

Das NIM-Spiel und die KI – eine fachdidaktische Erkundung

Andreas Kirsche

Einführung

Vor mir liegt ein Artikel zum Strategiespiel NIM von (Krauthausen et al., 2025) und regt mich dazu an, weiter zu denken. Welche Potentiale hat eine Künstliche Intelligenz (KI) in einem solchen Setting? Unterstützt sie die Kinder beim Entdecken der entscheidenden Gewinnstrategie? Schafft sie es, ein authentisches Interesse am Finden einer solchen Strategie zu zeigen? Was ist ihre Rolle? Ist sie ein Arbeitsmittel, ein Tutor, ein Assistent? Auf dem Weg zur Beantwortung dieser Fragen wage ich einen Selbstversuch. Ich stelle mir die Aufgabe, einer KI das Spiel NIM beizubringen und beobachte, wie ich mit ihr zusammen auf eine Entdeckungsreise nach Mustern und Strukturen gehe. Aus dieser Beobachtung heraus versuche ich für gewisse Lernsituationen notwendige Kriterien abzuleiten, wann der Einsatz von KI produktiv ist.

Dieser Erfahrungsbericht möchte Sie auf diese Entdeckungsreise mitnehmen und ja, wir – die KI und ich – haben ein bemerkenswertes Muster entdeckt, welches hier als mathematisches Phänomen vorgestellt wird. Neben dem fachlichen Inhalt berücksichtige ich beim Berichten auch technologische (Umgang mit der KI) und pädagogische (Potentiale und Grenzen der KI) Überlegungen im Sinne des TPACK-Modells von (Koehler et al., 2014).

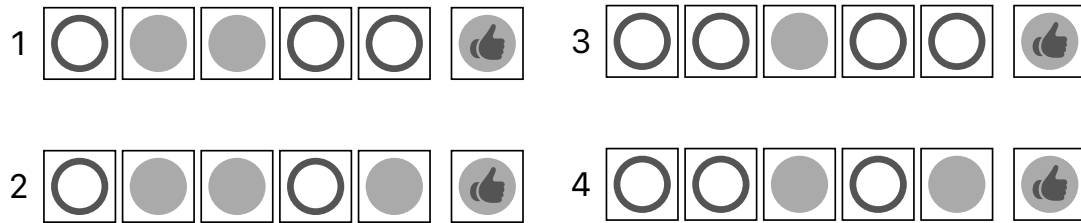
Das Spiel Elementar NIM und die Datenbank

Ich möchte der KI das Spiel NIM beibringen, genauer Elementar NIM (Müller & Wittmann, 1984, S. 72–75). Das Spiel wurde von Etzold als digitale Applikation entwickelt (Etzold, n. d.), wobei die Archiv-Funktion einen besonderen Stellenwert hat. (Krauthausen et al., 2025) sehen die didaktische Stärke des Archivs unter anderem dahingehend, dass dieses als Materiallager dient, mit dem Vermutungen unterstützt und auch falsifiziert werden können (Krauthausen et al., 2025, S. 115). Dieses Materiallager soll auch eine Quelle für die KI darstellen. Ich will herausfinden, ob sie in der Lage ist, Muster und Strukturen aus der Datenbank zu entnehmen, um das Spiel für sich zu entscheiden und wie sie dabei argumentiert.

Das Wort Datenbank wähle ich hier bewusst. KIs beziehen ihr Wissen aus Datenbanken und sind in der Lage, aus diesem Wissen Schlussfolgerungen abzuleiten. „Daten sind der Treibstoff für Lernverfahren.“ (Neuer, 2024, S. 1) In Bezug auf das NIM-Spiel stelle ich mir das so vor: Der KI werden alle möglichen Spielverläufe eines bestimmten Spielszenarios zur Verfügung gestellt. Diese werden von der KI analysiert. Sie zieht daraus Schlüsse und gewinnt daraufhin das Spiel. KIs sind sogar in der Lage, zu lernen. Maschinelles Lernen bedeutet auch, dass das Wissen und die daraus gefolgerten Schlüsse generalisiert werden können (Ertel & Black, 2016, S. 192). Die KI ist demnach auch in der Lage, aus einer bestehenden Datenbank eines bestimmten Spielszenarios auf ein unbekanntes Szenario des NIM-Spiels zu schließen und hier produktiv zu arbeiten.

Das möchte ich am konkreten Verhalten einer KI erkunden. Ich erschaffe dazu zunächst eine Datenbank aller möglichen Spielverläufe zu einem vorgegebenen Szenario. Ich wähle zunächst $n = 6$ als Feldanzahl und $b = 2$ als Anzahl maximal zu legenden Steine. Während des Spielens legen die spielenden Parteien abwechselnd graue oder weiße Steine fortlaufend auf sechs vorgegebene Spielfelder, jeweils mindestens einen Stein und maximal zwei. Abbildung 1 zeigt solche Spielverläufe. In Spielbild 1 legt etwa Weiß einen Stein, dann Grau zwei, dann Weiß zwei und schließlich Grau einen Stein. Symbolisch kann jeder Spielverlauf als ein Zahlencode bestehend aus 6 Zeichen dargestellt werden: weiß wird der Ziffer 0 und grau der Ziffer 1 zugeordnet. Spielbild 1 entspricht dann dem Zahlencode 011001. Ein solcher Zahlencode ist entsprechend Repräsentant eines Spielbildes in der Datenbank, die die KI zur Verfügung gestellt bekommt. Insgesamt enthält diese Datenbank 26 Spielbilder, also vollständige Spielverläufe, in denen jedes Feld besetzt ist.

Ich betrachte die Datenbank genauer. Mir fällt auf, dass bezogen auf den letzten Stein im Spielbild eine gewisse Symmetrie vorherrscht. Es gibt genau 13 Spiele, die mit einem weißen und genau 13 Spiele die mit einem grauen Stein enden. Das letzte Feld wird im betrachteten NIM-Spiel auch Gewinn- oder Zielfeld genannt. Diejenige Partei gewinnt, der es gelingt, dieses Feld zu besetzen, zumindest in der hier betrachteten

Abbildung 1. Grau (1) gegen Weiß (0): Ausgewählte Spielbilder zu $n = 6$ (NIM-App PDF-Export)

Spielvariante. Der Gewinn wird also in der Datenbank hälftig auf beide spielende Parteien aufgeteilt.

Beim NIM-Spiel gibt es ein typisches mathematisch begründbares Vorgehen, um zu gewinnen (Etzold & Krauthausen, 2022, Abschnitt 1.3). Von den 13 Spielbildern, in denen Grau gewinnt, genügen jedoch nur die in Abbildung 1 dargestellten Spielbilder diesem Vorgehen. In der Datenbank gibt es damit 9 von 13 Spielbilder, in denen Grau gewinnt, obwohl die grau spielende Partei keiner (mathematisch) begründbaren Gewinnstrategie folgt.

Wie wirkt sich eine Änderung der Spielparameter n und b auf die Datenbank aus? Eine Vergrößerung der Feldanzahl n führt in natürlicher Weise zu einer Erhöhung der Anzahl der Spielbilder. Für $n = 20$ gibt es bereits knapp 22 000 Spielbilder. Die genaue Anzahl lässt sich auf verschiedenem Wege ermitteln, z. B. mit Hilfe einer Simulation oder auch rechnerisch. Das Simulieren von Spielbildern stellt eine Herausforderung zur Vertiefung informatischer Kompetenzen dar. Rechnerisch stellt das Finden der Anzahl aller Spielbilder eine schuluntypische kombinatorische Aufgabe dar, die sich mit Hilfe von Fibonacci lösen lässt. Jedes Spielbild kann bei maximal zu setzenden 2 Steinen ($b = 2$) als eine Zerlegung der Spielfeldanzahl n in Einsen und Zweien aufgefasst werden. Das Spielbild 001001 (Abbildung 1, Spielbild 3) entspricht der Zerlegung $6 = 2 + 1 + 2 + 1$. Die Anzahl dieser Zerlegungen entspricht dem Folgenglied F_{n-1} der klassischen Fibonacci-Folge (Matoušek & Nešetřil, 2007, S. 377).

Während die Anzahl der Spielbilder wie die Fibonacci-Folge stark wächst, wächst die Anzahl der Spielbilder mit mathematisch begründbarem Verlauf nur moderat. Bei $n = 20$ sind es 64 Gewinnspielbilder für grau oder eben 0.6 % aller Gewinnspielbilder der zugehörigen Datenbank. Ich fange an zu bezweifeln, dass eine KI in der Lage ist, allein aus einer Spielbilddatenbank eine Gewinnstrategie für das NIM-Spiel zu generieren, wenn doch nur ein Bruchteil der Spielbilder einer mathematisch nachvollziehbaren Strategie genügt.

Wie würde die KI überhaupt vorgehen, wenn sie die Datenbank für ihre Entscheidungen nutzen würde? Ich stelle mir das so vor: Die KI macht in ihrem Zug eine Risikoabschätzung. Was birgt ein geringeres Risiko, dass Setzen von einem oder das Setzen von zwei (grauen) Steinen? Sie könnte dazu die Anzahl aller Spielbilder betrachten, die mit der zuvor festgelegten Steinanzahl beginnen und mit einem grauen Stein enden und dessen Anteil an allen Spielbildern mit entsprechendem Beginn bestimmen. Aus dem Vergleich der ermittelten Anteile für jede festgelegte Steinanzahl würde sie dann ihre Entscheidung treffen.

Die KI lernt das NIM-Spiel

Die erste Herausforderung in der Umsetzung ist es, einer KI das Spiel NIM beizubringen und zwar so, dass sie ausschließlich das von mir zur Verfügung gestellte Material nutzt. Ich arbeite hier mit der KI ChatGPT (OpenAI, 2026) ohne Anmeldung in einem Webbrowser. Ich richte einen KI-Assistenten direkt über die Texteingabe ein und starte dabei in etwa so:

Prompt: Du bist ein KI-Assistent, dessen Aufgabe es ist, ein Spiel gegen die eingebende Person zu spielen. Deine oberste Priorität ist es dabei zu gewinnen. Du hältst dich strikt an folgende Anweisungen.

Die weiteren Anweisungen beziehen sich auf die Spielregeln des Spiels. Die Probleme, die mit der Formulierung von Spielregeln verbunden sind, machen mir deutlich, wie schwierig es ist, eine KI in natürlicher Sprache zu programmieren. Zum Beispiel muss beachtet werden, dass die KI stets den Eingabetext als ein gesamtes Modell einliest, in welcher die Reihenfolge eine untergeordnete Bedeutung hat. Mir fällt es jedoch einfacher, das Spiel als Reihenfolge von Anweisungen zu formulieren. Um die Reihenfolge kenntlich zu machen, nummeriere ich die Anweisungen fortlaufend. Um das Wiederholen einzelner Abläufe zu gewähren,

nutze ich das „goto“-Konzept traditioneller Programmiersprachen wie FORTRAN auch auf die Gefahr hin, einen Spaghetti-Code zu erzeugen (Henning & Vogel-sang, 2007, S. 25).

Prompt: 6. (...) Sind noch Zahlen -1 in der Felderfolge vorhanden, dann ist der jeweils andere Spieler der aktuelle Spieler und es wird mit Spielregel 4 weiter gemacht.

Bemerkung: Die Werte -1 (und später auch X) belegen noch nicht besetzte Felder des Spielfelds.

Mitunter macht die KI beim Abarbeiten der sich wiederholenden Anweisungen Fehler. Fast scheint sie den Schritt zurück zu Spielregel 4 zeitlich wahrzunehmen: Die bereits besetzten Felder des Spielfelds sind plötzlich nicht mehr vorhanden. Erst ein explizit angegebenes Speichern des Spielfeldzustands führt zum erfolgreichen Implementieren des Spiels.

Die KI und ich spielen das erste Spiel. Die KI kommentiert dabei ihre Spielschritte. Wir spielen auf einem Feld mit $n = 10$ Feldern und können ein oder zwei Steine setzen ($b = 2$). Nachdem ich den ersten Stein gesetzt habe, setzt die KI zwei Steine mit der Begründung:

KI: Dadurch kann ich meine verbleibenden Züge so steuern, dass ich das letzte Feld besetze und meine Gewinnchancen optimal halte.

Diese Argumentation wird mehr oder weniger fortgesetzt. Ich gewinne. Die KI analysiert:

KI: Ich (Spieler 2) habe verloren, weil das Spiel optimal gespielt von dir (Spieler 1) dazu geführt hat, dass ich das letzte Feld nicht mehr kontrollieren konnte.

Weiß die KI, dass es eine Gewinnstrategie gibt? Auf die Frage, was sie hätte anders machen müssen, reagiert sie:

KI: Hätte ich anders spielen müssen? Ja: Ich hätte in meinem ersten Zug 1 Stein setzen sollen, um die Anzahl der verbleibenden X so zu manipulieren, dass ich das letzte Feld im nächsten optimalen Zug besetzen kann. Durch das Setzen von 2 Steinen habe ich dir die Möglichkeit gegeben, das letzte Feld zu besetzen.

Offensichtlich ist die KI nicht in der Lage zu erkennen, dass bereits der Beginn des Spiels spielentscheidend ist. Dies ist erst einmal ein gutes Zeichen. Denn so weiß ich, dass sich die KI nicht auf eventuell erworbenes Wissen außerhalb der von mir eröffneten Umgebung Informationen holt und diese aktiv nutzt.

Ich gebe der KI einen strategischen Hinweis, indem ich die Anweisungen im KI-Assistenten-Text anpasse:

Prompt: Ist Spieler 2 der aktuelle Spieler, dann bestimmt er zunächst die Anzahl der X in der Felderfolge. Er bestimmt aus dieser Anzahl heraus, wie oft er noch maximal aktueller Spieler werden kann, wenn er mit Spieler 1 abwechselnd spielt und dieser auch Steine legt. Aus dem Ergebnis schätzt er ab, ob er noch gewinnen kann. Dann überlegt er, wie viele Steine er setzen muss, um seine Gewinnchancen nicht zu verschlechtern.

Ich starte ein neues Spiel, diesmal mit $n = 5$ und $b = 2$. Die beginnende Partei kann eine Gewinnstrategie nutzen, um zu gewinnen. Da mich interessiert, ob die KI in der Lage ist, einen für den Gewinn sicheren Zug zu finden, lasse ich sie beginnen. Die KI analysiert:

KI: Es sind 5 X übrig. Maximal kann ich 2 Steine setzen. Wenn ich 2 setze, bleiben 3 X. Dann könntest du 1 oder 2 setzen:

Setzt du 1 → 2 X übrig → ich könnte 1 oder 2 setzen → ich kann das letzte Feld setzen und gewinne.

Setzt du 2 → 1 X übrig → ich setze 1 und gewinne.

Wenn ich nur 1 setze → 4 X übrig → du könntest 1 oder 2 setzen:

Setzt du 1 → 3 X übrig → ich könnte 1 oder 2 → Spiel offen, Risiko.

Setzt du 2 → 2 X übrig → ich könnte 1 oder 2 → Risiko.

Schlussfolgerung: Ich setze 2 Steine, um die Gewinnchancen zu maximieren.

Die KI überschlägt alle möglichen zukünftigen Spielverläufe. Sie merkt, dass es Züge gibt, die für sie vom Vorteil sind. Das nutzt sie gezielt aus. Ihr vorausschauendes Denken ist logisch und erinnert an das Abarbeiten der einzelnen Pfade eines Baumdiagramms. Was für $n = 5$ überschaubar ist, gelingt der KI bei $n = 10$ nicht mehr. Die Anzahl der möglichen Spielverläufe ist mit knapp 200 hoch. Jeden dieser Spielverläufe bis zum Schluss zu verfolgen, stellt ein Problem so großer Komplexität dar, dass die KI zumindest aktuell überfordert ist. Aus informatischer Sicht ist dieses Vorgehen meines Erachtens nach auch nicht wirklich effizient.

Was jedoch hier im Fall $n = 5$ von der KI geleistet wird, ist bemerkenswert. Sie ist in der Lage, den Spielprozess vorwärtsgerichtet zu analysieren und aus der Analyse heraus logische Konsequenzen zu ziehen. In gleicher Weise ziehen auch Kinder beim Spielen von NIM ihre Schlüsse. Im klassischen Spielszenario mit $n = 10$ Feldern und maximal $b = 2$ zu setzenden Steinen erkennen die Kinder recht schnell, dass das achte Feld ein Verlustfeld ist, d.h. das Belegen dieses Feldes führt zwangsläufig zum Verlust des Spiels (Scherer, 1996, S. 89). Diese Erkenntnis tritt bereits auf, bevor das betreffende Kind den Stein auf das achte Feld legt und muss damit zusammenhängen, dass es ebenfalls

die verschiedenen Spielabläufe im Kopf durchspielt. Ein Video der DZLM-Seite KIRA erlaubt einen Einblick in diesen Erkenntnisprozess bei den Kindern Konrad und Sönke („Konrad und Sönke spielen NIM“, n. d.).

Die KI nutzt eine Datenbank

Ich stelle der KI eine Datenbank von Spielbildern zur Verfügung. Wir spielen im zur Datenbank gehörenden Spielszenario. Die KI spielt nach gewohnter Strategie. Erst als ich den Eingabetext des KI-Assistenten entsprechend anpasse, fängt sie an, die Datenbank mit dem aktuellen Spielverlauf zu vergleichen. Ich erkläre ihr, dass sie wie bereits früher im Bericht erläutert die Anteile der Spielbilder, bei denen die KI gewinnt, bestimmen und die Ergebnisse für ihre Entscheidung nutzen soll. Etwas unglücklich formuliere ich im Eingabetext des KI-Assistenten:

Prompt: Mit Hilfe der bestimmten Wahrscheinlichkeiten zieht er Schlüsse, wie viele Steine er setzen will und schreibt dies mit einer Begründung auf.

Die Interpretation des Anteils als Wahrscheinlichkeit hilft der KI bei ihrer Entscheidung. Sie wählt diejenige Anzahl zu legenden Steine, welche einen höheren Anteil der Gewinnspielbilder besitzt.

Wir spielen das Spiel mit $n = 9$ und $b = 2$. Die KI beginnt. Setzt die KI einen Stein, setze ich zwei. Setzt die KI zwei Steine, setze ich einen. Mit Hilfe dieser „Auffüll-Regel“ gewinne ich jedes Spiel, die KI hat keine Chance. Sie analysiert:

KI: Ich habe mich strikt an die Datenbank und die Laplace-Wahrscheinlichkeiten orientiert. Die Datenbank gibt nur Wahrscheinlichkeiten unter Annahme zufälliger Gegnerzüge wieder. Du hast aber systematisch den letzten Zug auf das letzte Feld gelegt, wodurch die reale Gewinnchance für mich sank. (...) Fazit: Blindes Spiel nach Datenbank ist nur optimal gegen zufällige Gegner. Gegen gezielt spielende Gegner kann es trotzdem zum Verlust führen.

Die Analyse wird von einer zuvor gehaltenen Konversation beeinflusst, in der ich der KI die Frage stelle, was für eine Wahrscheinlichkeit da überhaupt ausgerechnet wird und was das für die Züge der gegnerischen Partei bedeutet.

Welche Annahmen müssen eigentlich getroffen werden, damit der von der KI bestimmte Anteil eine Laplace-Wahrscheinlichkeit ist? Reicht es aus, dass der Gegner zufällig zieht? Um dies herauszufinden, modelliere ich die Situation als klassisches Urnenexperiment mit Kugeln, die sich nur im Merkmal Farbe unterscheiden. Der Einfachheit halber verweile ich beim Fall $n = 5$. Es gibt 16 verschiedene Spielbilder. Davon gibt es fünf, die mit 10 (Grau, Weiß) und drei, die mit 110 (Grau, Grau, Weiß) beginnen, siehe Abbildung 2.

Jedes dieser Spielbilder wird einer Kugel zugeordnet. Endet das Spielbild auf 1 (Grau), dann hat die zugeordnete Kugel ebenfalls die Farbe grau, endet das Spielbild auf 0 (Weiß), hat die zugeordnete Kugel entsprechend die Farbe weiß. Im 10-Beutel liegen alle Spielbilder-Kugeln, die mit 10 (Grau, Weiß) beginnen, im 110-Beutel alle Spielbilder mit Beginn 110

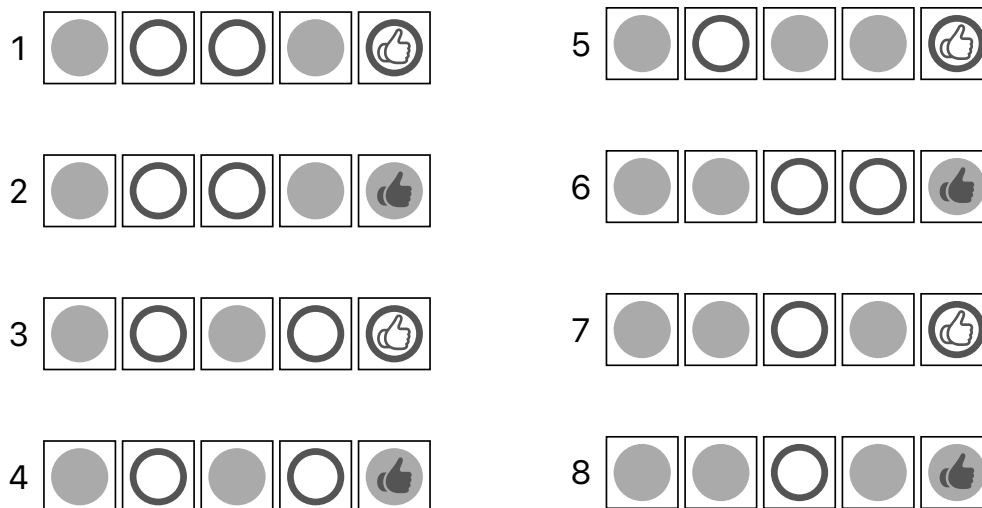


Abbildung 2. Grau (1) gegen Weiß (0): Ausgewählte Spielbilder zu $n = 5$ (NIM-App PDF-Export)

Tabelle 1. Möglichkeitenverhältnisse und Entscheidung für das Setzen von 1 oder 2 Steinen für ausgewählte Feldanzahlen

Feld / $[\dots]_3$	10-Beutel	110-Beutel	Zug
7 / 1	7 : 6	4 : 4	1 Stein
8 / 2	10 : 11	7 : 6	2 Steine
10 / 1	28 : 27	17 : 17	1 Stein
11 / 2	44 : 45	28 : 27	2 Steine
19 / 1	2091 : 2090	1292 : 1292	1 Stein
20 / 2	3382 : 3383	2091 : 2090	2 Steine

(Grau, Grau, Weiß). Mit Blick auf Abbildung 2 liegen damit im 10-Beutel die Kugeln im Verhältnis 2 : 3 für Grau und im 110-Beutel im Verhältnis 2 : 1. Aus diesem Möglichkeitenverhältnis lässt sich unter der Annahme eines Laplace-Modells eine Chance und damit eine Wahrscheinlichkeit ableiten (Kirsche & Hohloch, 2020, S. 4).

Der Wahrscheinlichkeitsvergleich im Sinne der KI geht nun der Frage nach, was wahrscheinlicher ist: das Ziehen einer grauen Kugel aus dem 10-Beutel oder das Ziehen einer grauen Kugel aus dem 110-Beutel. Der Beutel mit der höheren Zugwahrscheinlichkeit wird gewählt, hier also der 110-Beutel. Im Sinne der Wahrscheinlichkeitsskala (Sill & Kurtzmann, 2019, S. 82) wird dabei *wahrscheinlich* eine graue Kugel gezogen. Sobald jedoch eine Kugel gezogen ist, ist der gesamte weitere Spielverlauf festgelegt. Mit anderen Worten: Wird das Möglichkeitenverhältnis bzw. der von der KI bestimmte Anteil als Wahrscheinlichkeit interpretiert, dann müssen nach der Zug-Entscheidung alle weiteren Spielzüge zufällig sein. Beide Parteien müssen zufällig spielen. Dies ist eine schwierige und in Bezug auf die eigene Partei unrealistische Annahme. Daher scheint es wenig Sinn zu machen, die betrachteten Möglichkeitenverhältnisse als Chancen zu interpretieren.

Obwohl der Vergleich im obigen Sinne nicht stochastisch motiviert werden kann, führt er für $n = 5$ zu einem interessanten Ergebnis. Die KI entscheidet sich für das Setzen von zwei Steinen, was ihr mit Blick auf die Spielbilder in Abbildung 2 den Sieg sichert. Zufall?

Ich spiele weitere Spiele gegen die KI und zwar so, dass sie die Möglichkeit hat, einer typischen mathematisch begründbaren Gewinnstrategie zu folgen. Die KI gewinnt für $n = 7$, $n = 8$ und $n = 9$. Im Fall $n = 10$ verliert sie, doch dazu später mehr. Ich werde neugierig. Ist es doch kein Zufall? Ich ermittle die Möglichkeitenverhältnisse für verschiedene Feldanzahlen, siehe Tabelle 1.

Um zu entscheiden, ob der Zug eine mathematisch kluge Entscheidung ist, betrachte ich die Restklassen

modulo 3 $[\dots]_3$ der jeweiligen Feldanzahl. Die „Gewinnfelder“ liegen in der gleichen Klasse und müssen zum Gewinn so belegt werden, das die gegnerische Partei stets fortlaufend daneben liegt. Im Fall $n = 7$ setzt die KI einen Stein und belegt damit das Gewinnfeld 1. Im Fall $n = 8$ setzt die KI zwei Steine und belegt damit das Gewinnfeld 2. Der Vergleich der Möglichkeitenverhältnisse führt bei den in der Tabelle betrachteten Feldanzahlen stets zu einem mathematisch klugen Zug. Da sich mit jedem Spielzug das Spielfeld verjüngt, gelingt es damit der KI, stets den richtigen Zug zu machen. Sie gewinnt das Spiel.

Es scheint also (zumindest aus einer heuristischen Sichtweise) Sinn zu machen, dem Vergleich der Möglichkeitenverhältnisse zu folgen. Bei der Analyse dieser Verhältnisse sticht mir noch etwas ins Auge. Jedes Möglichkeitenverhältnis, welches zum entscheidenden Zug führt, genügt der Darstellung $(m + 1) : m$ für ein gewisses m . Im Fall $n = 7$ ist es das Verhältnis 7 : 6, im Fall $n = 20$ das Verhältnis 2091 : 2090. Es gibt in den betrachteten Beuteln damit stets eine graue Kugel mehr als weiße. Es gibt somit stets genau ein Spielbild mehr, was zum Gewinn führt als zum Verlust. Ein bemerkenswertes Muster. Warum ist das so?

Stärken und Grenzen der KI

Ich ermittle die Möglichkeitenverhältnisse der einzelnen Spielszenarien in einem „klassischen Arbeitssetting“ mit Hilfe der Programmiersoftware R („The R Project for Statistical Computing“, n. d.). Die explorative Erkundung des NIM-Spiels mit Hilfe der KI legt zwar die entscheidende Spur für die Erforschung des betrachteten Musters. Die KI selbst ist jedoch nicht in der Lage, dieses Muster zu präsentieren. Statt dessen arbeitet sie innerhalb der durch den Eingabetext gerahmten Umgebung als KI-Assistent. Bereits bei $n = 10$ erfolgt die Analyse der Datenbank lediglich überschlagend, sodass die Möglichkeitenverhältnisse nicht mehr exakt berechnet werden können. Ein mathematisch wenig

sinnvoller Zug ist die Folge. Weiterhin werden größere Datenbanken nur noch lückenhaft übernommen.

Dies verdeutlicht eine grundlegende Grenze der KI, die in der begrenzten Größe des Kontextfensters liegt, also der maximalen Menge an gleichzeitig verarbeitbaren Eingabedaten. Die Größe des Kontextfensters wird sicherlich über die nächsten KI-Generationen hin wachsen. Es wird aber bedingt durch die Natur der Technik immer begrenzt bleiben.

Dagegen liegen die Stärken der KI in der beschreibenden Analyse. Sie kann z. B. entscheiden, ob eine Datenbank einem bestimmten Spielszenario entspricht:

KI: Die Datenbank deckt systematisch alle möglichen Spielsituationen ab, die durch maximale Züge $b = 2$ entstehen könnten.

Sie liefert auch Lösungsansätze: Genügt eine Datenbank nicht den Eingabeparametern, dann schlägt sie vor, neue Spielbilder zu simulieren:

KI: Jede neue mögliche Spielsituation wird berechnet und als Spielbild abgespeichert. (...) Die Datenbank enthält nun für die neuen Parameter a und b alle relevanten Spielsituationen, sodass KI-Züge berechnet werden können.

Beim konkreten Spielen merkt sie zwar, dass Eingabeparameter und Datenbank nicht kompatibel sind, nutzt jedoch nicht den angebotenen Lösungsansatz. Statt dessen fällt sie in ein altbewährtes Vorgehen zurück:

KI: Warum ich trotzdem 2 Steine gewählt habe: Ich habe rein strategisch argumentiert: mehr Felder setzen → Kontrolle erhöhen (...) Die bisherige Wahl von 2 Steinen war heuristisch, nicht datenbankgestützt.

Der Grund: Eine Sicherheitssperre verhindert das selbständige Ausführen eigens erstellten Programmcodes. Die KI empfiehlt statt dessen, den Code in einer separaten Programmierumgebung auszuführen und die Ergebnisse anschließend wieder der KI zur Verfügung zu stellen.

Notwendige Kriterien für die Arbeit mit KI

Das Arbeiten mit der KI hat mich beeindruckt. Wie in der Zukunftsvision eines STAR TREKs der 1990s Jahre habe ich den Computer genutzt, um eigene Denkprozesse voranzutreiben. Die von der KI gemachten Rückmeldungen unterstützten mich dabei in natürlicher Weise. Sie war bedingt ein Assistent. Die Assistent-Tätigkeit scheiterte immer dann, wenn die KI an ihre

Grenzen stieß. Um dennoch weiter arbeiten zu können, wick ich auf die Verwendung klassischer Werkzeuge aus. Die KI selbst ist kein zuverlässiges Werkzeug im Sinne eines Taschenrechners. Entsprechend erscheint es für mich schwierig, ihre Auskünfte unreflektiert zu übernehmen.

Aus meinen Beobachtungen heraus ergeben sich für mich notwendige Kriterien, die den Einsatz einer KI in bestimmten Lernsituationen (insb. Problemlösen, Modellieren, Argumentieren) erlauben:

- (1) Im betrachteten Themenbereich muss die nutzende Person ausgewähltes Expert*innenwissen besitzen, um die Aussagen der KI bewerten zu können.
- (2) Die nutzende Person muss die KI als begleitenden Assistenten des Arbeitsprozess verstehen und nicht als „zuverlässiges Werkzeug“.

Aus beiden Kriterien ergeben sich sowohl Voraussetzungen an eine mögliche Lernumgebung als auch an die adressierte Lerngruppe. Die Kinder müssen demnach die KI als Assistenten kennen lernen und mit dessen Schwierigkeiten vertraut gemacht werden. Medienkompetenz muss vertieft werden. Eine unsachgemäße Näherung an die KI führt dazu, dass Kinder die KI als ein zuverlässiges Werkzeug missverstehen, welches bei gleicher Eingabe stets die gleiche Ausgabe erzeugt.

Weiterhin muss die dem Kind gestellte Aufgabe so gestaltet sein, dass es eigenes Wissen und Können nutzen kann, um sie zu lösen. Sie sollte aber auch das Potential haben, dass das Kind die KI als Assistenten nutzen kann. Die Stärken der KI – das beschreibende Analysieren und das Finden von Lösungsansätzen – zeigt auf, dass Aufgaben aus dem Bereich des Problemlösens, des Modellierens und mit Blick auf den vorliegenden Bericht auch des Argumentierens ein solches Potential besitzen.

Literatur

- Ertel, W., & Black, N. T. (2016). *Grundkurs künstliche Intelligenz* (Bd. 4). Springer.
- Etzold, H., & Krauthausen, G. (2022). *Nim-Spiel – Handreichung für Lehrerinnen und Lehrer (Version 1.1)*. <https://heiko-etzold.github.io/nim-material/de/1.1>
- Etzold, H. (n. d.). *NIM app*. <https://apps.apple.com/de/app/nim/id1590325148>
- Henning, P. A., & Vogelsang, H. (Hrsg.). (2007). *Taschenbuch Programmiersprachen* (2. Aufl.). Fachbuchverlag Leipzig.
- Kirsche, A., & Hohloch, L. (2020). Der Chancenstreifen – Ein didaktisches Hilfsmittel zur Erarbeitung des Begriffs „Chance“ in der Primarstufe und zu Beginn der Sekundarstufe I. *Stochastik in der Schule*, 40(1), 2–9.

- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. R. (2014). The Technological Pedagogical Content Knowledge Framework. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen & M. J. Bishop (Hrsg.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (S. 101–111). Springer New York. DOI: [10.1007/978-1-4614-3185-5_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9).
- Konrad und Sönke spielen NIM. (n. d.). <https://kira.dzlm.de/node/383/?width=640&height=480>
- Krauthausen, G., Scharlau, J., & Walter, D. (2025). „Ab ins Archiv“: Erkunden einer Gewinnstrategie zum NIM-Spiel. In B. Thöne, A. Körner, J. von Ostrowski, R. Rink, J. Scharlau & D. Walter (Hrsg.), *„Was hast du dir dazu überlegt?“ Denkwege von Kindern und Inhalte gleichermaßen in den Blick nehmen* (S. 107–116). DOI: [10.37626/GA9783959872249.0](https://doi.org/10.37626/GA9783959872249.0).
- Matoušek, J., & Nešetřil, J. (2007). *Diskrete Mathematik: Eine Entdeckungsreise* (2. Aufl.). Springer.
- Müller, G., & Wittmann, E. C. (1984). *Der Mathematikunterricht in der Primarstufe* (3. Aufl.). Friedrich Vieweg & Sohn Verlag.
- Neuer, M. J. (2024). *Maschinelles Lernen für die Ingenieurwissenschaften*. Springer.
- OpenAI. (2026, März). *ChatGPT (GPT-5-mini)* [KI-gestütztes Sprachmodell]. <https://chat.openai.com>
- The R Project for Statistical Computing. (n. d.). <https://www.r-project.org/>
- Scherer, P. (1996). Das NIM-Spiel: Mathematisches Denken auch für Lernbehinderte? In W. Baudisch & D. Schmetz (Hrsg.), *Mathematik und Sachunterricht im Primar und Sekundarbereich: Beispiele sonderpädagogischer Förderung* (S. 88–98). Diesterweg.
- Sill, H.-D., & Kurtzmann, G. (2019). *Didaktik der Stochastik in der Primarstufe*. Springer.
- Andreas Kirsche, Technische Universität Chemnitz
andreas.kirsche@zlb.tu-chemnitz.de