

# Das Prinzip des verstärkenden Lernens im Rollenspiel erkunden

Strecker, K.  
Georg-August Universität Göttingen, Institut für Informatik

DOI: 10.18420/ibis-01-01-02

## Zusammenfassung

In diesem Beitrag beschreiben wir ein Rollenspiel, das im Unterricht bereits ab der Sekundarstufe 1 mit der gesamten Klasse durchgeführt werden kann und das Prinzip des verstärkenden Lernens im Themenbereich „maschinelles Lernen“ erfahrbar macht.

## Einleitung

Die didaktisch-methodische Aufbereitung von Verfahren des maschinellen Lernens für den Unterricht ist notwendig, weil diesen eine immer stärkere Bedeutung in allen Bereichen des öffentlichen Lebens zugesprochen wird. Gleichzeitig müssen aber verschiedene Repräsentationsebenen (vgl. (Bruner 1988), (Hartmann, Näf, Reichert 2007)) und Zugänge im Sinne der Differenzierung für heterogene Lerngruppen erarbeitet und verschiedene Altersstufen mit ihrem unterschiedlichen Vorwissen angesprochen werden. Wir wollen hierzu einen Beitrag leisten und ein enaktives Lernszenario (nach (Hartmann, Näf, Reichert 2007)) vorstellen, welches ohne Vorwissen in der Sekundarstufe 1 ein Entdecken des Prinzips des verstärkenden Lernens ermöglicht.

Unter verstärkendem oder bestärkendem Lernen verstehen wir didaktisch reduziert Folgendes: Ein System ermittelt durch Versuch und Erfolg oder Misserfolg, welche Aktionen in einer bestimmten Situation geeignet sind und welche nicht (siehe z.B. (Ertel, 2016), (Frochte 2021)). Seegerer et al. (Seegerer, Michaeli, Romeike 2020) zeigen dies anschaulich. Für uns gilt: Ein System kann sich in verschiedenen Zuständen befinden. Für den konkreten Zustand wird eine mögliche Aktion ausgewählt und durchgeführt. Dafür gibt es negatives oder positives Feedback. Davon abhängig wird die Strategie angepasst, die zur Auswahl einer Aktion in einem konkreten Zustand führt.

## Das Lernszenario

Für das Rollenspiel werden 10 Schülerinnen und Schüler benötigt (im Weiteren Spielerinnen und Spieler), die jeweils eine Rolle übernehmen. Es gibt die Rollen Müllauswahl (1x), Transporter (1x), Aktionswahl (4x) und Feedback (4x). Die anderen Schülerinnen und Schüler

der Lerngruppe werden Beobachterinnen und Beobachter des Geschehens und erhalten einen separaten Arbeitsauftrag. Ihre Rolle ist aber keineswegs passiv. Da sich die Spielerinnen und Spieler auf ihre Rolle konzentrieren, kann der zu beobachtende „Lernprozess“ des Systems später nur von den Beobachterinnen und Beobachtern erläutert werden.

In dem Rollenspiel geht es darum, dass ein System lernt, den Müll richtig zu trennen. Insbesondere lernt das System die Zuordnung, dass eine Zeitung in den Papiermüll gehört, eine Milchverpackung in den Plastikmüll, ein leeres Marmeladenglas ins Altglas und die Gemüseschale in den Biomüll.

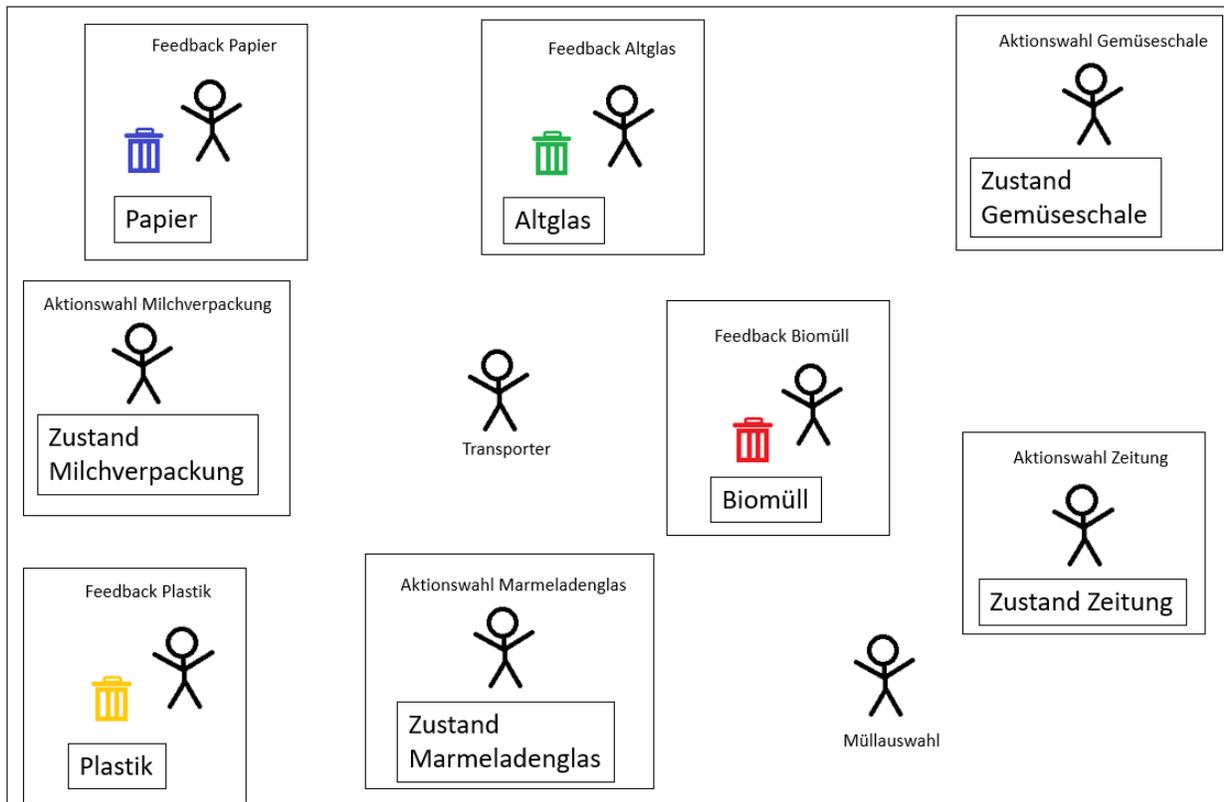


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Rollen

## Rolle Müllauswahl

Diese Rolle wird von einem Schüler / einer Schülerin übernommen. Die Rolle besitzt einen Beutel, in dem sich gleichgroße Karten mit jeweils einer Müllart darauf befinden. Es sind jeweils mindestens 20 Karten der Müllarten: Zeitung, Gemüseschale, Milchverpackung und leeres Marmeladenglas.

In jeder Spielrunde zieht die Rolle Müllauswahl zu Beginn eine Karte zufällig aus dem Beutel, verkündet die Müllart und übergibt die Karte an den Transporter.

## Rolle Transporter

Diese Rolle wird von einem Schüler / einer Schülerin übernommen. Am Anfang der Spielrunde bekommt der Transporter eine Müllkarte von der Rolle Müllauswahl (siehe Abschnitt „Rolle Müllauswahl“). Entsprechend der Müllart geht der Transporter zu einer der Rollen Aktionswahl, die zu der konkreten Müllart gehört, und wechselt damit zum Zustand der Müllart.

**Beispiel:** Die aktuelle Müllart ist Zeitung, der Transporter wechselt zum „Zustand Zeitung“ und wendet sich dort der Rolle „Aktionswahl Zeitung“ zu. Dann wird diese Rolle aktiv und übergibt dem Transporter einen Klemmbaustein in einer der Farben Rot, Gelb, Grün oder Blau. Näheres dazu, wie der Klemmbaustein ausgewählt wird, beschreiben wir im Abschnitt „Rolle Aktionswahl“.

Entsprechend der Farbe des Bausteins geht der Transporter zu dem der Farbe entsprechenden Mülleimer und wirft seine Müllkarte dort hinein. Er bekommt von der zum Mülleimer gehörenden Rolle Feedback (Abschnitt „Rolle Feedback“) ein mündliches Feedback (Richtig oder Falsch). Zusätzlich gibt der Transporter seinen Baustein der Rolle Feedback oder erhält einen zweiten Klemmbaustein von der Rolle Feedback. Jetzt hat der Transporter also keine Müllkarte mehr und entweder keinen oder zwei Klemmbausteine. Hat der Transporter zwei Klemmbausteine, geht er zu der Rolle Aktionswahl, von der er den Baustein bekommen hatte, zurück und übergibt dieser seine beiden Klemmbausteine.

Jetzt beginnt die nächste Spielrunde, in der wieder die Rolle Müllauswahl zuerst aktiv wird.

## Rolle Aktionswahl

Diese Rolle wird an vier Schülerinnen / Schüler vergeben. Ein/e Schüler/in übernimmt die Rolle „Aktionswahl Zeitung“, jemand anders die Rolle „Aktionswahl Milchverpackung“, ein/e dritte/r die Rolle „Aktionswahl Gemüseschale“ und ein/e vierte/r die Rolle „Aktionswahl Marmeladenglas“.

Die Schülerinnen und Schüler verteilen sich im Raum und kennzeichnen ihren Standort mit einem Schild, auf dem je nach Rolle zu lesen ist: Zustand Zeitung, Zustand Marmeladenglas, Zustand Gemüseschale oder Zustand Milchverpackung. Jede/r der vier Schüler/innen erhält einen durchsichtigen Beutel, in dem sich zu Beginn des Spiels vier gleich große Klemmbausteine in den Farben Rot, Gelb, Grün und Blau befinden. (Der Beutel ist durchsichtig, weil sich im Spielverlauf die Zusammensetzung des Inhalts ändern und dies für die Beobachterinnen und Beobachter wichtig wird.) Wir haben stets Klemmbausteine verwendet, da sie sich in Form und Größe gleichen und in Kinderzimmern in ausreichender Zahl vorhanden sind. In der ersten Spielrunde gleichen sich also die Inhalte aller Aktionsbeutel.

Der Transporter entscheidet aufgrund der Müllkarte, die er bekommen hat (Abschnitt „Rolle Müllauswahl“), welcher Rolle Aktionswahl er sich zuwendet und zu welchem Zustand er damit wechselt. Die Rolle Aktionswahl zieht aus ihrem Beutel, ohne hinzusehen, **zufällig** einen Klemmbaustein und übergibt ihm den Transporter. Der Transporter geht aufgrund der Farbe

des Bausteins zu dem entsprechenden Mülleimer und kommt kurz danach zurück. Jetzt hat er entweder keinen oder zwei Klemmbausteine dabei. In diesem Fall werden die beiden Klemmbausteine in den Aktionsbeutel getan und die nächste Spielrunde beginnt.

## Rolle Feedback

Diese Rolle wird an vier Schülerinnen oder Schüler vergeben. Jede/r Schüler/in ordnet sich genau einem Mülleimer zu. Die Mülleimer (es eignen sich kleine Plastikschalen) haben die Farben Rot, Gelb, Grün und Blau. Gerne können sie auch beschriftet werden. Der blaue Mülleimer mit „Papier“, der gelbe Mülleimer mit „Plastik“, der grüne Mülleimer mit „Altglas“ und der rote Mülleimer mit „Biomüll“. Alternativ können kleine Schilder davorgestellt werden.

Jede der Rollen Feedback stellt sich verteilt im Raum hinter ihrem/seinen Mülleimer auf. Zusätzlich erhält jede Rolle Feedback mindestens 10 Klemmbausteine der Farbe ihres/seines Mülleimers, die in Form und Größe den Klemmbausteinen im Beutel der Rollen Aktionswahl gleichen.

Der Transporter kommt während des Spiels auf einen Mülleimer zu und wirft seine Müllkarte dort hinein. Jetzt wird die Rolle Feedback aktiv. Wir unterscheiden zwei mögliche Situationen:

- Der Müll gehört **nicht** in den Mülleimer (Zuordnung Müllkarte zu Mülleimer siehe oben). In diesem Fall gibt die Rolle Feedback einerseits mündliches Feedback wie z.B. „Der Müll gehört nicht in diesen Mülleimer“. Andererseits nimmt die Rolle dem Transporter den Klemmbaustein weg und nimmt ihn aus dem Spiel.
- Der Müll gehört in den Mülleimer. In diesem Fall lautet das mündliche Feedback z.B. „Richtig“ oder „gut gemacht“. Weiterhin gibt die Rolle Feedback dem Transporter einen Klemmbaustein aus ihrem/seinem Vorrat, sodass der Transporter daraufhin zwei Klemmbausteine besitzt. Wir weisen darauf hin, dass in diesem Fall beide Klemmbausteine dieselbe Farbe besitzen.

## Beobachterinnen und Beobachter

Es müssen mehrere Spielrunden gespielt werden. Anfangs scheint es so, als würde der Transporter den Müll immer zufällig in irgendeinen Mülleimer werfen. Je mehr Spielrunden gespielt werden, desto öfter wählt der Transporter aber den richtigen Mülleimer für seinen Müll. Nach einer längeren Spielphase macht der Transporter kaum noch Fehler und ordnet den Müll dem richtigen Mülleimer zu. Das System „lernt“ scheinbar, den Müll richtig zu trennen.

Die Beobachterinnen und Beobachter bekommen anfangs die Aufgabe, besonders die Klemmbausteine und deren Farben in den durchsichtigen Beuteln der Rollen Aktionswahl zu beobachten. Wir erinnern uns: Anhand der Müllkarte (Gemüseschale, Zeitung, Marmeladenglas, Milchverpackung) wechselt der Transporter in den entsprechenden Zustand (Zustand Zeitung, Zustand Gemüseschale, Zustand Milchverpackung, Zustand Marmeladenglas).

Jetzt wird tatsächlich zufällig durch Ziehen eines Bausteins eine mögliche Aktion gewählt. Die Farbe des zufällig gezogenen Klemmbausteins bestimmt den gewählten Mülleimer.

Wenn die Müllart (beispielsweise Zeitung) aber **nicht** in diesen Mülleimer (beispielsweise Grün) gehört, wird der Klemmbaustein von der zum grünen Mülleimer gehörenden Rolle Feedback aus dem Spiel genommen. Der grüne Klemmbaustein steht der Rolle „Aktionsauswahl Zeitung“ also nicht weiter zur Verfügung. Befindet sich der Transporter nächstes Mal im Zustand Zeitung, kann kein grüner Klemmbaustein mehr gezogen werden, die Zeitung wird also nicht wieder in den grünen Mülleimer für Altglas geworfen.

Wenn die Müllart (beispielsweise Zeitung) aber in diesen Mülleimer gehört (Blau), dann bekommt der Transporter einen zweiten (blauen) Klemmbaustein von der zum blauen Mülleimer gehörenden Rolle Feedback. Damit erhöht sich die Anzahl Klemmbausteine im Beutel der Rolle „Aktionswahl Zeitung“ um einen Klemmbaustein, der zur richtigen Aktion führt (der „alte“ blaue Baustein kommt ja ebenfalls zurück). Es befinden sich also zwei blaue Bausteine im Beutel. Befindet sich der Transporter beim nächsten Mal im Zustand Zeitung, ist es wahrscheinlicher, dass ein blauer Klemmbaustein gezogen und daraufhin die richtige Aktion gewählt wird. Das wiederum führt dazu, dass diese Aktion beim nächsten Mal noch wahrscheinlicher wird (drei blaue Bausteine im Beutel).

**Beispiel:** Anfangs ist die Zusammensetzung der Klemmbausteine im Beutel der Rolle „Aktionswahl Zeitung“: Blau, Grün, Rot, Gelb. Nach einigen Spielrunden befinden sich im Beutel der Rolle „Aktionswahl Zeitung“ beispielsweise Klemmbausteine der Farben: Grün, Gelb, Blau, Blau, Blau, Blau und kein roter Baustein mehr.

Zusammen mit den Ausführungen aus der Einleitung ergibt sich: Ein System kann sich in verschiedenen Zuständen befinden. Unsere Zustände lauten: Zustand Zeitung, Zustand Gemüseschale, Zustand Milchverpackung, Zustand Marmeladenglas. Für den konkreten Zustand wird eine mögliche Aktion ausgewählt und durchgeführt. Die Auswahl der Aktion übernimmt die zum Zustand gehörende Rolle Aktionswahl durch das zufällige Ziehen eines Klemmbausteins. Durchgeführt wird die Aktion, indem der Transporter die Müllkarte in den farblich passenden Mülleimer wirft. Dafür gibt es negatives oder positives Feedback. Davon abhängig wird die Strategie angepasst, die zur Auswahl einer Aktion in einem konkreten Zustand führt. Die Anpassung der Strategie ist bei uns gleichbedeutend mit der Veränderung der Zusammensetzung der Bausteine im Aktionsbeutel, ausgelöst durch das Feedback der Feedbackrollen, indem Bausteine aus dem Spiel genommen werden oder hinzugefügt werden.

Ähnliche Rollenbeschreibungen für Schülerinnen und Schüler finden sich im Buch (Brandt, Eickhoff-Schachtebeck, Strecker 2022).

## Erfahrungen in der Erprobung

Dies Rollenspiel wurde bisher einige wenige Male durchgeführt. An dieser Stelle sollen drei gemachte Erfahrungen weitergegeben werden:

- Bei der Vorbereitung sollten die Schülerinnen und Schüler Rollenkarten erhalten mit individuellen Rollenbeschreibungen. Es ist sinnvoll, wenn die Spielerinnen und Spieler wirklich nur über ihre Rolle Bescheid wissen und nicht über die Aufgaben der anderen Spielerinnen und Spieler. Fragen sollte die Lehrkraft zuvor deshalb individuell im Einzelgespräch mit den Spielerinnen und Spielern beantworten.
- Die Lehrkraft sollte darauf hinweisen, dass die Spielerinnen und Spieler stets ihre Aufgabe ausführen sollen, auch wenn dies zu einer scheinbar falschen Aktion führt, wie beispielsweise die „Müllkarte Zeitung“ in den „Mülleimer Biomüll“ zu werfen.
- Die Lehrkraft entscheidet, wann das Spiel abgebrochen wird. Das sollte zu einem Zeitpunkt sein, wo der Transporter deutlich öfter die Müllkarte in den passenden Mülleimer wirft als in den falschen, also scheinbar die „richtige“ Zuordnung bereits „gelernt“ hat. Es sollten sich aber noch vereinzelt in wenigen Beuteln verschieden farbige Klemmbausteine befinden.

## Ergebnissicherung

Die Beobachterinnen und Beobachter können nach Ende des Rollenspiels begründen, warum das System scheinbar „gelernt“ hat, den Müll richtig zu trennen (siehe oben).

Das Rollenspiel soll aber auch mithilfe des entdeckenden Lernens eine Möglichkeit bieten, das Prinzip des verstärkenden Lernens generell zu erkunden.

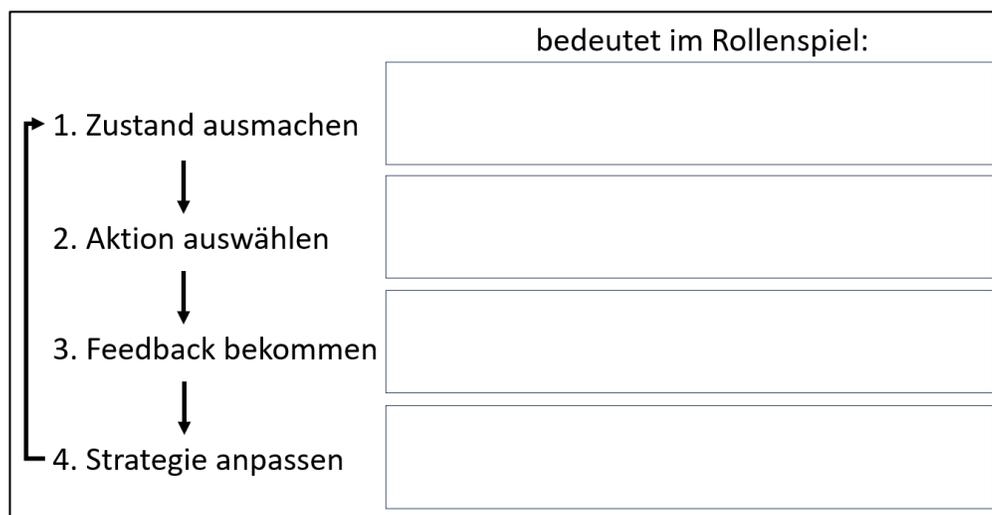


Abbildung 2: Prinzip des verstärkenden Lernens in Bezug auf das Rollenspiel

Es wird gehofft, dass im Unterrichtsgespräch eine Verallgemeinerung der Beobachtungen des Spiels auf allgemeine Prinzipien, wie im Abschnitt „Beobachterinnen und Beobachter“ beschrieben, gelingt. Um dies zu unterstützen, könnten die Schülerinnen und Schüler mithilfe eines wie in Abbildung 2 skizzierten Arbeitsblattes die einzelnen genannten Schritte auf das Rollenspiel bezogen beschreiben.

## Lernziel und Fazit

Die Lehrkraft sollte nach der Ergebnissicherung darauf hinweisen, dass alle Aktionen der Spielerinnen und Spieler algorithmisch beschreibbar sind und deshalb theoretisch auch von Maschinen ausgeführt werden können. Das ist wichtig, denn nur so wird deutlich, dass Verfahren des maschinellen Lernens mit deterministischen Algorithmen beschreibbar sind und keine „Magie“ oder „Intelligenz“ im herkömmlichen Sinn enthalten oder besitzen. Außerdem erreicht das System kein „Verständnis“ bezogen auf die „gelernte“ Zuordnung, wie es im herkömmlichen Sinn verstanden wird.

Dieses Rollenspiel lässt sich auch implementieren und als Art interaktive Simulation zum virtuell-enaktiven Erkunden nutzen. Wir zeigen dies in (Strecker 2022). Wird als Grundlage der Implementierung eine Programmiersprache genutzt, die die Schülerinnen und Schüler beherrschen, wie z.B. Scratch, wird noch deutlicher, dass die Grundlage des Verfahrens des maschinellen Lernens ein Algorithmus ist, der nur mit den bekannten algorithmischen Grundbausteinen implementiert werden kann.

Insgesamt soll das Rollenspiel ein enaktives Lernszenario darstellen, das ein Entdecken des „Prinzips des verstärkenden Lernens“ im Themenbereich „maschinelles Lernen“ ermöglicht.

## Quellen

Brandt, Y., Eickhoff-Schachtebeck, A. und Strecker, K. (2022): „Schulbuch starkeSeiten Informatik Jahrgang 9/10 Differenzierende Ausgabe Niedersachsen“, Klett-Verlag, ISBN: 9783120075707

Bruner, J. (1988): Studien zur kognitiven Entwicklung. Klett Cotta

Ertel, W. (2016): Grundkurs Künstliche Intelligenz. Springer Vieweg, Wiesbaden

Frochte, J. (2021): Maschinelles Lernen. Carl-Hanser-Verlag, München

Hartmann, W.; Näf, M.; Reichert, R. (2007): Informatikunterricht planen und durchführen. Springer-Verlag

Seegerer, S.; Michaeli, T.; Romeike, R. (2020): So lernen Maschinen! LOG IN, (193/194). LOGIN-Verlag

Strecker, K. (2022): „Virtuell-enaktives Erkunden von Verfahren des Maschinellen Lernens“ in Marco Thomas, Michael Weigend (Hrsg.): „Inklusion mit Informatik“, 10. Münsteraner Workshop zur Schulformatik, Books on Demand, ISBN: 9783756227235

## Lizenz



Dieser Artikel steht unter der Lizenz CC BY NC 4.0 zur Verfügung.

## Kontakt

Kerstin Strecker

Forschungsgruppe Didaktik der Informatik

Institut für Informatik

Georg-August-Universität Göttingen

E-Mail: [kerstin.strecker@informatik.uni-goettingen.de](mailto:kerstin.strecker@informatik.uni-goettingen.de)