

GAMING PROJEKT: DEEP REINFORCEMENT LEARNING

Initiierung, Verlauf und erzielte Effekte

Projektintensivfallstudie

The Erasmus+ funded European project 'Improving the Skills and Competences of VET teachers and trainers in the age of Artificial Intelligence' (Tackle AI) brings together partners from five countries to provide initial training and continued professional development for VET teachers and trainers in Artificial Intelligence. The project will seek to support VET teachers and trainers in extending and adapting open curriculum models for incorporating AI in vocational education and training. Furthermore, the project will develop an Open Massive Open Online Course in AI in education in English and German, open to all teachers and trainers in VET in Europe. The course materials will be freely available for other organisations to use for professional development. It follows the tradition of previous successful TACCLE projects. You can find more information on our website: www.taccleai.eu

Authors

Ludger Deitmer (University of Bremen, Institute Technology and Education, Germany)

Wilfried Meiners (former director of studies at the Kerschensteiner VET School in Delmenhorst, Germany)



The Tackle AI project has been financed within the framework of Erasmus+ programme (KA2 - Cooperation for innovation and the exchange of good practices KA202 - Strategic Partnerships for vocational education and training; Nr. 2019-1-DE02-KA202-006317)

Disclaimer

The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Copyright ©2020 Some rights reserved



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercialShareAlike 4.0 International License. (<http://creativecommons.org/licenses/by-ncsa/4.0>)

1. Projektkontext und Entstehungszusammenhang

Der Titel des Projekts lautete: „Deep Reinforcement Learning - Aufbereitung des Themas „Künstliche Intelligenz“ und Implementation eines Agenten in dem Spiel Sonic the Hedgehog“. Der innovative Gehalt des schulischen Vorhabens liegt in der Programmierung eines selbstlernenden, künstlichen Agentens in einem Computerspiel. Das Projekt wurde durch eine vierköpfige Gruppe von Schüler*innen (im Folgenden: SuS) an einer nordwestdeutschen Berufsfachschule weitgehend selbstständig geplant, umgesetzt und dokumentiert.

Die SuS nahmen am Bildungsgang „Informationstechnische/r Assistent/in“ im Rahmen des obligatorischen Praxisprojektes im 2. Ausbildungsjahr der berufsbildenden Schulen II, Delmenhorst, im Zeitraum vom November 2018 bis März 2019 teil. In diese Berufsfachschule kann aufgenommen werden, wer den Sekundarabschluss I - Realschulabschluss absolviert hat. Die zweijährige Ausbildung ist eine vollzeitschulische Berufsausbildung, ihr Schwerpunkt liegt auf der Vermittlung grundlegenden beruflichen Einstiegswissens und dessen Anwendung in Praxisphasen mit Projekten und betrieblichen Praktika.

Aufgrund eines Vorschlages des koordinierenden Berufsschullehrers wurde eine Gruppe von vier SuS angeregt, die Anwendungsprinzipien von KI näher zu untersuchen und kennenzulernen. Die SuS fanden den Vorschlag gut und haben die Aufgabenstellung weiter konkretisiert. Ziel war es, einen künstlichen Agenten zu programmieren, der in der Lage ist, selbstständig zu agieren, damit zu lernen und die Lernfortschritte des Agenten als „deep reinforcement learning“ am Beispiel eines Computerspiels zu verdeutlichen. Der Projektverlauf mündete in eine umfängliche Dokumentation ein und wurde in einer Abschlusspräsentation den weiteren Studierenden und Lehrern des Bildungsgangs vorgestellt.

Was bewirkt KI in Computerspielen?

Das Spiel „Sonic the Hedgehog“ ist eine bekannte Computerspielserie des japanischen Spielentwicklers Sega. Die klassischen Hauptakteure der Serie zeichnen sich durch schnelle 2D-Jump-`n`-run-Passagen aus. Dort steuert der Spieler den blauen und künstlichen Charakter „Sonic The Hedgehog“. Dies geschieht durch sogenannte „Zonen“, die in einzelne „Acts“ unterteilt sind. In allen Sonic-Spielen werden Ringe gesammelt, die der Hauptagent bei der Berührung eines Gegenspielers verliert. Ist der Agent ohne Ringe, verliert man sein Leben und hat verloren. Nach Aufbrauchen des Guthabens von „Extraleben“ und „Continues“, muss der Spieler nach einem „Game Over“ komplett von vorne beginnen.

Warum ist es wichtig, dass Studierende, aus Sicht ihrer Lehrer, sich mit dem Thema KI und seiner beruflichen Anwendung auseinandersetzen?

Aus der Sicht der Lehrer wird Künstliche Intelligenz als Schlüsseltechnologie in vielen Bereichen angesehen. Automatisierungstechnik, Elektrotechnik, Informationstechnik, kurz: Alles was mit Digitalisierung und dem Schlagwort „Industrie 4.0“ zu tun hat, hat auch mit KI zu tun. Für angehende informationstechnische Assistentinnen werden Grundkenntnisse in diesem Bereich zunehmend wichtiger.

Ein großer Teil der Schülerinnen und Schüler aus der Berufsfachschule besucht im Anschluss an diese Fachausbildung die Fachoberschule für Technik, um anschließend ein

entsprechendes Studium der Informatik zu beginnen. Spätestens während des Studiums müssen diese Schüler*innen sich mit der Thematik „KI“ vertieft auseinandersetzen. Auch die Schüler*innen der Berufsfachschule, die eine Ausbildung (überwiegend in technischen Berufen) aufnehmen, müssen sich mit der Thematik „KI“ auseinandersetzen, da im Rahmen der „Digitalisierung“ der Arbeitswelt zunehmend Prozesse durch KI Techniken beeinflusst werden können.

2. Zur Anbahnung des Projekts: Vorbereitung, erste Planungsschritte und Konkretisierung der Ziele

Das KI-Projekt fand im Rahmen des Lernfeldes „Projekte planen, durchführen und auswerten“ (Praxis) statt, dessen zeitlicher Umfang sich insgesamt auf 160 Stunden beläuft. Die Projekttreffen fanden meistens an einem vollständigen Unterrichtstag statt. Die Studierenden hatten die Möglichkeit, im Computerraum oder den entsprechenden Werkstätten der Schule zu arbeiten. Betreut wurden sie währenddessen von einem Berufsschullehrer. Parallel führten andere Gruppen von Schülern ebenso Projekte durch. Für die Lehrer lag der Schwerpunkt der Projekte auf der selbstständigen Bearbeitung durch die Schülergruppe, um den Schülerinnen und Schülern auch praktische Erfahrungen mit einem wichtigen beruflichen Thema zu ermöglichen. Die SuS der KI-Projektgruppe sollten daher

- das projektorientierte Arbeiten in einer Gruppe lernen und einüben,
- sich Ziele setzen und ihre Arbeiten selbstständig aufteilen und organisieren, indem sie die selbstständige Auseinandersetzung mit einer neuen Programmiersprache (Python) erreichen,
- die Grundlagen von zentralen KI Elementen soweit erlernen, so dass sie selber in der Lage waren, die Programme zu verstehen und zu erstellen,
- sich mit den Grundlagen von neuronalen Netzen und dem maschinellen Lernen auseinandersetzen, so dass sie in der Lage waren, diese Begriffe ihren Mitschülern zu erläutern,
- durch die Beschäftigung mit dem Thema „Deep Reinforcement Learning“ in der Lage sein, einen virtuellen Agenten zu programmieren, und zwar in der Weise, dass dieser „Agent“ lernt, „sein“ Spiel zu verbessern,
- sich soweit in die Programmierung des „Agent“ einarbeiten, dass sie ihren Mitschülern erläutern konnten, welche Parameter sie anpassen/ändern mussten, damit ihr „Agent“ sein Spiel verbessert.

Im Rahmen der Projektplanung und -vorbereitung¹ durch die Schülergruppe wurden Teamregeln aufgestellt, Umfeldanalysen gemacht, eine Zielmatrix und ein Ablaufplan erstellt und Arbeitspakete definiert. Die Arbeitspakete für die Projektdurchführung umfassen die:

¹ Projektplanung und Projektdurchführung werden in Anlehnung an den Leitfaden „Projektmanagement macht Schule“ von M. Gessler/J. Uhlig-Schoenian, herausgegeben von der GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V., unterrichtet.

- a. Dokumentation (Anfertigung der Dokumentationsunterlagen)
- b. Programmierung (Einrichtung der Programmierumgebung, erster Prototyp, zweiter Prototyp)
- c. Recherche (Informationsbeschaffung, Versuche mit dem ersten Prototypen)
- d. Ergebnisdokumentation (Anfertigung der Ergebnisdokumentation)
- e. Präsentation (Anfertigung der Präsentation)

Den einzelnen Arbeitspaketen wurden Leistungsbeschreibungen und Ergebnisse zugeschrieben, welche erbracht werden mussten. Außerdem wurden Verantwortlichkeiten und Terminziele für die Arbeitspakete festgelegt.

Des Weiteren wurden den SuS Rollen innerhalb der Projektgruppe zugewiesen:

Rollen	Aufgabenspektrum und -inhalte
„Teamsprecher“, N.N.	Moderiert die Gruppenarbeit und achtet darauf, dass sich jeder einbringen kann, konsequent beim Thema geblieben wird und die Teamregeln eingehalten werden.
„Zeitwächter“: N.N.	Achtet darauf, dass die Zeit eingehalten wird.
„Qualitätsbeauftragter“: N.N.	Achtet darauf, dass ordentlich und gründlich gemäß der Verabredungen gearbeitet wird.
„Streitschlichter“: N.N.	Wird aktiv, wenn es im Team brodelt. Er bringt die Streitparteien an einen Tisch, moderiert das Gespräch und bleibt dabei unparteiisch.
„Querdenker“, das gesamte Projektteam	Sollen freundlich aussprechen, was sich sonst niemand traut zu sagen, z.B. lautes Denken.

Eine reflexive (Rück)-Betrachtung des Vorgehens der handelnden Schülergruppe zum Verlauf und Vorgehen im Projekt

Der Gruppe war offensichtlich klar, dass sie mit dieser Projektwahl vor einer schwierigen Aufgabenstellung standen. Künstliche Intelligenz stellt ein hoch komplexes Thema dar, dass nicht umsonst erst im Hochschulstudium, z.B. der Informatik oder Automationstechnik behandelt wird. Die SuS schränken die Reichweite und Tiefe der Arbeit ein, sie betonen daher, dass sie das Thema KI nur relativ oberflächlich behandelt haben und aufgrund günstiger Umstände, wie den Zugang zu aussagekräftigen Internetquellen, wie Open AI, zu einem konkreten Ergebnis im Sinne der Programmierung eines Agenten im Kontext eines digitalen Spiels gekommen sind.

„Sobald wir versucht haben, irgendwo tiefer in einen Bereich einzutauchen, wurde es sehr schnell sehr mathematisch und da fehlen uns einfach die benötigten Kenntnisse. Trotzdem war es überraschend einfach, ein grundlegendes Wissen über Künstliche Intelligenz, bis hin zum Deep Reinforcement Learning, zu erlangen“.

Für die SuS wird deutlich, dass Künstliche Intelligenz immer noch ein kleiner spezifischer Bereich innerhalb der Informatik ist, da die meisten Informationen nur auf Englisch

verfügbar sind. Die SuS betrachten es als ein weiteres Problem, dass sie bei der Wahl dieses Projektthemas zu Beginn nicht abschätzen konnten, was am Ende für ein tatsächliches Ergebnis herauskommt:

„Wie sich das Projekt überhaupt entwickelt, denn gerade die Entwicklung des Agenten in Sonic enthielt ein großes Fragezeichen für uns. Zusätzlich hat sich die extrem theoretische Natur des Projektes, in Bezug auf die Recherche, auch noch negativ auf unsere Motivation ausgewirkt. Das viele und wiederholte Lesen komplexer Inhalte hat dann auch des Öfteren dazu geführt, dass die Produktivität darunter gelitten hat“.

Die SuS betonen aber, dass sie trotz der Wissenslücken bei den mathematischen Grundlagen und trotz der sprachlichen Hürden mit diesem Projekt eine gute Wahl getroffen hätten, „denn Künstliche Intelligenz ist ein sehr interessantes Thema, was auch in Zukunft immer mehr an Wichtigkeit gewinnen wird“.

Die SuS haben es außerdem sehr interessant gefunden, eine KI im Sinne der Programmierung eines Agenten zu realisieren und den Ansatz des „deep reinforcement learning“ konkret umzusetzen.

Des Weiteren stellte sich für sie das Arbeiten mit der Programmiersprache Python als gelingend heraus, „da die einfache Syntax ein schnelles grundlegendes Verständnis über die benutzten Bibliotheken möglich machte und wir uns dadurch recht schnell auf das Erweitern der KI konzentrieren konnten“.

Sie betonen auch, dass das Eindringen in die tiefere Materie von KI ihnen nur sehr eingeschränkt gelungen ist. Die Schüler konnten keine „Erweiterungen vornehmen“, da der „Großteil der Bibliotheken“ nach wie vor noch schwer verständlich ist, da dort mathematische Algorithmen geschrieben werden die so fremd sind, dass die SuS sie nicht verstehen konnten.

„Nachdem die KI allerdings fertiggestellt war, konnten wir diese immer neu starten und im Hintergrund dann laufen lassen, so dass sie, während wir recherchierten oder dokumentierten, konstant gelernt und noch kleine Fortschritte gemacht hat“.

Die Schüler betonen auf das in Gänze bezogene Projektergebnis:

„(...) es eine gute Entscheidung war, dieses Projektthema gewählt zu haben. Wir haben es geschafft unsere gesetzten Erwartungen, ein fortgeschrittenes Verständnis über Künstliche Intelligenz, zu erfüllen und eine praktische Umsetzung des Wissens zu realisieren, zum großen Teil erreicht“.

3. Stärken-Schwächen-Analyse des Projekts

Zur Sichtweise der Schülergruppe: Im Folgenden werden zuerst das Feedback der SuS zum Projekt, zu dessen Verlauf und den größten Schwierigkeiten vorgenommen. Dem folgt die Sichtweise des begleitenden Lehrers.

- I. Das Thema stellt eine große Herausforderung für die Lernenden dar, weil entsprechendes Vorwissen (z.B. Mathematik, Englisch, Grundwissen zu KI usw.) zum Teil deutlich fehlte. Dies hebt die Bedeutung der Verfügbarkeit entsprechender Quellen hervor. Gleiches gilt für die Notwendigkeit einer guten Unterstützung durch die Lehrer, die bei diesem Wissensgebiet wg. Neuigkeitsgrad usw. im Besonderen auch herausgefordert sind. Die Schüler bewerten dies wie folgt:

„Das Projekthema forderte unsere Gruppe ganz schön heraus, denn in vielen Punkten und Fragen betraten wir für uns absolutes Neuland. Den KI Ansatz überhaupt zu verstehen; das „deep reinforcement learning des Agenten“² zu begreifen; das Finden einer geeigneten Programmiersprache“.

Die Lehrer waren auch in besonderer Weise bei diesem Thema und seinem Neuigkeitsgehalt herausgefordert, da vor allem kaum Vorerfahrungen aus der beruflichen Fachrichtung des Lehrers abgeleitet werden konnten. Dies kommt auch in der Aussage des Lehrers zum Ausdruck:

„Ich habe viel gelernt durch die Planung und Begleitung und Bewertung dieses Projektes. Das Thema KI ist auch heute für mich immer noch interessant!“

- II. Als besondere Hilfestellung bei der Bewältigung der Projektaufgabe betonen die SuS die Bedeutung von entsprechenden Internet Links bzw. Quellen. Dank der Hilfe des Internets erschien es den Schülern besser möglich, die richtigen Quellen zu finden, wie z.B. Open AI und YouTube Videos.

„Das Suchen nach geeigneten Informationsquellen war für uns eine größere Herausforderung. Mit Hilfe der Quellen konnten wir die Programmiersprache „Python“ letztlich auch selbst erlernen. Es ist uns auf diesem Wege gelungen, einen schrittweisen und machbaren Plan für die halbjährige Laufzeit des Projektes zu entwickeln“.

Die SuS weisen auf einen sehr interessanten Aspekt beim Umgang mit diesen Informationsquellen hin:

„Es war gut, wann immer möglich, alles aufzuschreiben! Denn einige Videos konnten erst nach mehrmaligem Hören und Sehen verstanden werden. Ein gutes Verständnis der wichtigsten Begriffe, Befehle und/oder Codes konnten wir so besser in den Griff bekommen“.

- III. Das von dem Lehrer eingebrachte und vorbereitete Wissen zum Thema Projektmanagement und entsprechenden PM Techniken wird von den SuS bei der Umsetzung der Projektaufgabe als nützlich eingestuft. Dies hört sich aus der Sicht der Schülergruppe so an:

„Wir haben das Projektjournal unter den verschiedenen PM Tools als besonders nützlich gefunden, um darin Antworten auf Fragen wie diese zu finden: Was haben wir beim letzten Mal gemacht? Wie sollten wir anschließen? Wie können wir unsere Arbeitsaufgaben untereinander aufteilen? Mit dem Journal wurden wir angehalten, unsere vorangegangene Recherche zum „deep reinforcement learning“ und bei der Python Programmierung aufzuschreiben. Dadurch waren wir immer gut im Bilde bezüglich des gegenwärtigen Projektstandes“.

- IV. Im Besonderen wird von den SuS eine Wissenslücke bei der Anwendung mathematischer Grundlagen herausgestellt, die aber beim Thema KI eine wichtige Rolle zu spielen scheint.

² Agent: Steht für ein Programm, das zu eigenständigem Verhalten fähig ist. Abhängig von verschiedenen Zuständen wird ein spezifischer Verarbeitungsmodus durchlaufen, ohne dass von außen ein weiterer Steuerungseingriff notwendig ist.

„In unserem vorangegangenen Matheunterricht hatten wir die Grundlagen der Algebra und Geometrie. Selbst z.B. die Binärrechnung oder Vektorrechnung haben nicht alle Schüler gekannt. Das reicht aber nicht aus, um das Thema dieses Projektes auch mathematisch verstehen zu können. Fachliteratur ist häufig mit Mathe bespickt (...).Das Hauptproblem welches sich uns stellte war unser Nicht-Wissen: „Wie erkenne ich schnell wo ich noch Wissenslücken habe und mit welchen Mitteln und Quellen können wir die Wissenslücken schließen!“ Die Lehrer haben uns zwar den ein oder anderen Hinweis geben können, aber konnten uns nur zum Teil helfen, weil sie nicht selber im Thema drinstecken und auch nicht immer beim Auftreten von Problemen bzw. Defiziten verfügbar waren.“

- V. Es besteht immer die Gefahr für die SuS, dass die Motivation am Thema weiter dran zu bleiben einbricht, besonders wenn die Aufgabenstellung als unüberwindbar empfunden wird. Die beiden befragten Schüler weisen darauf hin, sich als Lerngruppe nicht so schnell durch Hindernisse und Schwierigkeiten frustrieren zu lassen:

„Uns haben da die Videos sehr geholfen, trotz der Probleme und Hindernisse beim Verstehen der komplexen Sachverhalte. Durch die beispielhaften Anleitungen konnten wir zu brauchbaren Ergebnissen beim Programmieren des Agenten kommen“.

- VI. Die sehr intensive Vorplanung durch die Schülergruppe hatte zur Folge, dass die Projektdokumentation in ihrer Darstellung positiv auffällt; sowohl was den Umfang (über 40 Seiten) als auch die erzielten Projektergebnisse betrifft.

„Die intensive Vorplanung mit Hilfe der vielen PM Instrumente hat uns bei der Erstellung der Dokumentation sehr geholfen, um zum Schluss keinen Punkt zu vergessen. Wir konnten uns leichter über den Verlauf unseres Vorgehens klar werden: Was ist gut gelaufen? Wo waren die Fehler? Wie konnten wir uns gegenseitig helfen? Wie wurden dann die unterschiedlichen Quellen am Besten in der Gliederung zusammengetragen.“

Aus der Sichtweise des befragten Berufsschullehrer lassen sich seine Aussagen in folgenden Statements zusammenfassen:

- I. Die Bedeutung von Projektarbeit für den Lernerfolg der Schüler ist in der letzten Zeit noch gestiegen, insbesondere dann, wenn selbstständiges Arbeiten und die eigenständige Auseinandersetzung mit neuen Themen/Inhalten erlernt werden sollen. Bezüglich des Faches Mathematik ist leider vor einigen Jahren im Bildungsgang „Informationstechnischer Assistent“ entschieden worden, dieses Fach aus der Stundentafel zu nehmen und die Anwendung mathematischen Wissens direkt in der Umsetzung der Lernfelder bzw. verbleibender Fächer stattfinden zu lassen. Dieses Vorgehen stößt aber bei fortschreitender Komplexität der Projektthemen im Praxissegment deutlich an seine Grenzen. Die Erfahrungen aus diesem Projekt zeigen, dass die Schüler über entsprechendes mathematisches Basiswissen verfügen sollten.
- II. Der Kenntnisstand der SuS ist auf Grund ihres unterschiedlichen Werdegangs sehr unterschiedlich und bedarf einer stärkeren Berücksichtigung in der Anlage des

Curriculums. Der Lehrer verweist auf den unterschiedlichen Kenntnisstand der SuS hinsichtlich mathematischer Grundkenntnisse.

„Wir haben Realschüler, Abiturienten und Schüler die über andere Bildungswege in unsere Berufsfachschule gekommen sind. Ich bin dafür, dass Fächer wie Mathematik und Naturwissenschaften wieder in die Stundentafel dieser Schulform aufgenommen werden, vielleicht auch zu Lasten eines anderen Faches bzw. Lernfeldes“.

- III. Als Erfolgsfaktoren für eine gelingende Projektarbeit werden vor allem zwei Dinge betont: das Bereitstellen von anwendbaren und geübten Projektmanagementwissen und die Einführung klarer Bewertungskriterien zum Projekt an denen der Erfolg gemessen werden kann. Die Bewertungskriterien sollten mit Beginn des Projektes offengelegt werden (siehe Anlage 1). Das offene Arbeiten im Projekt erfordert vom Schülerteam eine eigene Kontrolle des Projektverlaufes. Es ist daher ratsam, dass die SuS zu Beginn der Projektarbeit von den Lehrern die wichtigsten Bewertungskriterien für die Bearbeitung der Projektaufgabe offengelegt bekommen, der Umgang damit besprochen und vereinbart wird. Die dem eigentlichen Projekt vorausgehende Beschäftigung mit PM Wissen wird als sehr nützlich angesehen, indem von dem Projektteam die Teamregeln, die Verteilung der Aufgaben, die detaillierten Zielstellungen als auch Arbeitspakete von den SuS selber bestimmt werden. Im Einzelnen werden die SuS zur Darlegung einer Umfeldanalyse, der Zielmatrix, des Phasenplans, des Projektablaufplans, eines Projektvertrags, eines Projektstrukturplans, von Arbeitspaketen, eines Meilensteinplans sowie einer Risikoanalyse angehalten. Die Erfahrung der Lehrer zeigt, dass die SuS die Hindernisse besser bewältigen und das Projekt besser dokumentieren.
- IV. Die Erfahrungen mit dieser Art von Projekten zeigen, dass gute fachliche Kompetenzen und die Bereitschaft sich in die KI einzuarbeiten bei Lehrenden vorhanden sein sollten. Auch grundlegendes Wissen zum Projektmanagement sind wichtige Voraussetzungen, damit die Lehrenden in der Lage ist, die Schüler auf die Projekte vorzubereiten. Weiterhin sollten die Lehrer in der Lage sein, entsprechende Ziele gut formulieren zu können, als auch Geduld und Einfühlungsvermögen mitbringen. Dies bedeutet offen zu sein für neue, von den Schülern vorgeschlagene Themen, als auch für Zieländerungen/flexible Anpassungen während des Projektes. Letztlich sollten die Lehrer auch klare Vorstellungen hinsichtlich der Bewertung der Projektarbeit besitzen.
- V. Ein dem Projekt vorausgehender Erfahrungsbezug der SuS in einem mehrwöchigen Praktikum wird als ein wichtiger Faktor angesehen, um die Lerneffekte zu erhöhen. Hierzu ist eine Ausweitung der Lernortkooperation mit lokalen betrieblichen Partnern von besonderer Bedeutung. Es wird grundsätzlich für sinnvoll gehalten, außerschulische „Sparringspartner“ zu haben, um bei der Umsetzung der Projektaufgaben ggf. beratende Unterstützung oder auch materiellen Support zu bekommen. Gerade wenn anspruchsvolle Projekte gemacht werden, braucht man auch Kontakte zum betrieblichen Bezugsfeld. Den Kooperationsmöglichkeiten mit

Unternehmen sind im Prinzip keine Grenzen gesetzt. Es sind viele Formen der Ausgestaltung der Kooperation denkbar: so können SuS ggf. in den Firmen hospitieren oder auch ein Praktikum (ein vierwöchiges Praktikum ist im Bildungsgang „Informationstechnische Assistenten“ vorgesehen) absolvieren oder später eine berufliche IT Ausbildung dort machen. Auch die thematische und zeitliche Verknüpfung von Projekt und Praktikum ist denkbar. Ebenso sind Workshops oder Hackathons mit Industrieunternehmen denkbar.

- VI. Die Durchführung von Projekten stellt hohe Anforderungen an das praktische und theoretische Kompetenzprofil der Lehrenden. Was KI Anwendungen in Projekten betrifft sollte nach Einschätzung des Lehrers ein gutes Team von Lehrenden mit basalen KI Wissen oder auch industriepraktischen Anwendungswissen vorhanden sein. Hohe fachliche Kompetenz oder die Bereitschaft sich in die KI einzuarbeiten, Flexibilität, grundlegende Kenntnisse zur KI, grundlegendes Wissen zum Projektmanagement, Ziele SMART formulieren zu können, Geduld und Einfühlungsvermögen, klare Vorstellungen bzgl. der Bewertung, offen sein für neue, von den Schülern vorgeschlagene Themen und für Zieländerungen/Anpassungen während des Projektes werden von den Lehrern erwartet.
- VII. Das Bewertungssystem wurde in diesem Projekt in der Weise verfeinert bzw. erweitert, indem sich die Schüler untereinander mehr oder weniger Punkte zuschreiben können (siehe auch Anlage 1). Die Lehrer im Bildungsgang haben sich für das Bewertungssystem eine Besonderheit ausgedacht. Jedes der verschiedenen Bewertungskriterien erhält eine bestimmte Punktzahl. Die Punktzahl wird mit der Anzahl der Teilnehmer der Projektgruppe multipliziert und den SuS zur internen Selbstbewertung übergeben. Die SuS verständigen sich untereinander, wie viele Punkte dem Einzelnen gemäß seiner Leistung zugesprochen werden. Die SuS sollen lernen, ihre eigenen Leistungen genauer abzuschätzen. Die SuS können damit über ihren eigenen Beitrag zum Projekt bzw. über die Bewertung der Gruppenleistung mitreden. Diese Bewertung erfolgt in der Gruppe einvernehmlich, andernfalls übt die betreuende Lehrkraft ein Vetorecht aus und kann die Punkteverteilung korrigieren. Dass das gelingen kann, wird auch durch das Feedback zum Bewertungsverfahren aus der Sicht der zwei befragten Schüler verdeutlicht:

„Die Punkteverteilung macht das Ganze wieder fairer. Man muss sich allerdings im Team untereinander besprechen. Man sollte ausführlich darüber reden, wer welche Punkt-Bewertungen sich verdient hat. In unserem Fall konnte das Gelingen, weil wir Vier mehr oder weniger gleich stark an der Projektarbeit involviert waren. Die Verteilung der Bewertung geschah daher relativ einvernehmlich und ohne große Debatten (...).“

- VIII. Austausch mit den Entwicklern der Systeme bzw. Produktentwicklern bzw. KI Herstellern ist bedeutsam. Ein Austausch mit Produktentwicklern ist insbesondere im Bereich der Lehrerfortbildungen wünschenswert. Bisher wurden hier nur die technischen Aspekte der neuronalen Netze betrachtet. Dabei scheint es zunehmend wichtiger zu werden, dass auch die gesellschaftlichen, politischen und

soziologischen Aspekte in Bereichen der KI kritisch betrachtet werden: Welchen Einfluss haben zukünftig Algorithmen auf nahezu alle Lebens- und Arbeitsbereiche?

- IX. Es wird auch die Bedeutung der sozialpolitischen Aspekte, wie z.B. Datenethik für die Gestaltung von KI Produkten angesprochen. Wie könnte dieser Aspekt im Unterricht aufgegriffen werden? Es wird die Einschätzung gegeben, dass KI stark in die ethische und soziale Dimension des Menschen bzw. Bürgers eingreift. Durch die Algorithmen können wir in Zielkonflikte kommen: zwischen den vielen neuen technischen Möglichkeiten und den ethischen Grundrechten und Prinzipien, wie z.B. Datenschutz und -missbrauch, Selbstbestimmung, Menschenwürde. Nach Einschätzung des Lehrers gehört dies auf jeden Fall in den berufsschulischen Politikunterricht, insbesondere sollten konkrete Fälle besprochen werden.

„Insbesondere zu den Aspekten der ethischen Bewertung einer Dienstleistung bzw. eines Produktes sollte der kommende Fachprogrammierer, informationstechnische Assistent bzw. Informatiker oder Ingenieure gut vorbereitet sein“.

4. Umsetzungsempfehlungen: Transferkriterien für ähnliche Projekte

Zu den künftigen Maßnahmen auf Seiten der Schule und der Lehrenden

Es sollten entsprechende Fortbildungen für die Lehrerinnen und Lehrer stattfinden. Dabei sollte nicht nur Wissen vermittelt werden, es sollten auch gemeinsam Unterrichtskonzepte entwickelt werden und gemeinsam Unterrichtsmaterialien gesichtet, eingeordnet und gegebenenfalls entwickelt werden. Diese Konzepte und Materialien sollten dann allen interessierten Kolleg*innen zur Verfügung stehen.

Bei der Entwicklung von Projektaufgaben sollten die Interessen der SuS berücksichtigt werden

Projektaufgaben müssen an das Interesse der Schülerinnen und Schüler anknüpfen, wenn sie mit der von ihnen erforderlichen Motivation und Ausdauer bearbeitet werden sollen. Sie sollten bei der Themenauswahl ein Mitspracherecht haben. Wichtig ist es auch, dass die Schülerinnen und Schüler klare Bewertungskriterien für das Bearbeiten der Projektaufgabe erhalten.

Eine Liste von Ratschlägen und Vorbereitungsschritten für solche Lehrer*innen und Ausbilder*innen, die sich vorstellen können, ähnlich gelagerte KI Projekte an ihren Berufsbildungseinrichtungen zu installieren und umzusetzen:

- Die Möglichkeiten und Grenzen der (EDV-) Ausstattung an der Schule eruieren.
- Das Wissen der Lehrenden der Schule in Bezug auf das gewählte Projektthema eruieren.
- Die Lehrenden sollten die eigene Arbeitsbelastung realistisch einschätzen können.
- Es sollten die Möglichkeiten der Entlastung für die Lehrenden überprüft werden.
- Die Schulleitung sollte informiert und ggf. eingebunden werden.
- Die finanziellen Möglichkeiten der Schule sollten geklärt werden.

- Die entsprechenden Kapazitäten in den Fachräumen sind zu klären und sicherzustellen.
- Die Zeitfrage ist zu klären, indem eindeutige Zeitziele festlegt und abgestimmt werden.
- Die Schüler*innen und die Kolleg*innen der Schule sind ggf. zu informieren und einzubinden.
- Die Ziele des Projektthemas sind gemeinsam mit den SuS zu besprechen und abzustimmen.
- Verbindliche Meilensteine sollten gemeinsam mit den SuS festgelegt bzw. erarbeitet und terminiert werden.
- Eine regelmäßige Begleitung der Projektarbeit durch die Lehrenden sollte sichergestellt werden.

ANNEX

Anlage 1: Bewertung der Projektergebnisse durch Projektteam und Lehrer

Bewertungskriterien	Erreichbare Punktzahl	Erreichte Punktzahl des Projektteams
1. Projektdokumentation		
1.1. Deckblatt, Abbildungen	2	
1.2. Inhaltsverzeichnis, Anhänge	3	
1.3. Quellenangaben	2	
1.4. Gesamteindruck	3	
2. Projektvorbereitung		
2.1. Teamregeln, Teamrollen	2	
2.2. Umfeldanalyse	3	
2.3. Zielmatrix	3	
2.4. Projektvertrag	2	
3. Projektplanung		
3.1. Projektstrukturplan	5	
3.2. Arbeitspakete mit Beschreibungen	5	
3.3. Projektablaufplan	5	
4. Projektdurchführung		
4.1. Projektjournal und Lastenheft	10	
4.2. Projektergebnis	25	
5. Projektpräsentation	10	
Erreichbare Punktzahl der Projektgruppe	80	
Punktzahl multipliziert mit Anzahl der Projektteilnehmer		
Bestimmung der Punktzahl der einzelnen Schüler aus dem Projektteam		

Erläuterung zur Nutzung des Bewertungsbogens und zur Punktevergabe für die Schülerinnen/Schüler:

Die Anzahl der erreichten Punkte wird mit der Anzahl der Teammitglieder multipliziert und an das **Projektteam** vergeben. Das Projektteam teilt die Punkte in eigener Verantwortung untereinander auf, alle Teammitglieder müssen mit der Punkteverteilung einverstanden sein (schriftliche Erklärung!). Der Lehrer behält sich ein Veto-Recht vor: In begründeten Fällen kann er eine Neuaufteilung der Punkte verlangen oder gegebenenfalls selbst vornehmen.

Ein Anteil von 20 Punkten wird für das beobachtete Arbeitsverhalten verteilt (z.B. Verspätungen, Verlassen des Arbeitsplatzes während der Arbeitszeit, Chillen während der Arbeitszeit, Nicht-Einhalten von Pausen, Spielen, Chatten, Internet³ während der Arbeitszeit usw.).

³ Ausgenommen sind selbstverständlich projektbezogene Recherchen. Denken Sie auch daran, dass der Internetzugriff in der Schule protokolliert wird.

Anlage 2: Projektantrag/-vereinbarung

Projekttitlel: Implementation eines Agenten in dem Spiel: "Sonic der **K-I**gel"

Projektantrag

Ausgangslage: Durch den Vorschlag von Lehrer XY ein Projekt zu Neuronalen Netzen anzufertigen, kam unsere Gruppe auf die Idee eine Selbstlernende KI (Künstliche Intelligenz) mit Hilfe eines Agenten zu programmieren und in das Spiel "Sonic The Hedgehog" neu zu implementieren.

Projektziele:

1. Wissen über Künstliche Intelligenz & Neuronale Netze aneignen und aufarbeiten. Dieses Wissen werden wir anschließend in der Präsentation in einer verständlichen Weise vermitteln. Dadurch sollen die Zuhörer die wichtigsten Grundlagen einer Künstlichen Intelligenz bzw. eines Neuronalen Netz verstehen können.
2. Unsere Kenntnisse in der Programmiersprache „Python“ soweit vertiefen, dass wir Programme schreiben und vorhandene Bibliotheken nutzen können. Das bedeutet, dass wir einen Quellcode schreiben, lesen und verstehen, um anschließend Anpassungen oder Erweiterungen an unserem eigenen Programm vollführen zu können.
3. Die Künstliche Intelligenz bzw. der Agent soll verschiedene „Level“ in dem Spiel "Sonic The Hedgehog" selbstständig bewältigen. Hierbei wird jedes Level einzeln durchlaufen und der „Lernprozess“ findet jeweils nur für ein Level statt.

Abgrenzungen: Auch wenn die Künstliche Intelligenz in einer Spielumgebung lernt, so hat das eigentliche Projekt wenig mit einem Spiel zu tun.

Kosten: 5,00 € für das Spiel "Sonic The Hedgehog"

Projektorganisation

Auftraggeber: Lehrer XY der BBS II Delmenhorst, Deutschland, Land Niedersachsen

Projektsprecher: SUS 1

Projektmitglieder: SUS 2, SuS 3, SuS 4

Projektsprecher (Student1)

Projektbetreuer Lehrer 1

Projektbetreuer Lehrer 2

Anlage 3: Lastenheft / Pflichtenheft

1. Zweck

Durch dieses Projekt wird uns die Gelegenheit gegeben, das momentan stark an Wichtigkeit gewinnende Thema der “Künstlichen Intelligenz” zu erarbeiten und in einer Anwendung zu implementieren.

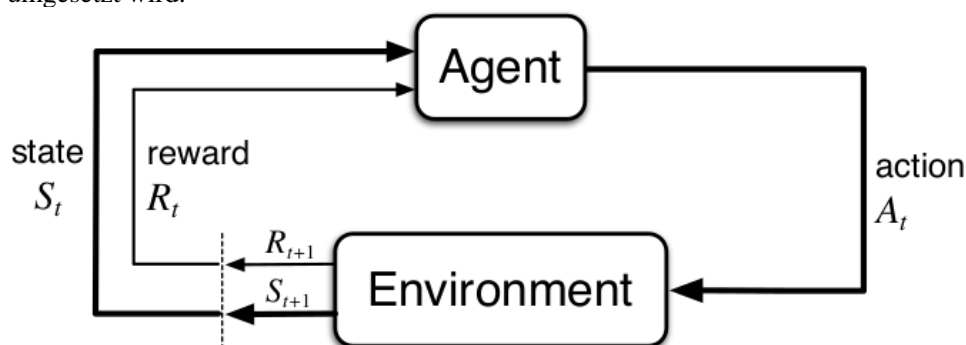
2. Produkteinsatz

Das Produkt wird während der Präsentation als Demonstration einer funktionierenden selbstlernenden künstlichen Intelligenz eingesetzt. Damit wollen wir das Verständnis für dieses Thema erleichtern und anschaulichere Erklärungen möglich machen.

3. Produktübersicht

Das Produkt läuft mit einer so genannten “agent-environment loop”. Die Umgebung (environment) stellt in unserem Fall das Spiel “Sonic The Hedgehog” dar und wird durch die Bibliothek “retro” generiert. Die KI (agent) muss selbst implementiert werden, um ein erfolgreiches Lernen zu gewährleisten.

Die Umgebung stellt insgesamt vier Variablen zur Verfügung, die für das Lernen der KI verwendet werden können. In der Abbildung werden allerdings nur der Zustand (state) und die Belohnung (reward), welche nach jeder Iteration wieder einen neuen Wert zugewiesen bekommen, abgebildet, da sie die Basis für das Lernen der KI bilden. Der Zustand ist eine Abbildung der Umgebung als mehrdimensionales Pixel-Array und die Belohnung enthält den Punktestand, der innerhalb der Umgebung erzielt wurde. Die KI (agent) interpretiert diese Variablen pro Iteration und generiert eine Aktion (action), die dann in der Umgebung umgesetzt wird.



Die Implementation dieser „agent-environment loop“ ist hierbei sehr simpel gestaltet. Im ersten Schritt muss die Bibliothek „retro“ in das Programm eingebunden werden. Als nächstes muss die Umgebung generiert werden und in einer Variable abgespeichert werden, damit ein programmtechnischer Zugriff auf die Umgebung möglich ist. Nun wird die Umgebung resettet, damit ein Initialzustand hergestellt wird. Im nächsten Schritt kann nun angefangen werden, Aktionen in der Umgebung umzusetzen. Dazu wird im ersten Schritt eine Schleife implementiert, die dafür sorgt, dass die Umgebung konstant abgebildet wird und des Weiteren Aktionen in der Umgebung umsetzt.

In dem Beispiel wird eine zufällige Aktion durch die Zeile 15 generiert und in einer Variable abgespeichert. Wir werden später diese Zeile ersetzen und Aktionen über eine implementierte KI erzeugen. Die Aktion wird nun, wie in Zeile 16, in der Umgebung umgesetzt und die Resultate der Aktion werden in den vier bereits genannten Variablen abgespeichert. Die „observation“ Variable enthält hierbei das bereits erwähnte mehrdimensionale Pixel-Array, sowie die Variable „reward“ die bereits erwähnte Belohnung als Float enthält. Die Variable „done“ ist ein boolean, der dafür verwendet werden kann, die Umgebung wieder zu resettet, falls bestimmte Bedingungen zutreffen. In der letzten Variable „info“ ist ein assoziatives Array hinterlegt, das zusätzliche Informationen über spielinterne Variablen enthält, wie zum Beispiel die x- und y-Koordinaten der Spielfigur.

4. Produktfunktionen

Der Lernprozess der KI ist durch das Abändern von Parametern beeinflussbar. Hierbei können zum Beispiel die Eigenschaften der Gewichte von den neuronalen Verbindungen angepasst werden oder es kann die Anzahl der Durchläufe pro Generation geändert werden.

5. Produktdaten

Langfristig müssen lediglich die Lösungen und Checkpoint Generationen gesichert werden. Hierbei ist der Dateiumfang von der Anzahl der im Checkpoint enthaltenen Generationen abhängig, bei ca. 300 Generationen liegt eine Datei etwa bei einer Größe von 10MB.

6. Produktleistungen

Die einzige Leistungsanforderung an unser Produkt besteht darin, dass die KI es schafft, das jeweilige Level komplett zu überwinden. Hierbei zählt nur das Erreichen des Ziels und nicht das Erlangen einer hohen Punktzahl. Eine Zeit zu nennen ist hier nicht möglich, da die Geschwindigkeit des Lernfortschritts variiert.

```
8 import retro
9
10 env = retro.make("SonicTheHedgehog-Genesis", "GreenHillZone.Act1")
11
12 env.reset()
13
14 while True:
15     action = env.action_space.sample()
16     observation, reward, done, info = env.step(action)
17     env.render()
18
19     if done:
20         env.close()
21         break
```


Anlage 4.: Das Projektjournal zur Dokumentation des Projektfortschritts

Nr	Datum	Kategorie	Aussage / Inhalt / Gegenstand	Termin	Status
1	19.10.2018	Recherche	Ergründung von Möglichkeiten ein Projekt im Bereich der künstlichen Intelligenz umzusetzen	19.10.2018	fertig
2	19.10.2018	Entscheidung	Projektpräsentation über Neuronale Netze und zur Veranschaulichung eine KI mit Python umsetzen		
3	19.10.2018	Entscheidung	KI basierend auf der Python-Bibliothek "gym-retro" von OpenAI entwickeln		
4	19.10.2018	Dokumentation	Erstellung des Projektjournals	19.10.2018	fertig
5	19.10.2018	Dokumentation	Anlegen von Arbeitspaketen	19.10.2018	fertig
6	26.10.2018	Programmierung	Einfachen Prototyp mit der Bibliothek "neat" entwickeln	26.10.2018	fertig
7	26.10.2018	Programmierung	Experimentieren mit verschiedenen Einstellungen, um herauszufinden, wie der Lernprozess beeinflusst wird	01.12.2018	fertig
8	01.11.2018	Recherche	Kontinuierliches Lernen über das Thema "Neuronale Netze" und alles was dazu gehört	22.02.2019	fertig
9	01.11.2018	Dokumentation	Projektantrag erstellen	09.11.2018	fertig
10	02.11.2018	Dokumentation	Lastenheft/Pflichtenheft erstellen	09.11.2018	fertig
11	02.11.2018	Dokumentation	Rollenverteilung, META-Ergebnisse visualisieren	02.11.2018	fertig
12	15.11.2018	Entscheidung	Neuen Prototyp mit "stable-baselines" entwickeln, da die Bibliothek einfachere Implementation möglich macht und die Nutzung von mehreren Algorithmen möglich macht		
13	15.11.2018	Programmierung	Zweiten Prototypen mit der Bibliothek "stable-baselines" realisieren	07.12.2018	fertig
14	14.12.2018	Dokumentation	Anlegen von Arbeitspaketen	14.12.2018	fertig
15	20.12.2018	Dokumentation	Zielmatrix	20.12.2018	fertig
16	11.01.2019	Dokumentation	Risikoanalyse, Stakeholderanalyse, Umfeldanalyse	11.01.2019	fertig
17	11.01.2019	Dokumentation	Projektstrukturplan	11.01.2019	fertig
18	18.01.2019	Dokumentation	Phasenplan	18.01.2019	fertig
19	07.02.2019	Dokumentation	Ergebnis Dokumentation	22.02.2019	fertig
20	22.02.2019	Dokumentation	PowerPoint Präsentation	01.03.2019	in Arbeit

Anlage 5: Quellen

Projektdokumentation, Deep Reinforcement Learning - Aufbereitung des Themas „Künstliche Intelligenz“ und Implementation eines Agenten in dem Spiel „Sonic the Hedgehog“, Projektmitglieder Ole Wagner, Carlos Jäger u.a.; Projektbetreuer: Herr Meiners, Herr Lenz, Projektzeitraum: 19.10 2018 – 01.03.2019, Delmenhorst 2019

„Projektmanagement macht Schule“ von M. Gessler/J. Uhlig-Schoenian, herausgegeben von der GPM Deutsche Gesellschaft für Projektmanagement e.V.

Internetquellen des Projektteams (siehe Projektbericht)

<https://www.youtube.com/watch?v=fLA96tpYnnU&list=PL58qjcU5nk8sUq97ze6MZB8aHfIF0uNgK>
<https://www.youtube.com/watch?v=XwbDMCKRg84>
<https://github.com/openai/retro>
<https://medium.com/@mrdbourke/the-world-model-of-a-hedgehog-6ff056a6dc7f>
https://en.wikipedia.org/wiki/Activation_function
<https://youtu.be/cxCzhFVyUdw>
https://www.youtube.com/watch?v=aircAruvnKk&list=PLZHQObOWTQDNU6R1_67000Dx_ZCJB-3pi
https://www.youtube.com/watch?v=PT9pQliUXDk&index=1&list=PLTWFMbPFsvz2LIR7thpuU738FcRQbR_8I
<https://www.youtube.com/watch?v=OypPjvm4kiA&list=PL3XtGMELeTxytyFKrUu87EudAJiO4XK0u>
https://github.com/aborghi/retro_contest_agent
https://en.wikipedia.org/wiki/Reinforcement_learning
https://de.wikipedia.org/wiki/Maschinelles_Lernen
https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning#Approaches
<https://towardsdatascience.com/nns-aynk-c34efe37f15a>
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLTWFMbPFsvz3CeozHfeuJIXWAJMkPtAdS>
<https://www.spektrum.de/lexikon/neurowissenschaft/kuenstliche-intelligenz/6810>
<https://www.bigdata-insider.de/was-ist-machine-learning-a-592092/>
https://spinningup.openai.com/en/latest/spinningup/rl_intro.html
<https://www.bigdata-insider.de/was-ist-deep-learning-a-603129/>
<https://www.youtube.com/watch?v=fdY7dt3ijgY>
https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning#Supervised_and_semi-supervised_learning
https://de.wikipedia.org/wiki/Maschinelles_Lernen
https://en.wikipedia.org/wiki/Reinforcement_learning
<https://towardsdatascience.com/nns-aynk-c34efe37f15a>
https://spinningup.openai.com/en/latest/spinningup/rl_intro.html
<https://skymind.ai/wiki/deep-reinforcement-learning>
<https://www.computerwoche.de/a/was-sie-ueber-maschinelles-lernen-wissen-muessen,3329560>
https://www.sas.com/de_ch/insights/analytics/machine-learning.html
<https://www.sap.com/germany/products/leonardo/machine-learning/what-is-machine-learning.html>
<https://www.bigdata-insider.de/was-ist-machine-learning-a-592092/>
<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/10/22/artificial-intelligence-whats-the-difference-between-deep-learning-and-reinforcement-learning/#289ef4e4271e>
<https://www.twt-business-solutions.de/expertise/leistungen/machine-learning.html>
<https://www.bigdata-insider.de/was-ist-deep-learning-a-603129/>

Internetadresse des Tacle AI Erasmus Projektes eine strategische Projektpartnerschaft 5 europäischer Länder:
<http://taccleai.eu/>