wissen bündeln und kritisch einordnen. Je nachdem, wie lange die Lernenden benötigen, den wissenschaftlichen Text zu lesen, kann diese Phase auch in der achten Stunde erfolgen. Es geht hierbei sowohl um die persönliche Verantwortung der Lernenden im Umgang mit KI als auch um die Frage, wie KI zum Erreichen oder der Gefährdung einzelner SDG's beitragen kann. Verschiedene Methoden (Think-Pair-Share, Pro-Contra-Diskussion, Mindmap) können hier ergänzend im Seminar eingesetzt werden, um die unterschiedlichen Perspektiven sichtbar zu machen und zu diskutieren.

Im Anschluss an die aufgezeigte Problematik und das permanent bestehende Spannungsfeld einzelner Parameter sollen nun auch mögliche **Lösungen** präsentiert und durch die Lernenden bewertet werden. Lösungen kommen meist von kleineren Start-ups und sollen somit auf funktional realistische Umsetzung geprüft werden.

In dieser achten Stunde übernimmt das online Lernmodul eher eine untergeordnete Rolle, kann jedoch weiter zur Unterstützung vor allem der Klärung von Verständnisfragen genutzt werden.

Die gesamte Themeneinheit verbindet somit Fachwissen in informatischen Grundlagen mit globalen Nachhaltigkeitsperspektiven und unterstützt die Lernenden darin, Chancen und Risiken von KI sowie deren eigenen Umgang differenziert und kritisch zu bewerten.

Lehr- und Lernformen:

Im Rahmen von zwei Seminarsitzungen werden unterschiedliche Methoden zur Erarbeitung, Vertiefung und Reflexion der Inhalte KI und BNE unter dem Fokus von Ökologie adressiert. Besonders im Fokus steht dabei das Webbased Training mit seinen Lernmodulen als Game Map. Ergänzt wird dieses Online Tool durch Methoden im Seminar wie Murmelphasen, Think-pair-share, Gruppenarbeiten und individuelle Reflexion.

Zeitlicher Rahmen und Verlauf:

1. Sitzung: Ökologische Auswirkungen von Künstlicher Intelligenz auf Energie & Wasser verstehen

Zeit	Phase/ Thema	Inhalt
Ca. 15 Min	Einstieg: Energieverbrauch digitaler Aktivitäten sichtbar machen	<p>Zu Beginn der ersten Sitzung werden die Studierenden sowie ihr Vorwissen aktiviert: Sie sollen einschätzen, wie viel Energie verschiedene alltägliche digitale Aktivitäten benötigen, zum Beispiel eine Google-Suche, eine Anfrage an ChatGPT, das Streamen einer Serie oder das Generieren eines KI-Bildes. Die Zuordnungsaufgabe wird über das Lernmodul auf der bereitgestellten Website bearbeitet. Darüber hinaus bearbeiten die Studierenden den zweiten Punkt im Einstieg der Website.</p> <p>Die Studierenden erhalten über das Modul eine Rückmeldung zu ihrer Bearbeitung, dennoch werden die Eindrücke im Anschluss im Plenum besprochen. Viele Studierende werden überrascht sein, wie groß die Unterschiede tatsächlich sind. Dies führt zum ersten Reflexionsgespräch mit den folgenden Denkanstößen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warum unterschätzen wir die Umweltkosten digitaler Prozesse? • Welche Aktivitäten nutzen wir täglich – und mit welchen Folgen? <p>Diese kurze Phase soll Neugier wecken, erste Fehlvorstellungen korrigieren und den Übergang in die ökologische Perspektive der Website vorbereiten.</p>

Ca. 20-25 Min	Energie- und Wasserverbrauch von KI	<p>Im nächsten Schritt erhalten die Lernenden einen fachlichen Einblick. Dazu schauen sie zunächst das verlinkte Einführungsvideo im Lernmodul und lesen anschließend den entsprechenden Eingangstext. Dadurch werden zentrale Fakten darüber vermittelt, warum KI-Systeme einen hohen Strombedarf haben, welche Rolle Rechenzentren und die Kühlung dieser mit Wasser spielen und wie sich das Training und Benutzen der Künstlichen Intelligenzen hinsichtlich ihres Energieverbrauchs unterscheiden.</p> <p>Direkt danach bearbeiten die Lernenden im Modul die vorgesehenen True/False- und Single-Choice-Aufgaben.</p> <p>Danach gibt es die Möglichkeit in einem kurzen Gespräch noch offene Fragen zu klären und sich über zentrale Erkenntnisse auszutauschen.</p>
Ca. 15 Min	Quantifizierung: Rechenaufgabe zum Energieverbrauch von LLM's	<p>Im nächsten Schritt wird das zuvor erworbene Wissen anhand eines konkreten Beispiels vertieft. Die Lernenden berechnen, wie viele 4-Personen-Haushalte ein Jahr lang mit der Energiemenge versorgt werden könnten, die für das Training eines großen Sprachmodells wie ChatGPT verbraucht wird.</p> <p>Die Rechenaufgabe führt zu einem eindrucksvollen Ergebnis, das die Relation zwischen abstrakten Energiewerten und konkreten Alltagserfahrungen deutlich macht.</p> <p>In Form einer kurzen Murmelphase tauschen sich die Lernenden aus, wie sich ihr Blick auf das eigene digitale Verhalten durch solche Zahlen verändert. Dadurch können erste Ansätze zu einer nachhaltigeren KI-Nutzung aufkommen und im Plenum besprochen werden.</p>
Ca. 15 Min	Einführung in die SDG's und die Verbindung zur KI-Ökologie	<p>Abschließend werden die Erkenntnisse in einen gesellschaftlichen und globalen Rahmen eingebettet, indem erneut auf die für die Sitzungen relevanten SDGs eingegangen wird. Die Seminarleitung stellt die relevanten Ziele (SDGs 7, 8, 9, 10, 12 und 13) vor oder wiederholt sie knapp.</p> <p>Die Lernenden markieren im Lernmodul die Stellen, die ökologische Probleme (z. B. Wasserverbrauch, Energiebedarf, ...) zeigen und ordnen diese den einzelnen SDGs verknüpfen. Dies schafft die Grundlage für die zweite Sitzung und entlastet die Inhalte im Vorhinein.</p>
Ca. 10 Min	Abschlussreflexion: Erste persönliche Einordnung	<p>Zum Abschluss formulieren die Lernenden in einem Blitzlicht oder optional in Form eines Exit-Tickets:</p> <ul style="list-style-type: none"> • was sie am stärksten überrascht hat, • welches ökologische Risiko sie am relevantesten finden. <p>Dies gibt der Lehrkraft wertvolle Hinweise für die Schwerpunktsetzung der zweiten Sitzung.</p>

2. Sitzung: KI und Nachhaltigkeit – SDGs, technische Hintergründe und persönliche Handlungsmöglichkeiten

Zeit	Phase /Thema	Inhalt
Ca. 10 Min	Rückblick und Warm-up	<p>Die Sitzung beginnt mit einer kurzen Think-Pair-Share-Phase zu folgenden Fragen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche ökologischen Auswirkungen von KI sind dir besonders im Gedächtnis geblieben? • Welche SDGs erscheinen dir im Zusammenhang mit KI besonders betroffen? <p>Es soll auf das Wissen aus der letzten Stunde zurückgegriffen werden und dadurch ein auf die anstehende Sitzung eingestimmt werden.</p>
Ca. 30 Min	Wissenschaftliche Vertiefung: KI und SDG's	<p>Nun arbeiten die Lernenden mit der Studie „Künstliche Intelligenz und Sustainable Development Goals“ von Simon Beesch. Sie schauen sich die Tabelle zu Chancen und Gefahren von KI für die Umwelt an und lesen ausgewählte Kapitel (6 und 7).</p> <p>Je nach Gruppengröße erhält jede Gruppe ein oder zwei SDGs als Fokus. Während des Lesens sollen sie herausarbeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Welche Chancen bietet KI für das jeweilige Ziel? • Welche Risiken entstehen? • Welche Zielkonflikte zeigen sich? <p>Die Studierenden tragen ihre Ergebnisse in ein vorbereitetes Padlet ein.</p> <p>Anschließend bearbeiten die Lernenden die dazugehörigen Aufgabenformen im Lernmodul. Diese Aufgaben sichern das Textverständnis und ermöglichen eine erneute Auseinandersetzung mit den Inhalten vor der Präsentation im Plenum.</p> <p>Zum Abschluss präsentiert jede Gruppe ihre Ergebnisse in einer zweiminütigen Kurzvorstellung. Gemeinsam entsteht eine Gesamtübersicht, die zeigt, wie vielfältig der Einfluss von KI auf ökologische Nachhaltigkeitsziele ist.</p>
Ca. 20 Min	Informatikteil: Warum LLM's so viel Energie benötigen	<p>Um die ökologischen Befunde mit informatischem Grundlagenwissen zu verknüpfen, folgt nun ein informatikspezifischer Abschnitt.</p> <p>Die Lernenden erarbeiten anhand des bereitgestellten Textes (Kapitel Large Language Models (LLMs) im Lernmodul):</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • wie neuronale Netze aufgebaut sind, • warum ihre Parameteranzahl exponentiell steigt, • welche Rechenleistung dadurch nötig ist, • welche Prozesse beim Training enorm energieintensiv sind, • wie Kühlung und Hardware den Ressourcenbedarf verstärken. <p>In Kleingruppen beantworten sie folgende Leitfragen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Welche technischen Faktoren verursachen den größten Ressourceneinsatz? 2. Welche Ansätze existieren, um KI energieeffizienter zu machen (z. B. Distillation, Quantisierung, Sparsity)? 3. Wie hängt Modellgröße mit Nachhaltigkeitsfragen zusammen? <p>Die Ergebnisse zu den einzelnen Fragen werden interaktiv (z.B. über die Plattform Wooclap) gesammelt und in wenigen Sätzen ausgewertet.</p>
<p>Ca. 25-30 Min</p>	<p>Abschlussreflexion mit Schwerpunkt BNE: Eigene Rolle und Handlungsoptionen</p>	<p>Zum Abschluss wird der Fokus auf die Frage gelenkt, was die Lernenden selbst zu nachhaltiger KI-Nutzung beitragen können. Dazu eignen sich mehrere Methoden; eine kann ausgewählt oder kombiniert werden:</p> <p>Option A: Debatte „Ist der ökologische Fußabdruck großer KI-Modelle durch den Nutzen gerechtfertigt?“ Die Lernenden bereiten Pro- und Contra-Argumente vor und diskutieren die Frage in strukturierter Form. Alternativ kann man auch überlegen, den Studierenden Rollen zu geben, für die sie dann gezielt Argumente sammeln und die jeweilige Position in der Diskussion vertreten. Das kann zu einer regeren Diskussion beitragen und sichert, dass die Lerngruppe verschiedene Sichtweisen kennen und ernsthaft überdenken.</p> <p>Option B: Zukunftswerkstatt</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kritikphase: Was ist derzeit problematisch? • Utopiephase: Wie könnte nachhaltige KI aussehen? • Realisierungsphase: Welche Schritte sind realistisch im Alltag, in der Schule und auf politischer Ebene? <p>Option C: Persönlicher Aktionsplan Die Lernenden formulieren drei konkrete Verhaltensweisen, die sie künftig anwenden wollen, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • „Ich nutze LLMs nur für komplexe Aufgaben – einfache Fragen recherchiere ich über Suchmaschinen.“ • „Ich vergleiche verschiedene Quellen, bevor ich KI-Ausgaben übernehme.“ • „Ich achte auf energieeffiziente digitale Routinen (Streaming, Datenspeicher, Hardware).“

Ca. 5 Min	Abschlussicherung	<p>Eine letzte kurze Runde klärt offen gebliebene Fragen und sammelt zentrale Takeaways. Die Lernenden sollen auf einem benennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • eine neue Erkenntnis, • etwas, das sie künftig anders machen wollen, • eine Frage, die sie weiter interessiert <p>und anschließend auf einem ausgeteilten Take-Home-Ticket ausfüllen und als Erinnerung mitnehmen.</p>
-----------	-------------------	--

Fazit

Diese 180-minütige Seminargestaltung verbindet die informatischen Grundlagen zu Large Language Modells, verknüpft diese mit den Zielen nachhaltiger Entwicklungen und lässt die Studierenden sowohl die Vorteile als auch die Gefahren von KI für die Umwelt entdecken. Dies führt dazu, dass ein bewussterer Umgang mit KI angestoßen wird und die Seminargruppe angeregt wird zum Weiterdenken, wie KI trotz des großen Energie- und Wasserbedarfs zukünftig gewinnbringend eingesetzt werden kann. Immer wieder wird im Seminar reflektiert und das Gelernte in den alltäglichen Kontext eingebettet.

Im Anschluss an diese beiden Seminarsitzungen kann auch ein eine Einheit zu KI Start-ups angeschlossen werden, sodass die Studierende einige Beispiele gezeigt bekommen, wie KI konkret zum Umweltschutz beiträgt. Dadurch können die Grundlagen erneut durch einen Blick in die Zukunft ergänzt werden.

Quellen

<https://www.enviam-gruppe.de/energiezukunft-ostdeutschland/verbrauch-und-effizienz/stromverbrauch-internet#:~:text=Vielen%20Nutzern%20ist%20nicht%20bewusst,bis%20370%20Wattstunden%20elektrische%20Energie.>

<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/chatgpt-als-energiefresser-wie-der-ki-bot-die-energie-von-31-millionen-elektroautos-verschlingt/>

<https://www.deutschlandfunknova.de/beitrag/studie-zum-co2-fussabdruck-ein-ki-bild-verbraucht-die-energie-einer-handyladung>

<https://www.heise.de/news/ChatGPTs-Stromverbrauch-Zehnmal-mehr-als-bei-Google-9852126.html> ,
<https://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/strom-sparen-stromspartipps/stromverbrauch-im-haushalt/>

<https://www.mitbestimmung.de/assets/downloads/KI-und-Sustainable-Development-Goals.pdf>

<https://www.youtube.com/watch?v=nBL2Dg3cRK4>