



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Eigenverantwortliches Arbeiten (EVA) im Distance Learning
Entwurf und Evaluation eines Konzepts zum Lehrplaninhalt „Treibhauseffekt“

verfasst von / submitted by
Katrin Schuster, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2021 / Vienna, 2021

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears
on the student record sheet:

UA 199 504 506 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach
Chemie Unterrichtsfach Deutsch

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Michael Alfred Anton

I. Vorwort

Mein zukünftiger Beruf als Chemielehrer*in und das Bestreben diesen professionell, auf Basis wissenschaftlicher Methoden auszuüben, bewegte mich dazu, meine Masterarbeit im Bereich der Fachdidaktik Chemie zu verfassen. Im Zuge der Covid-19-Pandemie erlebte der digitale Distanzunterricht im Bildungsbereich eine Hochphase. Die Thematik war und ist somit auch für mich als angehende Chemielehrer*in hochaktuell und äußerst spannend, was den Grund der Themenwahl der vorliegenden Arbeit darstellt. Die Untersuchung der Kombination von digitalem Distanzunterricht und Eigenverantwortlichem Arbeiten wurde von meinem Betreuer, Herrn Univ.-Prof. Dr. Michael Alfred Anton, vorgeschlagen. Die Ergänzung der Theorie anhand der Entwicklung eines für die Praxis gedachten Unterrichtskonzepts zum Thema „Treibhauseffekt“ liegt der Absicht zugrunde, den Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis zu verdeutlichen. Im Zuge eines geplanten Erasmus-Auslandsaufenthaltes im Wintersemester 2021 in Rom wurde das Thema der Masterarbeit inhaltlich ausgeweitet: Die Betrachtung von Eigenverantwortlichen Arbeiten im Distance Learning erfolgte daher nicht nur in Österreich, sondern auch in Italien.

Ich möchte diese Stelle nutzen, meinem Betreuer, Herrn Univ.-Prof. Dr. Michael Alfred Anton, zu danken, der mir nicht nur zahlreiche Materialien für das Verfassen dieser Arbeit zur Verfügung stellte und bei auftretenden Problemen stets bereit war zu helfen, sondern auch durch die Bereitschaft zur Themenbetreuung zu einem fachlich sowie persönlich lehrreichen Auslandsaufenthalt in Rom beitrug.

Inhaltsverzeichnis

I. Vorwort	2
1. Einleitung	5
2. Eigenverantwortliches Arbeiten EVA	7
2.1 EVA-Elemente	7
2.2 Konkreter Ablauf des EVA-Unterrichts	12
3. Das Konzept des Distance Learnings	16
3.1 Distance Learning	16
3.2 Checklisten zur Planung des digitalen Fernunterrichts	17
3.3 Kommunikation und Medium	19
3.4 Herausforderungen und Möglichkeiten digitaler Fernlehre	24
4. Eigenverantwortliches Arbeiten im Distance Learning	27
4.1. (Eigen-)Motivation im Distance Learning	27
4.2. Die Rolle der Lehrperson als Lernbegleiter*in	30
4.3 Heimexperimente in Eigenverantwortung	31
4.4 Wissensabprüfung im Distance Learning	34
5. Konzeptentwurf zum Thema „Treibhauseffekt“	38
5.1 Fachliche Klärung zum Unterrichtsentwurf „Treibhauseffekt“	38
5.1.1 Spurengase	38
5.1.2 Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt	39
5.1.3 Wasserdampf H ₂ O	40
5.1.4 Kohlenstoffdioxid CO ₂	41
5.1.5 Methan CH ₄	41
5.1.6 Distickstoffmonoxid N ₂ O	41
5.1.7 Ozon O ₃	42
5.1.8 Fluorchlorkohlenwasserstoffe FCKW	43
5.1.9 Folgen des Treibhauseffekts	43
5.1.10 Maßnahmen für den Klimaschutz	44
5.2 Der EVA-Ansatz im Unterrichtsentwurf	45
5.3 Konzeption und Verortung des Entwurfs	48
5.3.1 Lernziele	48
5.3.2 Kompetenzmodelle	49
5.3.3 Lehrplanbezug	52
5.4 Evaluierung des Konzeptentwurfs	53
5.4.1 Evaluierung 1 - Schüler*innenfeedback	54
5.4.2 Evaluierung 2 – Kolleg*innenfeedback	55
5.4.2.1 Hinweise zur Datensammlung	55
5.4.2.2 Darstellung der Ergebnisse	56
5.4.2.3 Analyse und Interpretation der Ergebnisse	69

6. Distance Learning im Ländervergleich.....	74
6.1 Darstellung der Ergebnisse	74
6.2 Analyse und Interpretation der Ergebnisse	79
7. Reflexion und Diskussion	88
8. Zusammenfassung und Ausblick	90
II. Verzeichnisse	91
Literaturverzeichnis	91
Abbildungsverzeichnis	99
Abkürzungsverzeichnis	101
III. Selbstständigkeitserklärung.....	103
IV. Anhang.....	104
Anhang 1: Abstract (Deutsch).....	104
Anhang 2: Abstract (Englisch).....	105
Anhang 3: Handlungsdimensionen	106
Anhang 4: Entwurf Schüler*innenfeedback zur Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“	107
Anhang 5: Entwurf Kolleg*innenfeedback zur Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“	109
Anhang 6: Interviewleitfaden.....	111
Anhang 7: Transkription der Interviews.....	113

1. Einleitung

„Angesichts der sich ständig verändernden Umwelt werden neue Arbeitsformen gefordert, damit Schulen den wachsenden Anforderungen gerecht werden“ (Brandt 2016, S. 1). Durch vermehrte digitale Distanzunterrichtsphasen aufgrund der Covid-19-Pandemie bedarf es, die Herausforderungen des Online-Fernunterrichts als Innovationspotential für die Unterrichtsentwicklung zu nutzen. Defizite der praktischen Durchführung von Distance Learning sowie der wissenschaftlichen Datenlage zur Thematik gelten als Ausgangspunkt für das Verfassen der vorliegenden Arbeit.

Für die gezielte Förderung und Forderung fachlicher, persönlicher, sozialer und methodischer Kompetenzen der Schüler*innen entwickelte Klippert (2000, S. 174-191) die Unterrichtsform des „Eigenverantwortlichen Arbeitens“. Im Zuge der Erhaltung der Unterrichtsqualität im digitalen Setting durch Kompetenzausbildung und -erweiterung der Schüler*innen gilt es, Klipperts (2000, S. 174-191) theoretischen Ansatz des „Eigenverantwortlichen Arbeitens“ auf den Online-Unterricht zu übertragen und dem digitalen Setting anzupassen. In Anbetracht der mangelhaften Behandlung der Thematik des eigenverantwortlichen Online-Distanzunterrichts in der (Fach-)Didaktik und demgegenüber stehend dessen hohe Aktualität und Relevanz für die Theorie und Praxis wird die Forschungsfrage „Wie funktioniert Eigenverantwortliches Arbeiten im Distance Learning?“ im Laufe der vorliegenden Arbeit beantwortet. Die Erarbeitung der Forschungsfrage erfolgt im ersten Schritt theoretisch auf Basis von Literatur und im zweiten Schritt praktisch anhand der Entwicklung eines Online-Unterrichtskonzepts zum Thema „Treibhauseffekt“ sowie dessen Evaluation durch einen Fragebogen. Hierbei wird die Hypothese aufgestellt, dass Eigenverantwortliches Arbeiten im Distance Learning sowohl Herausforderungen als auch Chancen für Lernende und Lehrende mit sich bringt und diese sowohl in der Theorie als auch in der Praxis sichtbar sind (Hypothese I). Darüber hinaus wird der digitale Distanzunterricht im Ländervergleich zwischen Österreich und Italien betrachtet. Im Zuge der Durchführung von Interviews mit Chemielehrer*innen in Rom wird überprüft, ob digitales Distance Learning und die davon ausgehenden Effekte in den beiden Ländern unterschiedlich vollzogen werden (Hypothese II).

Ziel der Arbeit ist es, die Verfahrensweise der Unterrichtsmethode des Eigenverantwortlichen Arbeitens im Distance Learning zu erarbeiten und ein dafür geeignetes Konzept zum Unterrichtsthema „Treibhauseffekt“ für eine AHS Unterstufe zu entwickeln sowie zu evaluieren. Dazu wird in Kapitel 2 der Unterrichtsansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens und in Kapitel 3 das Konzept des Distance Learnings theoretisch erarbeitet. In Kapitel 4 werden die beiden erläuterten Thematiken verbunden und der Vollzug von Eigenverantwortlichem Arbeiten im Distance Learning beleuchtet. Der Fokus wird hierbei auf (Eigen-)Motivation der Schüler*innen (Kapitel 4.1), die Rolle der Lehrperson (Kapitel 4.2) sowie Heimexperimente im Distanzunterricht (Kapitel 4.3) gelegt. Kapitel 5 zeigt die Anwendung der erarbeiteten theoretischen Aspekte in der Praxis. Dies geschieht durch die Präsentation eines Unterrichtsentwurfs zum Thema „Treibhauseffekt“. Die vollständige Ausarbeitung des Unterrichtskonzepts inklusive aller entworfenen Materialien kann im „Zusatzheft zur Masterarbeit“ gefunden werden. Um den Inhalten von Kapitel 5 schlüssig folgen zu können, wird empfohlen, das Zusatzheft im Vorfeld zu betrachten. Neben einer fachlichen Klärung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ (Kapitel 5.1) werden darin enthaltene Elemente des Eigenverantwortlichen Arbeitens erschlossen (Kapitel 5.2) sowie ein Bezug zu Lehrplan und Kompetenzmodellen hergestellt (Kapitel 5.3). Eine Evaluierung des Unterrichtsentwurfs erfolgt in Kapitel 5.4. In Kapitel 6 wird der Vollzug von Distance Learning sowie die Online-Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ im Ländervergleich Österreich – Italien erarbeitet. Reflexion und Diskussion wesentlicher

Untersuchungsergebnisse erfolgen in Kapitel 7, eine Zusammenfassung sowie ein Ausblick in Kapitel 8.

2. Eigenverantwortliches Arbeiten EVA

Im vorliegenden Kapitel wird der Ansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens (EVA) dargestellt. In Kapitel 2.1 erfolgt eine Beleuchtung der einzelnen charakteristischen Elemente der Unterrichtsmethode. Kapitel 2.2 thematisiert die Funktion sowie den konkreten Ablauf von EVA-Unterrichtsprozessen.

2.1 EVA-Elemente

Der Ansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens geht auf den Pädagogen Heinz Klippert (2000, S. 174-191) zurück. Nach Klippert (2000, S. 174-191) zeichnet sich Eigenverantwortliches Arbeiten durch folgende neun Elemente aus, die in der untenstehenden Abbildung 1 dargestellt und im Anschluss systematisch erläutert werden.

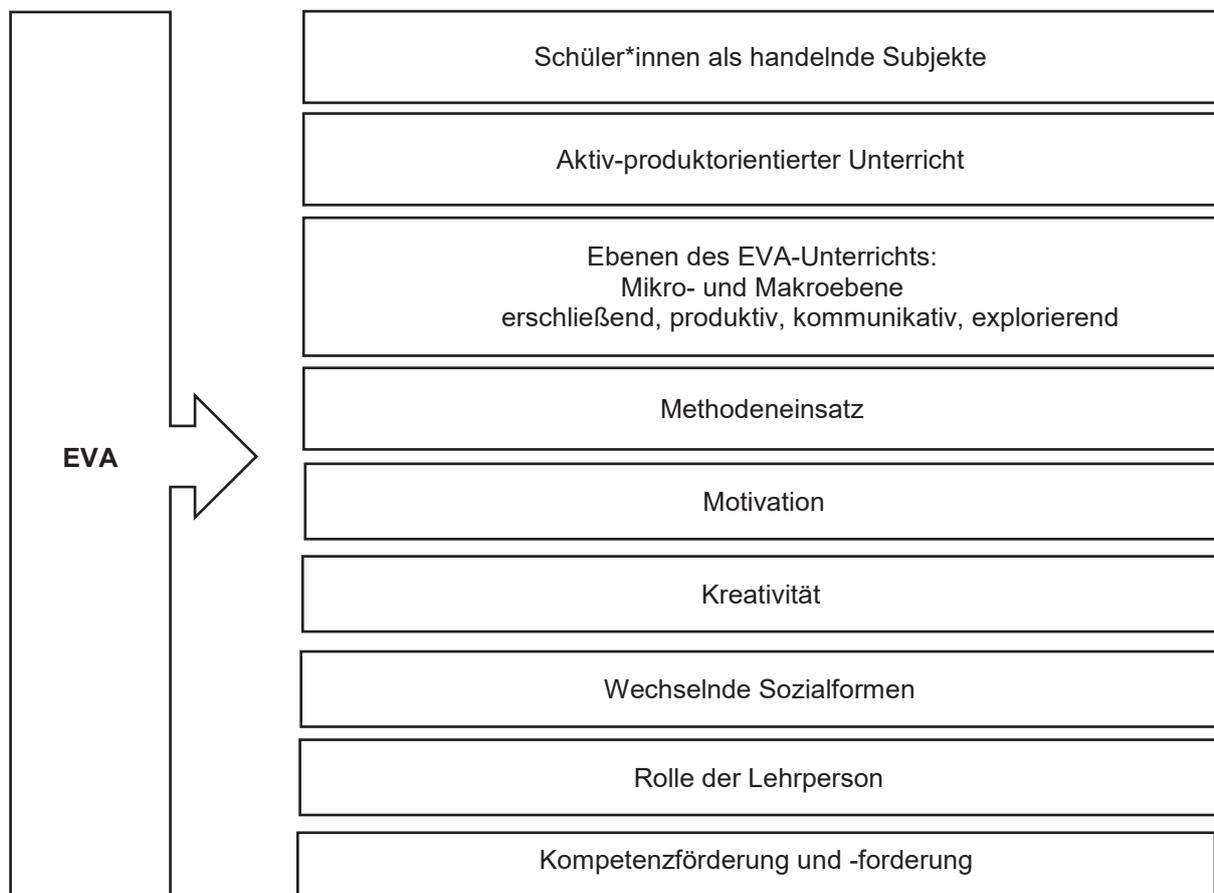


Abbildung 1: Elemente des Eigenverantwortlichen Arbeitens (eigene Darstellung, angelehnt an Klippert 2000, S. 174-191)

Schüler*innen als handelnde Subjekte: Die Schüler*innen stehen als aktiv handelnde Subjekte im Mittelpunkt des Unterrichtsgeschehens (vgl. Klippert 2000, S. 174). Eigenverantwortliches Arbeiten steht eng in Verbindung mit der Methode des schüler*innenzentrierten Unterrichts nach Rogers (1983), dessen Kennzeichen eine angenehme Lernatmosphäre, der Miteinbezug persönlicher Interessensfelder der Lernenden, Lernbegleitung seitens der Lehrperson sowie Selbst- und Eigenständigkeit der Schüler*innen sind.

Schüler*innenzentrierter und produktorientierter Unterricht: Die Grundlage für den Prozess des Eigenverantwortlichen Arbeitens bieten vielseitige, offene, schüler*innenzentrierte Lernaktivitäten, welche von der Lehrperson vorgegeben und

von den Schüler*innen eigenständig durchgeführt werden (vgl. Klippert 2000, S. 176). EVA-Unterricht wird allein damit bereits den Anforderungen des Lehrplans gerecht, da nach diesem „prinzipiell [...] der induktive Weg zum Erkenntnisgewinn“ (BGB1. Nr. 88/2016) angestrebt werden soll. Als Lernaktivitäten beim EVA zählen hier grundsätzlich alle Unterrichtsmethoden, welche „aktiv-produktives Lernen der Schüler*innen“ (Klippert 2000, S. 174) bedingen (Experimente, Arbeitsblätter, Präsentationen, Rollenspiele, Textarbeit, Unterrichtsprojekte etc.) (vgl. ebd.). Wesentlich ist, dass nach einer EVA-Unterrichtssequenz ein Lernprodukt (Spickzettel, Plakat, Arbeitsblatt, Protokoll, Skizze, Video etc.) vorliegt, welches die Verknüpfung bereits bekannter und neu gelernter Inhalte repräsentiert sowie Inhalte des Lehrplans abdeckt (vgl. ebd., S. 174; 178). „Aktiv-produktive“ (ebd., S. 174) Lernsituationen erweisen sich als äußerst effektiv für den Kompetenz- und Wissenszuwachs von Schüler*innen und werden überdies vom österreichischen Lehrplan der AHS Unterstufe direkt gefordert (vgl. BGB1. Nr. 88/2016). Im Chemieunterricht ist

*„vor allem [...] vom Schüler*innenexperiment auszugehen [...]. Dabei ist den Schüler*innen Gelegenheit zu möglichst selbstständigem Suchen, Forschen und Entdecken zu geben“ (ebd.).*

Lernpsychologische Studien von Aebli (2003), Piaget (2000) und Vester (1997) kamen zum Ergebnis, dass „aktiv-produktiv“ (ebd.) erarbeitete Lerninhalte weitaus länger präsent im Gedächtnis der Lernenden bleiben als passiv erarbeitete Unterrichtsinhalte. Die Behaltensquote von aktiv bzw. interaktiv erworbenen Lerninhalten beträgt 70 bis 90 Prozent, während passiv erarbeitete Inhalte lediglich von 20 bis 30 Prozent der Lernenden behaltet werden können (vgl. American Psychological Association 2017, S. 257). Dies kann durch die Aktivität und Interaktivität der Lernsituation bei eigenverantwortlichen Arbeitsprozessen erklärt werden (vgl. Klippert 2000., S. 183).

*„Durch den bewussten Vollzug bestimmter Lernoperationen entstehen einprägsame Handlungsschemata im kognitiven Apparat der Schüler*innen, die relativ wirksam gespeichert und abgerufen werden können“ (ebd.).*

Dass EVA über alle Kanäle, also auditiv, visuell, haptisch und/oder sozial erfolgen kann (vgl. ebd., S. 174), begünstigt die Behaltensquote (vgl. Vester 1997, S. 131-132).

Ebenen des EVA-Unterrichts: Klippert (2000, S. 176) betont, dass Eigenverantwortliches Arbeiten grundsätzlich auf zwei Arten erfolgen kann. Auf der „Makroebene“ kann EVA als grundlegende Arbeitsmethode für aufwendige, zeitintensive und komplexe Unterrichtsbestandteile eingesetzt werden, wie beispielsweise Unterrichtsprojekte, Wochenplanungen, Stationsbetriebe, fächer- oder klassenübergreifender Unterricht (vgl. ebd., S. 176; 186). Eigenverantwortliches Arbeiten in „kleiner Form“, also auf der „Mikroebene“, meint die Durchführung von EVA-Unterricht in kurzen Sequenzen. Im Unterrichtsverlauf befinden sich immer wieder Teile Eigenverantwortlichen Arbeitens, wie z. B. die selbstständige Planung eines Experiments oder eine Recherche im Schulbuch (vgl. ebd.). Es soll erwähnt sein, dass EVA-Unterricht zuerst kleinschrittig auf der Mikroebene gelernt werden muss, um den Unterrichtsansatz anschließend auf der Makroebene erfolgreich durchführen zu können (vgl. ebd., S. 178). Mit steigendem Alter werden die Schüler*innen im EVA-Prozess immer routinierter und komplexere Inhalte und Methoden können zum Einsatz kommen (vgl. Brandt 2016, S. 3). Aufgrund der Zeitintensität sowie des von Klippert (2000, S. 176; 179) oft betonten Fakts, dass EVA-Unterricht nicht nur in „großer Form“ stattfinden soll, wird vorrangig der Einsatz kürzerer EVA-Unterrichtselemente im Regelunterricht empfohlen (vgl. ebd.). In den Unterricht eingebaute EVA-Sequenzen beider Ebenen gelten als „Arbeitsinseln“ (Klippert 2000, S. 179), die von der Lehrperson bewusst eingesetzt werden müssen, um den Schüler*innen die

Möglichkeit zu geben, Inhalte problem- sowie handlungsbezogen zu erarbeiten. Eine ausführliche Erläuterung der Funktion der genannten „Arbeitsinseln“ kann in Kapitel 2.2 gefunden werden.

Nach Klippert (2000, S. 176) kann Eigenverantwortliches Arbeiten auf vier Ebenen erfolgen: erschließend, produktiv, kommunikativ und explorativ. Die folgende Erläuterung der vier Ebenen ist vor allem für Lehrpersonen im Hinblick auf Planung, Organisation und Durchführung eines EVA-Unterrichts von Wichtigkeit. Auf der ersten Ebene, dem „erschließenden Arbeiten“ (Klippert 2000, S. 176), werden Inhalte von den Schüler*innen eigenständig beschaffen und strukturiert. Die zweite Ebene umfasst das „produktive Tun“ (ebd.), worunter die Erarbeitung spezifischer Lernprodukte, wie beispielsweise Plakate, Arbeitsblätter, Präsentationen oder Tabellen zu verstehen sind (vgl. Klippert 2000, S. 176-177). Auf der dritten Ebenen, dem „kommunikativen Handeln“ (ebd., S. 176) werden die bisher erarbeiteten Inhalte in einem sozialen Umfeld diskutiert (vgl. ebd.). Das „explorative Handeln“ (ebd.) stellt die vierte und anspruchsvollste Ebene dar (vgl. ebd.). Hier werden die Schüler*innen selbst zu Forscher*innen im Zuge von Projektarbeiten (vgl. ebd.). Eigenverantwortliches Arbeiten erweist sich auf allen Ebenen als äußerst offene und vielseitige Unterrichtsform, bei welcher die Lernenden

„forschen und entdecken, planen und entscheiden, schreiben und gestalten, diskutieren und argumentieren, produzieren und organisieren, kooperieren und präsentieren, [...] Initiative [zeigen] und [...] Verantwortung [übernehmen]“ (ebd.).

Methodeneinsatz: Für die Durchführung eines eigenverantwortlichen Lernprozesses gilt es, Lernmethoden praktisch zu schulen, um diese im Regelunterricht erfolgreich einsetzen zu können (vgl. Klippert 2000, S. 176.). „Arbeitsmethoden [...] können in der Schule gar nicht oft genug angebahnt und praktisch geübt werden“ (Klippert; Lohre 1999, S. 66). Der EVA-Unterricht stellt sich besonders für praktisches Methodentraining und in weiterer Folge für den Kompetenzzuwachs bezüglich des Einsatzes und Vollzugs unterschiedlicher Arbeitsmethoden als gewinnbringend heraus (vgl. Klippert 2000, S. 176). EVA-Unterricht in „kleiner Form“ (Mikroebene) eignet sich vor allem für das schrittweise Erlernen von Lern- und Arbeitsmethoden, während EVA-Unterricht in „großer Form“ (Makroebene) die Anwendung erlernter Methoden voraussetzt (anderenfalls gilt EVA-Unterricht als wenig zielführend) (vgl. Brandt 2016, S. 1). Wie bereits erwähnt, ist der Einsatz möglicher Lern- und Arbeitsmethoden für Eigenverantwortliches Arbeiten äußerst vielfältig (vgl. Klippert 2000, S. 174; 184). Grundsätzlich können alle Methoden eingesetzt werden, welche aktiven, problemlösungsorientierten und produktorientierten Unterricht hervorrufen (vgl. ebd.).

Motivation: Ein weiteres wichtiges Merkmal Eigenverantwortlichen Arbeitens ist die Motivation der Schüler*innen, die beim EVA-Prozess als sehr hoch eingestuft werden kann (vgl. Klippert 2000, S. 180). Der selbstständige Lernprozess der Lernenden verläuft laut Klippert (2000, S. 180) intrinsisch. Durch stufenweise Erfolge bleibt die Motivation der Schüler*innen für das Entdecken neuer Phänomene und somit das Weiterarbeiten an Unterrichtsinhalten aufrecht (vgl. ebd.). Schüler*innen werden im Arbeitsprozess immer wieder vor neuen Herausforderungen stehen, die sie mittels eines kreativen und problemlösungsorientierten Lernprozesses bewältigen müssen (vgl. ebd.). Wichtig dabei ist, als Lehrperson den Wissenstand der Schüler*innen einschätzen zu können und auf differenzierten Unterricht zu setzen, um das Auftreten von Unter- oder Überforderung vermeiden zu können, da der EVA-Ansatz ansonsten an seine Grenzen stößt (vgl. ebd., S. 180; 185). Werden die genannten Aspekte

beachtet, werden EVA-Unterrichtsprozesse erfolgreich vollzogen und wirken sich folglich äußerst positiv auf die Motivation der Lernenden für den Unterricht aus (vgl. ebd.). Eine hohe Motivation begünstigt wiederum die Selbsteinschätzung der Lernenden sowie deren Mut, neues eigenständig zu entdecken und Vertrauen in sich selbst zu haben (vgl. ebd.). Die Thematik der Motivation in Online-EVA-Unterrichtssequenzen wird in Kapitel 4.1 erneut aufgerollt.

Kreativität: Eine weitere Lernchance, welche sich für Schüler*innen beim Eigenverantwortlichen Arbeiten ergibt, ist der Gewinn an kreativen Fähigkeiten und Fertigkeiten (vgl. Klippert 2000, S. 185). Wie bereits erwähnt, verlaufen EVA-Lernprozesse schrittweise (vgl. ebd., S. 178). Die Lernenden müssen stets neue Aufgaben bewältigen, um auf die nächste „Lernstufe“ zu gelangen (vgl. ebd.). Beim selbstständigen und eigenverantwortlichen Problemlösen müssen unterschiedliche Möglichkeiten abgewogen, Vorgehensweisen geplant, Lernschritte strukturiert, Fehler gemacht und ausgebessert werden (vgl. ebd., S. 185). All dies fordert und fördert die Kreativität der Schüler*innen und trägt laut Klippert (2000, S. 185) zur Ausbildung wichtiger, grundlegender Qualifikationen in Bezug auf Beruf, Persönlichkeit und Individualität bei. Es soll jedoch auch erwähnt sein, dass Eigenverantwortliches Arbeiten durchaus Grenzen im Hinblick auf die Förderung der Kreativität aufweisen kann (vgl. ebd.). Die Aus- und Weiterbildung kreativer Kompetenzen der Schüler*innen ist durch die ausgewählte Lernmethode, den Lernraum, das Alter der Schüler*innen sowie deren Vertrautheit mit der Arbeitsweise des EVAs begrenzt (vgl. ebd.).

Wechselnde Sozialformen: Eigenverantwortliches Arbeiten zeichnet sich durch wechselnde Sozialformen aus, wobei Partner*innen- und Gruppenarbeit vorherrschend sind (vgl. Klippert 2000, S. 178). Brandt (2016, S. 2) empfiehlt hierbei das Bilden von heterogenen Lerngruppen, um soziale Kompetenzen noch intensiver stärken zu können und inklusiven sowie differenzierten Unterricht zu berücksichtigen. Erfolgreiche Kommunikation zwischen den Lernenden gilt somit als Basis für erfolgreichen EVA-Unterricht (vgl. Brandt 2016, S. 2; Klippert 2000, S. 178).

Rolle der Lehrperson: Die Rolle der Lehrperson rückt im Zuge des EVA-Unterrichts deutlich in den Hintergrund (vgl. Klippert 2000, S. 180). Lehrer*innen stehen nicht mehr in der Rolle des*der Wissensvermittler*in, sondern dienen als Lernberater*innen, Betreuer*innen, Moderator*innen und Organisator*innen des schüler*innenzentrierten Unterrichtsgeschehens (vgl. ebd.). Mit der Rollenänderung der Lehrer*innen ändert sich die Rolle der Schüler*innen, welche sich bei EVA im Zentrum des Prozesses befinden sowie die Unterrichtsform an sich, die sich stark öffnet und den Einsatz einer Vielzahl an Methoden voraussetzt und zulässt (vgl. ebd.). Wie weit die Lehrperson in den EVA-Unterrichtsprozess eingreift, hängt zum einen von der Routiniertheit der Lernenden und deren individuellen Lernprozessen ab. Schüler*innen, welche intensivere Lernbegleitung benötigen, befinden sich in einem „lehrer[*innen]gelenkten“ (Brandt 2016, S. 3), besonders selbstständige Schüler*innen in einem „selbstgesteuerten“ (ebd.) Unterrichtsprozess. Zum anderen ist auch die Lehrperson selbst für das Ausmaß ihrer Präsenz im EVA-Unterricht verantwortlich (vgl. Klippert 2000, S. 184). Eigenverantwortliches Arbeiten stellt für Lehrpersonen die Herausforderung dar, Kontrolle und Verantwortung an die Lernenden abzugeben und deren Fehler zuzulassen (vgl. ebd.). Die Vorstellung des Ausbruchs aus dem „klassischen“ Frontalunterricht stellt für viele Lehrpersonen eine fortwährende Hürde dar, ist jedoch für den EVA-Unterrichtsprozess unerlässlich (vgl. ebd.), da

*„die Schüler*innen [...] für die Zeitplanung wie für die Arbeitsorganisation, für die Materialauswertung wie für die Strategieplanung, für die Zusammenarbeit in der Gruppe wie für das Erstellen spezifischer Lernprodukte, für die Ergebnissicherung wie für die Ergebnispräsentation, für die Selbstkontrolle wie für die Fremdkontrolle“* (ebd., S. 184-185) verantwortlich sind.

Dies soll jedoch nicht bedeuten, dass die Rolle der Lehrperson im EVA-Prozess an Wichtigkeit verliert (vgl. ebd.), S. 184. Obwohl die Lehrperson während des EVA-Unterrichtsgeschehens eine Randposition einnimmt, ist sie für einen Großteil des Lernoutputs der Schüler*innen verantwortlich, da sie die Rahmenbedingungen des Unterrichts festlegen kann (vgl. ebd., S. 181; 185). Eine didaktisch durchdachte Planung des EVA-Unterrichts in Form von Unterrichtsplanung und Organisation, Bereitstellen von Materialien, Erstellen von Arbeitsaufträgen, Wahl der Sozialform(en), Festlegung von Thema, Umfang und Zeitrahmen sowie Art der Ergebnissicherung gilt als Voraussetzung für die erfolgreiche Unterrichtsdurchführung sowie den Eintritt eines Lernprozesses seitens der Lernenden (vgl. ebd.). Das Formulieren von Lernzielen soll dabei stets berücksichtigt werden (vgl. ebd.). Es zeigt sich also, dass EVA-Unterricht für Lehrpersonen mit einem beachtlich hohen Arbeits- und Zeitaufwand verbunden ist (vgl. ebd.). Im Hinblick auf das enorme Ausmaß des Kompetenzzuwachses der Schüler*innen ist der Arbeitsaufwand der Lehrperson jedoch durchaus Nutzen bringend. Ein weiterer positiver Effekt für die Lehrperson, welcher im Zuge des EVA-Unterrichts entsteht, ist die Entlastung dieser (vgl. ebd., S. 185). Durch das vorzeitige Festlegen der Rahmenbedingungen des EVA-Unterrichts kann der*die Lehrer*in das Ausmaß seiner*ihrer Unterstützung bewusst festlegen und steuern (vgl. ebd.). Durch die „passive“ Teilnahme am Unterrichtsgeschehen wird die Lehrer*innenverantwortlichkeit reduziert und nervliche Anspannungen, die sich aufgrund der dauerhaften Lehrer*innenpräsenz ergeben können, vermindert (vgl. ebd., S. 181; 185). Schüler*innendisziplinierungen sind begrenzt nötig, was in weiterer Folge zum Rückgang psychischer und physischer Belastungen beim Lehrpersonal führt (vgl. ebd., S. 181; 185). Klippert (2000, S. 186) betont jedoch, dass Eigenverantwortliches Arbeiten „kein Allheilmittel gegen die zahlreichen Widrigkeiten und Belastungen im Schulalltag“ (ebd.) ist und auch dieser Unterrichtsansatz Grenzen aufweist. Für Lehrer*innen ist Eigenverantwortliches Arbeiten mit einem hohen Zeit- und Arbeitsaufwand für Vor- und Nachbereitung verbunden (vgl. ebd., S. 185). Für Schüler*innen können aufgrund der offenen Unterrichtsform beim Eigenverantwortlichen Arbeiten Unsicherheit und Überforderung auftreten (vgl. ebd., S. 186). Die Herausforderungen, welche der EVA-Unterricht mit sich bringt, sind besonders (aber nicht nur) für schwächere Schüler*innen oder jene Schüler*innen, die mit der schrittweisen Annäherung zum EVA-Unterricht noch nicht oder unzureichend vertraut sind, besonders gegenwärtig (vgl. ebd.).

Kompetenzförderung und -forderung: Neben der Erweiterung der Lern- und Arbeitsmethoden der Schüler*innen werden auch Fähigkeiten und Fertigkeiten der Kommunikation, Kooperation und Teamarbeit bei Eigenverantwortlichem Arbeiten verlangt (vgl. Klippert 2000, S. 176; 184). Im Zuge des EVA-Unterrichts werden die genannten Kompetenzen jedoch nicht nur gefordert, sondern auch intensiv gefördert (vgl. ebd.), was bedeutet, dass Eigenverantwortliches Arbeiten als wesentlicher Unterrichtsansatz für den Zuwachs sozialer Kompetenzen gesehen werden kann. Diese Fähigkeit kann nicht nur als lernrelevant in Hinblick auf den schulischen Kontext, sondern vor allem als allgemein lebensrelevant gesehen werden (vgl. ebd., S. 184). Laut Klippert (2000, S. 176; 180; 184) geht bei Eigenverantwortlichem Arbeiten neben methodischem und sozialem Lernen auch affektives Lernen einher. Dies meint die

Ausbildung von Selbstwertgefühlen, die Stärkung von Selbstvertrauen, die Entfaltung der Persönlichkeit der Schüler*innen, die Freude am Risiko sowie das Bewusstsein von Eigenverantwortung, welche durch den EVA-Prozess hervorgerufen werden (vgl. ebd.). Eigenverantwortung kann hierbei zweierlei Bedeutung haben: Zum einen müssen die Schüler*innen Verantwortung über ihren eigenen Lernprozess übernehmen, also diesen planen, organisieren und steuern (vgl. ebd.) Zum anderen muss auch Verantwortung für den sozialen und kommunikativen Arbeitsprozesses in der Gruppe getragen werden (vgl. ebd.). Das Ermöglichen von individueller und sozialer Eigenverantwortung im Lernprozess obliegt grundsätzlich der Lehrperson, da diese die Bereitschaft zeigen muss, sich im EVA-Prozess in den Hintergrund zu bewegen (vgl. ebd.). Dass dies für viele Lehrer*innen eine Schwierigkeit darstellt (vgl. ebd.), wurde bereits angesprochen.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass EVA-Prozesse drei große Kompetenzbereiche fordern und fördern: methodische, soziale und affektive Kompetenzen. Diese Kompetenzen (ebd., S. 182) gelten jedoch nicht nur im schulischen Bereich als äußerst gewinnbringend, sondern auch in Bezug auf das zukünftige Berufs- und Arbeitsleben der Schüler*innen. Klippert (2000, S. 182) sieht Eigenverantwortliches Arbeiten somit auch als „berufspropädeutischen“ (ebd.) Vorgang. Weiters bilden methodische, soziale und affektive Kompetenzen die Basis für die Ausbildung persönlicher Kompetenzen, was im nachfolgenden Unterkapitel 2.2 detaillierter erläutert wird.

2.2 Konkreter Ablauf des EVA-Unterrichts

Richter (1997, S. 22) weist darauf hin, dass die Idee des Ansatzes des Eigenverantwortlichen Arbeitens grundsätzlich keine neue ist. Neu ist jedoch der gezielte und bewusste Einsatz von EVA-Prozessen im Unterricht, welche stets Schüler*innenzentriertheit und Selbstständigkeit anvisieren (vgl. ebd.).

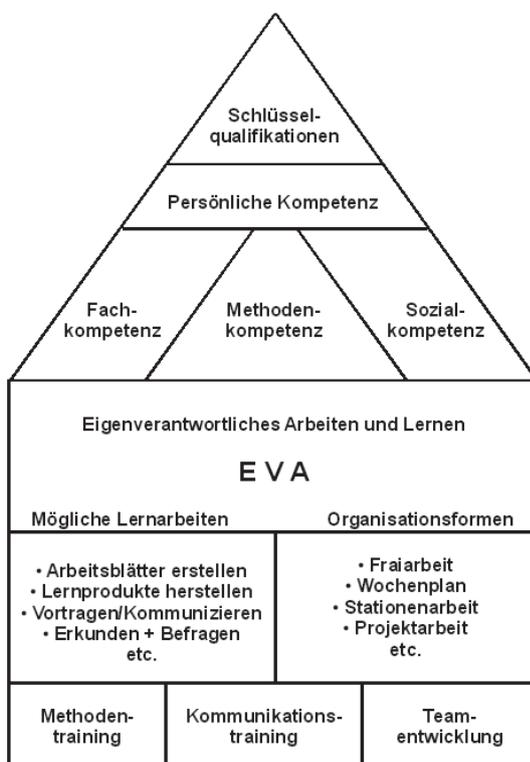


Abbildung 2: Das neue Haus des Lernens (direkt übernommen aus Klippert 2020, S. 43)

Für die Ziele des EVA-Unterrichts weist Klippert (2000, S. 42) auf das Modell des „Neuen Haus des Lernens“ (ebd., S. 43) hin, welches die Basis für Eigenverantwortliches Arbeiten bildet (siehe Abbildung 2). Das Fundament des Modells besteht aus Methodentraining, Kommunikationstraining und Teamentwicklung (vgl. ebd., S. 42-44). Auf alle drei Aspekte wurde bereits im Zuge der Erläuterung der Charakteristika des EVA-Ansatzes genauer eingegangen (Kapitel 2.1), weshalb diese an dieser Stelle nicht erneut erläutert werden. Im Hinblick auf die Ausbildung des Fundaments der drei Kompetenzen und weiters auf die Durchführung von EVA-Unterrichtsprozessen, gilt es als Aufgabe der Lehrperson, mit den Schüler*innen „methodenzentrierte Übungs- und Klärungsarbeit“ (ebd., S. 44) zu leisten, da EVA-Unterricht nur durchgeführt werden kann, wenn die Schüler*innen mit den geforderten Arbeitsmethoden und -techniken vertraut sind (vgl. ebd., S. 187-188). Haben Schüler*innen nun fundamentale Kompetenzen ausgebildet, kann EVA-Unterricht stattfinden, welcher maßgeblich für die Ausbildung der vier Schlüsselqualifikationen Fachkompetenz, Methodenkompetenz, Sozialkompetenz und persönliche Kompetenz ist (siehe auch Abbildung 2):

- Fachkompetenz: Die Schüler*innen erwerben „Fachwissen, Strukturwissen, Kritik- und Urteilsfähigkeit, Problembewusstsein [und] Problemlösefähigkeit“ (ebd., S. 42). Aufgrund des aktiv-produktiven Wissenserwerbs sprechen Klippert und Lohre (1999, S. 65) von einer „effektiven Stoffvermittlung“ (ebd.), deren Inhalte „erwiesenermaßen recht langfristig im Gedächtnis haften“ (ebd.).
- Methodenkompetenz: Die Schüler*innen sind mit Lern- und Arbeitstechniken vertraut und bekommen die Gelegenheit, diese zu festigen und weiter auszubilden (vgl. Klippert 2000, S. 188.).
- Sozialkompetenz: Die Schüler*innen können im sozialen Umfeld arbeiten und erwerben kommunikative und sprachliche Kompetenzen (vgl. ebd.).
- Persönliche Kompetenz: Die Schüler*innen bilden ein positives Selbstwertgefühl, Selbstvertrauen und Selbstdisziplin aus (vgl. Klippert 2000, S. 188; Klippert; Lohre 1999, S. 68). Zudem werden kreative Kompetenzen, problemlösungsorientiertes Denken und das Bewusstsein über Eigen- sowie Mitverantwortung erweitert (vgl. ebd.).

Im Hinblick auf den österreichischen Lehrplan der AHS Unterstufe (vgl. BGB1. Nr. 88/2016) erfüllt der Ansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens somit auch die wesentliche Bildungs- und Lehraufgabe der Persönlichkeitsentwicklung der Lernenden. „Der Chemieunterricht [soll] [...] das Bewusstsein für Eigenverantwortung fördern“ (ebd.). Dazu zählt die „Erziehung zu Team-, Kommunikations- und Solidarfähigkeit sowie Erziehung zu Genauigkeit, Sorgfalt und Verantwortung“ (ebd.). Durch die Ausbildung der vier genannten Schlüsselqualifikationen, die als Ziel des EVA-Unterrichts gilt, verfügen die Schüler*innen über freies Wissen sowie über fachliche, methodische, soziale und persönliche Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche sie anwenden und weitergeben können (vgl. ebd., S. 42-44).

„Ein solches Verständnis von Bildung und Lernen wird von der Grundhaltung getragen, Kinder und Jugendliche in die Lage zu versetzen, sich Kompetenzen zu erarbeiten, Fähigkeiten zu entwickeln, die sie zur Gestaltung des Lebens und der Gesellschaft brauchen werden“ (Kral 1997, S. 19).

Das neue Haus des Lernens zeigt somit erneut die Wichtigkeit des Einsatzes von EVA-Elementen im Unterricht und die zahlreichen, stets positiven Auswirkungen der Methode auf die Entwicklung der Schüler*innen (vgl. Klippert 2000, S. 44).

Mit der Erläuterung des neuen Hauses des Lernens nach Klippert (2000, S. 42-44) ist nun die Grundlage für Eigenverantwortliches Arbeiten geschaffen. Für den konkreten

Vollzug eines EVA-Unterrichtsprozesses gelten weitere theoretische Grundlagen, die im Anschluss detailliert präsentiert werden.

Klippert (2000, S. 186) entwickelt für die Darstellung der Funktion des Lernprozesses der Schüler*innen beim Eigenverantwortlichen Arbeiten den Begriff der „Lernspirale“ (ebd.), die aus mehreren „Lerninseln“ (ebd.) besteht. Diese Spirale soll das „sukzessive Eindringen“ (ebd.) in das Unterrichtsthema des EVA-Prozesses darstellen. Im Zuge des Durchlaufens der Lernspirale stoppen die Schüler*innen auf von der Lehrperson entworfenen Lerninseln, welche problemlösungsorientierte Lernaufgaben repräsentieren, die die Schüler*innen mittels Lernmethoden erarbeiten (vgl. ebd.). Je nach Komplexität und Schwierigkeitsgrad einer Aufgabe, individuellem Lerntempo und gewählter Methode, verweilen die Schüler*innen unterschiedlich lange auf den einzelnen Lerninseln (vgl. ebd.). Wie bereits in Kapitel 2.1 erwähnt, kann Eigenverantwortliches Arbeiten auf Mikro- oder Makroebene erfolgen (vgl. ebd., S. 176; 186). Werden diese beiden Begriffe mit der oben erläuterten Lernspirale in Verbindung gesetzt, spricht Klippert (2000, S. 186-187) von einer Mikro- bzw. Makrospirale. Basieren EVA-Lernprozesse auf einer Mikrospirale, handelt es sich um kleinschrittigen, zeitlich und inhaltlich begrenzten EVA-Unterricht (vgl. ebd., S. 186). Die Makrospirale hingegen meint eine komplexere und intensivere Auseinandersetzung mit einem Unterrichtsthema, welche über mehrere Einheiten vollzogen und oft als Projektunterricht realisiert wird (vgl. ebd.). Der Lern- bzw. Arbeitsprozess der Makrospirale kann in drei Phasen unterteilt werden: die Sensibilisierungsphase, die Informationsphase und die Problematisierungsphase (vgl. ebd., S. 188). Die Sensibilisierungsphase dient zur (Vor-)Wissensaktivierung der Schüler*innen (vgl. ebd.). Im EVA-Prozess werden hierfür passende Methoden von der Lehrperson ausgewählt und so Lerninseln geschaffen (vgl. ebd.). Darauf folgt die Informationsphase, in welcher die Lernenden neue Fach- bzw. Sachinhalte, ebenfalls mittels Arbeitsinseln, eigenständig erarbeiteten (vgl. ebd.). Die Problematisierungsphase bildet den letzten Schritt der Makrospirale und beinhaltet problemlösungsorientierte Lernelemente (vgl. ebd.). Die Schüler*innen verweilen auf Lerninseln, die kritisches Denken und Selbstreflexion in Bezug auf das persönliche Leben sowie die berufliche Zukunft hervorrufen (vgl. ebd.). Es soll erwähnt sein, dass die drei erläuterten Phasen stets miteinander in Verbindung stehen und sich diese durchaus überschneiden können (vgl. ebd.). Trotzdem sieht Klippert (2000, S. 188) die Phasentrennung als besonders wichtig an. Einerseits können die Schüler*innen dem Unterricht besser folgen, wenn sie wissen, dass dieser auf drei Phasen basiert (vgl. ebd.). Andererseits gilt die dreiphasige Lernspirale als Grundlage der Unterrichtsplanung, -strukturierung und -organisation und kann folglich als Leitlinie für Lehrpersonen dienen (vgl. ebd.). Für die Unterrichtsplanung, genauer gesagt das Entwickeln schüler*innenzentrierter Lerninseln, stellt Klippert (2000, S. 188) zwei zentrale Fragen in den Raum, die von der Lehrer*innen bei der Unterrichtsvorbereitung jedenfalls berücksichtigt werden sollen:

- *„Wie kann ich die Schüler*innen beim anstehenden Thema zum Eigenverantwortlichen Arbeiten, Kommunizieren, Kooperieren, Produzieren, Explorieren etc. veranlassen?“* (ebd.)
- *„Welche Materialien und Lernarrangements sind diesbezüglich geeignet?“* (ebd.)

Obwohl im Zuge des EVA-Unterrichts stets von schüler*innenzentrierten und problemlösungsorientierten Lernphasen die Rede ist, gilt es zu beachten, dass diese nicht nur aus selbstständig erarbeiteten Lerninhalten der Schüler*innen bestehen (vgl. Klippert 2000, S. 188-189). Wie bereits erwähnt, dient die Lehrperson beim Eigenverantwortlichen Arbeiten als Organisator*in, Begleiter*in und Moderator*in, was

bedeutet, dass zwischen den Lerninseln ständig lehrer*innenzentrierte Impulsphasen erfolgen (vgl. ebd., S. 180). Diese werden in der Unterrichtsplanung bewusst platziert und dienen nicht nur für die Lehrperson, sondern auch für die Schüler*innen als Ankerpunkte im EVA-Lehr- und Lernprozess (vgl. ebd., S. 188-189).

Um die Effizienz des Unterrichts zu gewährleisten, wird also Methodenvielfalt vorausgesetzt (vgl. ebd.). Methodenvielfalt meint hier nicht nur das Schaffen methodenbasierter Lerninseln im Zuge des EVA-Unterrichts, sondern ebenfalls den Weg zurück zu geplanten lehrer*innenzentrierten Unterrichtselementen, wobei diesen so wenig Raum wie möglich und so viel Raum wie nötig gegeben werden soll (vgl. ebd.). Der Grundgedanke ist also nicht, den herkömmlichen lehrer*innenzentrierten Unterricht vollständig zu eliminieren, sondern ihn mittels schüler*innenzentrierter Methoden zu überholen (vgl. Klippert 2000, S. 198; Hage et al. 1985, S. 16-17).

3. Das Konzept des Distance Learnings

Das vorliegende Kapitel untersucht das Konzept der digitalen Distanzlehre. Umsetzung, Formen und Organisation von Online-Fernunterricht werden im nachstehenden Kapitel 3.1 erläutert. Kapitel 3.2 präsentiert Hilfsmittel zur gezielten Planung von digitalem Distance Learning. Die Bedeutung von Kommunikation und Medium wird in Kapitel 3.3 diskutiert. Eine Zusammenfassung der Herausforderungen und Möglichkeiten digitaler Fernlehre erfolgt in Kapitel 3.4.

3.1 Distance Learning

Die Staatliche Zentralstelle für Fernunterricht (ZFU) definiert Distance Learning bzw. Fernlehre als Unterrichtsform, bei der

„die Lehrenden und Lernenden [...] ausschließlich oder überwiegend räumlich getrennt [sind], wenn mehr als die Hälfte (> 50 [Prozent]) der Kenntnisse und Fähigkeiten mithilfe von Medien [...] vermittelt wird und bei deren Bearbeitung ein asynchroner¹ Informationsaustausch vorliegt. Bei einem virtuellen Klassenraum oder anderer synchroner Kommunikation [...] ist jederzeit ein Kontakt wie in Präsenzveranstaltungen möglich“ (ZFU 2021, S. 8).

Fernunterricht zeichnet sich demnach durch die räumliche Trennung von Lernenden und Lehrenden aus (vgl. ebd., S. 8-9). Für die Planung und Organisation des Lehr- und Lernprozesses werden „Lehrbriefe“ (ebd., S. 8) herangezogen. Darunter ist das instruktive Lehr- und Arbeitsmaterial zu verstehen, welches den Lernenden von der Lehrperson zur Verfügung gestellt wird und als zentraler Ausgangspunkt für den Unterrichtsprozess gilt (vgl. ebd., S. 8-9). Im Zuge des digitalen Unterrichts wurde der Einsatz des „Lehrbriefs“ (ebd., S. 8) um digitale Elemente erweitert (vgl. ebd., S. 8-9). Beispiele für „Lehrbriefe“ (ebd., S. 8) im digitalen Setting sind E-Mails oder Forumsbeiträge, welche Informationen sowie Aufgaben in Anbetracht des Fernunterrichts beinhalten (vgl. ebd., S. 8-9). Ein weiteres Merkmal für Distanzunterricht stellt ein selbstständiger Lernprozess der Lernenden dar, wobei die Lehrperson als Lernbegleitung zur Verfügung steht (vgl. ebd., S. 9). Zur Überwachung des Lernerfolgs im Distance Learning werden den Schüler*innen sowohl Möglichkeiten der Selbst- als auch der Fremdkontrolle angeboten (vgl. ebd.).

Senftleben (2020, S. 270) spricht von zwei wesentlichen Fernunterrichtsformaten, die sich durch die Corona-Pandemie im schulischen Bereich herausbildeten. Zum einen real stattfindende Live-Online-Unterrichtseinheiten und zum anderen „real gehaltene online-gestützte Lerneinheit[en] in Form eines Fachgesprächs“ (ebd.). Letzteres umfasst neben bereits im Vorfeld aufgenommenen Lerneinheiten, die den Schüler*innen auf Lernplattformen zur Verfügung gestellt werden, auch selbstständige Arbeitssequenzen, deren Ablauf vor der Durchführung in schriftlicher (Chat oder Diskussionsforen) oder mündlicher (Video oder Audio) Form geklärt werden soll (vgl. Senftleben 2020, S. 270; Klimsa; Issig 2011, S. 14). Bett und Gaiser (2010, S. 2) verwenden hierfür den Begriff des „asynchronen Kommunikationsnetzwerks“ (ebd.), worunter eine zeitversetzte Kommunikation zwischen Lernenden und Lehrenden zu verstehen ist. Digitale Unterrichtsprozesse, welche über asynchrone Kommunikationswege stattfinden, weisen durchaus Vorteile auf (vgl. ebd.). Zum einen kann leicht differenziert werden, da durch die Asynchronität jede*r Schüler*in die Länge und Intensität des Lernprozesses eigenständig steuern kann (vgl. ebd.). Lerninhalte können je nach individuellem Bedarf schneller oder langsamer erarbeitet und beliebig oft wiederholt werden (vgl. ebd.). Asynchrone Kommunikation erlaubt

¹ Die Bedeutung der Begriffe „synchron“ und „asynchron“ im Kontext digitaler Kommunikation wird in weiterer Folge in Kapitel 3.1 erläutert.

somit ein hohes Maß an Flexibilität im Lernprozess, was sich wiederum positiv auf den Stressfaktor der Schüler*innen auswirken kann (vgl. ebd.). Zum anderen existiert eine Vielfalt an asynchronen Kommunikationsmedien, wie beispielsweise Videos, Filme, Präsentationen, Podcasts, digitale Lernspiele, (interaktive) Online-Aufgaben, Online-Hörtexte, Online-Sachtexte, Online-Experimente etc. (vgl. Alt 2003/04, S. 6-8). Mit dem gezielten Einsatz der genannten Medien kann der digitale Unterricht didaktisch-methodisch und für Schüler*innen sowie Lehrer*innen abwechslungsreich und motivierend gestaltet werden. Neben den bereits thematisierten Vorteilen weist digitaler Unterricht über asynchrone Kommunikationswege jedoch auch Nachteile auf. Hron et al. (2003, S. 92) sprechen die Gefahr des Threadings an, dem zeitverzögerten Ankommen von Chatmitteilungen, das für alle Beteiligten zu Verwirrung führen kann. Zudem kann über asynchrone Kommunikationsmittel kein unmittelbares Feedback erfolgen (vgl. ebd.). Das Äquivalent zu asynchron verlaufenden Online-Lernprozessen stellen „synchrone Kommunikationswerkzeuge“ (ebd.), also Live-Online-Videokonferenzen bzw. Live-Online-Audiokonferenzen dar. Diese weisen ebenso Voral als auch Nachteile im Hinblick auf deren Gebrauch im digital-schulischen Kontext auf. Eine genauere Beleuchtung der Möglichkeiten sowie Grenzen der genannten Kommunikationsmittel werden in Kapitel 3.2 vorgenommen.

Für eine Einteilung synchroner und asynchroner Kommunikationsmittel entwickelten Daft und Lengel (1986, S. 554-571) die „Media-Richness-Theorie“, welche Medien nach ihrer Reichhaltigkeit bezogen auf vier Aspekte einordnen: die Anzahl der Kommunikationskanäle, die Möglichkeiten für unmittelbare Rückmeldungen, der Grad der Anonymisierung sowie das Ausmaß bzw. die Möglichkeit sprachlicher Kommunikation. Es gilt zu erwähnen, dass sich ein hohes Maß an Reichhaltigkeit eines Mediums nicht unbedingt positiv auf die Nutzer*innen auswirken muss und das Medium daher stets im Hinblick auf das individuelle Setting der digitalen Kommunikation (d.h. Zielgruppe, Anzahl der Teilnehmenden, Alter etc.) ausgewählt werden muss (vgl. ebd.). Daft und Lengel (1986, S. 559-571) empfehlen jedoch den Einsatz asynchroner Kommunikationsmittel in Phasen des reinen Wissenserwerbs. Für die Verdichtung und Erweiterung bereits bekannter Inhalte sowie der (Aus-)Bildung individueller Stellungnahmen zu bestimmten Thematiken wird auf den Einsatz synchroner Kommunikationsmittel hingewiesen (vgl. ebd.).

3.2 Checklisten zur Planung des digitalen Fernunterrichts

In Kapitel 3.1 wurde bereits der Begriff des Distance Learnings erklärt. Im nächsten Schritt (Kapitel 3.2) wird der Frage nachgegangen, wie effiziente Distance-E-Learning-Arrangements geplant werden können.

*„Zwar wissen wir aus der Lehr-Lernforschung, dass es hier keine eindeutige Schablone für das Lernen aller Lerner[*innen] gibt, aber wir wissen auch, dass zumindest bestimmte Eck- oder Grenzpunkte beachtet werden müssen, die es Lerner[*innen] in der Regel erleichtern, ihren Lernprozess erfolgreich durchzuführen“ (Reich 2012b, S. 239).*

Wie aus dem Zitat von Reich (2012a, S. 239) hervorgeht, kann auch in dieser Arbeit keine didaktische Anleitung für die Planung digitaler Fernunterrichtssequenzen präsentiert werden. Heidkamp-Kergel und Kergel (2020, S. 20-23) entwickelten jedoch eine Kriterien-Checkliste, welche als Orientierung für die Planung von E-Unterrichtssequenzen dienen soll und sowohl Ansätze der konstruktivistischen

Didaktik² als auch jene der integrativen Bildungsforschung³ und konnektivistischen/sozio-konstruktivistische Didaktik⁴ berücksichtigt (siehe Abbildungen 3 bis 5). Abbildung 3 zeigt die konstruktivistischen Kriterien, unterteilt in die drei Dimensionen Gestaltung des Lernraums, selbstgesteuertes Lernen und dialogischer Austausch (vgl. ebd., S. 21). Zur Strukturierung des Lernraums zählen Interaktionsmöglichkeiten (zwischen Schüler*innen und Lehrer*innen), Wissenstransfer (Anwendung des Gelernten), authentisches Lernen (Herstellung von Alltagsbezügen) und individuelles Lernen (individuelle Förderung und Forderung, Differenzierung) (vgl. ebd.). Auf der Dimension des selbstgesteuerten Lernens finden handlungs-, produktions- und problemlösungsorientierte Unterrichtsansätze Einsatz, wobei die Lehrperson als Lernbegleitung und Lernunterstützung fungiert (vgl. ebd.). Die Dimension des dialogischen Austauschs weist die Lehrperson darauf hin, soziale Kommunikationsanlässe im Distance Learning zu schaffen, in denen sich die Beteiligten wertschätzend auf Augenhöhe begegnen (vgl. ebd.).

Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Konstruktivistische Kriterien		✓
Strukturierung des Lernraums	Interaktion	
	Transferkompetenz	
	Authentisches Lernen	
	Individuelles Lernen	
Selbstgesteuertes Lernen	Handlungsorientierung	
	Produktionsorientierung	
	Selbstgesteuertes Lernen	
	Fehlerkultur	
Dialogischer Austausch	Dialogizität	
	Dialogische Anerkennung	

Abbildung 3: Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Konstruktivistische Kriterien (eigene Darstellung, angelehnt an Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 21)

Abbildung 4 präsentiert die Checkliste der konnektivistischen Kriterien mit den zwei Dimensionen Lernkanäle und kollaborative Nutzung dezentraler Wissensressourcen (vgl. Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 21-22). Ersteres weist auf den diversen Einsatz von Lernkanälen hin, während zweiteres die interaktiv-kollektive Inanspruchnahme verschiedener Ressourcen für den Wissensgewinn meint (vgl. ebd.).

Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Konnektivistische Kriterien		✓
Kollaborative Nutzung dezentraler Wissensressourcen		
Lernkanäle		

Abbildung 4: Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Konnektivistische Kriterien (eigene Darstellung, angelehnt an Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 21-22)

In der untenstehenden Abbildung 5 wird die Checkliste der bildungsorientierten Kriterien mit den zwei Dimensionen Selbstwirksamkeitserfahrung und explorative Neugier dargestellt (vgl. Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 22). Zur Selbstwirksamkeitserfahrung der Schüler*innen zählen angemessene Lernherausforderungen, die Differenzierung und soziale Interaktion ermöglichen, die Reflexion des individuellen Lernprozesses sowie die Stärkung und die bewusste

² Modell nach Reich (2012b): Lernprozess wird vom Lernsubjekt individuell konstruiert, Selbstorganisation des Wissens

³ Modell nach Humboldt (1980): Lernprozess aus Eigenantrieb mit dem Ziel des Mehrwissens, Mehrverstehens und Mehrkönnens

⁴ Modell nach Siemens (2005): Lernender im Netzwerk mit weiteren Lernelementen (Personen, Lernquellen etc.); Lernen als Prozess neue Knoten im Netzwerk zu bilden

Wahrnehmung der Selbstwirksamkeit der Lernenden, die durch handlungs- und produktionsorientierten Unterricht hervorgerufen werden (vgl. ebd.). Zentral für die Selbstwirksamkeitserfahrung der Lernenden sind weiters die Transparenz des digitalen Unterrichtsprozesses sowie das Vorhandensein von Lernbegleitungen (Lehrperson, Zusatzmaterialien, Hilfestellungen etc.) (vgl. ebd.). In der Dimension der explorativen Neugier gilt es, den Schüler*innen Möglichkeiten zu geben, den individuellen Lernprozess mitgestalten zu können und einen Unterricht zu schaffen, der die intrinsische Motivation der Lernenden positiv beeinflusst (vgl. ebd.).

Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Bildungsorientierte Kriterien		✓
Selbstwirksamkeitserfahrung	Angemessene Lernherausforderungen	
	Reflexion des Lernprozesses	
	Selbstwirksamkeit durch Lernkontext	
	Unterrichtstransparenz	
Explorative Neugier	Lernbegleitung	
	Mitgestaltung des Lernprozesses	
	Intrinsische Motivation	

Abbildung 5: Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Bildungsorientierte Kriterien (eigene Darstellung, angelehnt an Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 22)

Im Sinne der Erstellung einer vollständigen Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung bedürfen die drei oben erläuterten Listen laut Heidkamp-Kergel und Kergel (2020, S. 22-23) einer Erweiterung um organisatorische Elemente (siehe Abbildung 6). Eine weitere Basis für die Planung von Online-Unterricht stellt die Erstellung eines Unterrichtsverlaufsplans dar, welcher die einzelnen Unterrichtssequenzen im Hinblick auf Zeitmanagement, Fachinhalt, Aufgabe, Sozialform, Medien, Methoden, Ziele und Lehrplanbezug organisiert (vgl. ebd.).

Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Organisatorische Ergänzung		✓
Unterrichtsverlaufsplan	Unterrichtsphase	
	Zeitangaben	
	Fachinhalt	
	Aufgaben	
	Sozialform	
	Medien, Methoden	
	Lernziele	
	Lehrplanbezug	

Abbildung 6: Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Organisatorische Ergänzung (eigene Darstellung, angelehnt an Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 22-23)

3.3 Kommunikation und Medium

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass der Unterricht im digitalen Setting mehr auf die Ausbildung von Fach- und Sachkompetenz abzielt als auf die Entwicklung sozialer Fähigkeiten und Fertigkeiten (vgl. Bremer 2007a, S. 6). Mittels Online-Kommunikation können zwar Stimme, Gestik und Mimik auf das Gegenüber wirken, trotzdem bietet der Präsenzunterricht weitaus mehr Möglichkeiten für soziale Interaktion sowie für den Ausbau sozialer Kompetenzen (vgl. ebd.). Soziale Präsenz, Kommunikation und Interaktion gelten als wesentliche Aspekte, die hinsichtlich des digitalen Fernunterrichts an ihre Grenzen geraten, jedoch für den Lernerfolg der Schüler*innen von großer Bedeutung sind (vgl. Bremer 2007a, S. 6; Bailenson et al. 2018, S. 2) und laut österreichischem Lehrplan als didaktische Grundsätze gelten (vgl. BGB1. Nr. 88/2016). Kommunikation und Sozialität im Unterricht sind laut Bremer (2007a, S. 6-7) der Schlüssel zu Motivation und Zufriedenheit der Lernenden. Es stellt sich an diesem Punkt die Frage, wie im Online-Setting ausreichend soziale Präsenz erzeugt

werden kann, damit die Lernenden nicht auf der Strecke bleiben (vgl. ebd.). Eine Studie von Tu und Mclsaac (2002, S. 144) kam zum Ergebnis, dass Interaktivität die wichtigste Grundlage für soziale Präsenz im digitalen Fernunterricht darstellt. Unter „Interaktivität“ ist das Verwenden unterschiedlicher Kommunikationsformen, das Vorhandensein synchroner Kommunikationsmedien sowie ein regelmäßiger schriftsprachlicher Austausch zu verstehen (vgl. ebd.). Um die Ausbildung sozialer Fähigkeiten und Fertigkeiten im Online-Setting zu gewähren, empfiehlt Bremer (2007a, S. 6-7) stetige individuelle Betreuung inklusive Feedback durch die Lehrperson und ausreichend Raum und Zeit für Gruppenarbeiten. Darüber hinaus kann sich der Einsatz der Kamera sowie Methoden- und Medienvielfalt positiv auf die soziale Präsenz der Teilnehmenden, deren Wohlbefinden und Motivation auswirken. Biocca und Harms (2002, S. 13-30) entwickelten in Bezug auf die soziale Präsenz in der Online-Lehre ein dreidimensionales Modell, bestehend aus Ko-Präsenz, psychologischer Eingebundenheit und persönlichem Verhalten. Unter Ko-Präsenz ist die bewusste Wahrnehmung anderer Teilnehmenden zu verstehen (vgl. ebd., S. 13-19). Die psychologische Eingebundenheit meint die gegebene Aufmerksamkeit für andere Teilnehmer*innen und die Verhaltensebene beschreibt das Bewusstsein der Wirkung persönlicher Handlungen auf andere (vgl. ebd., S. 19-30)⁵. Für effizienten Online-Unterricht ist ein optimales Zusammenspiel aller drei Dimensionen notwendig (vgl. ebd., S. 1).

Der Einsatz digitaler Elemente in den Unterricht soll laut österreichischem Lehrplan bereits alltäglich sein (vgl. BGB1. Nr. 88/2016). Im Unterricht

„hat eine Auseinandersetzung mit neuen Technologien, Unterrichtssoftware und elektronischen Informationssystemen zu erfolgen“ (ebd.).

Um einen Unterrichtsvorgang im digitalen Setting durchführen zu können, ist es die Aufgabe der Lehrperson, ein passendes Medium auszuwählen. Das Bundesministerium für Forschung, Wissenschaft und Bildung empfiehlt, sich schulintern auf einheitliche Kommunikationswege und -medien zu beschränken, um die am Bildungsprozess beteiligten Instanzen Schüler*innen, Lehrer*innen und Eltern nicht zu überfordern (vgl. BMBWF 2020a). Abbildung 7 repräsentiert eine möglichst vollständige Zusammenfassung einsetzbarer Medien für den digitalen Fernunterricht. Eine Kombination mehrerer digitaler Medien im Distanzunterricht ist durchaus realisierbar. Das Bayrische Staatsministerium für Unterricht und Kultus (2021) spricht sich vor allem in der Primär- und Sekundärstufe I für einen kombinierten Einsatz digitaler und analoger Unterrichtswerkzeuge aus. In Bezug auf den Chemieunterricht könnte es sich hier beispielsweise um analog bereitgestellten Versuchsmaterialien oder Molekülbaukästen in Kombination mit einem digitalen Medium aus der nachstehenden Liste handeln.

Digitales Medium	Möglichkeiten der Verwendung
Videokonferenz (synchron)	Lehrer*innenpräsentationen Schüler*innenpräsentationen Kommunikation und Austausch (visuell und auditiv) Gruppenarbeiten (Breakout-Rooms) Einzelgespräche (individuelles) Feedback Leistungsfeststellung (visuell und auditiv)
Audiokonferenzen (synchron)	Kommunikation und Austausch (auditiv) Gruppenarbeiten (Breakout-Calls) Einzelgespräche

⁵ Eine Übertragung von Biocca und Harms (2002, S. 13-30) Modell auf die Lehrperson kann in Kapitel 4.2 gefunden werden.

	(individuelles) Feedback Leistungsfeststellung (auditiv)
Chatprogramme (asynchron)	Unterrichtsorganisation Kommunikation und Austausch (schriftlich) Gruppennachrichten (individuelle) Rückmeldungen Schnelles und einfaches Fragenstellen
Online-Editoren/Etherpads (asynchron)	Kommunikation und Austausch (schriftlich) Gemeinsames Erarbeiten von Textdateien (individuelle) Rückmeldungen durch Kommentarfunktion
Textverarbeitungsprogramme (asynchron)	Kommunikation und Austausch (schriftlich) Gemeinsames Erarbeiten von Dateien (Textdateien, Präsentationen, Tabellen etc.) (individuelle) Rückmeldungen durch Kommentarfunktion
(schulinterne) Lernplattformen (asynchron)	Unterrichtsorganisation Austausch und Speicherung von Materialien Speicherung von Arbeitsergebnissen (individuelle) Rückmeldungen durch Bereitstellung kommentierter Materialien Kommunikation und Austausch (schriftlich)
Cloudspeicher (asynchron)	Austausch und Speicherung von Materialien Speicherung von Arbeitsergebnissen (individuelle) Rückmeldungen durch Bereitstellung kommentierter Materialien
Whiteboards (synchron)	Visuelle Darstellung von Inhalten
Interaktive Pinnwände (asynchron)	Unterrichtsorganisation Austausch und Speicherung von Materialien
E-Mail (asynchron)	Unterrichtsorganisation Austausch und Speicherung von Materialien (individuelle) Rückmeldungen Kommunikation und Austausch (schriftlich)
Videos (asynchron)	Visuelle und auditive Darstellung von Inhalten Eigenständige Produktion (haptisch)
Podcasts/Audiodateien (asynchron)	Auditive Darstellung von Inhalten Eigenständige Produktion (haptisch)
Digitale Mindmap/Brainstorming Tool (asynchron)	Visuelle Darstellung von Inhalten
Screencasts (asynchron)	Visuelle und/oder auditive Darstellung von Inhalten Eigenständige Produktion (haptisch) (individuelle) Rückmeldungen
Apps (asynchron)	Unterschiedlich je nach App
Diverse Online-Angebote	Unterschiedlich je nach Website/Tool/Software

Abbildung 7: Liste möglicher Medien für den Distanzunterricht im Fach Chemie (eigene Darstellung, angelehnt an BMBWF 2020a; KM 2021; LISUM 2021)

Es soll erwähnt sein, dass sich die obige Liste vorrangig auf den digitalen Chemieunterricht bezieht und bei der Betrachtung anderer Schulfächer angeführte Medien Grenzen aufweisen sowie auch nicht genannte Medien didaktisch sinnvollen Einsatz finden können. Darüber hinaus soll auf die stetige Weiterentwicklung der Liste hingewiesen werden, da sich vor allem durch die Corona-Pandemie eine Vielzahl neuer Medien und digitaler Kommunikationsmittel entwickelten und entwickeln werden. Eine Übersicht aktueller, im digitalen Unterricht einsetzbarer Medien inklusive direkter Nennung möglicher Softwares und Hyperlinks kann im „Distance Learning Serviceportal“ des österreichischen Bundesministeriums (2020a), in der Handreichung „Kommunikationskanäle für den Austausch im Unterricht“ des Mercator Instituts (2020) sowie dem Wegweiser „Pädagogische Empfehlungen zum Lernen in Präsenz und

Distanz“ des Landesinstituts für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (2021) gefunden werden.

Es wurden nun zahlreiche im digitalen Unterrichtssetting einsetzbare Medien und deren Möglichkeiten der Verwendung angeführt. Welche der genannten Medien sich nun für die Vermittlung bestimmter Lerninhalte eignen, wird im Folgenden diskutiert. Wie bereits im Zuge der Erläuterung der E-Unterrichtsplanung erwähnt, kann auch für die Medienauswahl kein didaktisches Rezept angeführt werden. Es gilt hier ebenfalls als Lehrperson eine sorgfältige, didaktisch reflektierte und den Schüler*innen individuell angepasste Medienauswahl zu bieten. An dieser Stelle wird Rebers und Kaiser-Mantels (2020) Lehrer*innen-Checkliste angeführt, welche Kriterien zur Auswahl digitaler Medien beinhaltet. Folgende Aspekte sollen Lehrpersonen bei der Medienauswahl beachten:

- Rücksichtnahme auf das Alter der Schüler*innen
- Rücksichtnahme auf die Größe der Lerngruppe
- Den Lernprozess effizient unterstützende Darstellung der Lerninhalte
- Ansprechende und motivierende Darstellung der Lerninhalte
- Strukturiertheit, Übersichtlichkeit, Klarheit
- Technische Qualität
- Möglichkeiten für Differenzierung (Hilfestellungen)
- Möglichkeiten zum Eigenverantwortlichen Arbeiten (schrittweiser Lernprozess)
- Fachliche Korrektheit
- Möglichkeiten für soziale Kommunikation und Interaktion (vgl. ebd.)

Laut Zimmer (2005, S. 36) ist der Miteinbezug der Bedürfnisse der Schüler*innen bei der Medienwahl im Hinblick auf deren Motivation und Engagement im Unterricht von großer Bedeutung. Neben der Rücksichtnahme der Lernenden nennt Hüther (2005, S. 238) drei weitere wesentliche Aspekte, die als didaktische Entscheidungen im Hinblick auf die Medienauswahl für den digitalen Unterricht getroffen werden müssen: Inhalt, Methode und Organisation. Auf der Ebene des Lerninhalts muss bedacht werden, wie bestimmte fachliche Themen medial vermittelt werden können und welche Medien sich dafür besonders eignen (vgl. ebd.). Im Hinblick auf die Unterrichtsmethode gilt es zu entscheiden, in welcher Unterrichtsphase auf welches Medium zurückgegriffen wird und ob sich dieses mit der gewählten Unterrichtsmethode kombinieren lässt (vgl. ebd.). Auf der dritten Ebene, der Organisation, müssen die Rahmenbedingungen für den Einsatz des Mediums geklärt werden (vgl. ebd.). Für einen erfolgreichen digitalen Lehr-Lern-Prozess gilt es, eine durchdachte, didaktische Konzeption im Hinblick auf den Medieneinsatz zu vollziehen und dabei die vier genannten Aspekte Schüler*innenbedürfnis, Inhalt, Methode und Organisation (vgl. Zimmer 2005, S. 36; Hüther 2005, S. 238) sowie die Checkliste von Reber und Kaiser-Mantel (2020) zu berücksichtigen.

Für den Einsatz digitaler Medien im Unterricht unterscheiden De Witt und Czerwionka (2007, S. 85-87) drei Konzepte: Lehr- und Lernmittelkonzept, Arbeitsmittelkonzept und Lernumgebungskonzept. Beim Lehr- und Lernmittelkonzept werden Medien entweder von der Lehrperson als Lehrhilfsmittel oder selbstständig von den Lernenden als Lernmittel eingesetzt (vgl. ebd.). Das Arbeitsmittelkonzept meint den Miteinbezug von Arbeitsmitteln bzw. den Einsatz von Unterrichtsmethoden, welche die Schüler*innen zum eigenständigen Arbeiten veranlassen (vgl. ebd.). Zum Lernumgebungskonzept zählen Lernmotivation, Interessen der Schüler*innen, Hilfestellungen, Leistungsrückmeldungen sowie soziale Kommunikation und Interaktion (vgl. De Witt; Czerwionka 2007, S. 86; Dörr; Strittmatter 2002, S. 31). Nach De Witt und Czerwionka (2007, S. 86) gewann das Lernumgebungskonzept vor allem durch das Aufkommen der Online-Fernlehre an großer Bedeutung. Dieses soll daher bei der Planung des

Einsatzes digitaler Medien für den Distanzunterricht größeren Raum bekommen (vgl. ebd.).

Exkursion Videokonferenz: Da sich das Medium der Videokonferenz (neben dem E-Mail-Verkehr) als meist genützte, für die Schüler*innen als motivierteste sowie vom Bundesministerium für den Online-Unterricht als empfohlenes Werkzeug für die Durchführung von digitalen Unterrichtseinheiten entpuppte (vgl. BMBWF 2020a; Garrote et al. 2021, S. 47; Lampert; Thiel 2021, S. 47; Alt 2003/04, S. 1) und dieses auch bei dem in Kapitel 5 behandelten Online-Unterrichtsentwurf zum Thema „Treibhauseffekt“ als vorherrschendes Medium gilt, stellt folgender Abschnitt eine kurze Exkursion zur Thematik „Videokonferenzen im Distance Learning“ dar. Mittels Videokonferenzen kann der Klassenunterricht einfach nachhause verlegt werden. „Klicksafe“ (o. J.), eine EU-Initiative zur Förderung von Online-Kompetenzen, empfiehlt, vor der Durchführung von Klassen-Videokonferenzen eine schriftliche Einverständniserklärung der Erziehungsberechtigten einzuholen. Zudem sollen vor Beginn des ersten Videomeetings klare Regeln für alle Teilnehmenden aufgestellt werden (vgl. Klicksafe o. J.). Die Grundlage dieser Regeln sowie die Basis der praktischen Durchführung der Videokonferenz stellen die Komplexität der Lerninhalte, die Intensität der bereits vergangenen Online-Unterrichtseinheiten, die Individualität der Klasse sowie das Alter der Schüler*innen dar (vgl. Klicksafe o. J.). Für den videobasierten Fernunterricht wird empfohlen, die Mikrofone aller Teilnehmenden stummzuschalten (vgl. Senftleben 2020, S. 271). So können Rückkopplungen und andere störende Geräusche vermieden werden (vgl. ebd.). Im Falle von Wortmeldungen der Schüler*innen kann entweder die Stummschaltung deaktiviert oder die Handhebefunktion verwendet werden (vgl. ebd.). Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, über die Chatfunktion zu kommunizieren. (vgl. ebd.). Da die Teilnehmenden oftmals über Mikrofone von schlechter Qualität verfügen, gilt es, eine klare, deutliche und einfache Sprache zu verwenden (vgl. ebd.). Bei Tonproblemen kann die Verwendung der Kamera äußerst hilfreich sein, da die Bildübertragung das gegenseitige Verstehen erleichtern kann (vgl. ebd.). Die Nutzung der Kamera soll den Teilnehmenden jedoch wegen Datenschutz oder privat persönlichen Gründen freigestellt sein (vgl. Senftleben 2020, S. 271-273; Klinger; Wardemann 2020, S. 181-182; Henry 2020, S. 34). Auf Basis von Erfahrungsberichten von Lehrpersonen gilt die Verwendung von Kameras in digitalen Lernsettings als besonders sinnvoll und gewinnbringend (vgl. ebd.). Der Kameraeinsatz gewährt neben erhöhter Interaktion ein hohes Maß an Aufmerksamkeit sowie die Möglichkeit nonverbaler Kommunikation und trägt so insgesamt zu einem lebendigeren Unterrichtsgeschehen bei (vgl. ebd.). Synchroner, wechselseitiger Face-to-Face-Kommunikation und die Wahrnehmung nonverbaler Ausdrucksformen (Mimik und Gestik) sind trotz des digitalen Unterrichtsvollzugs weiterhin möglich (vgl. Bremer 2007a, S. 5). Der Einsatz von Videokonferenzen stellt sich daher für das Aufrechterhalten sozial-schulischer Prozesse als enorm bedeutsam heraus (Connolly et al. 1995, S. 1124-1151). Die Durchführung synchroner Gruppenarbeiten, die Gegebenheit des individuellen und direkten Austauschs zwischen den Instanzen Schule, Schüler*innen und Eltern, die Möglichkeit eines gemeinsamen Unterrichtsstarts sowie regulärer Unterrichtszeiten, die einfache Instruktion bzw. das Schaffen organisatorischer Rahmenbedingungen des Unterrichts sind nur einige Aspekte, die zum Vorzug dieses Mediums gegenüber anderen führen (vgl. Bremer 2007a, S. 5-6).

3.4 Herausforderungen und Möglichkeiten digitaler Fernlehre

Im obigen Kapitel wurde bereits eine Vielzahl an Vor- und Nachteilen der Verwendung digitaler Unterrichtswerkzeuge sowie Online-Kommunikation angesprochen. Unterkapitel 3.3 fasst nun bereits genannte Vor- und Nachteile digitaler Fernlehre zusammen und ergänzt weitere Herausforderungen und Möglichkeiten, die sich im Distance Learning für Schüler*innen und Lehrer*innen ergeben. In Abbildung 8 werden die Vor- und in Abbildung 9 die Nachteile des Online-Unterrichts auf drei Ebenen gegenübergestellt: die Unterrichtsebene (betrifft aktive Lehr- und Lernarrangements), die Steuerungsebene (betrifft Unterrichtsorganisation), Methoden- und Medienebene (betrifft den digitalen Einsatz von Methoden und Medien im Unterricht) (vgl. Huber et al. 2020, S. 24-26). Auf der Unterrichtsebene kann sich neben der Möglichkeit der Durchführung von Gruppenarbeiten jene der individuellen sowie kollektiven Betreuung, Rückmeldung und Materialerstellung sowie die Aktualität der Inhalte als positiv herausstellen (vgl. Huber et al. 2020, S. 23-24; De Witt; Czerwionka 2007, S. 100). Was bei Huber et al. (2020, S. 23-24) als Möglichkeit angesehen wird, ordnet die staatliche Zentralstelle für Fernunterricht (ZFU 2021, S. 13) als problematisch ein (siehe Abbildung 9): Distance Learning bietet unzureichende Rückmeldemöglichkeiten, ungenügende Lernbetreuung und ineffektive Lernprozesse, was sich negativ auf die Lernleistungen der Schüler*innen auswirken kann (vgl. ZFU 2021, S. 13-14, Zierer 2021b, S. 12; Eickelmann; Drossel 2020, S. 21). Hinsichtlich der Leistungen der Schüler*innen im Distance Learning konnte ein starker Rückgang beobachtet werden (vgl. Helm et al. 2021). Huber et al. (2020, S. 7) sprechen an dieser Stelle vom „Schereneffekt“, jener Beobachtung der verstärkten Entstehung der Kluft zwischen leistungsstarken und leistungsschwachen Schüler*innen durch die Distanzlehre. Fehlende Motivation, Selbstdisziplin und eigenständige Organisation des Lernprozesses stellen sich weiters als problematisch heraus (vgl. Huber et al. 2020, S. 22-28). Huber et al. (2020, S. 24) und die ZFU (2021, S. 13) betonen jedoch auch die bestehende Möglichkeit, die intrinsische Motivation von Lernenden aufgrund des selbstständigen und selbstorganisierten Lernprozesses im Online-Setting zu steigern. Bremer (2007b, S. 64) betont Nivellierung als großen Gewinn im Distance Learning: Durch textbasierte Kommunikation verschwinden mögliche Statussymbole und schüchterne Schüler*innen nehmen oft intensiver am Unterricht teil (vgl. ebd.). Bremer (2007b, S. 64) spricht von dem interessanten Phänomen, dass neben unterschiedlichen Lerntypen im Online-Unterricht auch unterschiedliche Beteiligungstypen entstehen. Auf der Steuerungsebene stellt sich für viele Schüler*innen die Zeit- und Ortsabhängigkeit sowie die individuelle Wahl des Lerntempos digitaler Lehr- und Lernprozesse als motivierend heraus (vgl. Huber et al. 2020, S. 21; ZFU 2021, S. 13). Selbstständiges Lernen in den eigenen vier Wänden kann für viele Schüler*innen jedoch auch psychische Belastungen mit sich bringen, da Persönlichkeitsentfaltung in digitalen Lernprozessen weniger Raum gegeben werden kann (vgl. Zierer 2021a, S. 25-33). Aufgrund der hohen Bildschirmzeit und einem Mangel an Bewegung kann Online-Learning auch physische Defizite hervorrufen (vgl. ebd., S. 40-42). Da computerbasierte Kommunikation generell weniger emotional und sozial als direkte Kommunikation verläuft, kann dies laut einer Studie von Connolly et al. (1995, S. 1124-1151) zu einem Verlustgefühl der Gruppenzusammengehörigkeit der Teilnehmenden führen.

„Unterschiede in Video-, Chat- und Forenkommunikation zeigen jedoch, dass diese Phänomene nicht für alle Medien gleich ausfallen, sondern je nach Art des Mediums differieren“ (Bremer 2007a, S. 5).

Obwohl die Möglichkeiten sozialer Kommunikation im Online-Setting eingegrenzt sind (vgl. ZFU 2021, S. 13), ist ein regelmäßiger, intensiver Austausch zwischen

Lernenden, Lehrenden und Eltern möglich (vgl. Huber et al. 2020, S. 24). Bestehende Kommunikationsprobleme sind in der Regel kurzlebig und können meist mittels der Schaffung von Struktur auf der Steuerungsebene, also einer strukturieren Vorplanung des digitalen Fernunterrichts, behoben werden (vgl. ebd., S. 20; 22; 28). Darunter ist die Organisation eines passenden Arbeitsplatzes bzw. Lernraums, die Kenntnis und das Vorhandensein technischer Arbeitsmittel sowie das Bereitstellen digitaler Lehr- und Lernmethoden zu verstehen (vgl. ebd.). Unzureichendes, technisches Know-How seitens der Lehrenden kann eine Hürde für die Online-Lehre darstellen und soll mittels Fortbildungsangeboten getilgt werden (vgl. ebd., S. 23; 28). Verfügbarkeit und Anwendung digitaler Fähigkeiten und Fertigkeiten von Lehrpersonen gelten nicht nur für die Durchführung von Online-Unterricht als unerlässlich (vgl. ebd.), sondern stellen auch die Grundvoraussetzung für den Bildungs- und Lehrauftrag digitaler Grundbildung der Schüler*innen dar (vgl. BGB1. Nr. 88/2016). Sind technische Kompetenzen auf Seiten der Lehrenden und Lernenden vorhanden, sind vielfältiger Medieneinsatz (vgl. Huber et al. 2020, S. 22) und die Ausbildung medialer Kompetenzen (vgl. De Witt; Czerwionka 2007, S. 113) im Sinne digitaler Grundbildung (vgl. BGB1. Nr. 88/2016) möglich, was als Vorteil digitaler Fernlehre gesehen werden kann. Auf der Methoden- und Medienebene kann der Einsatz neuer, dem Präsenzunterricht differenter Lernmedien und -methoden sowie dem Schaffen neuer Lernarrangements jedoch auch als Hürde gesehen werden, da damit für alle Beteiligten mehr Arbeits- und Zeitaufwand einhergeht (vgl. Huber et al. 2020, S. 24-26). Im Zuge der Betrachtung der beiden Abbildungen 8 und 9 kann somit resümiert werden, dass Distance Learning sowohl Möglichkeiten als auch Herausforderungen mit sich bringt, sich diese jedoch überschneiden können. Ob sich ein bestimmter Aspekt nun positiv oder negativ für den Distanzunterricht auswirkt, hängt von den individuellen Bedürfnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten von Lehrenden und Lernenden sowie deren Lernumgebung ab.

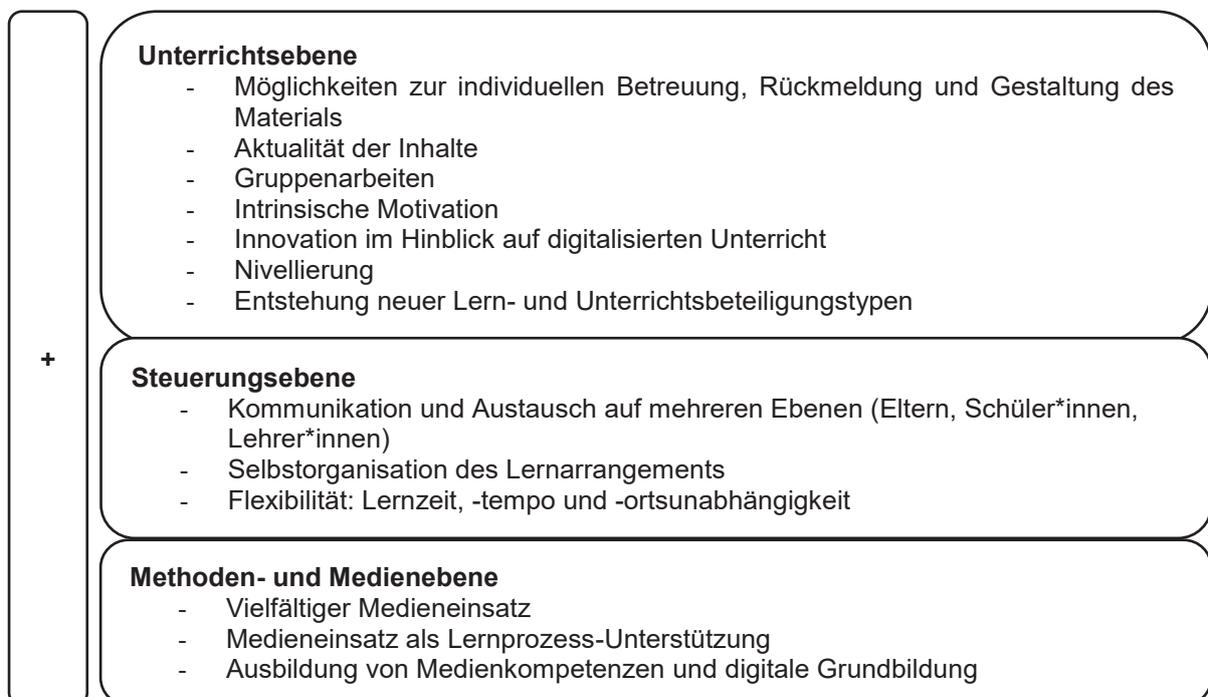


Abbildung 8: Vorteile Distance Learning (eigene Darstellung, angelehnt an Huber et al. 2020, S. 22-28; ZFU 2021, S. 13; De Witt; Czerwionka 2007, S. 110; 113; Bremer 2007b, S. 64)

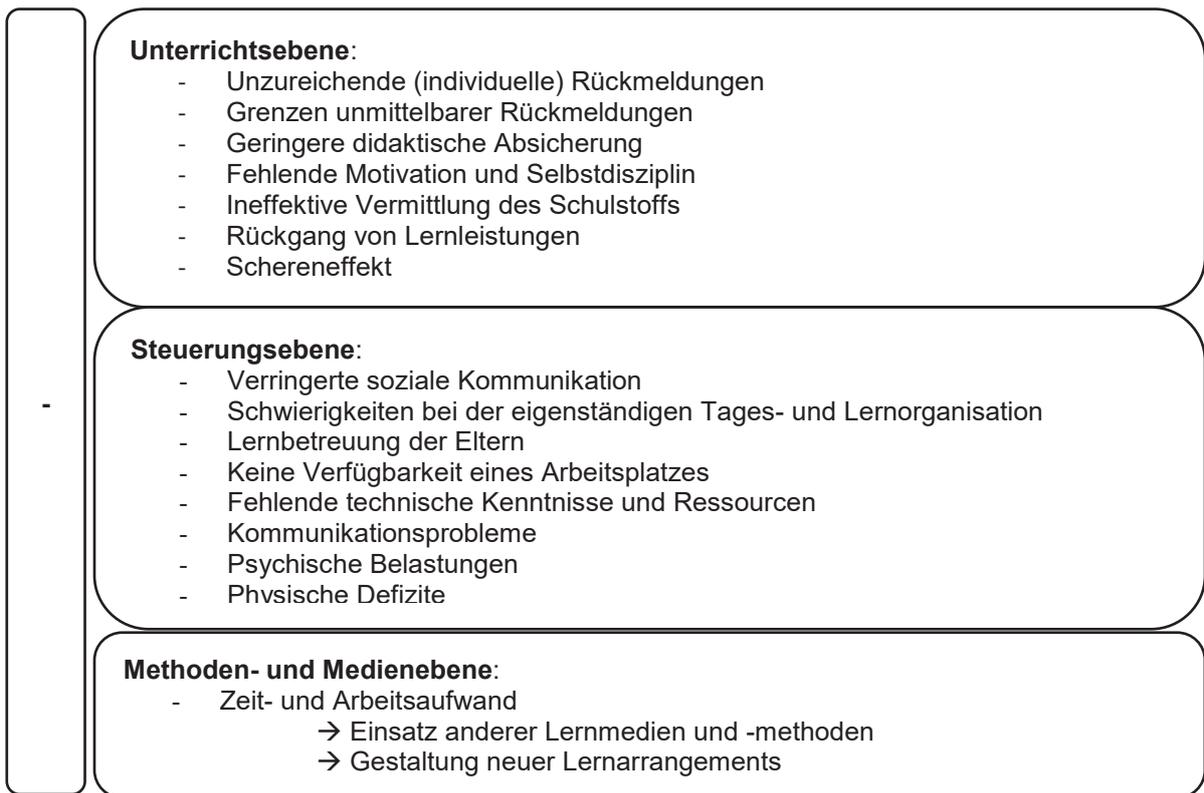


Abbildung 9: Nachteile Distance Learning (eigene Darstellung, angelehnt an Huber et al. 2020, S. 7; 22-34; ZFU 2021, S. 13; Eickelmann; Drossel 2020, S. 21; Zierer 2021a, S. 25-33; 40-42)

4. Eigenverantwortliches Arbeiten im Distance Learning

Eine Schüler*innenuntersuchung von Schwerzmann und Frenzel (2020, S. 7-8) kam zum Ergebnis, dass das digitale Fernunterrichtsformat grundsätzlich mehr Eigenverantwortung und Selbstständigkeit seitens der Schüler*innen erfordert als der Präsenzunterricht. Laut Huber et al. (2020, S. 25; 34) stellt die eigenverantwortliche Arbeitsweise im Online-Setting jedoch Herausforderungen für die Schüler*innen dar, auf die im vorliegenden Kapitel genauer eingegangen wird. Selbstständigkeit ist hier in Bezug auf Eigenverantwortliches Arbeiten zu sehen - die Aufgabe der Schüler*innen ist also nicht nur der fachliche Wissenserwerb, sondern der Einsatz und die Ausbildung sozialer, methodischer und persönlicher Kompetenzen (vgl. Klippert 2020, S. 174-191). Um Schüler*innen nun im digitalen Lernprozess Unterstützung bieten und Erfolg garantieren zu können, kann nicht oft genug auf die Wichtigkeit der Berücksichtigung der in Kapitel 2.1 erläuterten neun EVA-Elemente (vgl. Klippert 2020, S. 174-191), der Kriterienlisten zur digitalen Unterrichtsplanung (vgl. Heidkamp-Kergel und Kergel 2020, S. 20-23) sowie der Checkliste für die Medienauswahl (vgl. Reber; Kaiser-Mantel 2020) hingewiesen werden.

In Kapitel 2 wurde der Unterrichtsansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens nach Klippert (2000, S. 174-191) bereits im Allgemeinen betrachtet. Das folgende Kapitel fügt EVA und Online-Unterricht zusammen und beleuchtet dahingehend die Themen (Eigen-)Motivation im Distance Learning (Kapitel 4.1), die Rolle der Lehrperson als Lernbegleiter*in (Kapitel 4.2), Experimente in Eigenverantwortung (Kapitel 4.3) und Wissensabprüfung im Distance Learning (Kapitel 4.4).

4.1. (Eigen-)Motivation im Distance Learning

Motivation gilt als Grundlage für die Funktion jedes (digitalen) Lehr- und Lernprozesses (vgl. Huebener; Schmitz 2020, S. 2; Cheng; Dörnyei 2007, S. 153).

„Without sufficient motivation even the brightest learners are unlikely to persist long enough to attain any really useful [...] proficiency” (Cheng; Dörnyei, 2007, S. 153).

Die durch das obige Zitat hervorgehende Wichtigkeit der Motivation für effektiven Unterricht und wie diese im Online-Unterricht hochgehalten werden kann, wird im folgenden Kapitel beleuchtet. Der Fokus wird dabei auf die Schüler*innenmotivation gesetzt, da der vorliegenden Arbeit ein schüler*innenzentrierter Unterrichtsansatz (EVA) zugrunde liegt.

Untersuchungen zur Lerner*innenmotivation ergaben, dass mit dem Eintritt der Online-Lehre durch die Corona-Pandemie ein starker Motivationsmangel der Schüler*innen einherging (vgl. Federkeil et al. 2020, S. 444-445; Seda; Ottacher 2020, Köpping et al. 2020). Die Überforderung und Verunsicherung sowohl mit technischen Mitteln als auch mit fachlichen Inhalten sowie das Auftreten von Konzentrationsproblemen verschärften den Mangel an Lernfreude (vgl. Schwerzmann; Frenzel 2020, S. 39-40; Holtgrewe et al. 2020a, S. 7-8). Die Literatur beinhaltet eine Vielzahl theoretischer Motivationsmodelle, die zur Erhaltung und Verstärkung der Motivation in der digitalen Fernlehre beisteuern. Eine detaillierte Behandlung aller Modelle würde den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen, weshalb an dieser Stelle lediglich auf die als gut empfundene Erläuterung vorhandener Motivationsmodelle in Panadero (2017, S. 1-28) verwiesen wird. Bei der Untersuchung der Motivationsmodelle bei Panadero (2017, S. 1-28) kann das Phänomen festgestellt werden, dass alle im Text vorgestellten

Motivationsmodelle die Durchführung von Selbstreguliertem Lernen (SRL⁶) als deutlich motivationsfördernd einstufen, da die Schüler*innen zum aktiven Handeln animiert werden. Laut der Selbstbestimmungstheorie von Deci und Ryan (2000, S. 69-70) gilt die intrinsische Motivation von Schüler*innen als wesentlicher Erfolgsfaktor für deren Wissenszuwachs. Intrinsische Motivation geht hervor, wenn Lernende Verantwortung für eine Lerntätigkeit übernehmen können, für deren Durchführung Kompetenzeinsatz und soziale Interaktion gefragt ist (vgl. ebd.). Für die Erzeugung intrinsischer Motivation gilt es daher, die Bedürfnisse der Schüler*innen auf den drei Bereichen Autonomie, soziale Eingebundenheit und Kompetenzentwicklung zu befriedigen (vgl. Deci; Ryan 2000, S. 69-70; Huber et al. 2020, S. 32-34). Da sich für Schüler*innen im digitalen Lernsetting weitaus mehr Motivationshürden ergeben als im Präsenzunterricht, gilt es als besonders wichtig, gezielt Maßnahmen zur Erhöhung der intrinsischen Motivation einzusetzen (vgl. Schuster; Stebner; Weber 2021, S. 14; Helm et al. 2021, S. 238). Um das Verbindungsstück zwischen Lernenden und Schule durch die räumliche Trennung im Online-Unterricht aufrechtzuerhalten, ist es Aufgabe der Lehrperson, den Unterricht mit dem Ziel der Befriedigung der drei Bedürfnisse Autonomie, soziale Eingebundenheit und Kompetenzen zu gestalten (vgl. Helm et al. 2021, S. 238). Um einen Mangel an Prokrastination der Schüler*innen vorzubeugen, stellt sich bei einer Untersuchung von Huber et al. (2020, S. 25) der Einsatz von EVA-Unterrichtselementen als besonders wirksam heraus. Wie sich die Verwendung von EVA-Unterricht auf die Eigenmotivation der Schüler*innen auswirkt, wird in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

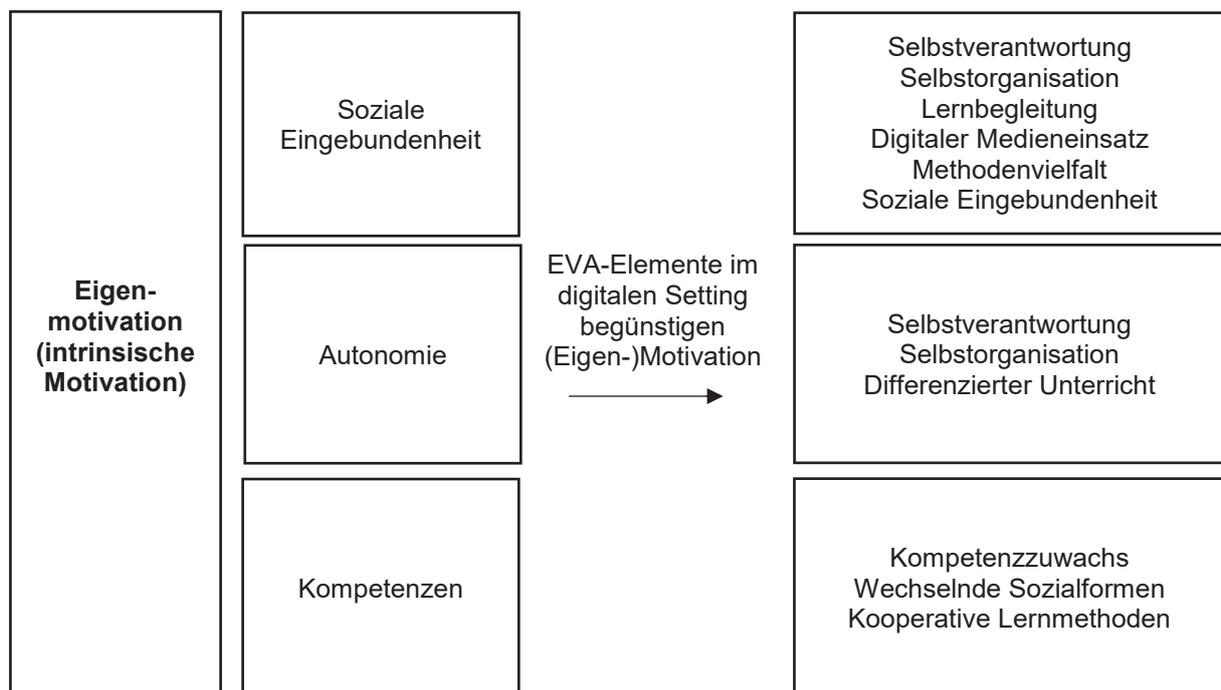


Abbildung 10: Erhöhung der Eigenmotivation im Distance Learning durch EVA-Unterrichtselemente (eigene Darstellung, angelehnt an Deci; Ryan 2000, S. 69-70; Huebener; Schmitz 2020, S. 2, 25; Holzer et al. 2021, S. 395-396; Sander et al., S. 421; De Witt et al. 2002, S. 131; Alt 2003/04, S. 1; Huber et al. 2020, S. 32-34, 182; Baier; Kamenowski 2020, S. 17)

⁶ Beim Selbstreguliertem Lernen erfolgen Zielsetzung, Planung und Durchführung des Lernprozesses der Lernenden sowie dessen Überwachung aus eigener Motivation heraus (vgl. Schiefele; Pekrun 1996, S. 258).

Durch selbstverantwortliche und selbstorganisierte Lernprozesse (welche sowohl charakteristisch für EVA als auch für Distance Learning sind) sind die Schüler*innen im Online-Setting „umso mehr auf [...] ihre Eigenmotivation angewiesen“ (Huebener; Schmitz 2020, S. 2), was zu einer Erhöhung der intrinsischen Motivation auf den Ebenen Autonomie und Kompetenzentwicklung (vgl. Deci; Ryan 2000, S. 69-70) der Schüler*innen führt (vgl. Huber et al. 2020, S. 25; Holzer et al. 2021, S. 395-396). Im Hinblick auf Huebeners und Schmitz (2020, S. 2) Untersuchungsergebnis, dass leistungsschwächere Schüler*innen weniger Motivation für den digitalen Fernunterricht aufweisen als leistungsstärkere, wird auf die Maßnahme des Einsatzes differenzierter Unterrichtsmethoden hingewiesen.

*„Als motivational förderlich [stellen sich weiters] die strukturierende und die bedarfsorientierende Begleitung [im Sinne von Lehrer*innenunterstützung und Materialienangebot] heraus“* (Sander et al. 2021, S. 421).

Außerdem kann der Einsatz digitaler Medien an sich die Motivation der Schüler*innen positiv beeinflussen (vgl. De Witt et al 2002, S. 131; Alt 2003, S. 1). De Witt et al. (2002, S. 131) sprechen an dieser Stelle vom „Neuigkeitseffekt“ (ebd.), dem Phänomen, dass den Schüler*innen unbekannte Unterrichtsmedien bzw. -methoden grundlegend interessanter erscheinen als bereits bekannte. Im Distance Learning stellte sich die Videokonferenz als das motivierendste Unterrichtsmedium für die Lernenden heraus (vgl. Alt 2003/04, S. 1). Um den Schüler*innen im Unterricht stets einen „Neuigkeitseffekt“ (De Witt et al. 2002, S. 131) gewährleisten und deren Motivation dauerhaft aufrechterhalten zu können, muss auf Methoden- und Medienvielfalt (ebenfalls EVA-Elemente) gesetzt werden (vgl. ebd.). Die dritte Motivations-Dimension nach Deci und Ryan (2000, S. 69), die soziale Eingebundenheit, nimmt im Kontext des Distance Learnings einen wesentlichen Stellenwert ein, da sie nicht nur für die Motivationserhaltung, sondern auch für den Kompetenzzuwachs der Schüler*innen (mit-)verantwortlich ist (vgl. Huber et al. 2020, S. 182). Im Distance Learning ist soziale Interaktion, der Einsatz kooperativer Lernmethoden sowie ein regelmäßiges Wechseln der Sozialformen zwar begrenzt (vgl. ebd., S. 282), jedoch durchaus möglich, worauf zu schließen ist, dass die Lernbereitschaft der Schüler*innen im Vergleich zum Präsenzunterricht zwar reduziert, aber durchaus vorhanden ist. Die Erläuterung der drei Motivations-Dimensionen nach Deci und Ryan (2000, S. 69) und deren Bedeutung für den digitalen Fernunterricht zeigt klare Grenzen. Es wurde bereits erwähnt, dass das Befriedigen der Bedürfnisse der Lernenden in allen Bereichen die Voraussetzung für intrinsische Motivation darstellt (vgl. Deci; Ryan 2000, S. 69-70; Huber et al. 2020, S. 32-34). Bei der Überführung des Modells in den Online-Unterricht stehen die drei Bereiche jedoch im gegenseitigen Widerspruch.

„Gelegenheiten zum eigenverantwortlichen Lernen entsprechen dem Bedürfnis nach Autonomie, schränken mitunter zugleich aber auch Möglichkeiten, sich sozial eingebunden zu fühlen, ein“ (Huber et al. 2020, S. 182)

und können im Weiteren den Kompetenzeinsatz der Lernenden hemmen (vgl. ebd.). Es stellt sich nun die Frage, wie diese theoretischen Lücken in der Praxis geschlossen werden können. Als Antwort kann den obigen Literaturuntersuchungen zufolge die Empfehlung ausgesprochen werden, als Lehrperson ein Gleichgewicht zwischen den drei Dimensionen herzustellen. Kurz gesagt: Es bedarf, besonders im digitalen Setting, den Unterricht abwechslungsreich und folglich motivierend zu gestalten (vgl. Baier und Kamenowski 2020, S. 17). So können einerseits mögliche Widersprüche der Dimensionen ausgeglichen und andererseits zahlreiche EVA-Elemente in den Unterrichtsprozess eingebaut werden.

4.2. Die Rolle der Lehrperson als Lernbegleiter*in

Die Änderung des Unterrichtssettings in ein digitales Format bringt eine veränderte Rolle der Lehrperson (vgl. Ortmann-Welp 2011, S. 21; De Witt 2007, S. 101) und somit neue „Formen der Lehrunterstützung“ (De Witt 2007, S. 101) mit sich. Erfolgt der digitale Unterricht lehrer*innenzentriert, fungiert die Lehrperson als aktiver Teil im Unterrichtsprozess (vgl. ebd.). De Witt und Czerwionka (2007, S. 101) verwenden an dieser Stelle den Begriff des*r „E-Instruktor*in“ (ebd.) für die Lehrperson sowie den Begriff „Tele-Teaching“ (ebd.) für den digitalen Unterrichtsvorgang. Tritt die Lehrperson im Online-Unterricht in den Hintergrund, weil dieser schüler*innenzentriert abläuft, fungiert sie als „E-Tutor*in“ (ebd.). „E-Tutor*innen“ (ebd.) bieten den Lernenden Unterstützung im Lernprozess in Form von Rückmeldungen oder dem Bereitstellen digitaler Lernhilfen (vgl. ebd.). Im Zuge von Online-Diskussionen kann der*die Lehrer*in auch die Rolle des*der „E-Moderators*in“ (ebd.) übernehmen⁷. Es konnte festgestellt werden, dass schüler*innenzentrierte Unterrichtsmethoden zu einer stärkeren Veränderung der Rolle der Lehrperson führen als lehrer*innenzentrierte Methoden (vgl. De Witt; Czerwionka 2007, S. 101; Schulmeister 2002, S. 199). Im Hinblick auf den in der vorliegenden Arbeit behandelnden Ansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens, kann somit von einer starken Veränderung der Lehrer*innenrolle durch das Online-Setting ausgegangen werden. Um dem digitalen Unterricht gerecht zu werden, gilt es, die ursprüngliche Lehrer*innenrolle zu erweitern und diese der gegebenen Situation anzupassen (vgl. De Witt; Czerwionka 2007, S. 101-102). Wegen der grundsätzlichen Veränderung der Betreuungssituation müssen Unterrichtsplanung, -durchführung und -nachbereitung angepasst, das heißt entweder erweitert oder eingeschränkt werden (vgl. ebd.). Für die Lehrperson steht folglich die Frage im Raum, welche Lerninhalte in welcher Form und mit welcher Methode effizient im digitalen Modus gelehrt und gelernt werden können. Es bedarf keiner weiteren Erläuterung, dass digitaler Unterricht im Vergleich zu herkömmlichen Präsenzunterricht für Lehrpersonen mit zusätzlichem Zeit- und Arbeitsaufwand einhergeht. Für Lehrende, die im digitalen Setting unterrichten, gilt es nun, grundlegende Änderungen im Lehr- und Lernarrangement vorzunehmen. Im Zuge des Distance Learnings tritt eine veränderte Vermittlung der Lerninhalte auf, da der Unterricht stets an ein digitales Medium gebunden ist. Für die Intensität der Nutzung des digitalen Mediums sowie die Auswahl einer geeigneten Lernmethode mit dem Medium ist die Lehrperson verantwortlich (vgl. De Witt; Czerwionka 2007, S. 101-102). Wie bereits erwähnt, stellt digitales und technisches Hintergrundwissen der Lehrperson somit eine Grundvoraussetzung für die Durchführung von Online-Unterricht dar (vgl. Huber et al. 2020, S. 23; 28; Labede; Idel 2020, S. 12). Laut Bett und Gaiser (2010, S. 2) erfolgt die Vermittlung von Lerninhalten im digitalen Setting in größerem Umfang asynchron und textbasiert, da lediglich Videokonferenzen die Möglichkeit einer synchronen Face-to-Face Kommunikation bereitstellen. Für Lehrpersonen beutet dies eine Änderung der grundlegenden Kommunikationsform mit den Schüler*innen und weiters ein gezielter Einsatz digitaler Kommunikationsmöglichkeiten und -methoden (vgl. ebd.). Sowohl für einzelne Schüler*innen, als auch für die ganze Klasse kann digitale Kommunikation unterschiedlich realisierbar sein (vgl. Alt 2003/04, S. 2), z.B. mittels Videokonferenzen (synchron oder asynchron), E-Mails (asynchron), Foren (asynchron) etc. Dass synchrone und asynchrone Kommunikationsformen im digitalen Setting sowohl Vor- als auch Nachteile mit sich bringen, wurde bereits in Kapitel 3.3 erläutert. Um

⁷ Dass die Rolle des „E-Moderators“ nicht nur von der Lehrperson sondern auch von den Schüler*innen selbst eingenommen werden kann, wird anhand der Betrachtung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ in Kapitel 5 deutlich.

Schüler*innen im digitalen Setting Lernerfolge gewährleisten zu können, ist ein Zusammenspiel der drei in Kapitel 3.3 genannten Dimensionen nach Biocca und Harms (2002, S. 19-30) Ko-Präsenz, psychologische Eingebundenheit und persönliches Verhalten erforderlich. Im Hinblick auf die Rolle der Lehrperson gilt es, auf der ersten Ebene, der Ko-Präsenz, die Schüler*innen und ihre Bedürfnisse wahrzunehmen, auf der zweiten Dimension (psychologische Eingebundenheit) auf diese einzugehen und auf der dritten Ebene (Verhalten) das persönliche Verhalten zu beobachten. Besonders im Distanzunterricht stellt der*die Lehrer*in für Schüler*innen ein wichtiges Verbindungsstück zur Instanz Schule sowie zur Tätigkeit des Lernens dar (vgl. Bremer 2007a, S. 6). Die stetige soziale Präsenz und Erreichbarkeit der Lehrperson sowie eine regelmäßige, individuelle Lernbetreuung ist besonders während des digitalen EVA-Unterrichts wichtig (vgl. ebd.), da sich die Schüler*innen laut Labede und Idel (2020, S. 12) beim selbstständigen Arbeiten oft alleine gelassen fühlen und folglich nicht die Lehrperson, sondern die Eltern als E-Instruktor*in, E-Tutor*in oder E-Moderator*in fungieren. Dieses „autodidaktische Erlernen des Unterrichtsstoffs“ (ebd.) von Schüler*innen kann nur durch die bewusste Einnahme einer der drei genannten Lehrer*innenrollen sowie dem ausgewogenen Verhältnis aller drei Dimensionen nach Biocca und Harms (2002, S. 19-30) vermieden werden.

4.3 Heimexperimente in Eigenverantwortung

Der Einsatz von Experimenten gilt als grundlegende Tätigkeit im Chemieunterricht und stellt sich weiters als zentrales Element in naturwissenschaftlichen EVA-Unterrichtsprozessen heraus (vgl. Klippert 2000, S. 174; BGB1. Nr. 88/2016). Angesichts der in dieser Arbeit behandelnden Thematik des digitalen Distanzunterrichts ist es notwendig, Versuchsplanung, -durchführung und -nacharbeitung anzupassen und an außerschulische Lernorte zu verlegen. Durch die pandemiebedingte Unterrichtsumstellung in das Format des Distance Learnings erlebte digitales sowie analoges Heimexperimentieren einen markigen Aufschwung (vgl. Lühken 2020, S. 207; Beute et al. 2021, S. 669). Durch die Verwendung digitaler Medien im Distance Learning existieren zahlreiche Möglichkeiten für den Einsatz von Lehrer*innen- und Schüler*innenexperimenten: synchrone Versuchsdurchführungen während einer Videokonferenz, Ansehen (selbst gedrehter) Versuchsvideos, Experimentieren in virtuellen Laboren (via Apps oder Internetplattformen), Durchführen analoger Heimexperimente etc. (vgl. Wlotzka 2020, S. 4-7). Es soll an dieser Stelle erneut betont werden, dass ein hohes Maß an Profession der Lehrperson die Voraussetzung für all die genannten Möglichkeiten der Versuchsdurchführung im Distanzunterricht darstellt. Grundlage hierfür ist laut Lühken (2020, S. 207) die regelmäßige Teilnahme an Lehrer*innenfortbildungen. Da EVA als zentrale Thematik der vorliegenden Arbeit gilt und beim EVA-Unterricht der*die aktive Schüler*in im Mittelpunkt des Unterrichtsgeschehens steht, wird das Hauptaugenmerk des folgenden Kapitels auf Schüler*innen-Heimexperimente gelegt.

Die für viele Lehrpersonen immer noch herrschende, unzeitgemäße Vorstellung, dass chemische Experimente ausschließlich im Chemiesaal der Schule Platz finden, muss spätestens nach der pandemiebedingten Distanzunterrichtsphase aufgebrochen werden. Heimversuche sollen sowohl von Lehrpersonen als auch von Schüler*innen und Eltern als Chance gesehen werden, die zu Kompetenzzuwachs der Lernenden führt (vgl. Kratz 2004, S. 12). Heimexperimente sollen nicht nur im Zuge einer Ausnahmesituation, wie der Corona-Pandemie, in den Unterricht eingebaut, sondern als zusätzliches Fixelement des Chemieunterrichts gesehen werden. Durch deren Einsatz finden Differenziertheit und Individualität mehr Raum (vgl. ebd., S. 9; 12). Die Lernenden erhalten die Möglichkeit, in ihrem eigenen Tempo zu arbeiten und

individuellen Forschungsansätzen nachzugehen, wodurch neue Lerninhalte besser und schneller mit bereits bekannten verknüpft werden können (vgl. ebd.). Home-Experimente bieten weiters die Möglichkeit, Alltagschemie hautnah zu erleben (vgl. ebd., S. 12). Durch Experimentieren mit Chemikalien aus dem eigenen Haushalt stellen die Schüler*innen fest, dass es „auch daheim Chemie gibt“ (ebd.). Es zeigt sich bereits, dass Selbstständigkeit und Eigenverantwortlichkeit im Arbeitsprozess der Schüler*innen die Basis für eine erfolgreiche Durchführung von Heimversuchen darstellen. Kratz (2004, S. 12) empfiehlt im Hinblick auf Heimexperimente den Einsatz des Forschenden Lernens, einer Unterrichtsmethode, bei welcher die Lernenden selbst Planung, Durchführung, Auswertung und Interpretation eines Versuchs oder mehrerer Teilversuche vornehmen. Experimentieren im Zuge des Forschenden Lernens weist wesentliche EVA-Elemente auf: handelnde Schüler*innen, Selbstständigkeit, Eigenverantwortlichkeit, Kreativität, Lehrperson als Lernbegleitung, aktiv-produktiver Unterricht. Forschendes Lernen kann somit als Unterrichtsmethode im Zuge eines EVA-Unterrichts eingesetzt werden und eignet sich besonders beim Durchführen von chemischen Versuchen zuhause (vgl. Kratz 2004, S. 12; De Vries et al. 2006, S. 174). Heimexperimente können jedoch nicht nur im Zuge von EVA-Unterrichtssequenzen eingesetzt werden. Es ist ohne weiteres möglich, den Lernenden bereits vorgefertigte Versuchsanleitungen zu geben und sie so angeleitet durch den Experimentiervorgang zu führen (vgl. De Vries et al. 2006, S. 174). Egal ob Heimversuche eigenständig oder angeleitet vollzogen werden, die Schüler*innen „durchlaufen die wesentlichen Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung“ (ebd.) und erzielen vom Lehrplan geforderte Bildungs- und Lehraufgaben (vgl. BGB1. Nr. 88/2016), welche im Folgenden genauer beleuchtet werden. Durch das „bewusste Beobachten chemischer Vorgänge“ (ebd.), dem „Kennenlernen chemischer Prinzipien und Arbeitstechniken [...] anhand selbst durchgeführter Experimente“ (ebd.) sowie dem „Verstehen der Bedeutung der Chemie für alle Lebensformen und Lebensvorgänge“ (ebd.) werden die Schüler*innen zum chemisch-naturwissenschaftlichen Denken angeregt. Außerdem werden die Lernenden beim Experimentieren zuhause in die Lage versetzt, „die volkswirtschaftliche und gesellschaftliche Bedeutung von Chemie und Technik einzuschätzen“, da sie sich im Zuge einer eigenständigen Arbeitsweise „kritisch [...] mit den Gefahren und Anwendung[en] naturwissenschaftlicher Erkenntnisse [auseinandersetzen]“ (ebd.). Darüber hinaus wird der Bereich „Persönlichkeitsentwicklung [und] Bewusstsein für Eigenverantwortung“ (ebd.) der Bildungs- und Lehraufgaben des Lehrplans beim Einsatz von Heimexperimenten im Unterricht gefördert. Die Durchführung von Heimversuchen in Eigenverantwortung erzieht die Schüler*innen zu „Genauigkeit, Sorgfalt, Verantwortung [und] sicherheitsbewusstem Handeln“ (ebd.), stärkt deren „Entscheidungskompetenz“ (ebd.) und leistet einen Beitrag zur „Gesundheitserziehung [und dem] Zivilschutzgedanken“ (ebd.) der Lernenden. Neben der oben erläuterten Erfüllung der Bildungs- und Lehraufgaben des Lehrplans durch Heimexperimente werden beim Experimentieren zuhause auch wichtige didaktische Grundsätze des Lehrplans erfüllt (vgl. BGB1. Nr. 88/2016). Heimexperimente bieten den aktiv-handelnden Schüler*innen Möglichkeiten des „selbständigen Suchen[s], Forschen[s] und Entdecken[s]“ (ebd.). So geht „der Chemieunterricht [...] von der Erfahrungswelt der Schüler*innen aus“ (ebd.). Den oben erläuterten Lehrplanbezügen zufolge kann festgehalten werden, dass durch den Einsatz von Heimexperimenten deutliche Lehrplanbezüge hergestellt werden können. Zentral für die erfolgreiche Durchführung von Heimversuchen ist eine gut organisierte und enge Zusammenarbeit von Schule und Heimexperiment (Schüler*in, Materialien, Eltern) (vgl. Kratz 2004, S. 12). Im Zuge des digitalen Distanzunterrichts ergeben sich

für diese Zusammenarbeit erneut weitere Hindernisse und Chancen, da nicht nur der Versuch, sondern der komplette Unterricht in einen außerschulischen Raum verlagert werden muss: Die Kommunikation zwischen „Schule und Heimversuch“ verläuft durchwegs digital, die Schüler*innen schaffen sich neue Lernräume und -orte, arbeiten mit Alltagsmaterialien und -chemikalien, beziehen Familienmitglieder in den Unterrichtsprozess ein etc. (vgl. Kratz 2004, S. 12; De Vries et al. 2006, S. 173-174; Wlotzka 2020, S. 15). Letzteres, die Möglichkeit für Familienmitglieder, Einsicht in den Unterrichtsprozess zu gewinnen, stellt sich äußerst positiv für Schüler*innen-Eltern-Beziehungen sowie den Lernerfolg der Schüler*innen heraus (vgl. Nicolai 2005, S. 22). Kratz (2004, S. 12) betont jedoch, dass es besonders bei Heimversuchen wichtig ist, dass der*die Schüler*in im Zentrum des Unterrichtsvollzugs steht und nicht die Eltern die Rolle des*der Forscher*in übernehmen. Wie die Rolle der Lehrperson bei EVA-Unterrichtssequenzen, dienen Eltern bei Heimexperimenten als Lernbegleitung und -unterstützung (vgl. Kratz 2004, S. 12; Klippert 2000, S. 180).

Nach Die Vries (2006, S. 174) und Kratz (2004, S: 13) bieten sich folgende Unterrichtsansätze für Heimversuche an:

- Einstieg in ein neues oder weiterführendes Unterrichtsthema (vgl. Kratz 2004, S. 13; De Vries et al. 2006, S. 174)
- Abschluss eines Unterrichtsthemas (vgl. Kratz 2004, S. 13)
- Übung oder Wiederholung eines bereits bekannten Themas (vgl. Kratz 2004, S. 13, De Vries et al. 2006, S. 174)
- Heimversuche als Zusatzmaterial (vgl. De Vries et al. 2006, S. 174): Der Einsatz von (Heim-)Experimenten im Zuge eines zusätzlichen Unterrichtsangebots wird auch im Lehrplan empfohlen (vgl. BGB1. Nr. 88/2016).
„Bei der Unterrichtsgestaltung ist [...] exemplarische Vertiefung [...] und informierende Darbietung z.B. durch [Heim-]Experimente anzustreben“ (ebd.).
- Gebrauch von Haushaltsmaterialien und -geräten (vgl. Kratz 2004, S. 13)
- Experiment benötigt außerschulische Rahmenbedingungen (Länge des Versuchs, Materialien etc.) (vgl. ebd.)

Wurde nun ein passender Unterrichts Anlass für den Einsatz eines Heimexperiments gefunden, muss die Lehrperson einen geeigneten Versuch auswählen. Hierfür wird im Anschluss die von Kratz (2004, S. 14) erstellte Kriterienliste für Heimexperimente angeführt, welche als Hilfsinstrument für Lehrpersonen dienen soll, um einen didaktisch gezielten Einsatz von Heimexperimenten zu gewähren.

Kriterium
Welcher Personenkreis soll das Heimexperiment durchführen?
In welcher Sozialform soll das Heimexperiment durchgeführt werden?
Ist die Versuchsanleitung offen oder eng gestaltet?
Wie erfolgt die Auswertung des Heimversuchs?
Sind bei dem Heimversuch längere Prozesse zu beobachten?
Wie hoch ist der Zeitbedarf?
Wie hoch ist der Materialaufwand?
Wie hoch ist das Sicherheitsrisiko?
Wie hoch ist das theoretische Niveau?
Wie hoch ist das praktische Niveau?
Besitzt das Heimexperiment einen Wettbewerbscharakter?
Regt der Versuch zum Forschen und Erfinden an?
Ist elterliche Unterstützung nötig?
Sind externe Materialien nötig?
Ist die Wetterlage Voraussetzung für das Gelingen des Heimversuchs?

Abbildung 11: Kriterienliste für Heimversuche (direkt übernommen aus Kratz 2004, S. 14)

Weiters muss die rechtliche Lage hinsichtlich des Einsatzes von Heimexperimenten betrachtet werden, welche sich jedoch als äußerst lückenhaft und unklar herausstellt. De Vries et al. (2006, S. 173) sehen den Mangel an offiziellen Regelungen als Hauptgrund, warum zahlreiche Chemielehrer*innen von Heimexperimenten zurückschrecken. Im Folgenden wird versucht, existierende rechtliche Regelungen für die Durchführung von Heimexperimenten zusammengefasst darzulegen. Heimexperimente zählen laut österreichischem Lehrplan der AHS Unterstufe nicht zu Schulveranstaltungen (vgl. BGB1. Nr. 88/2016), was bedeutet, dass die Erziehungsberechtigten während der Versuchsdurchführung für den*die Schüler*in verantwortlich sind (vgl. De Vries 2006, S. 173). Weiters heißt dies jedoch auch, dass Eltern den Schüler*innen die Durchführung von Heimexperimenten untersagen können (vgl. ebd.). Um diese Problematik weitgehend vermeiden bzw. umgehen zu können, empfehlen De Vries et al. (2006, S. 174), Kratz (2004, S. 15) und Wlotzka (2020, S. 4) die Erziehungsberechtigten vorab via Elternbrief über den Heimversuch zu informieren. In diesem Brief sollen Sicherheitsaspekte und benötigte Materialien geklärt sowie Absicht und Wichtigkeit des Versuchs für den Kompetenzzuwachs des*der Schülers*in dargelegt werden (vgl. ebd.). Eine Vorlage eines solchen Elternbriefs kann im Zusatzheft in Kapitel 3 gefunden werden. Für die Gewährleistung der

(Rechts-)Sicherheit der Lernenden ist neben den Erziehungsberechtigten auch die Schulleitung zu informieren (vgl. De Vries et al. 2006, S. 174). Es sind jedenfalls Schüler*innexperimente auszuwählen, die die Gesundheit der Lernenden sowie die Umwelt nicht belasten (vgl. Kratz 2004, S. 13; De Vries et al. 2006, S. 173; Sgoff; Bader 1996, S. 184). Bestehen mögliche Risiken für die Schüler*innen, muss laut Lehrplan auf „die Gefahren, die von Stoffen und Reaktionen ausgehen, hingewiesen werden, ohne zu dramatisieren oder zu verniedlichen“ (BGB1. Nr. 88/2016). Im Lehrplan wird hierfür auf den „vorschriftsmäßige[n] Gebrauch von Sicherheitsausrüstung und -hilfen“ (ebd.) sowie auf die „sorgfältige Entsorgung der Chemikalien“ (ebd.) hingewiesen. Neben Haushaltschemikalien ist außerdem die Bereitstellung und Ausgabe von Chemikalien und Geräten der Schule erlaubt (vgl. De Vries et al. 2006, S. 174), wenn sie bedenkenlos nachhause mitgenommen werden können. De Vries et al. (2006, S. 171) empfehlen weiters Materialien auszuwählen, die einfach durch andere Materialien ersetzt werden können.

*„Die Kreativität und der Einfallsreichtum werden insbesondere dann gefördert, wenn den Schüler*innen bei den Versuchsanleitungen auf den Arbeitsblättern ein gewisser Spielraum eingeräumt wird und sie mit einfachen Alltagsmaterialien [...] Experimente verwirklichen können“ (ebd.).*

Dieses Zitat zeigt weiters das permanente Einhergehen von Heimversuchen und Elementen des EVA-Unterrichts (hier: Kreativität, Produktion, Exploration, Individualität, Differenzierung, Schüler*in als handelndes Subjekt etc.). Nach der erfolgreichen Durchführung von Heimversuchen ist es von Wichtigkeit, eine Nachbesprechung im Unterricht zu vollziehen (vgl. De Vries et al. 2006, S. 174). Um die Schüler*innenaktivität auch in diesem Unterrichtsprozess im Zentrum zu behalten, bieten sich für die Versuchsnachbesprechung besonders Schüler*innenvorträge an (vgl. De Vries et al. 2006, S. 174; Kratz 2004, S. 12). Neben der Erweiterung fachlicher Kompetenzen wird den Schüler*innen an dieser Stelle die Möglichkeit gegeben, soziale und kommunikative Fähigkeiten und Fertigkeiten auszubilden.

4.4 Wissensabprüfung im Distance Learning

Die nationale Akademie der Wissenschaften „Leopoldina“ spricht sich im Zuge des pandemiebedingten Distanzunterrichts für das Durchführen von Wissensabprüfungen

aus (vgl. Leopoldina 2020, S. 3). Als Hauptgrund dafür wird das Verhindern des Verlorengehens schwächerer Schüler*innen sowie das Schließen von Lernlücken genannt (vgl. ebd.). Doch wie können Wissensabprüfungen in der digitalen Fernlehre vollzogen werden und worin liegen deren Potentiale und Herausforderungen? Diese Fragen gilt es, im nachfolgenden Kapitel zu klären⁸.

Wie bei den bereits behandelten Themen „Motivation“, „Experimente in Eigenverantwortung“ und „Lehrer*innenrolle“ müssen auch für die Leistungsüberprüfung im Zuge der digitalen Distanzlehre Alternativen gefunden werden. Laut Holtgrewe et al. (2020b, S. 15-16) gilt die Situation der Entwicklung neuer, digitaler Methoden zur Leistungsüberprüfung als Chance, die Fehlerkultur weiter in Richtung der Fokussierung positiv erbrachter Schüler*innenleistungen zu lenken. Um dies zu erreichen, sollen prozessorientierte Bewertungen⁹ auf Basis der individuellen und sachlichen Bezugsnorm¹⁰ in den Fokus gerückt werden (vgl. ebd., S. 16). Es soll erwähnt sein, dass im digitalen Unterricht sehr wohl ergebnisorientierte Bewertungen durchgeführt und eine soziale Gruppe als Bezugsnorm ausgewählt werden können. Für die Sichtbarmachung des Kompetenzzuwachses der Lernenden im Zuge digitaler Wissensüberprüfungen werden jedoch überwiegend prozessorientierte, individuelle Bewertungen empfohlen (vgl. Holtgrewe 2020b, S. 16; Duit et al. 2014, S. 187; Hauer 2014, S. 89).

Der Chemieunterricht bietet eine Vielzahl an Lernzielen, welche von Schüler*innen verfolgt werden können (vgl. Duit et al. 2014, S. 187). Als Konsequenz daraus müssen ebenso zahlreiche Möglichkeiten der Leistungsüberprüfung gegeben sein (vgl. ebd.). Eine Darstellung möglicher Formen der Leistungsabprüfung im Distance Learning kann in Abbildung 12 gefunden werden.

Formen digitaler Leistungsfeststellung			
Schriftlich	Mündlich	Praktisch	Graphisch
Online-Quiz	Prüfungsgespräche	Heimexperimentieren (via Video)	Graphische Darstellungen über geeignete Softwareprogramme
Lückentexte	Referate	Virtuelles Experimentieren	
Zuordnung	Tonaufzeichnungen	Praktische Modellierung	
Hotspot		Softwareanwendung	
Freitexteingaben			
E-Portfolios			

Abbildung 12: Formen digitaler Leistungsfeststellung (eigene Darstellung, angelehnt an Arnold et al. 2013, S. 322-325; Dittler 2011, S. 258)

⁸ Für Basisinformationen zur Leistungsfeststellung an österreichischen Schulen wird auf die Leistungsfeststellungs- und Leistungsbeurteilungsverordnung hingewiesen (vgl. BGB1. Nr. 139/1974). Eine Ausführung dieser würde an dieser Stelle der Arbeit zwar sinnvoll sein, jedoch den inhaltlichen Rahmen sprengen.

⁹ Für die Leistungsfeststellung eines Individuums oder einer Gruppe wird ein ganzheitlicher Lernprozess betrachtet. Das Äquivalent zur prozessorientierten Bewertung stellt die ergebnisorientierte Bewertung da, bei der ein Lernergebnis eines Individuums oder einer Gruppe für die Leistungsfeststellung herangezogen wird (vgl. Rheinberg 2002, S. 63).

¹⁰ Individuelle Bezugsnorm: Ausgangspunkt der Leistungsfeststellung eines einzelnen sind individuelle Lernleistungen; Soziale Bezugsnorm: Ausgangspunkt der Leistungsfeststellung eines einzelnen sind die Lernleistungen anderer Personen(gruppen); Sachliche Bezugsnorm: Ausgangspunkt der Leistungsfeststellung sind vorab festgelegte Kriterien z.B. Lernziele (vgl. Rheinberg 2002, S. 63).

Wie Abbildung 12 zeigt, kann grundsätzlich zwischen vier Formen digitaler Leistungsfeststellung unterschieden werden: schriftlich, mündlich, praktisch und graphisch (vgl. Hauer 2014, S. 89). Die einzelnen Formen der Leistungsüberprüfung können im digitalen Setting entweder konvergente (in Abbildung 12 hellgrau hinterlegt) oder divergente (in Abbildung 12 dunkelgrau hinterlegt) Aufgabentypen beinhalten (vgl. ebd.). Konvergente Aufgaben, meist reine Reproduktionsaufgaben, zeichnen sich durch einen eindeutigen Lösungsweg aus, während bei divergenten Aufgaben unterschiedliche Lösungen bzw. Lösungswege als korrekt angesehen werden können (vgl. ebd.). Laut Hauer (2014, S. 89) sollen offene Aufgaben zur Wissensüberprüfung als Impuls für Lernende dienen, ihre im Unterricht erworbenen Fähigkeiten und Fertigkeiten anzuwenden. Für Wissensüberprüfungen, die einem kompetenzorientierten Unterricht zugrunde liegen, gilt es daher, den Fokus auf divergente Aufgaben zu setzen, da beim Einsatz dieser Transfer- und Reflexionsaufgaben besonders gut durchgeführt werden können (vgl. ebd.). Betrachtet wird nun die Spalte der „Schriftlichen Leistungsfeststellungen“ in Abbildung 12. Schriftliche Wissensabprüfungen im digitalen Setting können als Online-Quiz, im Sinne von Multiple-Choice- oder Single-Choice-Aufgaben konvergent vollzogen werden (vgl. Arnold et al. 2013, S. 325). Zum einen können digitale Lückentexte, Zuordnungsaufgaben oder Hotspots (Lösen von Aufgaben durch Klick in ein Bild) eingesetzt werden (vgl. ebd.). Als schriftlich-divergente Aufgaben empfehlen Arnold et al. (2013, S. 325) und Dittler (2011, S. 285) Freitextaufgaben oder E-Portfolios. Für die mündliche Leistungsfeststellung bieten sich digitale Prüfungsgespräche über Audio oder Video an (vgl. Arnold et al. 2013, S. 325; Dittler 2011, S. 285). Zum anderen Präsentationen selbst produzierter Lerninhalte in Form von synchronen Referaten oder asynchronen Audioaufzeichnungen als divergente Aufgabentypen für die Leistungsfeststellung eingesetzt werden (vgl. ebd.). Die Überprüfung praktischer Fähigkeiten und Fertigkeiten scheint auf den ersten Blick im digitalen Setting stark eingeschränkt zu sein. Eine genauere Betrachtung zeigt jedoch, dass das Distance Learning zahlreiche Möglichkeiten zur Feststellung praktischer Schüler*innenleistungen bietet: Experimente können einerseits synchron in der Videokonferenz, asynchron über Videoaufzeichnung oder virtuell durchgeführt werden. Darüber hinaus haben die Schüler*innen zuhause die Möglichkeit, chemische Modelle selbst zu basteln, was als kreative Wissensüberprüfung bezeichnet werden kann. Direkte Softwareanwendungen, wie beispielsweise der Einsatz von Excel zum Rechnen oder Erstellen von Graphen, bietet sich hervorragend für die digitale Wissensüberprüfung an (vgl. Arnold et al. 2013, S. 325). Für die Abprüfung graphischer Kompetenzen im Distance Learning können außerdem digitale Whiteboards eingesetzt werden (vgl. Dittler 2011, S. 285). Die Bildschirmfreischaltung dieser erlaubt den Schüler*innen auf das Whiteboard zuzugreifen und dort graphisch tätig zu sein. Je nach Funktion der Bewertung obliegt die Auswahl der Form der digitalen Leistungsüberprüfung der Lehrperson. Wichtig ist, dass die ausgewählte Form der Leistungsüberprüfung dem Schwierigkeitsgrad des Lernstoffes angemessen und möglichst alltagsnahe gestaltet ist sowie die Gütekriterien (Objektivität, Reliabilität und Validität) gegeben sind (Duit et al. 2014, S. 187).

Nach der Erläuterung von Abbildung 12 kann festgehalten werden, dass zahlreiche Möglichkeiten für die digitale Wissensabprüfung existieren. Die Potentiale, welche digitale Medien mit sich bringen, sollen daher nicht nur für den Unterricht selbst, sondern auch für die Leistungsüberprüfung der Schüler*innen genutzt werden (vgl. Arnold et al. 2013, S. 322). Digitale Wissensüberprüfungen können den Praxisbezug unterstützen, beispielsweise durch den Einsatz von Foto- oder Videomaterial (vgl. ebd.). „Prüfungen, bei denen die Lernenden unmittelbar mit Software arbeiten,

erhöhen zudem die Selbstständigkeit“ (ebd.). Außerdem erleichtern digitale Prüfungssituationen den Korrekturprozess der Lehrperson, da die Lesbarkeit überwiegend gegeben ist (vgl. ebd., S. 323). Hürden, die mit der digitalen Wissensabprüfung einhergehen, sind ein uneinheitlicher Lernraum der Schüler*innen sowie ein komplexer Organisationsvorgang vor der Durchführung (vgl. ebd., S. 329-330). Zudem lässt die räumliche Trennung von Lerner*innen und Lehrperson keine durchgängige Überwachung der Prüfungssituation zu, wodurch die Kontrolle des Verwendens unerlaubter Hilfsmittel erschwert ist.

5. Konzeptentwurf zum Thema „Treibhauseffekt“

Kapitel 5 betrachtet ein konkret für den digitalen EVA-Unterricht entwickeltes Unterrichtskonzept zum Thema „Treibhauseffekt“ für eine AHS Unterstufe. Eine detaillierte Einsicht in Unterrichtsablauf und -materialien gibt das Zusatzheft zur Masterarbeit. Kapitel 5.1 stellt die fachliche Klärung zum Unterrichtsthema „Treibhauseffekt“ dar. Kapitel 5.2 betrachtet den EVA-Ansatz im Unterrichtsentwurf und Kapitel 5.3 dessen Verortung und Konzeption. In Kapitel 5.4 erfolgt eine Evaluierung der Unterrichtsreihe im Zuge eines Kolleg*innenfeedbacks.

5.1 Fachliche Klärung zum Unterrichtsentwurf „Treibhauseffekt“

Das vorliegende Kapitel gilt als fachliche Grundlage für die Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ und kann als inhaltliche Handreichung für Lehrpersonen gesehen werden.

5.1.1 Spurengase

Das Klima auf der Erde hängt von drei wesentlichen Faktoren ab: der einfallenden Strahlungsenergie der Sonne, der emittierten Strahlungsenergie der Erdoberfläche und der Zusammensetzung der Erdatmosphäre (vgl. Melzl 2013, S. 8-9). Die Erdatmosphäre besteht zu 78,08 Volumprozent aus Stickstoff N₂ und zu 20,95 Volumprozent aus Sauerstoff O₂ (vgl. ebd.). Die übrigen 0,97 Volumprozent bilden Spurengase, darunter auch Treibhausgase (vgl. ebd.). Eine Liste der Treibhausgase, welche nach Berger et al. (1990, S. 3) hauptverantwortlich für den Treibhauseffekt sind, kann in der untenstehenden Abbildung 13 gefunden werden. Die Abbildung verdeutlicht außerdem die zunehmende Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre seit der Industrialisierung (1750) (vgl. ebd.). Außerdem kann die durchschnittliche Verweildauer der Gase in der Erdatmosphäre sowie deren Treibhauspotential¹¹ über 100 Jahre nachgelesen werden.

Treibhausgas	Vorindustrielle Konzentration	Konzentration (2018)	Mittlere Verweildauer	Treibhauspotential (über 100 Jahre)	Beitrag zum Treibhauseffekt
Kohlenstoffdioxid CO ₂	279 ppm	408 ppm	-	1	66 Prozent
Methan CH ₄	730 ppb	1869 ppb	9 Jahre	25	16 Prozent
Distickstoffmonoxid N ₂ O	270 ppb	331 ppb	131 Jahre	298	6 Prozent
Fluorchlorkohlenwasserstoffe FCKW	0	504 ppt	≈ 100 Jahre	8500	7 Prozent
Ozon O ₃	20,0-70,0 ppb	Regional unterschiedlich	-	-	-

Abbildung 13: Die wichtigsten Treibhausgase (eigene Abbildung, angelehnt an Riener; Kühn 2014, S. 265; Berger et al. 1990, S. 3; GML 2021; IPCC 2007, S. 42; Umweltbundesamt 2019, S. 4-13)

Jedes Treibhausgas kann Strahlungen in unterschiedlichen Wellenlängenbereichen absorbieren und emittieren, was eine zentrale Rolle für den Treibhauseffekt spielt (vgl. Melzl 2013, S. 8).

¹¹ Treibhauspotential, auch CO₂-Äquivalent genannt, ist ein „relatives Maß, wie viel Wärmeenergie ein bestimmtes Treibhausgas X im Vergleich zur gleichen Masse CO₂ in der Atmosphäre „einfangen“ kann“ (Riener; Kühn 2014, S. 264-265).

5.1.2 Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt

Nachdem im vorherigen Kapitel bereits einzelne Treibhausgase in der Atmosphäre vorgestellt wurden, erfolgt nun die Erläuterung der Funktion dieser im Hinblick auf den Treibhauseffekt. In diesem Zusammenhang ist es von großer Wichtigkeit, zwischen natürlichem und anthropogenem (vom Menschen verursachtem) Treibhauseffekt zu unterscheiden.

Natürlicher Treibhauseffekt

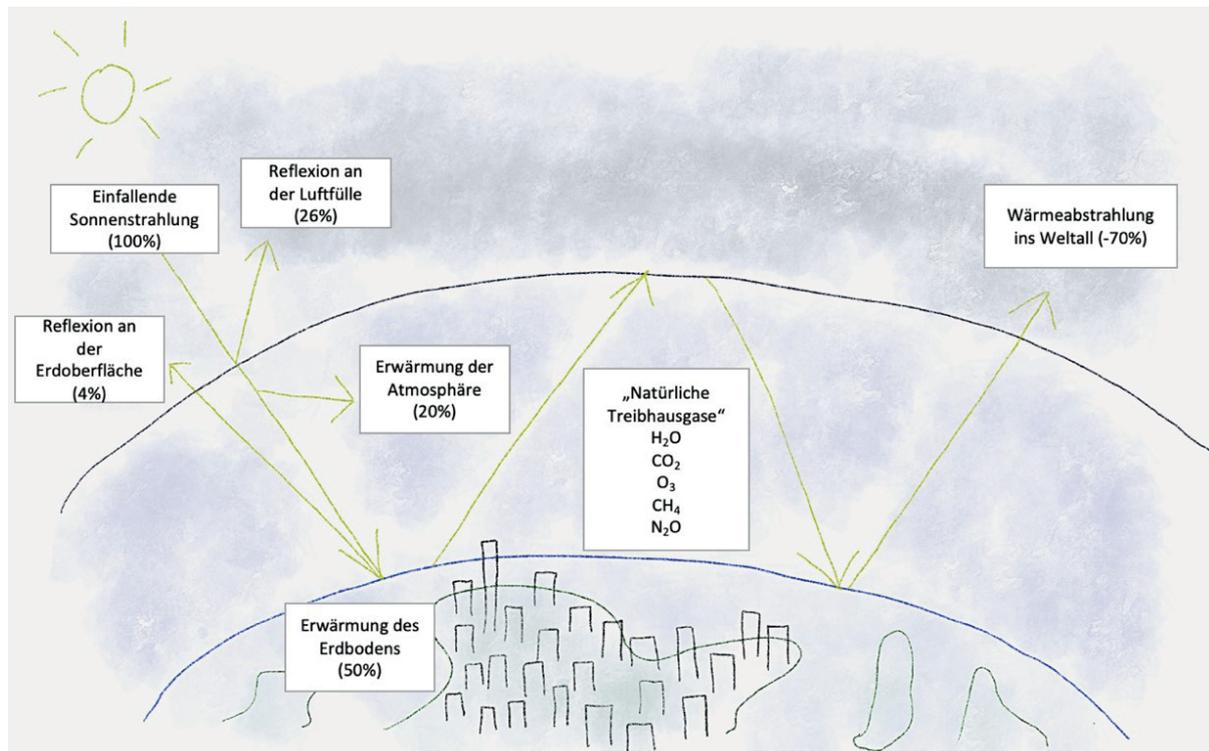


Abbildung 14: Natürlicher Treibhauseffekt (eigene Abbildung, angelehnt an Neufingerl; Suppet 2017, S. 63)

Auf die Erde einfallendes, kurzwelliges Licht (Sonnenstrahlen) passiert zum Großteil (74 Prozent) die Erdatmosphäre. Nur 26 Prozent des einfallenden, kurzwelligen Lichts gelangen direkt zurück ins Weltall, da es an der Atmosphäre reflektiert wird. Die die Erdatmosphäre passierende Strahlung wird zu 20 Prozent von sich in der Atmosphäre befindenden Gasen absorbiert, während 50 Prozent von der Erdoberfläche absorbiert werden und für die Erwärmung des Erdbodens sowie der Gewässer verantwortlich sind. Die Erdoberfläche emittiert langwellige Strahlung im Infrarotbereich (terrestrische Strahlung). Die Atmosphäre ist wenig transparent für terrestrische Strahlen, weshalb lediglich vier Prozent die Atmosphärenschicht ungehindert passieren und als effektive Ausstrahlung zurück ins Weltall gelangen. Von der Erdoberfläche ausgehende, langwellige Strahlung im Infrarotbereich wird daher zum Großteil von „natürlichen Treibhausgasen“¹² absorbiert und als atmosphärische Wärmestrahlung zurück zur Erdoberfläche reflektiert. Die Wärmestrahlung kann so nicht ungehindert ins Weltall entweichen, wodurch es zur natürlichen Erwärmung des Erdbodens, der Gewässer

¹² Natürliche Treibhausgase sind für den natürlichen Treibhauseffekt verantwortlich. Sie reduzieren die Rückstrahlung langwelliger IR-Strahlung (terrestrische Strahlung) von der Erdoberfläche ins Weltall und sorgen dadurch für die Durchschnittstemperatur von +15°C auf der Erde. Wasserdampf zählt dabei als Treibhausgas, welches überwiegend für den natürlichen Treibhauseffekt verantwortlich ist (vgl. Melzl 2013, S. 8-9).

und der Atmosphäre kommt. Ohne diesen Prozess und dem natürlichen Vorhandensein von Treibhausgasen in der Atmosphäre würde auf der Erde eine Durchschnittstemperatur von -18°C herrschen. Der natürliche Treibhauseffekt ist demzufolge eine Voraussetzung für ein gewohntes Leben auf der Erde (vgl. Neufingerl; Suppert 2017, S. 63; Melzl 2013, S. 8-11).

Anthropogener Treibhauseffekt

Durch menschliche Aktivitäten entstehen große Mengen an Treibhausgasen, wodurch mehr langwellige Wärmestrahlung absorbiert werden und folglich weniger Strahlung ins Weltall abgegeben werden kann als ursprünglich (vgl. Neufingerl; Suppert 2017, S. 63; Melzl 2013, S. 8-11). Der oben beschriebene Prozess des natürlichen Treibhauseffekts wird so aus dem Gleichgewicht gebracht (vgl. ebd.). Man spricht dabei vom „anthropogenen Treibhauseffekt“, dessen Folge die kontinuierliche Erwärmung von Erdoberfläche, Gewässer und Erdatmosphäre ist (vgl. ebd.). Welche Auswirkungen diese Erwärmung für Natur und Mensch mit sich bringt und wie dagegen angekämpft werden kann, wird im Verlauf dieses Kapitels erläutert. Weiters erfolgt ein Überblick über die laut Berger et al. (1990, S. 3) sechs wichtigsten Treibhausgase (Wasserdampf H_2O , Kohlenstoffdioxid CO_2 , Methan CH_4 , Distickstoffmonoxid N_2O , Ozon O_3 und Fluorchlorkohlenwasserstoffe FCKW).

5.1.3 Wasserdampf H_2O

Natürlicher und anthropogener Wasserdampf kommt unregelmäßig in den verschiedenen Schichten der Atmosphäre vor und gilt als wichtigster Akteur im Prozess des natürlichen Treibhauseffekts (vgl. IPCC 2013b, S. 40-41; Berger et al. 1990, S. 10-11; Melzl 2013, S. 8-9). Der Stoff verweilt sehr kurz in den atmosphärischen Luftschichten, wobei dessen Menge von der Lufttemperatur abhängt. Wasserdampf entsteht bei der Verdunstung (Ozeane, Regenwälder) und wird durch Kondensation in den flüssigen Zustand gebracht (vgl. ebd.). Wie viel Wasser verdampfen kann, ist einerseits von der Menge des zur Verfügung stehenden Wassers und andererseits von der Temperatur abhängig (vgl. ebd.). Eine anthropogene Temperaturerhöhung begünstigt die Aufnahme von Wasserdampf in der Atmosphäre (vgl. ebd.). Mit jedem Grad der Temperaturerhöhung steigt der atmosphärische Wasserdampfgehalt um sieben Prozent (vgl. ebd.). Eine temperaturabhängige Erhöhung des Wasserdampfgehalts der Atmosphäre verstärkt somit den Treibhauseffekt (vgl. ebd.). Dieser Prozess wird als „positive Wasserdampfrückkopplung“ (Elkins; Schluchter 2001, S. 23-24) bezeichnet. Zu den anthropogenen Wasserdampfquellen zählen beispielsweise Pflanzenbewässerung, industrielle Kühlung und die Verbrennung fossiler Brennstoffe (vgl. IPCC 2013b, S. 40-41). Laut IPCC (2013b, S. 40-41) ist die anthropogene Wasserdampfemission in der Troposphäre¹³ so gering, dass diese „nicht signifikant zum langfristigen Treibhauseffekt bei[trägt]“ (ebd., S. 40). In der Stratosphäre¹⁴ ist die Problematik gegeben, dass sich anthropogene Treibhausmissionen auf den Wasserdampfgehalt auswirken (vgl. ebd., S. 40-41). Durch Flugzeugabgase und der CH_4 -Oxidation¹⁵ entstehen erhöhte Mengen an Wasserdampf, was wiederum die Erwärmung der stratosphärischen Luftschicht bewirkt (vgl. ebd.). Im Vergleich zu Methan oder Kohlenstoffdioxid trägt stratosphärischer Wasserdampf jedoch zu einem sehr geringen Teil zur Erderwärmung bei (vgl. ebd.).

¹³ Unterste Atmosphärenschicht, <10 km Höhe (vgl. IPCC 2013b, S. 40)

¹⁴ Atmosphärenschicht > 10 km Höhe (vgl. IPCC 2013b, S. 40)

¹⁵ $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

5.1.4 Kohlenstoffdioxid CO₂

Kohlenstoffdioxid ist ein natürlich in der Atmosphäre vorkommendes, geruch- und farbloses Gas und besteht aus stabilen, langlebigen Molekülen (vgl. Riener; Kühn 2014, S. 264). Seit dem Beginn der Industrialisierung leistet CO₂ den größten Beitrag zur globalen Erderwärmung (vgl. Riener; Kühn 2014, S. 264; IPCC 2013b, S. VIII). Anthropogenes CO₂ entsteht vor allem bei der industriellen und privaten Nutzung fossiler Rohstoffe für die Energiegewinnung (Kohle, Öl und Erdgas) sowie im Verkehr (vgl. Elkins; Schluchter 2001, S. 22). Die wichtigsten natürlichen CO₂-Senken sind Ozeane, Böden und Pflanzen (vgl. Berger et al. 1990, S. 5). Durch die kontinuierliche Rodung des Regenwaldes, großflächigem Waldsterben und die Zerstörung von Böden ist die natürliche Kohlenstoffdioxid-Aufnahme jedoch stark gehemmt (vgl. ebd.). Die größte Problematik ergibt sich in den Ozeanen, welche derzeit 25 Prozent des Kohlenstoffdioxids der Luft wiederaufnehmen (vgl. Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein et al. 2017, S. 22). Erhöhte Temperaturen in den Ozeanen führen zu einer geringeren Löslichkeit von Gasen, wodurch deren Aufgabe der CO₂-Senkung minimiert ist (vgl. ebd.). Die globale Temperaturerhöhung bewirkt weiters die Schmelze von Eis- und Schneeoberflächen (vgl. Elkins; Schluchter 2001, S. 23-24). Da Meerwasser ein weitaus niedrigeres Rückstrahlungsvermögen (Albedo) als Eis oder Schnee besitzt, kommt es zu einer Erhöhung der Absorption der Strahlung in den unteren Atmosphärenschichten sowie direkt an der Erdoberfläche (Böden, Ozeane) und folglich zu einem Temperaturanstieg (vgl. ebd.). Dieser Prozess wird als „Eis-Albedo-Rückkopplung“ (ebd., S. 23) bezeichnet.

5.1.5 Methan CH₄

Das geruch- und farblose Treibhausgas Methan besitzt eine mittlere Verweildauer von neun Jahren und ist zu sieben Prozent am Treibhauseffekt mitverantwortlich (vgl. GML 2021). 40 Prozent der CH₄-Emissionen sind auf natürliche Prozesse zurückzuführen (in Feuchtgebieten, Seen, Flüssen oder Termitenbauten), während 60 Prozent anthropogen sind (vgl. Umweltbundesamt 2021a). Anthropogene Methanemissionen entspringen überwiegend der Massentierhaltung von Wiederkäuern, dem Reisanbau, Kläranlagen, Mülldeponien sowie der Gewinnung, Förderung und Verteilung von Brennstoffen (vgl. ebd.). Auch für das Treibhausgas Methan kann ein positiver Rückkopplungsprozess im Hinblick auf die globale Erwärmung beobachtet werden (vgl. Boike et al. 2009, S. 130-131). Das auf Temperaturerhöhungen beruhende Tauen von Permafrost bewirkt die Freisetzung der Sumpfgase CO₂ und CH₄ - je höher der globale Temperaturanstieg, desto größer das Ausmaß an Schmelzprozessen, desto höher die CO₂- und CH₄-Emission in Sumpfbereichen (vgl. ebd., S. 130-131).

5.1.6 Distickstoffmonoxid N₂O

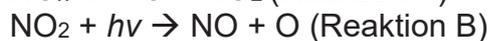
Distickstoffmonoxid, auch als Lachgas bekannt, ist ein farbloses, stechend riechendes Gas und zu sechs Prozent für die Treibhausgasemission verantwortlich (vgl. Umweltbundesamt 2021b; GML 2021). Im Vergleich zu den in Abbildung 13 angeführten und bereits besprochenen Treibhausgasen CO₂ und CH₄ ist die Mitwirkung zur globalen Erderwärmung von N₂O zwar deutlich geringer, seine Problematik liegt jedoch in der hohen Verweildauer von 131 Jahren (vgl. IPCC 2013a, S. 10-11; GML 2021). Distickstoffmonoxid hat sowohl natürliche (57 Prozent) als auch anthropogene (43 Prozent) Quellen (vgl. et al. Tian 2020, S. 252). Natürliche N₂O-Emissionsquellen sind Ozeane und Böden (vgl. ebd.). Anthropogene N₂O-Emissionen kommen zum größten Teil aus der Landwirtschaftsbranche durch den Einsatz von stickstoffhaltigen Düngemitteln (vgl. Umweltbundesamt 2020b). Nur 50 Prozent des ausgesandten stickstoffhaltigen Düngemittels kann von Böden aufgenommen werden

(vgl. ebd.). Die Folge ist eine Überdüngung der Böden, wodurch N₂O frei wird und in die Atmosphäre gelangt (vgl. ebd.).

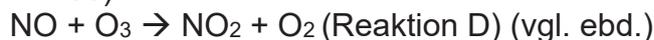
5.1.7 Ozon O₃

Ozon gelangt nicht über direkte Emission in die Atmosphäre, sondern entsteht durch chemische Reaktionen aus überwiegend anthropogen emittierten Quellgasen. Bei der Betrachtung des Ozons in der Atmosphäre und dessen Auswirkungen auf Mensch und Natur, gilt es, zwischen stratosphärischen und troposphärischen Ozon zu unterscheiden. Bildung und Abbau sowie die Wirkung des Ozons ist abhängig von der Höhe, in der sich das Gas befindet (vgl. Dameris et al. 2007, S. 155; Riedel 2020, S. 620-627).

Zehn Prozent des atmosphärischen Ozons kommen in der Troposphäre vor, wo es als Treibhausgas wirkt (vgl. ebd.). Es gelangt entweder direkt aus der Stratosphäre in die Troposphäre oder entsteht durch die Spaltung von Stickoxiden NO_x (Reaktion A) (vgl. Brasseur et al. 2017, S. 129). Durch solare Strahlung reagiert Stickstoffdioxid NO₂ weiter zu Stickstoffmonoxid NO und einem Sauerstoffatom O (Reaktion B) (vgl. ebd.). Das entstandene Sauerstoffatom reagiert mit O₂ zu Ozon (Reaktion C) (vgl. ebd.).

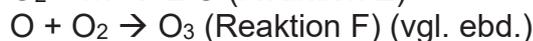


Das in Reaktion A entstandene Stickstoffmonoxid reagiert mit dem in Reaktion C entstandenen Ozon (Reaktion D), wodurch O₃ zerstört wird (vgl. Dameris et al. 2007, S. 155).

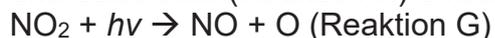


So ergibt sich ein weitestgehend ausgewogener Reaktionsprozess von Ozonbildung und -abbau in der Troposphäre (vgl. Dameris et al. 2007, S. 155; Brasseur et al. 2017, S. 129).

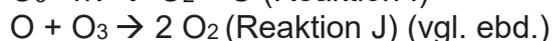
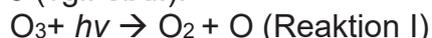
90 Prozent des atmosphärischen Ozons befinden sich in der Stratosphäre, wo das Gas eine wichtige Schutzfunktion übernimmt: Es absorbiert einen Großteil der UV-Strahlung, die die Zerstörung tierischer und pflanzlicher Zellen bewirkt (vgl. Dameris et al. 2007, S. 167). Gebildet wird stratosphärisches Ozon durch die absorptionsbedingte Dissoziation von Sauerstoff O₂ bei solarer Strahlung im UV-Bereich, bei welcher Sauerstoffatome entstehen (Reaktion E) und die anschließende Verbindung von Sauerstoffatom und O₂ (Reaktion F) (vgl. ebd., S. 153):



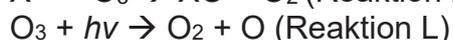
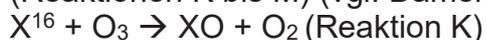
In der unteren Schicht der Stratosphäre kann Ozon außerdem über eine photolytische Reaktion mit dem Gas NO₂ (Reaktion G) und der Folgereaktion von Sauerstoffatom und Sauerstoff (Reaktion H) entstehen (vgl. ebd.):



Der natürliche Abbau von Ozon in der Stratosphäre erfolgt über die Reaktionen I und J (vgl. ebd.):



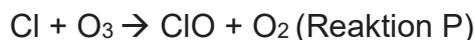
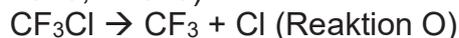
Daneben sind weitere katalytische Reaktionen für den Abbau von Ozon verantwortlich (Reaktionen K bis M) (vgl. Dameris et al. 2007, S. 153-154).



¹⁶ X steht für einen Katalysator.



Als natürliche Katalysatoren dienen hierbei das NO-Radikal und das OH-Radikal (vgl. Dameris et al. 2007, S. 154). Anthropogene Katalysatoren entspringen überwiegend aus Fluorchlorkohlenwasserstoffen (vgl. Dameris et al. 2007, S. 154; Riedel 2020, S. 623). Die genannten Katalysatoren entstehen aus ursprünglich troposphärischen Quellgasen, welche in die Stratosphäre gelangen (vgl. Dameris et al. 2007, S. 154). In der mittleren und unteren Stratosphärenschicht befindet sich der größte Teil des atmosphärischen Ozons (vgl. ebd., S. 155). In diesen Bereichen gilt der aus anthropogenen Fluorchlorkohlenwasserstoffen gebildete Katalysator Chlor als hauptverantwortlich für den Abbau des Ozons (siehe Reaktionen O bis R) (vgl. Riedel 2020, S. 623).



In der unteren Stratosphärenschicht ist meist das OH-Radikal als Katalysator am Ozonabbau beteiligt, welches durch natürliche Prozesse entsteht (vgl. ebd.). Laut Dameris et al. (2007, S. 155) sowie Riedel (2016, S. 623) kann der stratosphärische Ozonabbau wesentlich auf Chlor und weitergehend auf FCKWs zurückgeführt werden. Mit der anthropogenen Emission von Fluorchlorkohlenwasserstoffen gerät das Gleichgewicht von Ozonentstehung und -abbau außer Kontrolle (vgl. ebd., S. 167). Der überwiegende Abbau von Ozon führt zur Entstehung von Ozonlöchern (vgl. ebd.). Zum Schutz der Ozonschicht werden mit dem Montreal-Protokoll (1987) erste Maßnahmen der Reduktion sowie des Verbots von Fluorchlorkohlenwasserstoffen und Halogenkohlenwasserstoffen eingeleitet, welche laut Forschungsberichten bereits Wirkung zeigen (vgl. Dameris 2010, S. 499).

5.1.8 Fluorchlorkohlenwasserstoffe FCKW

Fluorchlorkohlenwasserstoffe kommen anthropogen in der Atmosphäre vor, haben eine Verweildauer von zirka 100 Jahren und ein hohes Treibhauspotential (8500 über 100 Jahre) (vgl. GML 2021). Neben ihrer Funktion als Treibhausgas gelten sie als hauptverantwortlich für die Zerstörung der stratosphärischen Ozonschicht (vgl. Dameris et al. 2007, S. 152-153; Riedel 2020, S. 620-627). Sie finden Einsatz als Kühlmittel, als Treibgas in Spraydosen sowie als Löschmittel (vgl. Umweltbundesamt 2021c), deren Herstellung und Verwendung jedoch mit dem Inkrafttreten des internationalen Montreal-Protokolls wurde (1989) zum Schutz der Ozonschicht nach und nach verboten (vgl. Dameris et al. 2007, S. 167). In den letzten 20 Jahren konnte demzufolge ein deutlicher Rückgang der anthropogenen Emission von Fluorchlorkohlenwasserstoffen beobachtet werden (vgl. ebd., S. 166).

5.1.9 Folgen des Treibhauseffekts

Die Folgen des Treibhauseffekts sind in allen Regionen der Erde in den Bereichen Ökosystem, Nahrungsmittelproduktion und Wasserverfügbarkeit, Wirtschaft, Gesundheit sowie Naturereignisse sicht- und spürbar (vgl. Frey 2008, S. 178-181; Marx 2017, S. 6).

Die auf den anthropogenen Treibhauseffekt zurückführende globale Erwärmung führt zu einem Wandel der Ökosysteme (vgl. Frey 2008, S. 178). Diese können sich dem

Klimawandel in gewissem Maße anpassen, bringen jedoch evolutionäre Veränderungen mit sich (vgl. ebd.). Der Wandel der Ökosysteme äußert sich im (Arten-)Verlust der Tier- und Pflanzenwelt, in der Bedrohung der Biodiversität, in der Bodendegradation sowie im Verlust biologischer Vielfalt (vgl. ebd.). Zudem treten Veränderungen der Phänologie sowie zunehmender Schädlingsbefall von Pflanzen und Krankheitsbefall von Tieren auf (vgl. Frey 2008, S. 178; Hauck et al. 2019, S. 192-200). Der Verlust von Ökosystemen hat

„auch Folgen für die Bereitstellung von wasserbezogenen Ökosystemleistungen [...] und für die Verfügbarkeit von Wasser für Landwirtschaft, Fischerei und Freizeit“ (UNESCO 2020, S. 2).

Wetterereignisse werden extremer (vgl. ebd.). Während sich in niederschlagsarmen Gebieten längere und stärkere Trockenphasen (Dürren) abzeichnen, kommt es zu einer Zunahme an Niederschlägen in niederschlagsreichen Regionen (vgl. Frey 2008, S. 179; Rahmstorf 2013, S. 263). Wetterextreme bedingen zusätzlich Ernteeinbußen, was sich negativ auf Nahrungsmittelproduktion und Wirtschaft auswirkt (vgl. ebd.).

Weitere negative wirtschaftliche Folgen im Zuge des Treibhauseffekts ergeben sich „in Form von Vermeidungs- und Anpassungskosten sowie Kosten für Folgeschäden“ (Frey 2008, S. 179). Mit dem Klimawandel gehen außerdem negative Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen einher (vgl. ebd., 180). Neben Toten und Verletzten aufgrund extremer Wetterereignisse treten bei Menschen in warmen Ländern vermehrt Malaria, Unterernährung, Durchfall und Schlafprobleme auf (vgl. Frey 2008, S. 180; Marx 2017, S. 6). Zu den singulären Ereignissen, die als Folge des Klimawandels auftreten, zählen „irreversible Veränderungen“ (Frey 2008, S. 180), wie das Abschmelzen von Eisschilden, der Anstieg des Meeresspiegels, das Verschwinden von Inseln sowie das Erliegen des Golfstroms (vgl. Frey, S. 180-181; Riener; Kühn 2014, S. 266).

5.1.10 Maßnahmen für den Klimaschutz

Eine Vielzahl der oben angesprochenen Veränderungen des anthropogenen Klimawandels sind bereits eingetreten (vgl. Riener; Kühn 2014, S. 266). Zur Minimierung der negativen Folgen müssen daher multiple Maßnahmen auf internationaler, nationaler sowie privater Ebene ergriffen werden (vgl. ebd.). Oberstes Ziel hierfür ist die Reduktion von Treibhausgasemissionen (vgl. ebd.). Das 1997 beschlossene Kyoto Protokoll stellt einen Vertrag zwischen den Vereinten Nationen dar, mit dem Ziel, die Treibhausgasemissionen so weit zu reduzieren, dass die anthropogenen Auswirkungen auf den Klimawandel gefährliche Bedrohungen für Natur und Mensch verhindern (vgl. United Nations 1998). Um dieses Ziel zu erreichen, ist es notwendig, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2050 um 45 bis 80 Prozent zu senken und so den globalen Temperaturanstieg auf unter 2°C gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu bringen (vgl. ebd.). Verstärkt wurden diese Beschlüsse durch das Pariser Klimaabkommen (2015) der Vereinten Nationen, dessen wesentliche Ziele sind (vgl. United Nations 2015):

- Das Zwei-Grad-Ziel
- Das Anstreben der Begrenzung des globalen Temperaturanstiegs auf 1,5°C über dem vorindustriellen Niveau
- Das Erreichen des Peaks der anthropogenen Treibhausgasemission
- Das Vorlegen nationaler Fünf-Jahrespläne zur Reduktion anthropogener Treibhausgasemissionen (vgl. ebd.).

Österreich war bzw. ist an beiden Klimaverträgen beteiligt und entwickelte zur Zielerreichung eine „Klima- und Energiestrategie“ (BMK o. J.), die folgende Maßnahmenprojekte anstrebt:

- „effiziente Güterverkehrslogistik
- Stärkung des schienengebundenen Öffentlichen Verkehrs
- E-Mobilitätsoffensive
- Thermische Gebäudesanierung
- Erneuerbare Wärme
- 1000.000-Dächer Photovoltaik und Kleinspeicher-Programm
- Erneuerbarer Wasserstoff und Biomethan
- Green Finance
- Energieforschungsinitiative 1 – Bausteine für die Energiesysteme der Zukunft
- Energieforschungsinitiative 2 – Programm Mission Innovation Austria
- Kommunikation – Bildung und Bewusstsein schaffen für eine nachhaltige Zukunft
- Bioökonomiestrategie“ (ebd.)

5.2 Der EVA-Ansatz im Unterrichtsentwurf

Wie bereits in Kapitel 2.2 erläutert, entwirft Klippert (2000, S. 188) zwei Leitfragen, welche als Basis der EVA-Unterrichtsvorbereitung gelten. Im Anschluss werden die Fragen erneut dargelegt und bezüglich des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ bearbeitet.

- „Wie kann ich die Schüler*innen beim anstehenden Thema zum Eigenverantwortlichen Arbeiten, Kommunizieren, Kooperieren, Produzieren, Explorieren etc. veranlassen?“ (Klippert 2000, S. 188)
- „Welche Materialien und Lernarrangements sind diesbezüglich geeignet?“ (ebd.)

Bevor im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit die einzelnen Phasen und Arbeitsinseln der Lernspirale „Treibhauseffekt“ beleuchtet werden, werden die Grundlagen dieser geklärt: Da das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ eine Unterrichtsreihe von vier aufeinanderfolgenden Einheiten repräsentiert, in welcher komplexe Fachinhalte erarbeitet werden, erfolgt hier Eigenverantwortliches Arbeiten auf der Makroebene (vgl. Klippert 2000, S. 176; 186). Im Folgenden wird somit eine Makrospirale präsentiert (siehe Abbildung 16).

Lernspirale Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“
Sensibilisierungsphase Ziel: (Vor-)Wissensaktivierung (vgl. Klippert 2000, S. 188) <ul style="list-style-type: none"> - A 1 „Online-Bainstorming“ (Karikatur interpretieren → Ideen sammeln → Einfügen stichwortartiger Ideen ins Online-Tool) - A 2 „Online-Moderationsmethode“ (Diskussion der Brainstorming Ideen durch Gruppensprecher*in) (vgl. Gudjons 1998, S. 19-20; 171-173)
Informationsphase Ziel: Erarbeitung von Sach- und Fachinformationen (vgl. Klippert 2000, S. 188) <ul style="list-style-type: none"> - A3 „Home-Experiment“ (Arbeitsblatt bearbeiten → Versuch vorbereiten → Versuch durchführen → Fotos anfertigen → Protokoll führen → Versuchsergebnisse zusammenfassen und interpretieren → Zusammenhang zur Alltagswelt herstellen → Arbeitsblatt hochladen) - A3-Zusatz „Home-Zusatzexperiment“ (Online-Versuchsanleitung → Versuch vorbereiten → Versuch durchführen → eigenen Versuch mit Online-Versuch vergleichen → Versuch auf mehreren Arten durchführen → Arbeitsblatt hochladen) - A4 „Nachbesprechung Home-Experiment“ (Gruppenarbeit → Wissensaktivierung → Diskussion führen → Hypothesen vergleichen → Plenumsdiskussion)
Anker - Lehrer*innenzentrierte Phase <ul style="list-style-type: none"> - Besprechung des Arbeitsblattes „Den Treibhauseffekt sichtbar machen“ - Erarbeitung der Power-Point-Folie „Der Treibhauseffekt“

Problematisierungsphase - A5 „Gruppenpräsentationen“ (Gruppenarbeit → Planung → Recherche → Produktion → Präsentation)
Anker - Lehrer*innenzentrierte Phase - Besprechung des Lernprodukts

Abbildung 15: Lernspirale Treibhauseffekt (eigene Darstellung, angelehnt an Klippert 2000, S. 188)

In der ersten Phase der Lernspirale, der Sensibilisierungsphase, erfolgt die (Vor-)Wissensaktivierung der Lernenden zum Unterrichtsthema (vgl. Klippert 2000, S. 188). Beim Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ passiert dies auf der ersten Arbeitsinsel (A1) anhand eines Brainstormings, welches mit dem Online-Tool Mentimeter (<https://www.menti.com/>) durchgeführt wird. Das Erarbeiten der A1-Inhalte wird in digitaler Gruppenarbeit (3er-Breakout-Rooms) vollzogen, wobei die Schüler*innen selbstständig eine*n Gruppenverantwortliche*n auswählen müssen, der*die für das Einfügen der Ideen ins Online-Brainstorming-Tool verantwortlich ist. Für das Zusammentragen der auf Arbeitsinsel 1 erarbeiteten Inhalte wird die Methode der Online-Moderation nach Gudjons (1998, S. 19-20; 171-173) gewählt (Arbeitsinsel 2). Die gefundenen Ideen werden auf Arbeitsinsel 2 von dem*der Gruppensprecher*in jeder Gruppe vorgestellt und gegebenenfalls zur Plenumsdiskussion gebracht. Der Einsatz der Methode der Online-Moderation schafft Struktur in das digitale Unterrichtssetting und ist auf eine Unterrichtspartizipation der Schüler*innen in zweifacher Hinsicht vorbereitet: Im Falle einer mäßigen Diskussion findet bei der Durchführung der Online-Moderation zumindest ein Unterrichtsgespräch zwischen Gruppensprecher*innen und Lehrperson statt. Tritt das Gegenteil, also eine starke oder für das Online-Setting möglicherweise zu starke¹⁷ Partizipation der Schüler*innen ein, schafft die Methode der Online-Moderation Ordnung und Strukturiertheit. Zudem werden bei der Durchführung dieser Methode wichtige Kompetenzen des EVA-Unterrichts gefördert und gefordert, wie z.B. Kreativität, Diskussionsbereitschaft, Verantwortungsübernahme in einer Gruppe, Gruppenengagement, das Einbringen individueller Stellungnahmen sowie die Kombination persönlicher und anderer Meinungen (vgl. Gudjons 1998, S. 171-173). Die Online-Moderation kann daher als ideale Methode für die Sensibilisierungsphase des EVA-Unterrichts im digitalen Setting gesehen werden. Auf der ersten Arbeitsinsel, der Informationsphase (A3), werden Fachinformationen zum Thema „Treibhauseffekt“ mithilfe eines Heimexperiments schrittweise erarbeitet. Eine intensive Auseinandersetzung mit der Thematik der Heimexperimente erfolgte bereits in Kapitel 4.3, weshalb an dieser Stelle nicht mehr genauer darauf eingegangen wird. Aufgrund des Online-Settings erfolgt auf Arbeitsinsel 3 eine Eingrenzung des Unterrichts hinsichtlich der Sozialform. Das Erarbeiten aller A3-Inhalte erfolgt in Einzelarbeit, was zwar als untypisch, jedoch nicht als unmöglich im EVA-Unterrichtsprozess gesehen wird (vgl. Klippert 2000, S. 178). Arbeitsinsel 3 zeigt daher eine Grenze des digitalen EVA-Unterrichts auf, nämlich jene der Anpassung an die Lernumgebung bzw. beschränkten Realisierung des Lernarrangements (vgl. ebd., S. 188). Zu erwähnen ist, dass sich solche Anpassungen oder Beschränkungen nicht ausschließlich negativ auf den Lernprozess der Schüler*innen auswirken müssen – sondern im Gegenteil - die Änderung der Lernumgebung in die eigenen vier Wände kann durchaus neue Lernräume eröffnen. Mit „neuen Lernräumen“ sind hier sowohl die räumliche Lernatmosphäre, in der sich der*die Lernende befindet, als auch dessen*deren gedankliche und abstrakte

¹⁷ „Zu starke Unterrichtspartizipation“ im digitalen Setting meint das außer Kontrolle Geraten des Unterrichts bei einer Videokonferenz (wenn mehrere Schüler*innen beispielsweise gleichzeitig sprechen oder der Online-Chat so intensiv genutzt wird, dass die Lehrperson dem Chatverlauf nicht mehr folgen und somit nicht darauf eingehen kann etc.).

Vorstellungen gemeint. Verwendete Methoden auf A3, die kennzeichnend für Eigenverantwortliches Arbeiten sind, sind das Erarbeiten eines Arbeitsblattes, die selbstständige Durchführung eines Experiments, das Verfassen eines Protokolls sowie die Bildung erster Hypothesen zu einem naturwissenschaftlichen Phänomen. Diese genannten Lernmethoden werden auch beim freiwilligen Zusatzversuch, welcher im Hinblick auf Klipperts (2000, S. 187) Lernspirale ebenfalls eine eigene Lerninsel darstellt, angewandt. Das Angebot eines Zusatzversuchs wurde in Bezug auf differenzierten Unterricht (vgl. PIK AS 2017) erstellt. Das Modell des differenzierten Unterrichts verlangt die Rücksicht auf sozio-, ethnokulturelle sowie geschlechtliche Gleichberechtigung und Chancengleichheit (vgl. Reich 2012a, S. 52). In der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ wird Differenzierung mittels digitalen Zusatzangeboten, wie beispielsweise dem Zusatzversuch „Schmelzende Eiswürfel“ und stufenweiser Hilfestellungen in Form von Tippkarten (siehe Arbeitsinseln 3 und 5) realisiert. Die Nacharbeit des Heimexperiments stellt Arbeitsinsel 4 dar. Die Schüler*innen besprechen zuerst die in Einzelarbeit hervorgebrachten Versuchsergebnisse und Aufgaben des Arbeitsblattes in Kleingruppen. Die Gruppendiskussionen werden anschließend im digitalen Plenum zusammengetragen. Der nächste Arbeitsschritt, das Beantworten der Frage „Wie funktioniert der Treibhauseffekt?“, erfolgt über ein Lehrer*innen-Schüler*innen-Gespräch, wobei hier die Lehrperson im Zentrum des Unterrichtsgeschehens steht. Wie bereits in Kapitel 2.1 erläutert, zeichnet sich der EVA-Prozess zwar durch Schüler*innenzentriertheit aus, der Miteinbezug von lehrer*innenzentrierten Unterrichtsphasen ist jedoch für einen optimalen Lernerfolg unerlässlich (vgl. Klippert 2000, S. 180; 188-189). Um alle Schüler*innen vor der Problematisierungsphase (vgl. ebd., S. 187) auf dasselbe Wissenslevel zu bringen, scheint der Einsatz einer kurzen lehrer*innenzentrierten Unterrichtsphase an dieser Stelle als besonders sinnvoll. So kann das für den weiteren Unterrichtsverlauf bedeutsame, fachspezifische Lernziel „Die Schüler*innen können die Funktion des Treibhauseffekts erklären“ erreicht werden. Da die eben erläuterte Unterrichtsphase wegen der Lehrer*innenzentriertheit nicht als typische Arbeitsform des EVA-Unterrichts gesehen werden kann, gilt diese nicht als Arbeitsinsel, sondern als Ankerpunkt (vgl. ebd., S. 188-189). Der Einsatz eines Ankerpunkts an dieser Stelle des EVA-Unterrichts weist mehrere Vorteile auf: Die Schüler*innen werden nach einer längeren, selbstständigen Arbeitsphase in einen vertrauten, gemeinsamen Lernraum zurückgeholt, in dem offene Fragen gestellt, eine fachwissenschaftliche Grundlage zum Thema geschaffen und weitere Arbeitsvorgänge besprochen werden können. Gleichzeitig kann die Lehrperson den Lernfortschritt der Schüler*innen beobachten und erhält so Impulse für eine Reflexion des bisher durchgeführten Unterrichts. Auf die lehrer*innenzentrierte Phase (Ankerpunkt) folgt die Problematisierungsphase mit Arbeitsinsel 5. Die Schüler*innen müssen hier Informationen zu einem vorgegebenen Thema recherchieren und in einem weiteren Schritt Gruppenpräsentationen entwerfen und durchführen. Auf Arbeitsinsel 5 werden im Hinblick auf differenzierten Unterricht (vgl. Reich 2012a, S. 52) Lernunterstützungen im Sinne von Tippkarten in zwei Schwierigkeitsstufen angeboten. Am Ende der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ tritt die Lehrperson erneut ins Zentrum, um den Schüler*innen das Lernprodukt der Unterrichtsreihe zu präsentieren.

Die am Beginn des Kapitels angeführten Leitfragen, welche die Basis der EVA-Unterrichtsvorbereitung darstellen (vgl. Klippert 2000, S. 188), können durch die detaillierte Erläuterung der Lernspirale des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ als berücksichtigt und bearbeitet gesehen werden.

Es zeigt sich, dass das digitale Unterrichtskonzept alle neun in Kapitel 2.1 erläuterten EVA-Elemente nach Klippert (2000, S. 174-191) berücksichtigt: Die Schüler*innen

stehen als handelnde Subjekte im Mittelpunkt eines aktiv-produktorientierten, von der Lehrperson begleiteten Unterrichtsprozesses. Die Unterrichtsreihe repräsentiert eine EVA-Makrospirale, welche erschließende, produktive, kommunikative und explorative Elemente beinhaltet. Durch einen vielfältigen Methodeneinsatz sowie wechselnde Sozialformen werden motivationale und kreative Aspekte berücksichtigt. Die Durchführung des Online-Unterrichtskonzeptentwurfs „Treibhauseffekt“ trägt somit zur Entwicklung fachlicher, sozialer, methodischer und persönlicher Kompetenzen der Lernenden bei und erfüllt demnach das Ziel des EVA-Unterrichts. Neben den theoretischen Grundlagen für EVA-Unterricht von Klippert (2000, S. 174-191) wurden für die Konzeptplanung die Kriterien-Checklisten für E-Learning von Heidkamp-Kergel und Kergel (2020, S. 20-23) herangezogen. Der Unterrichtsentwurf „Treibhauseffekt“ verfügt somit über theoretisches Fundament in Bezug auf Eigenverantwortliches Arbeiten sowie Distance Learning. Welche Stärken, Schwächen und Lücken das auf didaktische Theorie basierende Konzept in der Praxis aufweist, wird in Kapitel 5.4 diskutiert.

5.3 Konzeption und Verortung des Entwurfs

In Unterkapitel 5.3.1 werden formulierte Lernziele für das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ vorgestellt. Im Anschluss wird die Unterrichtsreihe mit dem Kompetenzmodell für naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer der Sekundarstufe I (vgl. Hopf et al. 2017, S. 6-7; Kern et al. 2017, S. 20) und dem Kompetenzstrukturmodell für E-Learning (vgl. Finster et al. 2020, S. 200) in Verbindung gebracht (Kapitel 5.3.2). Kapitel 5.3.3 stellt einen Bezug zwischen der Unterrichtsreihe und dem österreichischen Lehrplan der AHS Unterstufe (vgl. BGB1. Nr. 88/2016) her.

5.3.1 Lernziele

Das Formulieren von Lernzielen¹⁸ gilt auch im Zuge der Planung von digitalen Unterrichtseinheiten als Grundlage zur Überprüfung, ob die Schüler*innen im Voraus festgelegte Zielsetzungen im Laufe des Unterrichtsgeschehens erreicht und entsprechende Kompetenzen ausgebildet haben (vgl. Reiners 2017, S. 68-70; Finster et al. 2020, S. 192.193). Lernziele sind Voraussetzung für qualitativ hochwertigen, effizienten und kompetenzorientierten Online-Unterricht (vgl. ebd.). Sie stellen das Grundgerüst der Unterrichtplanung dar, was bedeutet, dass der gesamte didaktische Unterrichtsplanungsprozess der Lehrperson (Inhalts-, Methoden- und Medienwahl etc.) lernzielorientiert vollzogen werden muss (vgl. ebd.). Wie bereits in Kapitel 4.4 erwähnt, sind Lernziele besonders im Hinblick auf digitale Leistungsüberprüfungen zentrale Ausgangselemente für Lernende (vgl. Rheinberg 2002, S. 63). Durch das Aushändigen von Lernzielen an Schüler*innen bekommen diese einen Überblick über vorausgesetzte Fähigkeiten und Fertigkeiten der Wissensabprüfung (vgl. Reiners 2017, S. 68-7). Für die Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ wurden folgende Lernziele formuliert:

- Die Schüler*innen können mit einem synchronen Kommunikationsmittel am Unterricht teilnehmen.
- Die Schüler*innen können sich über ein asynchrones Kommunikationsmittel austauschen.
- Die Schüler*innen können auf einer Lernplattform Dateien up- und downloaden.
- Die Schüler*innen können ein Online-Brainstorming durchführen.

¹⁸ Ein Lernziel wird nach Meyer (1974, S. 21) als „sprachlich artikulierte Vorstellung über die durch Unterricht [...] zu bewirkende Verhaltensänderung eines Lernenden“ (ebd.) formuliert.

- Die Schüler*innen können selbstständig einen Heimversuch planen, durchführen und analysieren.
- Die Schüler*innen können Hypothesen in Bezug auf individuelle Versuchsergebnisse aufstellen.
- Die Schüler*innen können über einen chemischen Versuch diskutieren.
- Die Schüler*innen können die Funktion des Treibhauseffekts erklären.
- Die Schüler*innen können Gruppenpräsentationen zu einem vorgegebenen Thema erstellen.
- Die Schüler*innen können bereitgestellte Hilfsmittel gezielt einsetzen.
- Die Schüler*innen können eine Präsentation mit Berücksichtigung festgelegter Präsentationsvorgaben halten.
- Die Schüler*innen können ihr Präsentationsthema mit einem Medium ihrer Wahl visualisieren.
- Die Schüler*innen können den Unterschied zwischen natürlichen und anthropogenen Treibhauseffekt erläutern.
- Die Schüler*innen kennen die Treibhausgase Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, Fluorchlorkohlenwasserstoffe und Ozon und können die Problematik dieser im Hinblick auf den Treibhauseffekt erläutern.
- Die Schüler*innen können zu den Präsentationen ihrer Mitschüler*innen konstruktives Feedback geben.
- Die Schüler*innen können über die Folgen des Treibhauseffekts für Natur und Mensch diskutieren.
- Die Schüler*innen können über Maßnahmen für den Klimaschutz diskutieren.

5.3.2 Kompetenzmodelle

Seit dem Schuljahr 2021/22 gilt es in Österreich in allen Unterrichtsfächern kompetenzorientierten¹⁹ Unterricht durchzuführen (vgl. Institut des Bundes für Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen o. J.). Als Bezugsrahmen für die Planung, Durchführung und Reflexion von kompetenzorientierten Unterricht wurde für naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer der Sekundarstufe I (Chemie, Biologie und Physik) ein dreidimensionales Kompetenzmodell entwickelt (vgl. Hopf et al. 2017, S. 6-7; Kern et al. 2017, S. 20). Abbildung 17 zeigt das Modell, welches die drei Bereiche Inhalt, Handlung und Anforderungsniveau präsentiert (vgl. Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung 2011, S. 1; Kern et al. 2017, S. 20).

¹⁹ Der Begriff „Kompetenz“ orientiert sich in dieser Arbeit stets an der Definition nach Weinert (2001, S. 27): „Kompetenzen sind die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um die Problemlösung in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (ebd.).

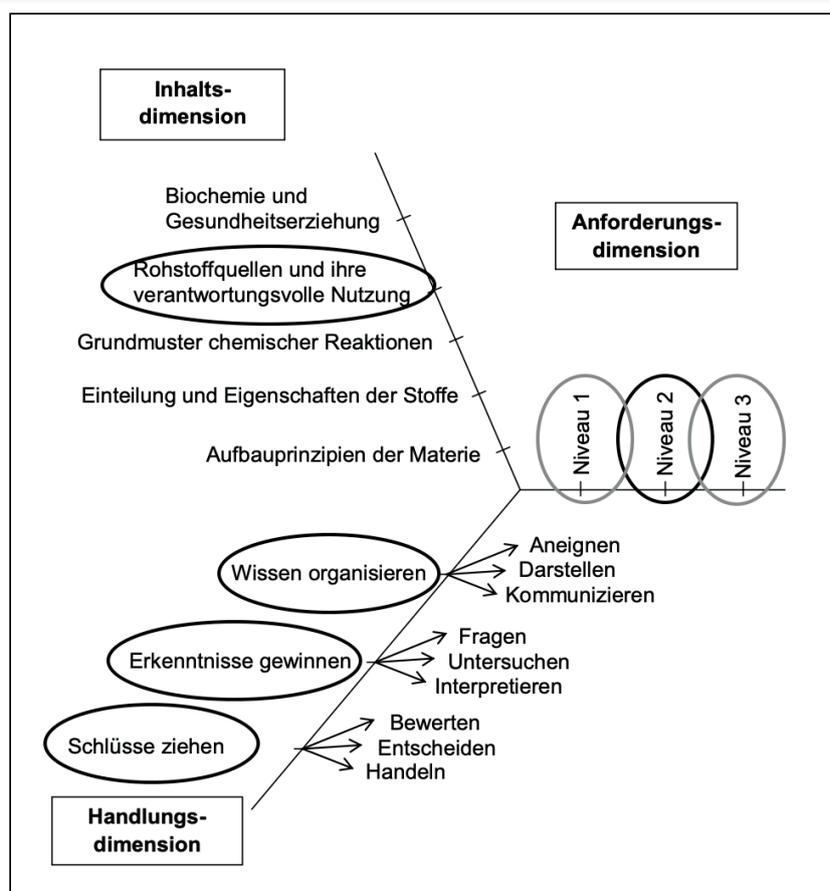


Abbildung 16: Kompetenzmodell Sekundarstufe I (direkt übernommen aus Kern et al. 2017, S. 20)

Die Inhaltsdimension bezieht sich auf den Lehrstoff in den einzelnen Lehrplänen (vgl. ebd., S. 4). Da das vorliegende Kompetenzmodell für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Sekundarstufe I entwickelt wurde, deckt die Inhaltsdimension den Lehrstoff der Fächer Chemie, Biologie und Physik ab (vgl. ebd.). Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ kann der Inhaltsdimension „Rohstoffquellen und ihre verantwortungsvolle Nutzung“ (ebd.) zugeordnet werden (vgl. ebd.), wie in Abbildung 17 durch Einkreisen gekennzeichnet ist. Ein detaillierter Lehrplanbezug kann im nachfolgenden Unterkapitel 5.3.3 gefunden werden. Die Dimension des Anforderungsniveaus besteht aus drei Schwierigkeitsstufen (Niveau 1 bis 3) (vgl. ebd.). Die einzelnen Arbeitsinseln des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ können je Leistungs- und Kompetenzstand der Schüler*innen bzw. nach Inanspruchnahme der Hilfestellungen und/oder Zusatzmaterialien auf den Anforderungsniveaus 1 bis 3 erarbeitet werden (siehe Kennzeichnung durch Einkreisen in Abbildung 17). Da die Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ nach Klipperts (2000, S. 174-191) Ansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens geplant wurde, wird jedoch ein Arbeiten auf Niveau 3 angestrebt, da sich dieser Bereich durch „weitgehend selbstständiges Handeln“ (Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung 2011, S. 3) der Lernenden auszeichnet. Der Bereich „Handlung“ besteht aus den drei Handlungsdimensionen „Wissen organisieren (W)“, „Erkenntnisse gewinnen (E)“ und „Schlüsse ziehen (S)“, wobei jede Dimension über weitere vier Handlungskompetenzen verfügt (vgl. Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung, S. 2) (die genaue Darstellung der einzelnen Deskriptoren kann in Anhang 3 gefunden werden). Eine detaillierte Darstellung aller Handlungskompetenzen, welche die Schüler*innen im Zuge der Unterrichtsreihe erwerben bzw. erweitern, ist im Folgenden (Abbildung 18) aufgelistet.

Wissen organisieren	
W1	Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen
W2	aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen
W3	Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren
W4	die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben
Erkenntnisse gewinnen	
E1	zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben
E2	zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen
E3	zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren
E4	Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren
Schlüsse ziehen	
S2	Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln

Abbildung 17: Handlungsdimensionen im Unterrichtskonzept "Treibhauseffekt" (eigene Darstellung, angelehnt an Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung 2011, S. 2)

Um die Schüler*innen frühzeitig auf kompetenzorientierte Aufgabenstellungen im Oberstufenunterricht vorzubereiten, wurde bei der Entwicklung der Übungen der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ die Verwendung von Operatoren (handlungsleitende Verben) berücksichtigt.

Neben dem österreichischen Kompetenzmodell der Sekundarstufe I für den naturwissenschaftlichen Unterricht stellt das „Kompetenzstrukturmodell für Lernkompetenzen im E-Learning“ von Finster et al. (2020, S. 199-200) ein bedeutsames Modell für die vorliegende Arbeit dar. Dieses Modell wurde im Hinblick auf selbstständige Online-Lernprozesse entwickelt (vgl. ebd.) und eignet sich daher für den EVA-Unterricht. Laut Finster et al. (2020, S. 199) fordert ein „weitgehend selbstständiges Lernen den Lernenden heraus, wofür eine hohe Lernkompetenz²⁰ benötigt wird“ (ebd.). Das Kompetenzmodell für E-Learning von Finster et al. (2020, S. 200) besteht aus vier Kompetenzbereichen: Sach-/Methodenkompetenz, Medienkompetenz, Selbstkompetenz und Sozialkompetenz, wobei jeder Bereich einzelne Teilkompetenzen beinhaltet (siehe Abbildung 19).

²⁰ Unter Lernkompetenz können „alle Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Gewohnheiten und Einstellungen, die für individuelle und kooperative Lernprozesse benötigt und zugleich beim Lernen entwickelt und optimiert werden“ (Born 2014, S. 11) verstanden werden.

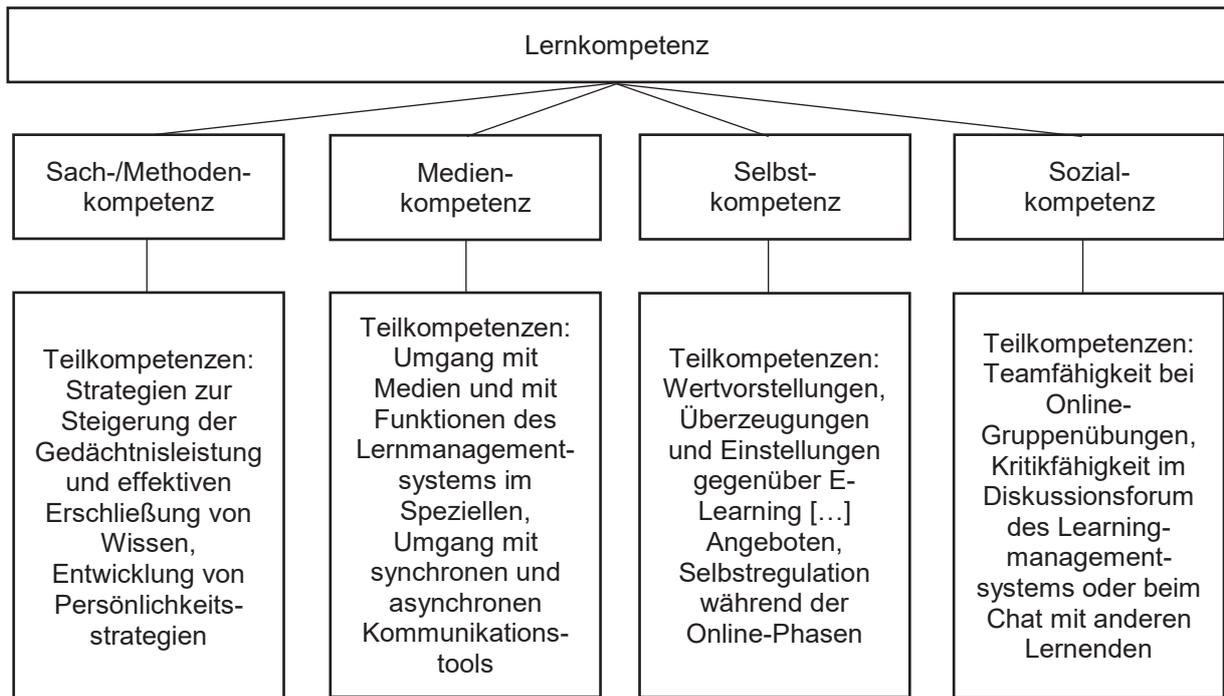


Abbildung 18: Kompetenzstrukturmodell E-Learning (direkt übernommen aus Finster et al. (2020, S. 200))

Wird Finsters et al. (2020, S. 200) Kompetenzmodell für E-Learning mit Klipperts (2020, S. 43) Schlüsselqualifikation des neuen Hauses des Lernens verglichen, können eindeutige Parallelen festgestellt werden. Die genannten Kompetenzen beider Unterrichtsmodelle decken sich. Klipperts (2020, S. 43) vier Schlüsselqualifikationen (Methoden-, Fach-, Sozial- und persönliche Kompetenz) entsprechen Finsters et al. (2020, S. 200) vier Lernkompetenzen (Fach-/Methoden-, Sozial-, Medien- und Selbstkompetenz). Aufgrund der Überschneidungen der Kompetenzausbildung und -erweiterung kann der Schluss gezogen werden, dass sich der Ansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens ideal für den digitalen Unterricht eignet und eine gekoppelte Durchführung eine hohe Lernkompetenz der Schüler*innen bewirkt.

5.3.3 Lehrplanbezug

Wie in Kapitel 1 des Zusatzheftes zur Masterarbeit nachgelesen werden kann, weist das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ eindeutige Lehrplanbezüge auf, die im vorliegenden Unterkapitel erläutert werden. Da das Konzept für eine 4. Klasse AHS entworfen wurde, wird auf den dementsprechenden Lehrplan zurückgegriffen (siehe BGB1. Nr. 88/2016). Mit der Durchführung der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ werden Bildungs- und Lehraufgaben des Chemieunterrichts in den Bereichen Alltag, Freizeit, Leben, Gesellschaft und Natur erreicht bzw. erfüllt. Die Schüler*innen „beobachten chemische Vorgänge“, „lernen chemische Prinzipien und Arbeitstechniken [...] anhand selbst durchgeführter Experimente [kennen]“, „erfassen Zusammenhänge zwischen Mikrokosmos und alltäglichen Erfahrungsbereich[en]“ und lernen „die Bedeutung der Chemie für [...] Lebensformen und Lebensvorgänge [zu] verstehen“. Darüber hinaus trägt die Durchführung der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ zur „gesellschaftlichen Erziehung im Bereich von Natur und Materie“ (ebd.) bei. Die Betrachtung der Thematik „Treibhauseffekt“ auf einer chemisch-naturwissenschaftlichen Ebene führt

„zu einem Verständnis für Stoffkreisläufe, für die Wechselbeziehung Ökonomie - Ökologie und damit zu umweltbewusstem Handeln sowie zu Energie- und Rohstoffsparen“ (ebd.).

Vor allem wegen des bewussten Einsatzes von EVA-Elementen leistet die Durchführung der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ einen wichtigen Beitrag zur „Persönlichkeitsentwicklung [und zur] Eigenverantwortung“ (ebd.) der Schüler*innen. Arbeiten mit „Genauigkeit, Sorgfalt und Verantwortung“ (ebd.) wird gefördert und gefordert. Digitale Gruppenarbeiten wirken sich positiv auf die „Team-, Kommunikations- und Solidarfähigkeit“ (ebd.) der Lernenden aus. Wie bereits erwähnt ist die Ausbildung sozialer, kommunikativer und persönlicher Kompetenzen ein charakteristisches Element des Eigenverantwortlichen Arbeitens (Klippert 2000, S. 174). Die Wichtigkeit der Ausbildung genau dieser Fähigkeiten und Fertigkeiten wird, wie oben gezeigt, auch anhand der Bildungs- und Lehraufgaben im Lehrplan der AHS Unterstufe deutlich (vgl. BGB1. Nr. 88/2016). Es stellt sich heraus, dass mit der Durchführung der EVA-Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ automatisch Lehrplanbezüge einhergehen, was generell für den Einsatz von EVA-Elementen im Unterricht spricht. Auch die didaktischen Grundsätze des Lehrplans der AHS Unterstufe werden mit dem Einsatz des Unterrichtsentwurfs größtenteils abgedeckt. Die EVA-Methode erlaubt den Schüler*innen, ihre persönliche „Erfahrungswelt als Unterrichtsausgangspunkt“ (BGB1. Nr. 88/2016) zu sehen und „selbstständiges Suchen, Forschen und Entdecken“ (ebd.) durch den Einsatz von Heimexperimenten in Eigenverantwortung zu vollziehen. Die digitale Durchführung der Unterrichtsreihe ermöglicht den Einsatz „moderne[r] Lern- und Sozialformen“ (ebd.) sowie die „Auseinandersetzung mit neuen Technologien, Unterrichtssoftwares und elektronischen Informationssystemen“ (ebd.). Auch hier kann erneut festgestellt werden, dass sich die didaktischen Grundsätze mit Elementen des EVAs (wechselnde Sozialformen, Methodenvielfalt (vgl. Klippert 2000, S. 174-191)) überschneiden. Die fachlichen Wissensinhalte, die beim Konzeptentwurf „Treibhauseffekt“ gelehrt und gelernt werden, fallen im Lehrplan der AHS Unterstufe Chemie unter den Inhaltsbereich „Rohstoffquellen und ihre verantwortungsvolle Nutzung“ (BGB1. Nr. 88/2016) mit der Unterkategorie „Prinzipielles Verstehen von Umweltproblemen als Störung natürlicher Systeme“ (ebd.).

5.4 Evaluierung des Konzeptentwurfs

Für erfolgreiches und effizientes Lehren und Lernen sind regelmäßige und individuelle Rückmeldungen an die Lehrperson nötig (vgl. Jürgens; Standop 2015, S. 243; Meyer 2004, S. 216). In Bezug auf konstruktive Unterrichtsrückmeldungen ist die Bereitschaft der Lehrperson, Feedback zu erhalten, dieses zu reflektieren und davon ausgehend Handlungsstrategien für die zukünftige Unterrichtstätigkeit abzuleiten erstrangig (vgl. ebd.). Altrichter et al. (2018, S. 13-18) entwickelten hierfür den „Aktions-Reflexions-Kreislauf“ (ebd., S. 14), ein Modell der Aktionsforschung, bestehend aus vier Bereichen „Aktion“, „Informationssammlung“, „Interpretation und Auswertung“ und „Konsequenzen“ (siehe Abbildung 20) (vgl. ebd., S. 13-18).

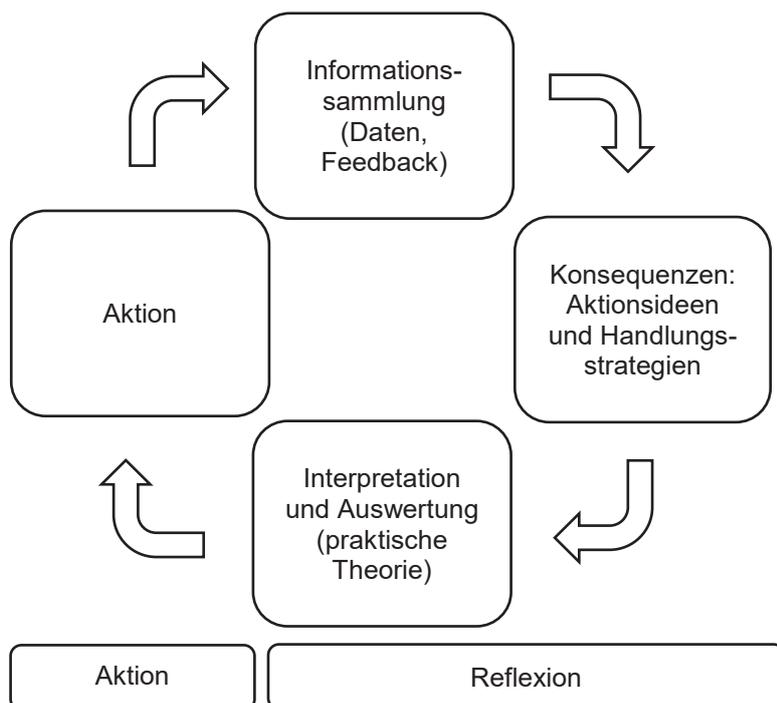


Abbildung 19: Aktions-Reflexions-Kreislauf (direkt übernommen aus Altrichter et al. 2018, S. 14)

Die Lehrperson sammelt während und nach einer Aktionsphase, dem Unterrichtsgeschehen selbst, für eine Unterrichtsreflexion bedeutsame Informationen (vgl. ebd.). Die durch die Praxis erhaltenen Daten werden in einem nächsten Schritt ausgewertet und im Anschluss pädagogisch sowie fachdidaktisch reflektiert und interpretiert (vgl. ebd.). Aus den aus der Reflexion resultierenden Ergebnissen werden Konsequenzen für weitere Unterrichtshandlungen gezogen und diese in der Praxis, also in einer erneuten Aktionsphase, umgesetzt (vgl. ebd.). So ergibt sich ein Kreislauf aus Reflexions- und Aktionsprozessen, den es als professionelle Lehrperson stets zu wiederholen gilt (vgl. ebd.). Die Durchführung von Feedback im Unterricht kann nach Jürgens und Standop (2015, S. 243) mit sechs möglichen Verfahren vollzogen werden: Selbstevaluierung, kollegiales Feedback, Schüler*innenfeedback, Elternfeedback, Evaluation öffentlicher Institutionen und Evaluation nationaler oder internationaler Institutionen (vgl. ebd.). Für das Erlangen konstruktiver Rückmeldungen zur Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ wurden Evaluierungen auf zwei Ebenen (Schüler*innen, Kolleg*innen) angesetzt, jedoch nur auf einer realisiert.

5.4.1 Evaluierung 1 - Schüler*innenfeedback

Nach der Erprobung der Unterrichtsreihe wurde ein Feedbackbogen für Schüler*innen erstellt, welcher jedoch aufgrund schulinterner Organisations- und Kontaktschwierigkeiten nicht in die Tat umgesetzt werden konnte. Diese Situation gilt als äußerst bedauerlich, da Schüler*innenfeedback eine wichtige Form der Unterrichtsrückmeldung sowie Grundlage für Unterrichtsverbesserung darstellt (vgl. Hattie; Timperely 2007, S. 81-82). Der Entwurf des Schüler*innenfeedbacks für die Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ befindet sich trotz misslungener Durchführung in Anhang 4 und soll so die Wichtigkeit der Durchführung von Rückmeldungen der Lernenden aufzeigen.

5.4.2 Evaluierung 2 – Kolleg*innenfeedback

Nach Funk (2016, S. 85-92; 112-114) trägt kollegiales Unterrichtsfeedback wesentlich zur (Weiter-)Entwicklung innerschulischer Prozesse bei. Folgende positive Wirkungen ergeben sich durch kollegiale Unterrichtsrückmeldungen für die Lehrperson und in weiterer Folge für den Unterricht (vgl. ebd.):

- Lehrpersonen werden in ihrem eigenen Tun und Handeln gestärkt und motiviert.
- Lehrpersonen erleben ein Gefühl der Gemeinsamkeit.
- Lehrpersonen reflektieren ihre Unterrichtshandlungen regelmäßig.
- Lehrpersonen betrachten ihre Stärken und Schwächen.
- Lehrpersonen sind offen für Unterrichtsveränderungen und setzen diese aktiv um.
- Lehrpersonen erleben Arbeitszufriedenheit durch das Gefühl der Selbstwirksamkeit (vgl. ebd.).

Die genannten positiven Wirkungen kollegialen Feedbacks reichen bereits aus, um die Wichtigkeit von Kolleg*innenunterrichtsevaluation wahrzunehmen und die Durchführung dieser anzustreben. Für die Evaluation des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ durch Fachkolleg*innen wurde ein Fragebogen entworfen, welcher in Anhang 7 gefunden werden kann. Eine detaillierte Erläuterung der Durchführung des Feedbacks sowie die Darstellung der gesammelten Daten, deren Analyse, Interpretation und Diskussion erfolgt in den Kapiteln 5.4.2.1, 5.4.2.2 und 5.4.2.3.

5.4.2.1 Hinweise zur Datensammlung

Im nachfolgenden Kapitel werden die erhobenen Daten des Kolleg*innenfeedbacks dargestellt. Für die Klarheit der Darstellungen sind vorweg folgende Informationen nötig: Die Datenerhebung basiert auf 27 Frageitems (siehe Anhang 5). Die Items 1 und 2 dienen zur statistischen Erfassung persönlicher Informationen (Alter und Geschlecht) der Proband*innen. Für die Erhebung der Daten von Item 3 bis 24 wurde auf das Messverfahren einer fünfstufigen Likert-Skala (vgl. Likert 1932, S. 5-53) zurückgegriffen (1 = trifft zu, 2 = trifft eher zu, 3 = neutral, 4 = trifft eher nicht zu, 5 = trifft nicht zu). Bei den Fragenitems 25, 26 und 27 handelt es sich um offene Fragen. Diese wurden im Zuge einer qualitativ-strukturierenden Inhaltsanalyse (vgl. Kuckartz 2018, S. 38-44) induktiv ausgewertet. Die erhobenen Daten wurden nach einem systematischen Categorieschema nach Kuckartz (2018, S. 38-44) codiert (siehe Abbildungen 47 bis 49). Für jedes Frageitem wurde ein Categoriesystem erstellt, welches aus einzelnen Kategorien (inklusive Unterkategorien) und der dazugehörigen stichwortartigen Codiereinheit (Textstelle, die mit der Kategorie bzw. Unterkategorie in Verbindung steht) besteht (vgl. ebd.). Insgesamt nahmen 32 Proband*innen am Feedback teil, wobei im Anschluss jedoch nur die Daten von 30 Personen betrachtet werden, da sich das Feedback zweier Proband*innen als unvollständig und somit für die Datenverarbeitung untauglich herausstellte. Bei den Teilnehmer*innen handelt es sich um Fachkolleg*innen (Studierende des Unterrichtsfachs Chemie oder Chemielehrer*innen) zwischen 21 und 55 Jahren (Durchschnittsalter 28,77 Jahre), davon identifizieren sich 23 Personen als weiblich (77 Prozent) und sieben Personen als männlich (23 Prozent) (siehe Abbildung 20 und Datenerhebung Items 1 bis 24 in Kapitel 5.4.2.2).

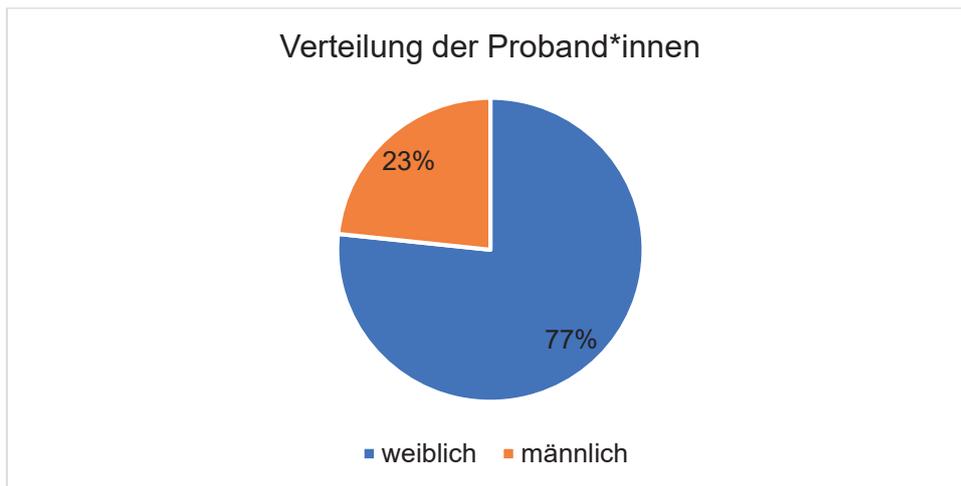


Abbildung 20: Verteilung der Proband*innen (eigene Darstellung basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

5.4.2.2 Darstellung der Ergebnisse

Datenerhebung Items 1 bis 24 (tabelliert):

Item	1 Alter	2 Geschlecht	3 ²¹	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	24	weiblich	1 ²²	2	1	2	2	1	1	1	1	1
2	39	weiblich	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2
3	24	weiblich	1	1	1	1	2	2	1	2	3	2
4	26	weiblich	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	25	weiblich	3	1	1	2	1	2	2	1	1	1
6	24	männlich	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
7	41	weiblich	1	3	2	1	1	3	2	2	2	3
8	59	weiblich	3	1	1	3	2	1	1	1	1	1
9	23	weiblich	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	24	weiblich	1	1	3	2	3	1	1	1	1	1
11	24	männlich	1	4	2	3	1	4	4	2	3	4
12	25	weiblich	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
13	55	männlich	1	2	2	1	3	1	1	1	1	2
14	21	weiblich	1	1	1	2	2	2	1	1	2	1
15	30	männlich	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
16	24	weiblich	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	21	weiblich	1	1	1	2	2	1	1	1	1	3
18	29	weiblich	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2
19	23	weiblich	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2
20	23	weiblich	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
21	25	weiblich	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1
22	24	weiblich	1	1	2	1	2	1	1	1	2	3
23	28	weiblich	1	1	1	2	2	1	1	1	2	1
24	24	männlich	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
25	25	weiblich	1	1	2	2	2	2	1	1	2	2
26	23	männlich	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
27	23	weiblich	2	1	2	3	1	1	1	2	1	1
28	28	weiblich	1	3	1	2	1	3	2	1	3	1
29	41	weiblich	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1
30	38	männlich	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1
MW	28,77	-	1,37	1,67	1,47	1,43	1,2	1,27	1,4	1,27	1,4	1,6

²¹ Für die einzelnen Items siehe Abbildung 24 (Legende).

²² Die Zahlenwerte stehen in Verbindung mit der fünfstufigen Likert-Skala: 1 $\hat{=}$ trifft zu, 2 $\hat{=}$ trifft eher zu, 3 $\hat{=}$ neutral, 4 $\hat{=}$ trifft eher nicht zu, 5 $\hat{=}$ trifft nicht zu

SD	-	-	0,56	0,71	0,63	0,77	0,61	0,52	0,67	0,52	0,67	0,81
----	---	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Abbildung 21: Datenerhebung A Kolleg*innenfeedback (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

Aus- sage	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	2	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	1
2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
3	2	1	2	1	3	1	2	2	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	2	3	1	2	3	2	2	2	1
8	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
9	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	2	1	3	3	4	3	4	3	4	2
11	4	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
13	3	1	1	1	3	1	3	2	2	2	1	1
14	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1
15	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1
16	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1	1
18	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1
19	1	2	2	2	3	1	2	3	2	3	2	1
20	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1
21	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2
22	1	1	1	2	2	1	2	3	1	1	1	1
23	2	1	1	1	3	1	2	3	2	1	1	1
24	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2	1
25	1	2	2	1	2	1	2	1	1	1	1	1
26	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	1
27	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
28	2	1	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1
29	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	1	1
MW	1,4	1,2	1,6	1,4	1,93	1,17	1,53	1,6	1,3	1,4	1,3	1,1
SD	0,72	0,41	0,56	0,56	0,78	0,46	0,73	0,77	0,65	0,62	0,65	0,31

Abbildung 22: Datenerhebung B Kolleg*innenfeedback (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

Legende
MW = Mittelwert SD = Standardabweichung
Item 1: Alter
Item 2: Geschlecht
Item 3: Das Thema der Unterrichtsreihe ist sehr aktuell und überaus relevant für Schüler*innen.
Item 4: Die Unterrichtsreihe ist einheitlich sequenziert und klar strukturiert.
Item 5: In der Unterrichtsreihe sind inhaltliche Schwerpunkte eindeutig zu erkennen.
Item 6: Das Interesse am Lerninhalt wird stark aufrechterhalten.
Item 7: Mit der Unterrichtsreihe werden die Schüler*innen auch im digitalen Setting motiviert.
Item 8: Die Schüler*innen werden auf zentrale Frage- bzw. Problemstellungen hingelenkt.
Item 9: Die einzelnen Arbeitsaufträge und -schritte sind klar verständlich.
Item 10: Die bereitgestellten Unterrichtsmaterialien (Arbeitsblätter, Textausschnitte etc.) sind der Altersgruppe entsprechend.
Item 11: Die Unterrichtsgestaltung (Wahl der Unterrichtsmethoden) ist der Altersgruppe angemessen.
Item 12: Die bereitgestellten Unterrichtsmaterialien (Arbeitsblätter, Textausschnitte etc.) sind sehr ansprechend und motivierend gestaltet.

Item 13: Das Unterrichtskonzept ist stark schüler*innenzentriert.
 Item 14: Das Unterrichtskonzept bietet den Schüler*innen viele Möglichkeiten, aktiv zu handeln (Sprechanelassen, Recherchen, Präsentationen etc.).
 Item 15: Die Schüler*inneninteraktion wird stark angeregt.
 Item 16: Es werden sowohl von den Lernenden als auch von der Lehrperson ausreichend Beiträge geleistet.
 Item 17: Das Unterrichtskonzept bietet Möglichkeiten zur Differenzierung.
 Item 18: Den Schüler*innen werden wirksame Lernhilfen angeboten.
 Item 19: Das Unterrichtskonzept zeichnet sich durch deutliche Methodenvielfalt aus.
 Item 20: Neue Kenntnisse werden regelmäßig festgehalten.
 Item 21: Die Schüler*innen können ihre Arbeitsergebnisse gewinnbringend präsentieren.
 Item 22: Bei der Durchführung des Unterrichtskonzepts werden Problemlösefähigkeit und Selbständigkeit der Schüler*innen deutlich erweitert.
 Item 23: Die Umsetzung der Unterrichtsreihe für den digitalen Unterricht gilt als sehr gelungen.
 Item 24: Das Unterrichtskonzept gibt den Schüler*innen Möglichkeiten, eigenverantwortlich und selbstständig zu arbeiten.
 Item 25: Welche Vorteile bringt die digitale Durchführung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ mit sich?
 Item 26: Welche Herausforderungen bringt die digitale Durchführung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ mit sich?
 Item 27: Wie kann das Unterrichtskonzept verändert werden, um Selbstständigkeit und Eigenverantwortung der Schüler*innen im Distance Learning noch intensiver zu fördern?

Abbildung 23: Legende der Items (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

Datenerhebung Items 3 bis 27 (Diagramme):

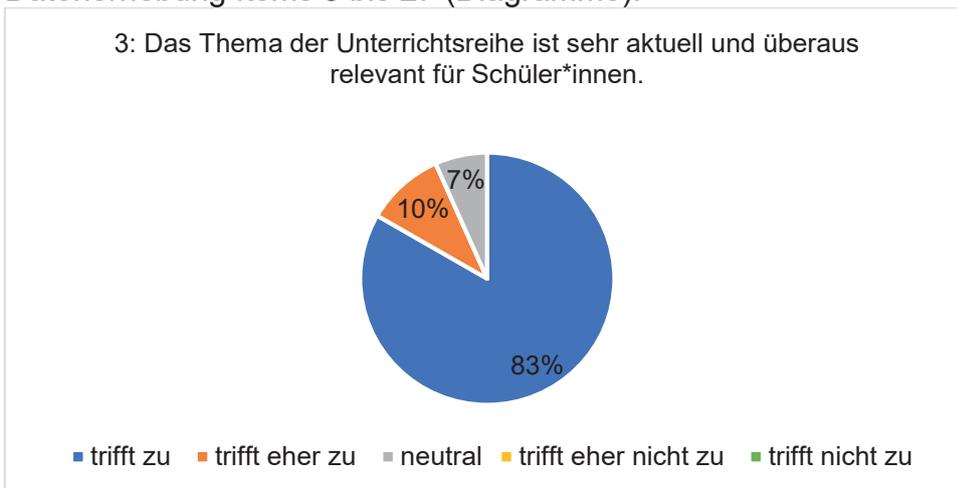


Abbildung 24: Diagramm Item 3 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

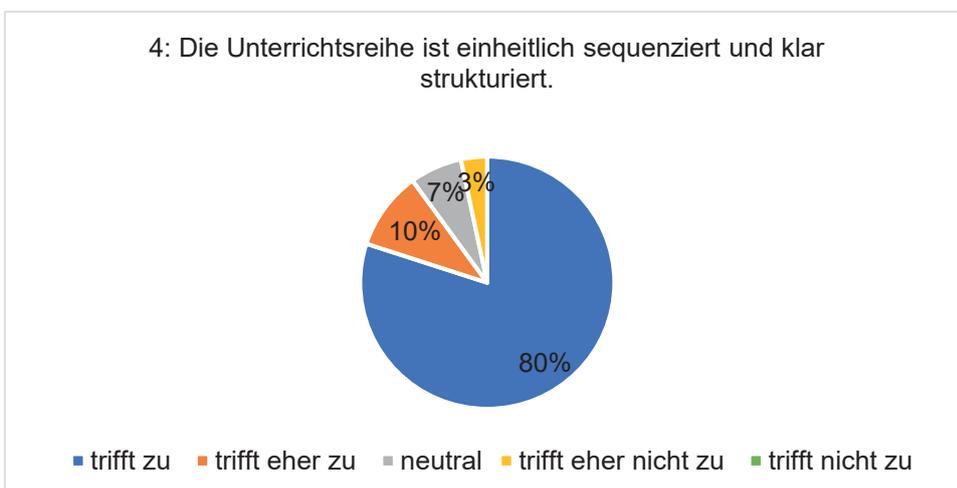


Abbildung 25: Diagramm Item 4 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

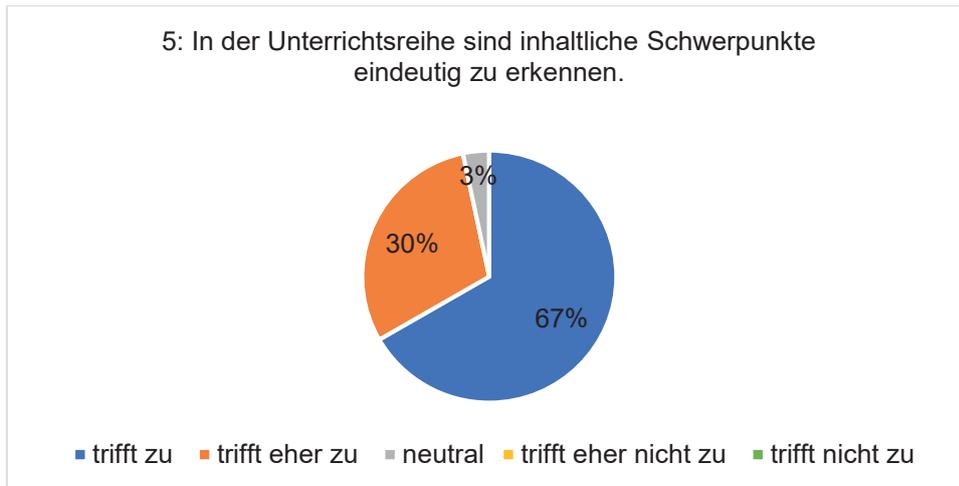


Abbildung 26: Diagramm Item 5 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

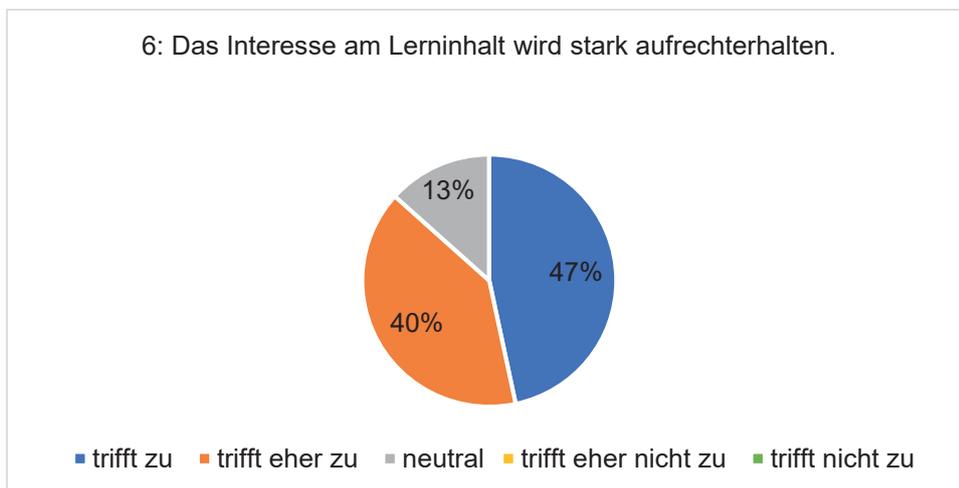


Abbildung 27: Diagramm Item 6 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

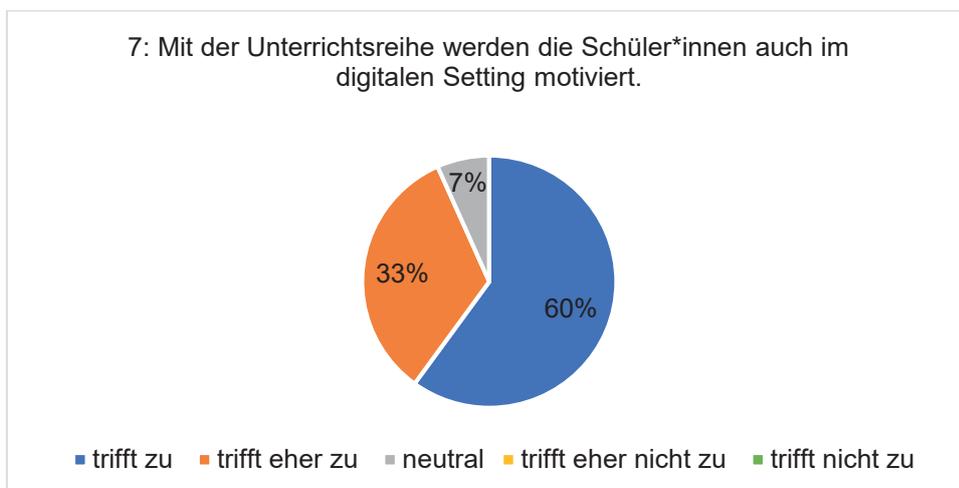


Abbildung 28: Diagramm Item 7 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

8: Die Schüler*innen werden auf zentrale Frage- bzw. Problemstellungen hingelenkt.

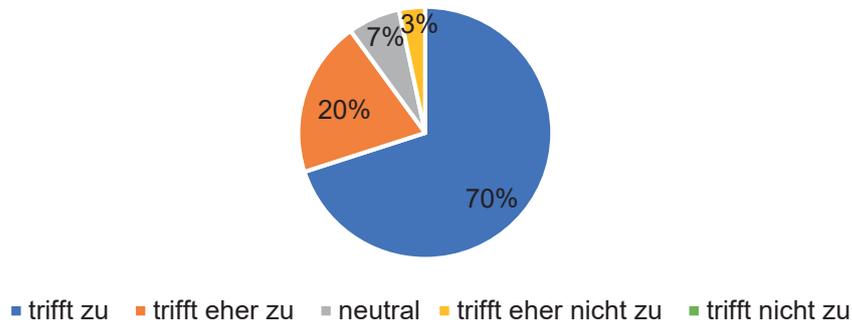


Abbildung 29: Diagramm Item 8 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

9: Die einzelnen Arbeitsaufträge und -schritte sind klar verständlich.

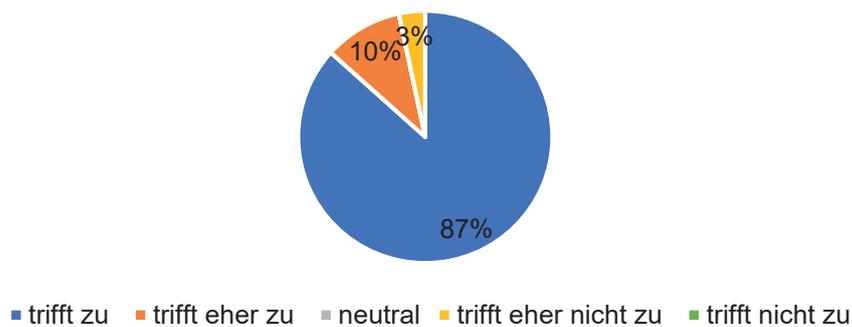


Abbildung 30: Diagramm Item 9 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

10: Die bereitgestellten Unterrichtsmaterialien (Arbeitsblätter, Textausschnitte etc.) sind der Altersgruppe entsprechend.

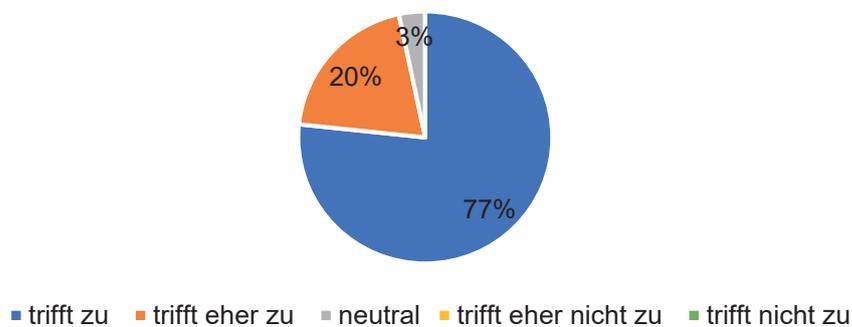


Abbildung 31: Diagramm Item 10 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

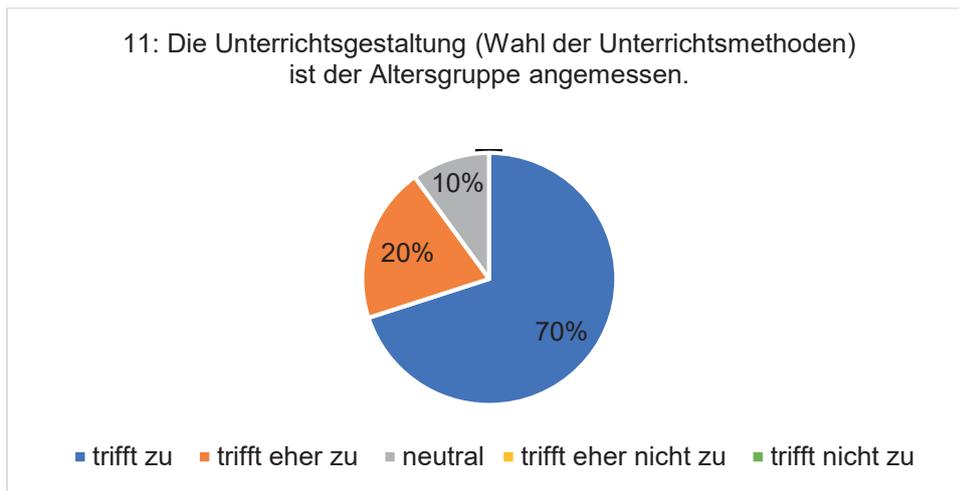


Abbildung 32: Diagramm Item 11 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

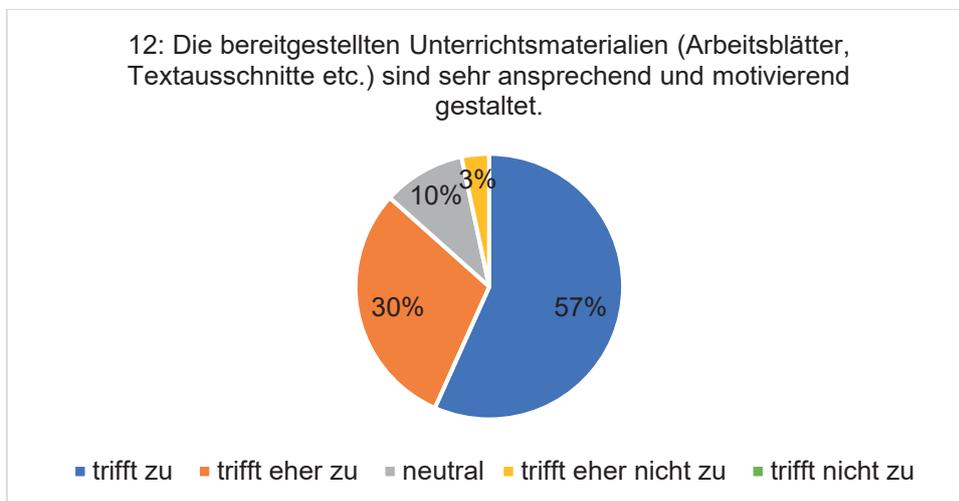


Abbildung 33: Diagramm Item 12 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

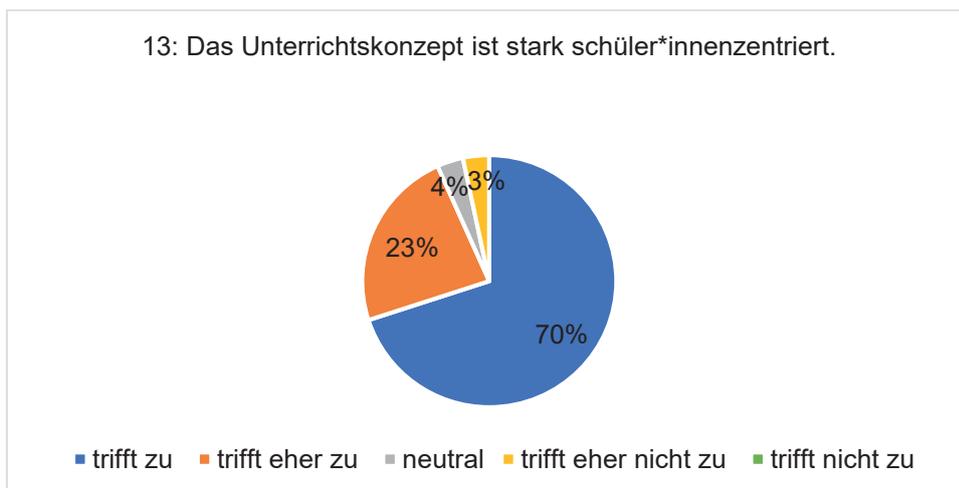


Abbildung 34: Diagramm Item 13 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

14: Das Unterrichtskonzept bietet den Schüler*innen viele Möglichkeiten, aktiv zu handeln (Sprechanelässe, Recherchen, Präsentationen etc.).

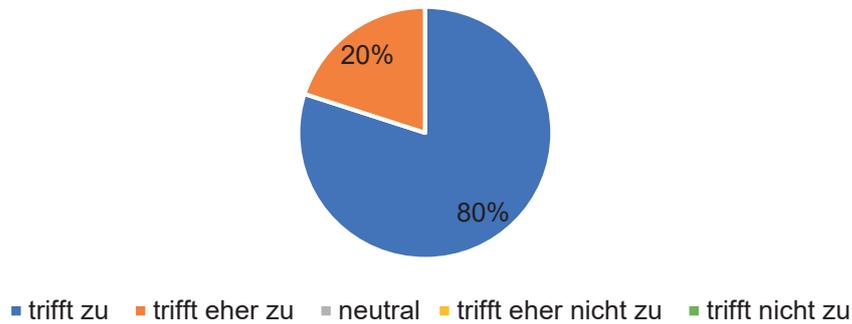


Abbildung 35: Diagramm Item 14 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

15: Die Schüler*inneninteraktion wird stark angeregt.

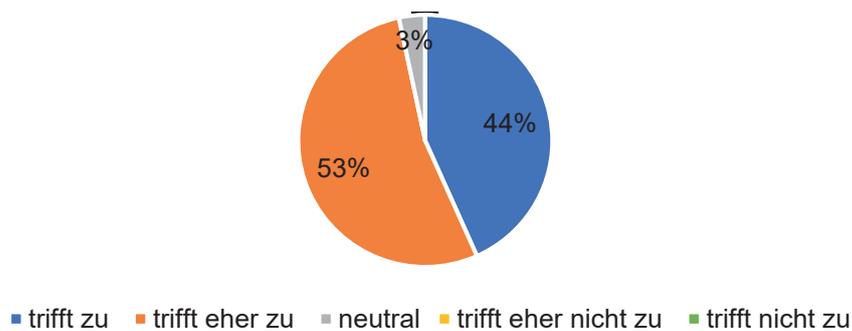


Abbildung 36: Diagramm Item 15 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

16: Es werden sowohl von den Lernenden als auch von der Lehrperson ausreichend Beiträge geleistet.

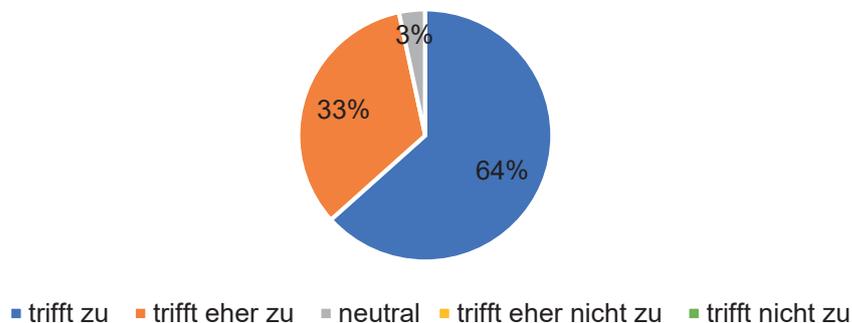


Abbildung 37: Diagramm Item 16 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

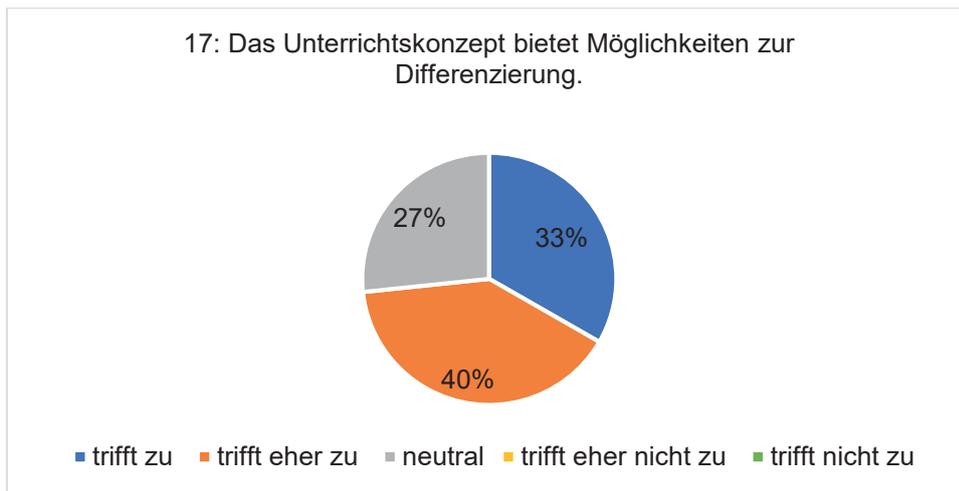


Abbildung 38: Diagramm Item 17 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

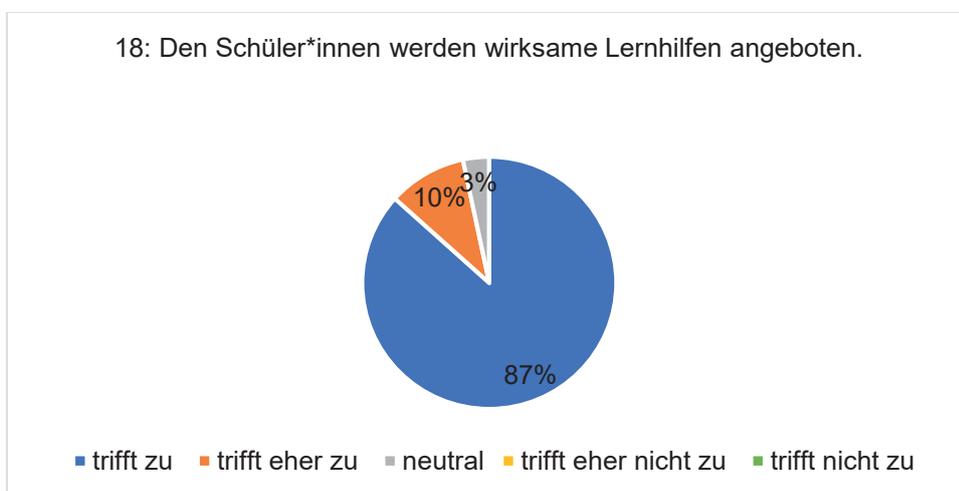


Abbildung 39: Diagramm Item 18 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

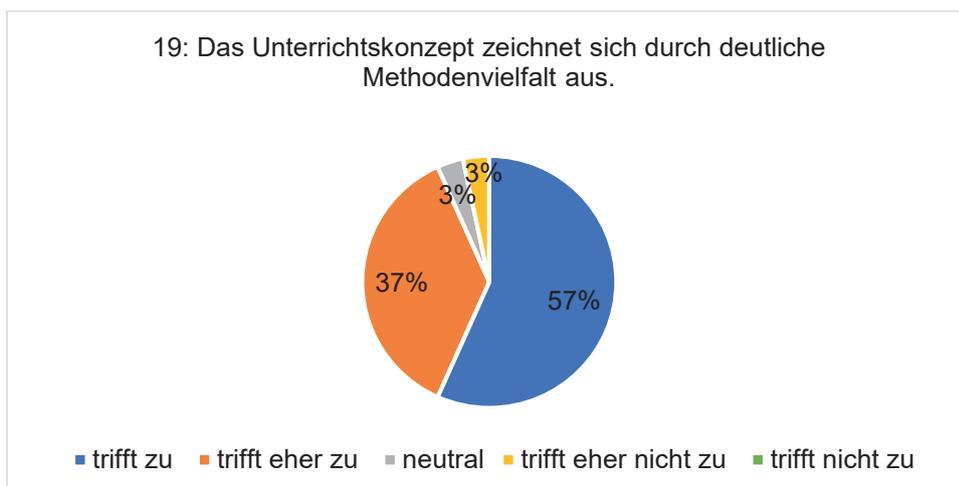


Abbildung 40: Diagramm Item 19 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

20: Neue Kenntnisse werden regelmäßig festgehalten.

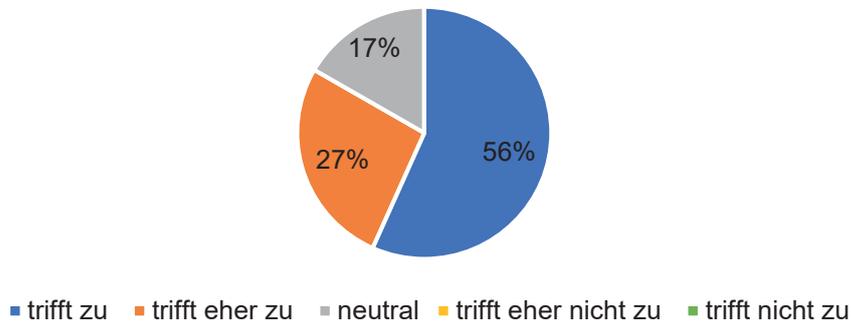


Abbildung 41: Diagramm Item 20 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

21: Die Schüler*innen können ihre Arbeitsergebnisse gewinnbringend präsentieren.

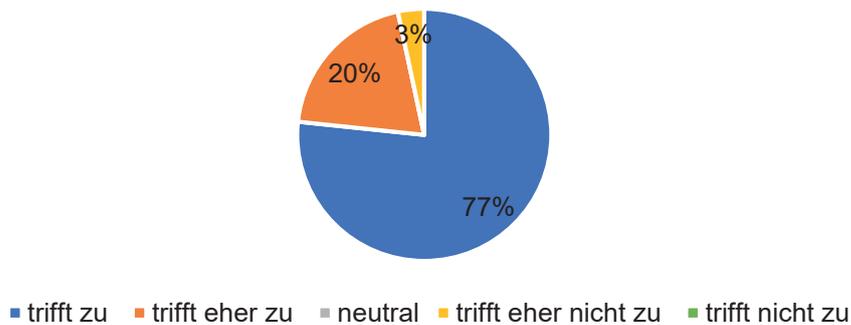


Abbildung 42: Diagramm Item 21 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

22: Bei der Durchführung des Unterrichtskonzepts werden Problemlösefähigkeit und Selbständigkeit der Schüler*innen deutlich erweitert.

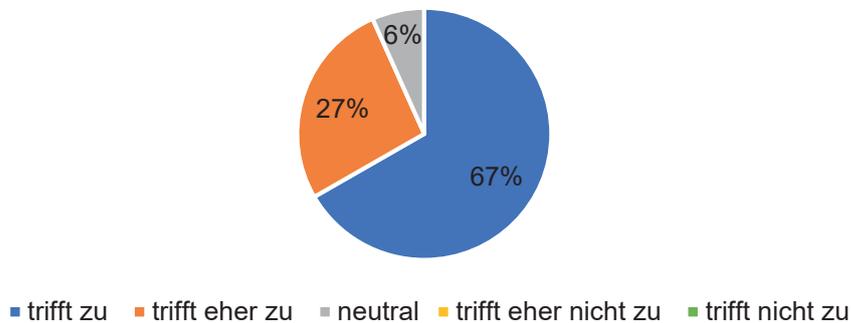


Abbildung 43: Diagramm Item 22 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

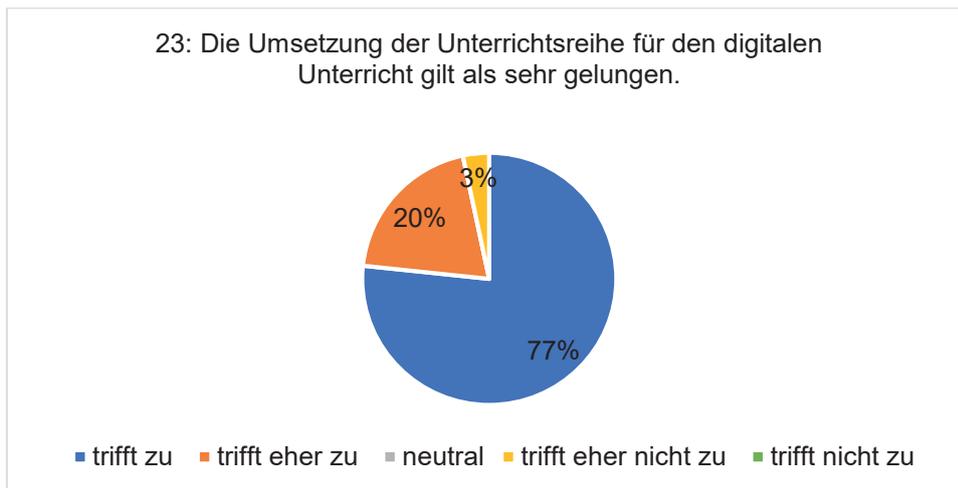


Abbildung 44: Diagramm Item 23 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

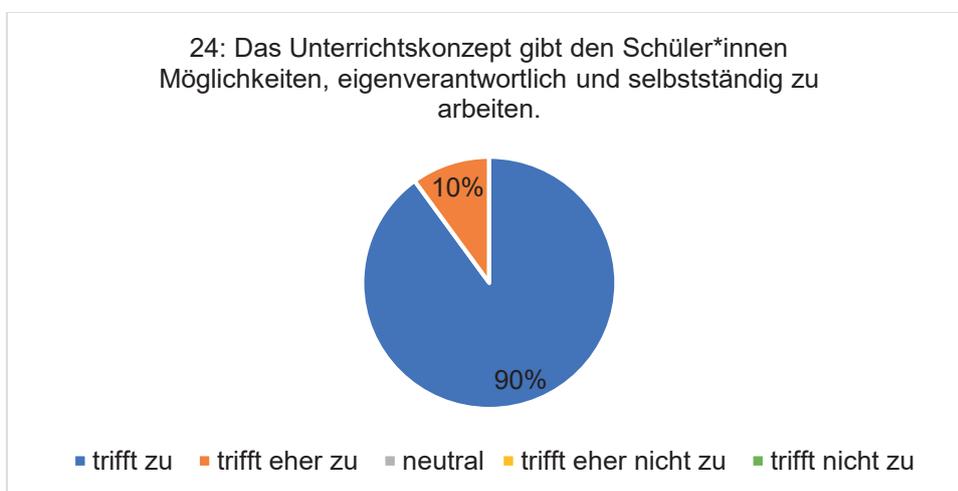


Abbildung 45: Diagramm Item 24 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

Datenerhebung Items 25 bis 27 (kategorisiert):

Kategoriesystem - Aussage 25: Welche Vorteile bringt die digitale Durchführung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ mit sich?		
Kategorie	Unterkategorie	Codiereinheit stichwortartig
Persönlichkeitsbildung	Individualität	Individualität Individuelles Arbeiten ist möglich
	Selbst- und Eigenständigkeit	Selbstständigkeit Eigenständig Arbeiten Selbstständig Arbeiten Schüler*innen können in einem gut gestalteten Setting eigenverantwortlich Arbeiten Durch alleinige Durchführung des Experiments verpflichtende Verantwortungsübernahme für alle Lernenden Selbstständige Auseinandersetzung mit dem Thema Eigenverantwortung wird gestärkt Eigene Interessen in den Mittelpunkt rücken Eigenständiges Arbeiten Eigenständiges Erarbeiten von Inhalten

	Selbstwirksamkeit und Autonomie	Schüler*innen erleben Selbstwirksamkeit und Autonomie
	Persönliche Interessen	Erweiterung eigener Interessen
Unterrichtsform	Aktiv-produktionsorientierter Unterricht	Aktives Arbeiten Aktives Recherchieren Intensiv-aktive Auseinandersetzung mit dem Thema
	Differenzierter Unterricht	Differenziertes Arbeiten am Thema
Methoden	Methodenvielfalt	Digitalität bietet Methodenvielfalt Einsatz neuer, digitaler Unterrichtsmethoden und -materialien
Medien	Medienkompetenz	Arbeiten mit digitalen Medien Einsatz von digitalen Medien (hier Mentimeter) im Online-Setting einfacher Erlernen wichtiger Aspekte der Medienkompetenz Förderung der Kompetenzen im Sinne der digitalen Grundbildung Stärkung digitaler Kompetenzen Digitale Bildung Ausbildung von Medienkompetenzen Teilnahme am Unterricht durch digitale Werkzeuge Einsatz digitaler Tools
	Digitale Recherche	Zugriff auf digitale Quellen leichter möglich Einfaches Durchführen von Recherchen Recherchen können leichter durchgeführt werden Zeit und Ressourcen für eigene Recherche Nahtloser Übergang zwischen Unterricht und Recherche Direkte Recherchen im Internet Einfache Recherche
Sozialität	Soziale Kontakte	Schätzen sozialer Kontakte Soziale Interaktion gegeben Gruppenarbeiten (Breakout-Rooms)
Wissensvermittlung	Erhöhte Wissensvermittlung	Wissensvermittlung im digitalen Setting erhöht, da weniger Unterbrechungen
Unterrichtsmanagement	Zeitmanagement	Zeitliche Unabhängigkeit Alle Schüler*innen können im eigenen Tempo arbeiten Genügend Zeit für individuelles Arbeiten Schüler*innen können sich die bereitgestellten Materialien in Ruhe zu Hause ansehen und das Experiment beliebig oft wiederholen Individuelle Zeiteinteilung Individuelle Zeiteinteilung
	Ungestörter Lernraum	Ungestörte Gruppenarbeiten in Breakout-Rooms Gute "räumliche" Trennung für die einzelnen Gruppen bei der Gruppenarbeit Digitale Breakout-Räume bieten für viele kleine Gruppen einen ruhigen, geschlossenen Rahmen, den ein Klassenzimmer nicht bieten kann Ungestörte Einzelarbeit Ungestörte Gruppenarbeit
	Thema	Thema bietet sich für Online-Unterricht aufgrund einfacher Recherche an

		Viele Möglichkeiten den Kindern die Thematik digital verständnisvoll aufzubereiten
Heimversuche	Einsatz von Heimversuchen	Unkompliziertes Durchführen von Heimversuchen Möglichkeit eines eigenständigen Experiments zuhause Individuelles Durchführen des Heimexperiments Die Schüler*innen haben genug Zeit, den Versuch selbstständig durchzuführen (ist in der Schule nicht immer gegeben) Einsatz von Heimversuchen, um einzelne Punkte deutlich zu machen
Lehrperson	Lernbegleitung	Lehrperson kann schnell und einfach zwischen den Gruppen wechseln, um Unterstützung zu bieten

Abbildung 46: Kategoriesystem - Aussage 25 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

Kategoriesystem - Aussage 26: Welche Herausforderungen bringt die digitale Durchführung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ mit sich?		
Kategorie	Unterkategorie	Codiereinheit stichwortartig
Unterrichtsform	Differenzierter Unterricht	Schwächere Schüler*innen unterstützen fällt schwerer Erweiterung der Kluft zwischen stärkeren und schwächeren Schüler*innen Über- und Unterforderung der Schüler*innen
	EVA-Unterricht	Schwierigkeiten bei eigenständigem Arbeiten Eigenständiges Arbeiten zuhause Überforderung durch eigenständiges Arbeiten Lange, selbstständige Arbeitsphasen Überforderung von Schüler*innen die nicht/schwer selbstständig arbeiten
Medien	Technische Probleme	Technische Probleme Technische Probleme bei der Videokonferenz Technische Schwierigkeiten Verwendung digitaler Tools benötigt Vorwissen, ansonsten Schwierigkeiten Probleme bei der digitalen Präsentation
	Verfügbarkeit digitaler Geräte	Schüler*innen verfügen teilweise nicht über digitale Geräte
Sozialität	Soziale Kontakte	Soziale Interaktion Kein direkter sozialer Kontakt Kein sozialer Kontakt unter den Lernenden Geringer Schüler*innenkontakt
Motivation	Motivation	Erniedrigte Motivation Interesse der Schüler*innen wecken Motivationsverlust der Schüler*innen Selbstdisziplin der Schüler*innen Geringere Unterrichtspartizipation Motivationsmangel
	Aufmerksamkeit	Aufmerksamkeitsverlust Ablenkungen Aufmerksamkeit aufrechterhalten Ablenkungen zuhause Konzentrationsprobleme
Wissensvermittlung	Digitale Wissensvermittlung	Inhaltliche Probleme bei der digitalen Vermittlung Probleme bei der Wissensvermittlung aufgrund des digitalen Settings

		Grenzen bei der Erarbeitung einer greifbaren Thematik in digitaler Form
Leistungsfeststellung	Mitarbeit während der Einheit	Begrenzte Feststellung von Mitarbeit Mitarbeit ist erschwert festzustellen Strengere Forcierung der aktiven Mitarbeit Kontrolle der Mitarbeit durch Unterrichtsbeobachtung erschwert möglich
	Lernzielüberprüfungen	Erschwerter Einsatz von Tests im Distance Learning Keine Kontrolle, ob das Experiment erfolgreich durchgeführt wurde Kontrolle bei der Versuchsdurchführung
Unterrichtsmanagement	Lernraum	Schüler*innen verfügen nicht über einen ungestörten Lernraum
	Zeitmanagement	Unterschätzung des Zeitaufwands bei eigenständigen Arbeiten Schlechtes Zeitmanagement der Schüler*innen
Heimversuch	Versuchsmaterialien	Probleme bei der Beschaffung von Versuchsmaterialien Schüler*innen haben nicht alle Versuchsmaterialien zuhause Es ist nicht sicher, ob die Schüler*innen alle Arbeitsmaterialien zuhause haben Schwierigkeiten bei der Materialbeschaffung Gegenstände für das Experiment nicht vorhanden
	Eltern	Eltern erlauben die Durchführung des Versuchs nicht
Lehrperson	Lehrer*innen-Schüler*innen-Interaktion	Erschwerte Interaktion mit der Lehrperson

Abbildung 47: Categoriesystem - Aussage 26 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

Kategoriesystem – Aussage 27: Wie kann das Unterrichtskonzept verändert werden, um Selbstständigkeit und Eigenverantwortung der Schüler*innen im Distance Learning noch intensiver zu fördern?		
Kategorie	Unterkategorie	Codiereinheit stichwortartig
Unterrichtsform	Ausreichend EVA-Elemente vorhanden	Konzept fordert bereits viel Eigenverantwortung EVA auf diesem Niveau lassen Selbstständigkeit der Schüler*innen wird bereits intensiv gefordert Unterrichtskonzept bereits sehr gut ausgelastet Konzept ist bereits sehr gut gelungen Selbstständigkeit und Eigenverantwortung bereits gut hervorgehoben EVA ist bereits präsent genug Keine Verbesserungsvorschläge
	Differenzierter Unterricht	Mehr Hilfestellungen für schwächere Schüler*innen Mehr Angebote für stärkere Schüler*innen Mehr Hilfsangebote einsetzen Mehr Hilfsangebote einsetzen (z.B. Student*innen)
Medien	Lernvideos	Einsatz von Lernvideos
Präsentation	Schüler*innenfeedback	Schüler*innen im Vorab die vorbereitete Präsentation einer anderen Gruppe „feedbacken“

	Präsentationsmedien	Einsatz weiterer Präsentationsmedien (Kurzfilm, Fernsehshow-Diskussionsrunde etc.) führt zu einer gewinnbringenderen Präsentation der Arbeitsergebnisse (deshalb „trifft eher nicht zu“ bei Frage 21)
	Präsentationsplanung	Mehr Freiheiten in Bezug auf die Präsentation Offenere Aufgabenstellung bei der Präsentation
Alltagsbezug	Alltagsbeispiele	Fallbeispiele aus dem Alltag nennen Die Schüler*innen Beispiele aus dem Alltag nennen lassen, um das Klima zu schützen
	Projekte mit Alltagsbezug	Müllsammelaktion Praktische Umsetzung von eigenen Ideen zum Klimaschutz
Leistungsfeststellung	Lernzielüberprüfungen	Fehlende Assessments am Ende der Teilaufgaben Einsatz von Quizze Durchführung einer Zwischenprüfung vor den Präsentationen
Unterrichtsmanagement	Materialien	Offenere Gestaltung der Materialien im Sinne von Forschendem Lernen Forschendes Lernen beim Experimentieren Forschendes Lernen bei weiterem Experiment

Abbildung 48: Categoriesystem - Aussage 27 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)

5.4.2.3 Analyse und Interpretation der Ergebnisse

Die in Kapitel 5.4.2.2 dargestellten Datensammlungen werden im vorliegenden Kapitel analysiert und interpretiert. Um die schriftsprachliche Interpretation zu erleichtern, wird die fünfstufige Likert-Skala in einen positiven (< „neutral“) und einen negativen (> „neutral“) Bereich eingeteilt. Für Verweise zu den statistischen Darstellungen in Kapitel 5.4.2.2 wird stets das entsprechende Item angeführt, wobei folgendes gilt: (siehe Item X) $\hat{=}$ siehe Infos zu Item X in der Legende (Abbildung X), siehe Diagramm für Item X (für die Items 3 bis 24), siehe Categorieschema für Item X (für die Items 25 bis 27).

Die Datendarstellung von Item 3 zeigt, dass die deutliche Mehrheit der Befragten (83 Prozent) der Aktualität und Relevanz des Themas der Unterrichtsreihe völlig zustimmt („trifft zu“). In den Ergebnissen des offenen Fragenitems 25 wird die Themenwahl des Unterrichtskonzepts als besonders positiv bewertet, da die Thematik „Treibhauseffekt“ zahlreiche Möglichkeiten einer für Schüler*innen angemessenen und verständnisvollen Unterrichtsaufbereitung bietet (beispielweise aufgrund einfacher Rechercheprozesse). Dem Vorhandensein einer einheitlichen und klaren Strukturierung und Sequenzierung stimmen 80 Prozent der Proband*innen völlig zu („trifft zu“), zehn Prozent eher („trifft eher zu“) und drei Prozent eher nicht zu („trifft eher nicht zu“) (siehe Item 4). Sieben Prozent der Befragten bewerten diese Aussage als neutral (siehe ebd.). Eine Erklärung der „trifft eher nicht zu“-Antwort im negativen Bereich konnte in den Datensammlungen der offenen Fragestellungen nicht gefunden werden. Inhaltliche Schwerpunkte der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ können 67 Prozent der Befragten sehr gut („trifft zu“), 30 Prozent eher („trifft eher zu“) und drei Prozent weder noch („neutral“) erkennen (siehe Item 5). Das Hinlenken auf zentrale Frage- bzw. Problemstellungen gilt im Unterrichtskonzept hinsichtlich des Mittelwerts von 1,27 als sehr gut (siehe Item 8). Eine verständliche Darbietung und Ausführung einzelner Arbeitsschritte trifft für 87 Prozent der Teilnehmenden zu, für zehn Prozent eher zu und für drei Prozent eher nicht zu (siehe Item 9). Für die „Trifft nicht zu“-Antwort konnte auch hier kein weiterer Interpretationsansatz aus den vorhandenen

Datensammlungen erschlossen werden. Motivationale Aspekte des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ lassen sich aus den Datenergebnissen der Items 6, 7 und 12 erschließen. Ein starkes Aufrechterhalten des Lernsettings wird von 47 Prozent der Befragten als sehr gelungen („trifft zu“), von 40 Prozent als gelungen („trifft eher zu“) und von 13 Prozent als neutral bewertet (siehe Item 6). Die Aussage „Mit der Unterrichtsreihe werden die Schüler*innen auch im digitalen Setting motiviert“ trifft für 60 Prozent der Proband*innen zu, für 33 Prozent eher und für sieben Prozent weder noch („neutral“) zu (siehe Item 7). 57 Prozent der Teilnehmenden bewerten die Gestaltung der Unterrichtsmaterialien als sehr gut („trifft zu“), 30 Prozent als gut („trifft eher zu“), zehn Prozent als neutral und drei Prozent als weniger gut („trifft eher nicht zu“) (siehe Item 12). Die in Kapitel 4.1 theoretisch erläuterte Problematik der Aufrechterhaltung der Schüler*innenmotivation wird im Zuge des Kolleg*innenfeedbacks somit auch in der Praxis sichtbar (siehe Item 6 bis 8). Es stellt sich nun die Frage, ob die Motivationsproblematik auf den digitalen Unterrichtsvollzug an sich oder auf eine mögliche mangelhafte Unterrichtsplanung zurückzuführen ist. Da sich die Mittelwerte der Items 6, 7 und 8 zwischen 1,2 und 1,43 und somit im oberen positiven Bereich befinden, wird der Hauptgrund der Entstehung der Problematik der Schüler*innenmotivation mehr im digitalen Unterrichtsvollzug an sich und weniger in einer inkompetenten Konzeptplanung gesehen. Dem Kolleg*innenfeedback zugrunde liegend geht digitaler Unterricht mit Motivations- und Aufmerksamkeitsverlust, einer sinkenden Unterrichtspartizipation sowie mehr Ablenkungen der Lernenden einher (siehe Item 26). Diese Problematik wird durch das digitale Unterrichtssetting verstärkt, da der Lehrperson begrenzte Möglichkeiten der Unterrichtsbeobachtung gegeben sind (siehe ebd.). Ein*e Kolleg*in sieht diesen Aspekt zwar als vorteilhaft, da die Wissensvermittlung im digitalen Setting aufgrund weniger Unterrichtsunterbrechungen erhöht ist (siehe Item 25). Die Effizienz der Lernsituation kann hier jedoch in Frage gestellt werden - für drei Teilnehmer*innen weist der Online-Unterricht klare Grenzen der Wissensvermittlung auf (siehe Item 26). Für die übrigen Proband*innen erweisen sich begrenzte Unterrichtsbeobachtungen und -kontrollen daher als durchwegs negativ (siehe ebd.). Die Erfassung der Mitarbeit (z.B. bei der Versuchsdurchführung) und der Einsatz schriftlicher Leistungsüberprüfungen sind erschwert möglich (siehe ebd.). Im Hinblick auf das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ wird zudem das Fehlen digitaler Assessments (Zwischenprüfungen, Quizzes etc.) kritisiert (siehe Item 27). Für 70 Prozent der Teilnehmenden trifft eine dem Alter der Schüler*innen entsprechende Unterrichtsmaterialgestaltung zu, für 20 Prozent trifft diese Aussage eher zu und zehn Prozent bewerten diese neutral (siehe Item 11). Problematiken im Hinblick auf die Unterrichtsmaterialien sehen die befragten Kolleg*innen vor allem beim Heimversuch, wobei fünf Proband*innen das Vorhandensein und die Beschaffung der Versuchsmaterialien als besonders herausfordernd einstufen (siehe Item 26). Drei Kolleg*innen empfehlen, die Unterrichtsmaterialgestaltung grundsätzlich offener zu planen (z.B. Durchführung des Heimversuchs im Sinne des Forschenden Lernens, das neben dem Kolleg*innenfeedback auch in der Literatur empfohlen wird (vgl. Kratz 2004, S. 12; De Vries et al. 2006, S. 174; siehe Item 27). An dieser Stelle gilt es auch, die Unterrichtsmethodenwahl zu betrachten: Digitaler Unterricht bietet jedenfalls Möglichkeiten, um eine Vielfalt an Unterrichtsmethoden einzusetzen (siehe Item 25). Auch im Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ wird der Methodeneinsatz mit einem Mittelwert von 1,53 als positiv bewertet (57 Prozent „trifft zu“, 37 Prozent „trifft eher zu“) (siehe Item 19). Laut Datenergebnissen von Item 11 zeichnet sich das Unterrichtskonzept durch eine dem Schüler*innenalter angemessene Methodenwahl aus (70 Prozent „trifft zu“, 20 Prozent „trifft eher zu“; zehn Prozent „neutral“). Vor allem der Einsatz digitaler Gruppenarbeiten und der

Heimversuch werden im Kolleg*innenfeedback vermehrt als vorteilhafte Methoden des digitalen Unterrichtssettings angesehen (siehe Item 25). Sieben Kolleg*innen sehen die Durchführung von Gruppenarbeiten aufgrund eines ungestörten, privaten Lernraums in digitalen Breakout-Rooms als besonders gewinnbringend (siehe ebd.). Ein*e Teilnehmer*in stellt digitale Gruppenarbeiten in Breakout-Rooms sogar über jene in realen Klassenräumen, da diese eine räumliche Trennung und Privatsphäre bieten, welche in realen Klassenräumen nicht gegeben sind (siehe Item 25). Effizientes Arbeiten in digitalen Lernräumen setzt gleichzeitig einen ungestörten, realen Lernraum zuhause voraus. Dieser ist laut Lehrer*innenfeedback nicht bei allen Schüler*innen gegeben, was eine erfolgreiche Online-Unterrichtsdurchführung deutlich erschweren kann (siehe Item 26). In Bezug auf die Methode des Einsatzes von Heimversuchen sehen die Teilnehmer*innen Schwierigkeiten in zwei Bereichen: Materialbeschaffung und die Bereitschaft der Eltern (siehe ebd.). Betreffend Materialbeschaffung wurde dahingehend stets auf die Verwendung von Alltagsmaterialien geachtet (siehe Kapitel 4.3). Für den pädagogisch korrekten Umgang mit Eltern im Zuge der Durchführung von Heimversuchen wird ebenfalls auf Kapitel 4.3 verwiesen. Der Nutzen von Heimversuchen liegt laut Kolleg*innenrückmeldungen in der unkomplizierten Durchführung, der Möglichkeit einer individuellen und eigenständigen Arbeitsweise sowie der Zeit- und Ortsunabhängigkeit (siehe Item 25). Zeit- und Ortsabhängigkeit werden jedoch nicht nur im Hinblick auf Heimversuche, sondern grundlegend bei der Durchführung von digitalem Distance Learning als Vorteil gesehen (siehe ebd.). Für sechs Proband*innen gilt der Aspekt der individuellen Zeiteinteilung im Distanzunterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ als höchst positiv (siehe ebd.). Den individuellen Arbeitsprozessen der Schüler*innen wird dadurch genügend Zeit und Raum gegeben (siehe ebd.). Hierbei darf jedoch der grundlegend erhöhte Zeitaufwand, der Eigenständiges Arbeiten im Distanzunterricht mit sich bringt, nicht unterschätzt werden (als Grund wird beispielsweise schlechtes Zeitmanagement der Schüler*innen genannt) (siehe Item 26). Von eine*r Kolleg*in wird demnach empfohlen, die Zeitplanung der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ zu erweitern (siehe ebd.).

Einen zentralen Bereich des Online-Unterrichts, der im Kolleg*innenfeedback mehrmals angesprochen wurde, stellt der Medieneinsatz dar. Als Herausforderungen bei der Durchführung digitaler Unterrichtseinheiten werden überwiegend technische Probleme genannt (geringe Medienkompetenz, Verbindungsprobleme, keine Verfügbarkeit digitaler Geräte) (siehe Item 26). Chancen des Medieneinsatzes im Zuge des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ sehen die Befragten in zwei Bereichen: Möglichkeit digitaler Recherchen und Ausbildung bzw. Erweiterung von Medienkompetenzen der Lernenden im Sinne digitaler Grundbildung (siehe Item 25). Das Ausmaß der Datenergebnisse der Systemkategorien 25 und 26 zeigt, dass die Befragten deutlich mehr Chancen in der Nutzung von Medien für die Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ sehen als Herausforderungen. Trotzdem sollen Verbesserungsvorschläge nicht ungenannt bleiben. Um den Medieneinsatz im Sinne des EVA-Konzepts zu optimieren, wird ein noch intensiverer Einsatz von Medien vor allem für die Schüler*innenpräsentationen empfohlen (genannt werden Lernvideos, Kurzfilme und Fernsehshow-Diskussionsrunden) (siehe Item 27). Ein*e Proband*in begründet seine*ihre „Trifft eher nicht zu“-Antwort bei Item 21 „Die Schüler*innen können ihre Arbeitsergebnisse gewinnbringend präsentieren“ mit einem zu geringen Medieneinsatz im Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“. Die restlichen Befragten bewerten den Einsatz von Medien im Unterrichtskonzept als positiv (77 Prozent „trifft zu“, 20 Prozent „trifft eher zu“) (siehe Item 21).

Hinsichtlich der Schüler*innenpräsentationen ergeben sich aus dem Lehrer*innenfeedback weitere konstruktive Verbesserungsvorschläge. Zwei Kolleg*innen empfehlen eine offenerere Aufgabenstellung im Hinblick auf Planung und Durchführung der Präsentationen (siehe Item 27). Außerdem bietet sich Peerzwischenfeedback nach der Planungs- und vor der Präsentationsphase an (siehe ebd.).

Laut 97 Prozent der Kolleg*innen werden sowohl von Lehrenden, als auch von Lernenden ausreichend Beiträge im Online-Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ geleistet (64 Prozent „trifft zu“, 33 Prozent „trifft eher zu“, drei Prozent „neutral“) (siehe Item 16). Als besonders positiv werden die Möglichkeiten für aktives Handeln der Schüler*innen während des digitalen Unterrichts bewertet (siehe Item 14). 80 Prozent der Teilnehmer*innen stimmen der Aussage „Das Unterrichtskonzept bietet den Schüler*innen viele Möglichkeiten, aktiv zu handeln (Sprechanlässe, Recherchen, Präsentationen etc.)“ völlig zu, 20 Prozent stimmen dieser eher zu (siehe ebd.). Aktives Arbeiten und Recherchieren sowie eine intensiv-aktive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsthema wird ebenfalls von drei Teilnehmer*innen als Vorteil genannt, den die digitale Durchführung des Unterrichtskonzepts mit sich bringt (siehe Item 25). Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ kann demzufolge als „schüler*innenzentriert“ angesehen werden (70 Prozent „trifft zu“, 23 Prozent „trifft eher zu“, vier Prozent „neutral“, drei Prozent „trifft eher nicht zu“) (siehe Item 13). Eng in Verbindung mit dem aktiven Schüler*innenhandeln steht die Schüler*innenaktion, welche von 44 Prozent der Kolleg*innen als sehr gut („trifft zu“), von 53 Prozent als gut („trifft eher zu“) und von drei Prozent als neutral bewertet wird (siehe Item 15). Aus den Antworten der Kategorieschemas 25 und 26 geht hervor, dass die Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ durchaus Möglichkeiten der sozialen Schüler*inneninteraktion bietet, beispielsweise durch diverse Gruppenarbeiten, die jedoch aufgrund des digitalen Settings als erschwert und beeinträchtigt angesehen werden, ebenso die Interaktion mit der Lehrperson (siehe Item 26). Ein*e andere*r Proband*in hingegen sieht die Rolle der Lehrperson als vorteilhaft und gewinnbringend, da im digitalen Setting eine schnelle, einfache und individuelle Betreuung sowie Unterstützung von Lerngruppen durch das Hin- und Herspringen zwischen Breakout-Rooms geboten werden (siehe Item 25). Gegebene Anlässe individueller Lernbetreuung durch den Einsatz differenzierter Unterrichtsmethoden werden auch in Kategorieschema 25 in Bezug auf das Unterrichtskonzept bekräftigt. Dass die Unterrichtsreihe Möglichkeiten der Differenzierung bietet, trifft für 33 Prozent der Proband*innen völlig zu (siehe Item 17). Für 40 Prozent trifft diese Aussage zu und 27 Prozent der Befragten stehen der Aussage neutral gegenüber (siehe ebd.). Im Vergleich zu den übrigen Items wird Item 17 jedoch sichtlich schlechter bewertet (Mittelwert 1,93). Antworten hierauf können in den Kategorieschemas 25 und 26 gefunden werden. Befragte stellen die Behauptung auf, dass individuelle Lernunterstützung im Online-Unterricht erschwert ist (siehe Kategoriesystem – Aussage 25; Kategoriesystem – Aussage 26). Die Durchführung des EVA-Konzepts „Treibhauseffekt“ kann bei schwächeren, weniger selbstständigen Lerner*innen zu Überforderung, bei stärkeren Lerner*innen, welche bereits selbstständig arbeiten, jedoch zu Unterforderung führen, was eine Erweiterung der Kluft zwischen Schwächeren und Stärkeren hervorrufen kann (siehe Item 26). Die Öffnung dieser Kluft würde zum bereits erläuterten „Schereneffekt“ (Huber et al. 2020, S. 7) führen (siehe Kapitel 3.4).

Obwohl ein deutlich überwiegender Teil der Proband*innen (87 Prozent) den Einsatz wirksamer Lernhilfen in der Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ bestätigt (siehe Item 18), wird in Item 27 von vier Kolleg*innen empfohlen, die bereits vorhandenen Hilfestellungen im Sinne eines intensiveren Miteinbezugs differenzierter

Unterrichtsmethoden zu überarbeiten. Ein*e Befragte*r empfiehlt an dieser Stelle den gezielten Einsatz von Zusatzlehrkräften (z.B. Studierende) (siehe ebd.).

Ein weiterer Aspekt, welcher im Kolleg*innenfeedback mehrmals im Hinblick auf die Verbesserung des EVA-Konzepts empfohlen wird, ist eine intensivere Herstellung von Alltagsbezügen (siehe ebd.). Mit der Durchführung praktischer Umsetzungen eigener Ideen zum Klimaschutz kann die Thematik für Schüler*innen noch greifbarer gemacht werden (siehe ebd.).

Die in Kapitel 5.2 im Sinne der EVA-Spirale theoretisch erarbeitete Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ erweist sich aufgrund der Ergebnisse des durchgeführten Kolleg*innenfeedbacks auch für den praktischen Einsatz als sehr gelungen (97 Prozent im positiven Bereich, drei Prozent „trifft eher nicht zu“) (siehe Item 23). Das Konzept bietet ausreichende Möglichkeiten für problemlösungsorientierten Unterricht (67 Prozent „trifft zu“, 27 Prozent „trifft eher zu“, sechs Prozent „neutral“) (siehe Item 22) sowie für eigenverantwortliches und selbstständiges Lernen der Schüler*innen (90 Prozent „trifft zu“, zehn Prozent „trifft eher zu“) (siehe Item 24). Im offenen Frageitem 25 werden die Förderung und Forderung von Eigen- und Selbstständigkeit von 11 Befragten als besonders positiv angeführt. Zudem werden individuelles Arbeiten, die Erweiterung persönlicher Interessen sowie das Erleben von Selbstwirksamkeit und Autonomie der Lernenden als gewinnbringende Aspekte des Unterrichtskonzepts gesehen (siehe Item 25). Verbesserungsvorschläge in Bezug auf einen intensiveren Einsatz von EVA-Elementen werden von keinem*r der Befragten gemacht (siehe Item 27). Laut Kolleg*innen gilt das Konzept diesbezüglich bereits als ausgelastet und fordert ein hohes Ausmaß an Eigenverantwortung und Selbstständigkeit (siehe ebd.). Ein zusätzlicher Aspekt, welcher sich aus den Datenergebnissen des Kolleg*innenfeedbacks ergibt, ist die unterschiedliche Sichtweise von Lehrpersonen in Bezug auf EVA-Elemente sowie den digitalen Distanzunterricht. Während einige Lehrpersonen EVA-Elemente wie beispielsweise die Rolle der Lehrperson, soziale Interaktion, Möglichkeiten digitaler Wissensvermittlung oder Differenzierung als gewinnbringend und online durchaus umsetzbar sehen, betrachten andere stets die Nachteile, die die genannten EVA-Elemente mit sich bringen (siehe Categoriesystem – Aussage 25, Categoriesystem – Aussage 26). Wie in der theoretischen Erläuterung der Möglichkeiten und Herausforderungen der digitalen Fernlehre (Kapitel 3.4), wird auch in der Praxis anhand des Kolleg*innenfeedbacks die subjektive Einstellung gegenüber des Distance Learnings sichtbar. Ob ein Aspekt als positiv oder negativ gesehen wird, hängt somit stark von den individuellen Einstellungen, Bedürfnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Lehrpersonen in Bezug auf die erläuterten Thematiken der einzelnen Items ab.

6. Distance Learning im Ländervergleich

Kapitel 6 der vorliegenden Arbeit untersucht die Unterschiede des Unterrichtsformats Distance Learning und davon ausgehende Effekte in Italien und Österreich. Die Hypothese, dass digitaler Distanzunterricht in Italien und Österreich unterschiedlich vollzogen wird und dies auch anhand des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ sichtbar ist, soll überprüft werden. Für die Gewinnung erforderlicher Daten zur Untersuchung wurden Interviews mit fünf Chemielehrer*innen aus Rom im Zeitraum zwischen 11.10.2021 und 13.11.2021 durchgeführt. Informationen zu Geschlecht, Alter, Unterrichtsfächer und Schulstufe der interviewten Personen sowie die Länge und das Datum der einzelnen Interviews können aus Abbildung 49 entnommen werden. Im Anbetracht der Anonymisierung der interviewten Personen werden verschlüsselte Personenkennzeichnungen (S1 bis S5) verwendet.

Personen-kenn-zeichnung	Geschlecht	Alter	Unterrichtsfächer	Schul-stufe	Interview-dauer	Interview-datum
Sprecher 1 (S1)	Männlich	36 Jahre	Physik, Chemie, Mathematik	Oberstufe	07:41 ²³	11.10.2021
Sprecherin 2 (S2)	Weiblich	26 Jahre	Englisch, Chemie, Physik	Unterstufe	13:22	11.10.2021
Sprecherin 3 (S3)	Weiblich	37 Jahre	Naturwissenschaften	Unterstufe	15:31	12.10.2021
Sprecherin 4 (S4)	Weiblich	25 Jahre	Physik, Chemie, Mathematik	Oberstufe	12:00	13.10.2021
Sprecher 5 (S5)	Männlich	28 Jahre	Physik, Chemie, Mathematik	Oberstufe	19:33	13.10.2021

Abbildung 49: Allgemeine Informationen zu den Interviews (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Für die Durchführung der Interviews wurde ein Interviewleitfaden entwickelt, welcher sich in Anhang 6 befindet. Die Interviews wurden mittels Audioaufnahme festgehalten und im Anschluss nach den Regeln in Kuckartz (2018, S. 38-44; 164-171) transkribiert, kategorisiert und ausgewertet. Die Transkription der einzelnen Interviews kann in Anhang 7 gefunden werden. Die Darstellung der Daten erfolgt in Kapitel 6.1, die Analyse und Interpretation dieser in Kapitel 6.2.

6.1 Darstellung der Ergebnisse

Wie die offenen Frageitems des Kolleg*innenfeedbacks werden auch die Interviews im Zuge einer qualitativ-strukturierenden Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2018, S. 38-44) bearbeitet und bilden die Grundlage für Analyse und Interpretation (siehe Abbildungen 50 bis 61). Die transkribierten Daten wurden nach einem systematischen Kategorieschema stichwortartig codiert, wobei jedes Schema über einzelne Kategorien (teilweise inklusive Unterkategorien) verfügt (vgl. Kuckartz 2018, S. 38-44).

Kategoriesystem 1: Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklassen(n) im Distance Learning?		
Kategorie	Unterkategorie	Codiereinheit stichwortartig
Dauer der Distance Learning Phase	Dauer Distance Learning und Blended Learning	S1: März 2020 – Juni 2020, September 2020 – Dezember 2020 (8 Monate Distance Learning) S1: Dezember 2020 – Juni 2021 (7 Monate Blended Learning)

²³ 07:41 \cong 7 Minuten 41 Sekunden

		S2: März 2020 – Juni 2020 (4 Monate Distance Learning)
		S2: November 2020 – Juni 2021 (8 Monate Blended Learning)
		S3: März 2020 – April 2020 (2 Monate Distance Learning)
		S3: Mai 2020 (1 Monat Blended Learning)
		S4: März 2020 – Juni 2020 (4 Monate Distance Learning)
		S4: September 2020 – November 2020 (3 Monate Blended Learning)
		S5: März 2020 – Juni 2020, November 2020 – Dezember 2020 (6 Monate Distance Learning)
		S5: Jänner 2021 – Juni 2021 (6 Monate Blended Learning)
	Unterschied Ober- und Unterstufe	S1: Keine Angabe S2: Früherer Wechsel ins Blended Learning und in den Präsenzunterricht in niedrigeren Schulstufen S3: Früherer Wechsel ins Blended Learning und in den Präsenzunterricht in niedrigeren Schulstufen S4: Kein Unterschied zwischen Unter- und Oberstufe S5: Keine Angabe

Abbildung 50: Categoriesystem 1 - Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklassen(n) im Distance Learning? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 2: Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen?		
Kategorie	Unterkategorie	Codiereinheit stichwortartig
Durchführung des Online-Unterrichts	Tool	S1: Videokonferenzen (Google Classroom, Microsoft Teams) S2: Videokonferenzen, Chats S3: Videokonferenzen, E-Mails S4: Videokonferenzen (Google Classroom) S5: Videokonferenzen (Google Classroom)
	Kamera	S1: Nicht verpflichtend S2: Nicht verpflichtend, aber ausdrücklich erwünscht S3: Verpflichtend S4: Verpflichtend S5: Nicht verpflichtend, aber ausdrücklich erwünscht
	Arbeitsaufträge	S1: Arbeitsaufträge S2: Hausübungen S3: Arbeitsaufträge S4: Arbeitsaufträge S5: Hausübungen
	Gruppenarbeiten	S1: - S2: - S3: - S4: - S5: ✓

Abbildung 51: Categoriesystem 2 - Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 3: Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten?	
Kategorie	Codiereinheit stichwortartig
EVA-Elemente	S1: Bereitstellung von Zusatzmaterialien S2: Kein gezielter Einsatz von EVA-Elementen S3: Eigenständiges Erarbeiten von Arbeitsaufträgen S4: Eigenständiges Erarbeiten von Arbeitsaufträgen S5: Eigenständiges Arbeiten von Arbeitsaufträgen

Abbildung 52: Kategoriesystem 3 - Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 4: Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch?	
Kategorie	Codiereinheit stichwortartig
Heimexperimente	S1: ✓ S2: - S3: - S4: - S5: -

Abbildung 53: Kategoriesystem 3 - Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 5: Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert?		
Kategorie	Unterkategorie	Codiereinheit stichwortartig
Lernerfolg	Leistungsabfall	S1: Leistungsabfall schwächerer Schüler*innen S2: Leistungsabfall der schwächeren Schüler*innen S2: Zunahme von Lernlücken S3: Leistungsabfall der meisten Schüler*innen S5: Leistungsabfall und Lernlücken „fauler“ Schüler*innen → Verlust mittlerer Notengrade S5: Leistungsabfall und Lernlücken schwächerer Schüler*innen → Verlust mittlerer Notengrade
	Gleichbleibende Leistungen	S1: Gleichbleibende Leistungen von guten Schüler*innen S5: Gleichbleibende Leistungen von guten Schüler*innen
Selbstständigkeit		S2: Selbstorganisation des Lernprozesses S3: Mehr Phasen des eigenständigen Arbeitens S3: Selbstorganisation des Unterrichtsalltags S4: Eigenständige Recherchen zum Unterrichtsthema
Motivation	Interesse	S1: Demotivation „fauler“ Schüler*innen S2: Interesse der Schüler*innen kristallisierte sich heraus S2: Interessierte Schüler*innen nutzten die Situation, sich auf ihre Interessen zu fokussieren S4: Offene Aufgabenstellungen, dadurch konnten die Schüler*innen ihren eigenen Interessen nachgehen S5: Schüler*innen konnten sich auf individuelle Interessen fokussieren S5: Demotivation „fauler“ Schüler*innen
		Ablenkung
	Fahrlässigkeit	S2: Schüler*innen wurden fahrlässig im Hinblick auf den Lernprozess

Abbildung 54: Kategoriesystem 5 - Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 6: Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings?	
Kategorie	Codiereinheit stichwortartig
Durchführung	S1: Digitale Quizze S2: Freiwillige, mündliche Stundenwiederholungen S3: Schriftliche Kurzwiederholungen S4: Mündliche Überprüfungen S5: Handschriftliche Tests
Unerlaubte Hilfsmittel	S1: Keine Kontrolle der Verwendung unerlaubter Hilfsmittel S4: Keine Kontrolle der Verwendung unerlaubter Hilfsmittel S5: Keine Kontrolle der Verwendung unerlaubter Hilfsmittel
Leistungsanspruch	S4: Sinkendes Leistungsniveau durch sinkenden Leistungsanspruch
Mitarbeit	S4: Schriftliche Hausarbeiten S5: Hausübung, Unterrichtspartizipation
Leistungsabfall	Siehe Kategoriesystem 5

Abbildung 55: Kategoriesystem 6 - Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 7: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen?	
Kategorie	Codiereinheit stichwortartig
Aufmerksamkeit	S1: Aufmerksamkeitsverlust durch Ablenkungen S5: Aufmerksamkeit aller Schüler*innen ist schwer zu erlangen
Motivation	S3: Weniger Motivation, Ermüdung und Langeweile S4: Faulheit S5: Weniger Motivation durch eingeschränkten sozialen Kontakt
Selbstständigkeit	S2: Schüler*innen sind auf sich allein gestellt S4: Teilweise Überforderung S4: Keine Arbeitsroutine
Kommunikation und Interaktion	S2: Lernen ohne sozialen Umkreis S3: Eingeschränkter sozialer Kontakt S4: Weniger sozialer Austausch unter den Schüler*innen S5: Weniger sozialer Austausch unter den Schüler*innen
Verhalten	S3: Hyperaktivität, ausgelastete Schüler*innen, Mangel an Bewegung S4: Bewegungsmangel, hohe Bildschirmzeit
Technik	S2: Nicht alle Schüler*innen verfügen über ein technisches Gerät
Praxisbezug	S4: Chemie anhand praktischer Durchführung S4: Verwendung von Modellen
Lernbegleitung	S5: Individuelle Lernbegleitung stark eingeschränkt

Abbildung 56: Kategoriesystem 7 - Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 8: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Sie als Lehrperson?	
Kategorie	Codiereinheit stichwortartig
Aufmerksamkeit	S1: Aufmerksamkeit der Schüler*innen erlangen S2: Passivität der Schüler*innen S3: Aufmerksamkeit der Schüler*innen bekommen S5: Aufmerksamkeit der Schüler*innen hoch halten
Motivation	S3: Monotoner Unterrichtsvollzug, Motivationsverlust S4: Monotoner Unterrichtsvollzug, Langeweile
Verfügbare Geräte	S2: Verwendung eines Tools, welches für alle verfügbar ist
Unterrichtsform	S2: Umgang mit dem Konzept des Online-Unterrichts S2: Überwiegend Frontalunterricht S2: Neugestaltung aller Materialien
Kommunikation und Interaktion	S2: Eingeschränkte Kommunikation (Gestik, Mimik) S3: Eingeschränkter Kolleg*innenaustausch S5: Fragend-Antwortende Unterrichtsgespräche finden wenig bis keinen Raum
Technik	S2: Geringe technische Kompetenzen der Lehrperson

	S4: Geringe technische Kompetenzen der Lehrperson
Leistungsfeststellung	S5: Alternative Möglichkeiten der Leistungsfeststellung nutzen

Abbildung 57: Categoriesystem 8 - Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Sie als Lehrperson? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 9: Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen?	
Codiereinheit stichwortartig	
S1: Intensiverer Einsatz digitaler Elemente (Google Classroom, digitale Bereitstellung von Zusatzmaterialien)	
S2: Kein intensiverer Einsatz digitaler Elemente (Tablet, Quizze)	
S3: Kein intensiverer Einsatz digitaler Elemente (Power Point, Videos)	
S4: Intensiverer Einsatz digitaler Elemente (Google Classroom, digitale Modelle)	
S5: Intensiverer Einsatz digitaler Elemente (Google Classroom, Tutoring)	

Abbildung 58: Categoriesystem 9 - Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 10: Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren?	
Kategorie	Codiereinheit stichwortartig
Eigene Interessen	S2: Entdeckung und Entwicklung eigener Interessen
Selbstständigkeit	S2: Selbstständiges Arbeiten S4: Verantwortung über den eigenen Lernprozess übernehmen S5: Selbstständiges Arbeiten, Selbstorganisation, Selbstverantwortung
Technik	S2: Entwicklung technischer Kompetenzen S4: Kennenlernen digitaler Lernmöglichkeiten S5: Technische Kompetenzen, digitale Unterrichtsmethoden
Wissensvermittlung	S3: Menge der Wissensvermittlung im digitalen Setting erhöht S3: Schnellere Informationsbeschaffung
Unterrichtsform	S3: Schüler*innen konnten von Blended-Modus profitieren

Abbildung 59: Categoriesystem 10 - Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 11: Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren?	
Kategorie	Codiereinheit stichwortartig
Methode	S2: Kennenlernen neuer Unterrichtsmethoden S4: Kennenlernen neuer Unterrichtsform, offener Umgang mit unbekanntem Unterrichtsformen S5: Kennenlernen neuer Unterrichtsmethoden und -medien
Materialien	S2: Entwicklung neuer Unterrichtsmaterialien
Technik	S4: Erweiterung technischer Kompetenzen

Abbildung 60: Categoriesystem 11 - Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Kategoriesystem 12: Wäre das Konzept „Treibhauseffekt“ in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar?	
Kategorie	Codiereinheit stichwortartig
Durchführbarkeit	S1: Konzept nicht durchführbar S2: Konzept für das Fach „Naturwissenschaften“ umgestalten S3: Konzept für das Fach „Naturwissenschaften“ umgestalten S4: Konzept übernehmen S5: Konzept an die Oberstufe anpassen, für die Unterstufe übernehmen
Lernbegleitung	S1: Schüler*innen bräuchten mehr Instruktion und intensive Lernbegleitung
Unterrichtsvorbereitung	S1: Zeitintensive und aufwendige Unterrichtsvorbereitung
Leistungsniveau	S2: Niveau zu anspruchsvoll für die Mittelschule in Italien
Thema	S3: Interessante Thematik für Schüler*innen
Heimversuch	S3: Durchführbar S5: Motivierend

Materialien	S2: Anspruchsvolle Arbeitsmaterialien, die zur Überforderung/Demotivation führen können, Bilder hinzufügen, Schriftgröße ändern
Zeitmanagement	S3: Mehr Zeit einplanen
Leistungsfeststellung	S4: Wissensabprüfung einplanen

Abbildung 61: Categoriesystem 12 - Wäre das Konzept „Treibhauseffekt“ in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

6.2 Analyse und Interpretation der Ergebnisse

Vor der Analyse und Interpretation der kategorisierten Daten soll auf jene Defizite hingewiesen werden, die mit der Durchführung des gewählten Untersuchungsinstruments einhergehen können: Erstens erlauben Interviews den Proband*innen, Selbstaussagen zu tätigen, dessen Wahrheitsgehalt die interviewende Person nicht gewähren kann. Zweitens erweist sich das Interview als offenes Forschungsinstrument, bei welchem die Antworten der Proband*innen stark auseinanderdriften können. Um dies in Grenzen zu halten, wurden die Interviews, wie bereits erwähnt, anhand eines Interviewleitfadens (Anhang 6) vollzogen. Drittens ist die Stichprobenzahl mit fünf Personen klein, die Daten sind individuell und geografisch beschränkt (Rom). Trotz möglicher Defizite, die das gewählte Forschungsinstrument mit sich bringt, konnte die Untersuchung der gesammelten Daten wesentliche Erkenntnisse über den digitalen Distanzunterricht im Unterrichtsfach Chemie in Italien liefern, welche im Folgenden beleuchtet werden.

Die Phase des Distance Learnings dauerte bei den interviewten Personen unterschiedlich lange an (zwei bis acht Monate) (siehe Categoriesystem 1). Alle Lehrpersonen wechselten nach einer ersten Distance Learning Phase in den Blended Modus, bei welchem der Unterricht zum Teil online von zuhause aus und zum Teil vor Ort in der Schule durchgeführt wurde (siehe ebd.). Wie beim Distance Learning konnte auch beim Blended Learning in Italien keine einheitliche Zeitspanne des Unterrichtsvollzugs erkannt werden (ein bis acht Monate) (siehe ebd.). Es lässt sich jedoch der Trend erkennen, dass jüngere Schüler*innen früher an Präsenzunterrichtsphasen teilnehmen durften als ältere (siehe ebd.) - in Österreich wurde dies gleichermaßen praktiziert (vgl. BMBWF 2020b).

Der Vollzug des Online-Unterrichts erfolgte bei allen interviewten Personen wesentlich über das synchrone Kommunikationsmittel der Videokonferenz, wobei jede Lehrperson mindestens ein zusätzliches Werkzeug zur schriftlichen Kommunikation einsetzte (siehe Categoriesystem 2). Drei von fünf Lehrpersonen griffen auf vorgefertigte virtuelle Klassenräume zurück, welche zahlreiche Möglichkeiten der synchronen und asynchronen Kommunikation anbieten (siehe ebd.). Zwei Lehrpersonen verpflichteten die Schüler*innen zur Verwendung der Kamera während der Videokonferenzen (siehe ebd.). Für zwei weitere Lehrer*innen war das Einschalten der Kamera während des digitalen Unterrichts ausdrücklich erwünscht (siehe ebd.). Alle Lehrpersonen setzten in der Phase des Distance Learnings neben dem videobasierten Unterricht auf zusätzliche Arbeitsaufträge wie Hausübungen, Heimversuche, Hausarbeiten oder Rechercheaufträge (siehe Categoriesystem 2). Sprecher*innen 3, 4 und 5 führten bewusst EVA-Elemente im Sinne einer eigenständigen Erarbeitung von Arbeitsaufträgen in den Online-Chemieunterricht ein.

„They had to do some sheets with exercises, they had to do on their own at home“ (S3, 04:16-04:22).

*„Die Schüler*innen mussten auf jeden Fall mehr allein zuhause arbeiten, wir nannten das „Hausarbeiten“. Sie bekamen die Arbeitsaufträge in der Videokonferenz, die mussten sie dann zuhause erarbeiten, also als*

„Hausarbeit“. Das nächste Meeting war dann zur Besprechung der Arbeitsaufträge da“ (S4, 04:04-04:28).

„Usually, I showed them on Google Classroom what they had to do and then there is a work section. With the work section you can receive groupworks or homework and you can correct it directly and give it back“ (S5, 06:15-06:49).

Im Zuge der Förderung einer selbst- und eigenständigen Arbeitsweise der Schüler*innen führte Sprecher 5 außerdem Gruppenarbeiten in Breakout-Rooms durch (siehe Categoriesystem 2). Von Sprecher*innen 1 und 2 wurde kein gezielter Miteinbezug von EVA-Elementen im Chemieunterricht getätigt (siehe Categoriesystem 3). Interessant ist jedoch, dass Sprecher 1 mit der digitalen Bereitstellung von Zusatzmaterialien und der Durchführung eines Heimversuchs unbewusst EVA-Elemente im digitalen Setting einsetzte (siehe ebd.). Für eine erfolgreiche Durchführung des Heimversuchs wurde von Lehrperson 1 einerseits auf die Einfachheit des Versuchs und andererseits auf die Verwendung alltäglicher Versuchsmaterialien (Backpulver und Essig) geachtet:

„This is just a very simple chemistry experiment where you mix [baking soda and vinegar] and foam comes up very quickly. You see the reaction happens and you see lots of carbon dioxide and it makes this interesting little foam. It's basically a kids-experiment but it was fine for distance learning. And they had to do it all at home alone“ (S1, 01:51-02:01).

Die Dokumentation des Versuchs erfolgte mit einem Protokoll-Arbeitsblatt:

„They had to fill a sheet where they had to fill some gaps considering the experiment“ (S1, 02:07-02:10).

Probleme mit der Beschaffung der Versuchsmaterialien oder den Erziehungsberechtigten kamen nicht auf (siehe Categoriesystem 3). Lehrperson 5 führte zwar keine Heimversuche durch, fand jedoch eine Alternative in der Vorführung von YouTube-Experimentiervideos zur Farbskala des Rotkrautindikators:

„I showed some YouTube videos with experimental parts. That was when we did acids and bases and discussed the pH-value. [...] the beautiful pH-scale with red cabbage indicator“ (S5, 07:26-07:45).

Die Veränderung der Arbeitsweise der Lernenden konnte in den drei Kategorien Lernerfolg, Selbstständigkeit und Motivation erfasst werden (siehe Categoriesystem 5). Laut Sprecher*innen 1, 2, 3 und 5 zeichnete sich zur Zeit des Distance Learnings ein Leistungsabfall bei schwächeren, arbeitsscheuen und weniger am Fach interessierten Schüler*innen ab:

„I think the lazy ones just got more lazier“ (S1, 02:22-02:28).

*„Schwache Schüler*innen [wurden] auf jeden Fall [schwächer]“ (S2, 03:50-03:52).*

„Most of my students' grades got worse“ (S3, 05:57-06:05).

„For students who don't want to study a lot in general they got even more learning gaps“ (S5, 08:08-08:17).

Mit dem Leistungsabfall einher ging die Entstehung großer Lernlücken (siehe Categoriesystem 5). Laut Sprecher*in 2 und 4 stellten sich in der Distance Learning Phase einmal mehr die persönlichen Interessen sowie die individuelle Arbeitsweise der Schüler*innen heraus, was sich sowohl positiv als auch negativ auf deren Leistung auswirkte:

„Man hat genau gemerkt, wer interessiert war an Chemie und wer nicht. Das kristallisierte sich heraus“ (S2, 03:52-03:57).

„The thing is that it depends on the person. As usual who makes some effort can find this kind of learning also useful. For example, for students who want to

get deeper into a topic and are really interested. But for students who don't want to study a lot in general they got even more learning gaps” (S4, 07:50-08:17).

Die Erweiterung der Kluft zwischen leistungsstarken und leistungsschwachen Schüler*innen im Zuge der Distanzlehre wurde bereits in Kapitel 3.4 angesprochen. Der sogenannte „Schereneffekt“ (Schreiner et al. 2020, S.2) konnte sowohl in Österreich (vgl. Helm et al. 2021; Schreiner et al. 2020, S. 2) als auch in Italien beobachtet werden. Bei Sprecher 5 zeigte sich der Effekt im Verlust mittlerer Notengrade:

„The gap between good grades and bad grades got wider because I got more bad grades and lost most of the middle grades” (S5, 09:07-09:23).

Lehrpersonen 1 und 5 konnten bei guten Schüler*innen gleichbleibende Leistungen beobachten (siehe Categoriesystem 5). In Österreich konnte ebenfalls kein signifikanter Leistungsabfall starker Schüler*innen beobachtet werden (vgl. Schreiner et al. 2020, S. 2).

Für die Leistungsfeststellung nutzten die befragten Lehrpersonen digitale Quizze, schriftliche Hausarbeiten, Hausübungen, die aktive Unterrichtspartizipation sowie mündliche und schriftliche Überprüfungen während der Online-Einheit (siehe ebd.). Das Hauptproblem der Lehrpersonen lag hierbei in der Kontrolle der Verwendung unerlaubter Hilfsmittel:

„A problem with the distance learning [...] was no matter what you do on a test, no matter how many security measures you put on it, it's impossible that the kids are not cheating” (S1, 03:12-03:20).

Sprecherin 4 setzte aus diesem Grund nur mündliche Wiederholungen in der Videokonferenz ein (siehe Categoriesystem 6). Sprecherin 2 führte Leistungsüberprüfungen grundsätzlich nur auf freiwilliger Basis der Schüler*innen durch (siehe ebd.). Mit der digitalen Lehre gingen laut Sprecherin 4 sinkende Leistungsansprüche einher (siehe ebd.), was in Verbindung mit den bereits erläuterten Leistungsrückständen und Lernlücken schwacher Schüler*innen (siehe Categoriesystem 5) als doppelte Blockade des Kompetenzzuwachses gesehen werden kann.

Der Vollzug des Online-Unterrichts erforderte laut Lehrpersonen 2, 3 und 4 mehr Selbstständigkeit und Eigenverantwortung der Schüler*innen (siehe Categoriesystem 5). Vor allem jüngere Schüler*innen hatten anfangs Probleme bei der Selbstorganisation des Unterrichtsalltags (siehe Categoriesystem 3). Ältere Schüler*innen konnten bereits besser mit der digitalen Lehre umgehen, waren jedoch bei der Durchführung selbstständiger Lernphasen stark auf Lernbegleitung angewiesen:

*„Die Schüler*innen haben versucht, selbst zu recherchieren, aber Recherchen zu naturwissenschaftlichen Themen fallen den Schüler*innen sehr schwer. Da brauchen sie viele Anhaltspunkte und Tipps“ (S4, 05:34-06:18).*

Die obige Aussage zeigt außerdem, dass die Behandlung naturwissenschaftlicher Themen im Distanzunterricht eine zusätzliche Hürde für Lernende darstellte. Laut Schreiners et al. (2020, S. 2) und Grütter et al. (2020, S. 14-15) hatten auch österreichische Schüler*innen Schwierigkeiten dem naturwissenschaftlichen Unterricht digital zu folgen.

Im Hinblick auf Motivation wurde bereits erwähnt, dass die Lernenden im Zuge des Distance Learnings ihre individuellen Interessen in den Fokus rücken und vertiefen konnten (siehe Categoriesystem 5). Laut Sprecher*innen 1, 2 und 5 wurde diese Chance vor allem von starken Schüler*innen wahrgenommen (siehe ebd.). Offene Aufgabenstellungen seitens der Lehrperson begünstigten den individuellen Lernprozess der Lernenden (siehe ebd.). Demotivation im Distance Learning

entpuppte sich laut Aussagen von Lehrperson 1 und 5 besonders bei schwachen Schüler*innen (siehe ebd.). Diese blieben aufgrund von Desinteresse, Ablenkungen und einem fahrlässigen Lernverhalten (z.B. Abschreiben) auf der Strecke (siehe ebd.). Die Categoriesysteme 7 und 10 präsentieren die Vor- und Nachteile, die sich für italienische Schüler*innen im bzw. durch Distance Learning ergaben. Betrachtet werden zuerst Nachteile und Herausforderungen für Schüler*innen. Aspekte der Themenbereiche Aufmerksamkeit, Motivation, Selbstständigkeit, Kommunikation/Interaktion, Technik und Lernbegleitung wurden sowohl in Italien als auch in Österreich als problematisch gesehen (siehe Categoriesystem 7; Categoriesystem – Aussage 26). Das Erlangen der Aufmerksamkeit der Lernenden war aufgrund verschiedenster Ablenkungsmöglichkeiten im Online-Unterricht erschwert (siehe ebd.). Schüler*innen in Italien litten an Motivationsverlust, Ermüdung, Langeweile und einem Mangel an Lehrer*innen- und Schüler*inneninteraktion (siehe Categoriesystem 7). Viele Schüler*innen fühlten sich mit der selbstständigen Arbeitsweise im Distance Learning überfordert (siehe ebd.). Weiters verfügten nicht alle Schüler*innen über ein digitales Gerät, um überhaupt am Online-Unterricht teilnehmen zu können (siehe Categoriesystem 7; Categoriesystem – Aussage 26). Diese genannten Herausforderungen wurden ebenfalls von österreichischen Kolleg*innen angesprochen (siehe Categoriesystem – Aussage 26). Sprecherinnen 3 und 4 berichteten zudem von beobachteten Verhaltensänderungen der Schüler*innen:

„I think they had a problem with emotional feelings. Most of them became very hyperactive and angrier than before because they could not move, or they could not take out their energy“ (S3, 06:43-07:00).

*„Schlecht war natürlich, dass die Schüler*innen viel Zeit vor dem Laptop verbringen mussten und somit wenig Bewegung hatten. Die sozialen Kontakte hatten ihnen gefehlt und die Arbeitsroutinen“* (S4, 10:49-11:03)

Die von den interviewten Personen genannten Vorteile, die sich für italienische Schüler*innen im Zuge des Distance Learnings ergaben, decken sich mit Ausnahme der Kategorie „Unterrichtsform“ (siehe Categoriesystem 10) mit jenen der österreichischen Kolleg*innen (siehe Categoriesystem 10; Categoriesystem – Aussage 25). Die Chance der Entdeckung und Entwicklung individueller Interessen der Schüler*innen durch das digitale Setting wurde bereits oben erwähnt, ebenso die Entwicklung persönlicher Kompetenzen:

*„[Die Schüler*innen] konnten selbstständiger lernen und wenn sie ein Fach mehr interessiert, konnten sie besser selbstständig lernen und sich einlesen“* (S2, 10:15-10:40).

*„Die Phase hat sicher dazu beigetragen, dass die Schüler*innen mehr Verantwortung über ihren eigenen Lernprozess übernehmen“* (S4, 10:35-10:44).

„Independence, self-organization, self-responsibility - all those things they improved a lot“ (S5, 17:03-17:12).

Weiters wurde die Entwicklung digitaler sowie technischer Kompetenzen als positiv beurteilt:

„They learned how to work with the computer and how to deal with digital methods“ (S5, 16:45-16:56).

„Auch sicher hat sich die digitale Literacy gesteigert“ (S2, 10:40-10:49).

Wie in Österreich wurde auch in Italien die schnellere Informationsbeschaffung sowie die erhöhte Menge der Wissensvermittlung im Online-Unterricht als vorteilhaft angesehen (siehe Categoriesystem 10; Categoriesystem – Aussage 25). Sprecherin 3 berichtete überdies von äußerst positiven Erfahrungen bei der Durchführung des Blended Learnings:

„I had the experience that when you do classes in blended mode, so four days in school and one day off, [the students] keep their run, and it works out very well. They pay way more attention and focus on the learning situation” (S3, 10:51 -11:22).

Die Untersuchungen zeigen, dass sich sowohl für italienische als auch für österreichische Schüler*innen weitgehend übereinstimmende Vorteile im digitalen Distance Learning ergaben (siehe Categoriesystem 10; Categoriesystem – Aussage 25). Gemeinsame, länderübergreifende Herausforderungen des Distance Learnings für Schüler*innen konnten in den Bereichen Aufmerksamkeit, Motivation, Selbstständigkeit, Kommunikation/Interaktion, Technik und Lernbegleitung erfasst werden (siehe Categoriesystem 7; Categoriesystem – Aussage 26). Die interviewten Personen berichteten jedoch von weiteren Nachteilen für Lernende, die mit dem digitalen Unterrichtsvollzug einhergingen (siehe Categoriesystem 7). Festzustellen war, dass die Durchführung von Online-Unterricht mit mehr Herausforderungen als Chancen für die Lernenden einherging:

„I do not think that the students benefit from the digital setting. Working online basically had mostly disadvantages” (S1, 05:11-05:18).

Das Vorherrschen negativer Aspekte für Schüler*innen im Distance Learning zeigte sich beim Vergleich des Umfangs von Categoriesystem 7 (8 Kategorien) und Categoriesystem 10 (5 Kategorien). Daraus kann geschlossen werden, dass die interviewten Lehrpersonen grundlegend mehr Herausforderungen als Chancen für ihre Schüler*innen im Online-Unterricht sahen.

Die Datenergebnisse für Lehrpersonen zeigten ein ähnliches Bild. Categoriesystem 8, welches die Nachteile des Distance Learnings für Lehrer*innen präsentiert, ist umfangreicher (6 Kategorien) als Categoriesystem 11, welches dessen Vorteile zeigt (4 Kategorien). Sprecher 1 und Sprecherin 3 berichteten, dass sie in keinerlei Hinsicht vom digitalen Setting profitieren konnten:

„I was not able to teach as effectively. It definitely was a bad situation, so I did not benefit from that” (S1, 05:48-06:02).

„I did not benefit” (S3, 11:23-11:25).

Problematiken in Italien ergaben sich, wie für die österreichischen Kolleg*innen, in den Bereichen Aufmerksamkeit, Motivation, Kommunikation/Interaktion und Technik (siehe Categoriesystem 8). Das Erlangen und Erhalten von Aufmerksamkeit und Motivation der Schüler*innen war im digitalen Unterrichtsetting erschwert:

„For me as a teacher I would say the biggest problem with distance learning was making sure, that a kid was actually paying attention to the lesson and was not screwing around or doing anything else” (S1, 04:01-04:21).

Die durch das digitale Setting eingeschränkte Methodenvielfalt führte laut Sprecherin 3 und Sprecherin 4 zu einem monotonen Unterrichtsvollzug und folglich zu Motivationsverlust von Lernenden und Lehrenden:

„Ich versuchte [...] den Unterricht [...] so einfach wie möglich zu gestalten. Das war rückblickend etwas langweilig für uns alle, weil der Unterricht oft sehr ähnlich verlief“ (S4, 09:34-09:51).

„The lessons were very monotonous. I got tired more quickly” (S3, 08:32-08:40).

Der eingeschränkte soziale Austausch mit Kolleg*innen galt ebenfalls als Motivationshemmer:

„It also demotivated me that I didn't have any colleagues to talk during the breaks” (S3, 08:40-09:00).

Neben dem Mangel sozialer Kontakte zwischen Lehrpersonen erwies sich auch die eingeschränkte Lehrer*innen-Schüler*innen-Interaktion als problematisch. Die

Befragten berichteten vor allem von herausfordernden Situationen während der Videokonferenzen:

„The lack of personal contact [was a problem] because I could not really understand if they really understood me as I did not get any feedback during the online lessons. Without any feedback I did not know if I could go forward or if I have to repeat some information for the students” (S5, 15:13-15:52).

„Weiters ist problematisch, dass keine Bewegungen, also beim Sprechen von der Lehrperson ausgehen und sich Kinder damit schwertun können [diese zu verstehen]“ (S2, 08:12-08:34).

In Bezug auf technische Schwierigkeiten erwähnten die Lehrpersonen aus Italien die Problematik der Auswahl eines geeigneten Tools für den digitalen Unterricht sowie den eigenen Mangel digitaler Kompetenzen (siehe Categoriesystem 8).

Zu den Vorteilen, welche sich im Zuge des Online-Unterrichts für die interviewten Lehrpersonen ergaben, zählen das Kennenlernen bisher unbekannter Unterrichtsformen und -medien, die Entwicklung neuer Materialien und die Erweiterung technischer Kompetenzen:

„Ich habe mich auch entwickelt, dadurch dass ich die Stunden neu planen musste und neue Konzepte entwickeln musste für dasselbe Thema aber in einem anderen Setting. Ich habe den Unterricht nicht so wie immer gemacht, sondern digital mit neuem Material. Ich wurde offener für neue Unterrichtsformen. Das war interessant“ (S2, 10:50-11:22).

Diese Aspekte wurden auch im österreichischen Kolleg*innenfeedback angesprochen (siehe Categoriesystem – Aussage 25). Die Vorteile des digitalen Distanzunterrichts für Lehrpersonen überschritten sich somit überwiegend im Ländervergleich (siehe Categoriesystem 8; Categoriesystem – Aussage 25).

Drei der fünf befragten Personen befürworteten einen zukünftig intensiveren und gezielteren Einsatz digitaler Werkzeuge in ihrem Unterricht (siehe Categoriesystem 9). Explizit erwähnt wurden an dieser Stelle der Einsatz virtueller Klassenräume, das Vorhandensein digitaler Orte für Datenspeicherung und -austausch, zusätzliche Online-Tutoringangebote und die Verwendung virtueller Modelle (siehe ebd.). Sprecherin 2 und Sprecherin 3 sahen einen intensiveren Einsatz digitaler Elemente im Unterricht als nicht nötig (siehe ebd.). Begründet wurde dies einerseits mit dem bereits ausreichenden Gebrauch digitaler Tools im Unterricht und andererseits mit der Wichtigkeit, den Fokus des Unterrichts „nach der Pandemie“ auf Face-to-Face Kommunikation zu lenken (siehe ebd.).

Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ würde nur von den Sprecher*innen 4 und 5 für den Unterstufenunterricht übernommen werden (siehe Categoriesystem 12). Sprecher*innen 1, 2 und 3 sahen Problematiken beim Einsatz der Unterrichtsreihe in der fachlichen sowie methodischen Komplexität (siehe ebd.). Sprecherin 2 würde das Schwierigkeitsniveau des Konzepts für den allgemeinen Naturwissenschaftsunterricht in der Mittelschule herunterschrauben:

„Das Niveau [ist] sehr hoch für eine Mittelschule. In Italien ist der Unterricht in der Mittelschule sehr allgemein gehalten und es werden Themen behandelt, die in den Bereich „Scienze“ fallen. Also nicht direkt Chemie, sondern Chemie, Biologie, Physik und Erdkunde. Da aber der Treibhauseffekt zu Physik und Biologie passt, denke ich, dass die Themenwahl trotzdem passend ist“ (S2, 11:54-12:44).

Sprecherin 3 sah Überarbeitungsbedarf im inhaltlichen Teil der Präsentationen:

„However, I would keep the presentations more general and not go into the individual greenhouse gases, because we focus more on biology and physics in middle school” (S3, 13:32-13:55).

Auch für Sprecher 1 erwiesen sich die Fachinhalte des Unterrichtskonzepts als zu komplex für den naturwissenschaftlichen Unterricht der Mittelschule (siehe Categoriesystem 12). Zudem werde durch den Einsatz des Konzepts ein zu hohes Maß an Schüler*innenselbstständigkeit und folglich Lehrer*innen- oder Elternunterstützung gefordert:

„I do not think that such a project could be done with middleschool classes as they always need lot of instruction and individual learning support“ (S1, 06:32-06:48).

„Some [students] may need help from parents, but that was common practice in homeschooling“ (S3, 13:08-13:22).

Eine Möglichkeit der Abänderung des Unterrichtskonzepts wurde in der Erweiterung der Zeitplanung gesehen (siehe Categoriesystem 12). Darüber hinaus wurde auf eine einfachere Materialgestaltung hingewiesen:

*„Ein anderer Punkt ist, dass ich die Arbeitsmaterialien sehr anspruchsvoll finde. In der Mittelschule achten wir darauf, Arbeitsblätter zu verwenden mit größerer Schrift und Motiven oder Bildern, um die Schüler*innen zu motivieren und nicht abzuschrecken“ (S2, 12:45-13:02).*

Die oben dargelegten Ergebnisse inklusive der Betrachtung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ lassen sich wie folgt interpretieren: Während das Unterrichtskonzept von drei italienischen Befragten sowohl inhaltlich als auch methodisch simplifiziert werden soll, empfahlen drei österreichische Kolleg*innen eine komplexere Unterrichtsgestaltung durch den Einsatz der Methode des Forschenden Lernens (siehe Categoriesystem 12; Categoriesystem - Aussage 27). Die geringeren fachlichen Kompetenzen italienischer Schüler*innen konnten auf den unterschiedlichen Vollzug des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den beiden Ländern zurückgeführt werden. Während Chemie in Österreich als eigenständiges Unterrichtsfach gilt (vgl. BGB1. Nr. 88/2016; BGB1. II Nr. 185/2012), werden in Italien Chemie, Physik, Biologie und Erdwissenschaften zum Unterrichtsfach „Scienze“ (Naturwissenschaften) zusammengefasst (siehe Categoriesystem 12). Der Mangel methodischer Fähigkeiten italienischer Schüler*innen konnte auf den individuellen Vollzug des digitalen Distanzunterrichts zurückgeführt werden. Die interviewten Personen berichteten zwar von einer selbstständigen und eigenverantwortlichen Arbeitsweise der Schüler*innen im Distanzunterricht, beispielsweise durch den Einsatz von Heimexperimenten oder Arbeitsaufträgen, jedoch überwiegend in der Ober- und nicht in der Unterstufe (siehe Categoriesystem 5; Categoriesystem 7). Über einen gezielten sowie vielfältigen Methodeneinsatz wurde weitestgehend hinweggesehen (siehe Categoriesystem 2 bis 8). Diese Behauptung bekräftigten die bereits zitierten Aussagen von Lehrperson 3 und 4:

„Ich versuchte [...] den Unterricht [...] so einfach wie möglich zu gestalten. Das war rückblickend etwas langweilig für uns alle, weil der Unterricht oft sehr ähnlich verlief“ (S4, 09:34-09:51).

„The lessons were very monotonous“ (S3, 08:32-08:36).

Weiters wies die Verweigerung der Durchführung des Heimversuchs des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ auf mangelnde Methodenkompetenzen der Schüler*innen von Sprecher 1 und Sprecherin 2 hin. Hinblickend des Ländervergleichs kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass der Online-Unterricht in Italien weniger zur Förderung und Forderung methodischer Kompetenzen der Schüler*innen beitrug als in Österreich. Als Referenz wurden hierfür die Lehrpläne beider Länder betrachtet, wobei Erlernen und Anwenden methodischer Kompetenzen sowohl in Italien als auch in Österreich als didaktische Grundsätze gelten (vgl. Martini; Pozio 2014; BGB1. Nr. 88/2016). Paradox ist an dieser Stelle, dass die Berücksichtigung der

Methodenvielfalt im Distance Learning in Italien, wie bereits erwähnt, gering war, die interviewten Lehrpersonen jedoch explizit auf den Vorteil digitaler Lernmethoden im Hinblick auf digitale Grundbildung hinwiesen (siehe Categoriesystem 10). Auch hinsichtlich des selbstständigen Arbeitsprozesses im Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ konnten Defizite im italienischen Distance Learning festgestellt werden. Die Schüler*innen in Italien waren zunehmend auf eine intensivere Lernbegleitung und -unterstützung angewiesen (siehe Categoriesystem 12). Ergo erwiesen sich österreichische Schüler*innen im Distance Learning als selbstständiger, wodurch der Vollzug von Online-EVA-Unterricht effizienter möglich ist.

Eine Zusammenfassung des Ländervergleichs präsentiert die nachstehende Abbildung.

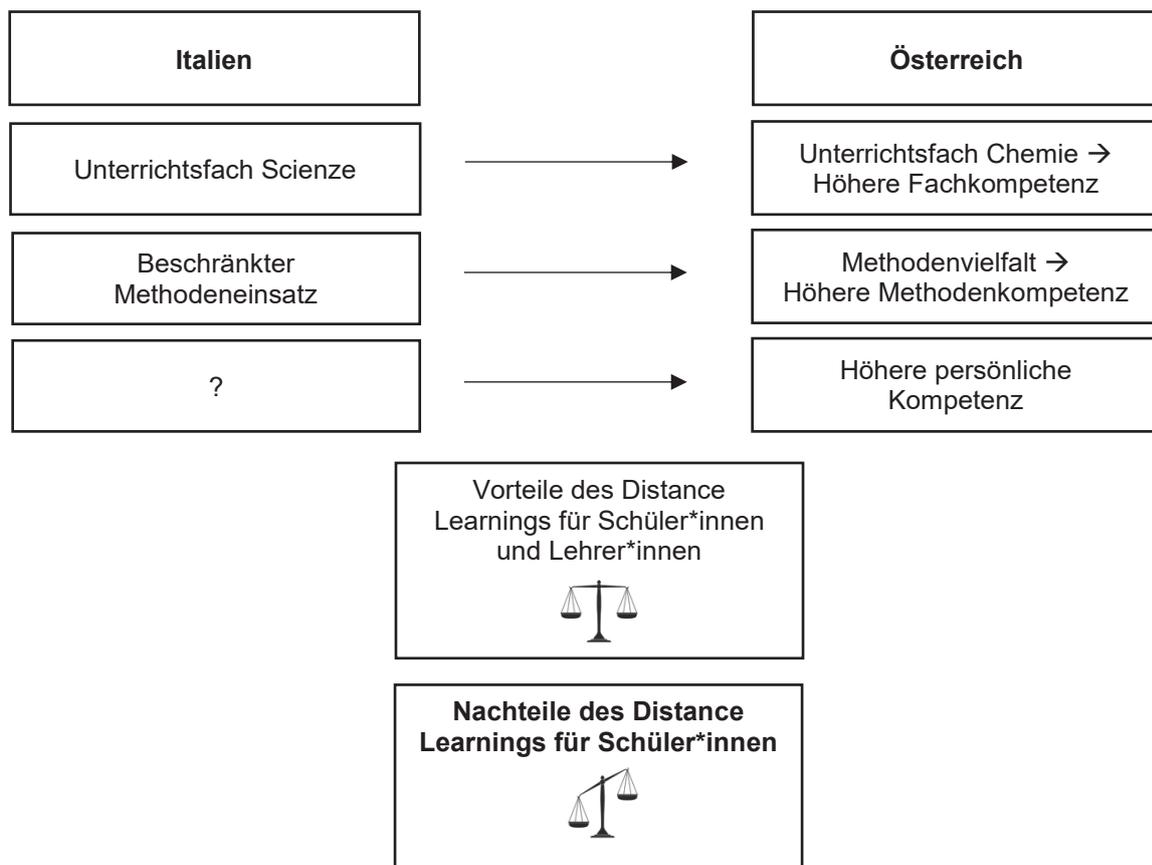


Abbildung 62: Zusammenfassung Ländervergleich (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews)

Abschließend kann gesagt werden, dass Distance Learning österreichischen Schüler*innen mehr Möglichkeiten zur Ausbildung der drei EVA-Schlüsselqualifikationen Fachkompetenz, Methodenkompetenz und persönliche Kompetenz als italienischen Schüler*innen gab und diese demnach die Ziele des EVA-Unterrichts (vgl. Klippert 2000, S. 42-44) intensiver anstrebten. Dies basierte einerseits auf dem höheren fachlichen Niveau österreichischer Lernende aufgrund des eigenständigen Unterrichtsfachs „Chemie“ in der Sekundarstufe I. Andererseits war die Förderung und Forderung methodischer Kompetenzen der Lernenden abhängig von der Offenheit und Bereitschaft der Lehrperson, eine Vielfalt an Methoden in digitalen Distanzunterricht einzusetzen, welche sich bei italienischen Lehrpersonen als beschränkt herausstellte (siehe Categoriesystem 8). Ein Grund für die schwächere

Ausbildung persönlicher Kompetenzen italienischer Schüler*innen konnte nicht aus den Interviews erschlossen werden. Distance Learning in Italien sowie in Österreich wurde jedoch als Chance gesehen, persönliche Kompetenzbildung der Lernenden zu intensivieren (siehe Categoriesystem 10; Categoriesystem – Aussage 25). Weitere bereits erläuterte Vorteile, welche sich durch den Online-Unterrichtsvollzug ergaben, überschritten sich überwiegend in beiden Ländern. Die Herausforderungen des Distance Learnings für Schüler*innen waren ebenfalls in beiden Ländern weitgehend gleich, jedoch von unterschiedlicher Intensität. In Italien war der Vollzug der Unterrichtsform der digitalen Fernlehre aufgrund geringerer fachlicher, methodischer und persönlicher Kompetenzen der Schüler*innen schwieriger als in Österreich. Dies zeigte sich auch anhand des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ (siehe Categoriesystem 12).

7. Reflexion und Diskussion

In der vorliegenden Masterarbeit wurden der Ansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens und die Unterrichtsform des digitalen Distance Learnings miteinander verknüpft. Sowohl theoretische als auch methodische Untersuchungen zeigten, dass der digitale Distanzunterricht sowie die Durchführung von Eigenverantwortlichem Arbeiten im Online-Setting Chancen und Herausforderungen für Lernende und Lehrende auf Unterrichts-, Steuerungs-, Methoden- und Medienebene mit sich brachten, wobei individuelle Einstellungen, Bedürfnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Lehrenden sowie deren Umgebung stark davon abhängig waren, ob ein Aspekt als positiv oder negativ aufgefasst wurde. Ergebnisse der Expert*inneninterviews zeigten, dass der Vollzug von Distance Learning im Chemieunterricht in Italien mehr Herausforderungen für Lernende und Lehrende nach sich zog als in Österreich.

Es stellt sich nun die Frage, welche Schlussfolgerungen hinsichtlich der Untersuchungsauswertungen gezogen werden können. Inwieweit ist der Einsatz von EVA im Distance Learning für den Lernprozess der Schüler*innen sinnvoll und effizient? Wie kann mit den erläuterten Defiziten der Unterrichtsform umgegangen werden und wie erfolgt die Handhabung oder sogar die Behebung dieser?

Die maximale Reduktion der Nachteile und optimale Nutzung der Vorteile erfordert eine didaktisch gezielte Online-Unterrichtsplanung sowohl in Bezug auf den EVA-Ansatz als auch auf das Unterrichtsformat des Distance Learnings. Mit der Rücksichtnahme der Leitfragen

- *„Wie kann ich die Schüler*innen beim anstehenden Thema zum Eigenverantwortlichen Arbeiten, Kommunizieren, Kooperieren, Produzieren, Explorieren etc. veranlassen?“* (Klippert 2000, S. 188)
- *„Welche Materialien und Lernarrangements sind diesbezüglich geeignet?“* (ebd.)

sowie der Durchführung des EVA-Unterrichts anhand einer Lernspirale inklusive des didaktisch-methodischen Einsatzes von Lerninseln können die Vorteile von eigenverantwortlichen Lernprozessen greifbar gemacht und praktisch umgesetzt werden. Hinsichtlich des Unterrichtskonzepts des Distance Learnings kann durch die Verwendung spezieller Checklisten zur Planung von E-Learning-Arrangements ein qualitativ hochwertiges Fundament für digitale Unterrichtssettings geschaffen werden. Werden nun beide Thematiken – EVA und Distance Learning – betrachtet, demonstriert die vorliegende Arbeit nutzbringende Kopplungsprozesse. Mit dem digitalen Unterrichtsvollzug finden zahlreiche Elemente des Eigenverantwortlichen Arbeitens bereits von selbst Anwendung, wodurch sich der gemeinsame Einsatz beider Aspekte als besonders gewinnbringend für die Kompetenzausbildung und -erweiterung der Schüler*innen erweist. Kompetenzen gelten jedoch nicht nur als Resultate, sondern auch als Bedingungen von Online-EVA-Unterricht. Ein fruchtbarer E-Lernprozess erfordert, je nach zuvor festgelegten Lernzielen, fachliche, methodische, soziale und persönliche Kompetenzen gewissen Grades. Entscheidend sind demnach ebenfalls bereits ausgebildete Kompetenzen der Schüler*innen, was sich auch anhand des Ländervergleichs zeigt. Österreichische Schüler*innen verfügen bereits über eine intensivere Ausbildung und einen gezielteren Einsatz fachlicher, methodischer und persönlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten als italienische Schüler*innen und können demnach die Vorteile eigenverantwortlicher Lernprozesse im Distance Learning besser nützen. Dies zeigte sich auch anhand des Kolleg*innenfeedbacks zum EVA-Unterrichtsentwurf „Treibhauseffekt“. Das Konzept wurde als Chance gesehen, das volle Potential der individuellen Kompetenzförderung und -forderung der Lernenden aus dem digitalen Unterrichtssetting zu schöpfen. Durch das Auftreten der Covid-19-Pandemie erfolgte jedoch eine Ad-Hoc-Umstellung von

Lehr- und Lernprozessen, welcher Lehrpersonen und Schüler*innen zum Teil nicht gewachsen waren. Lückenhafte Kompetenzen für einen effizienten Vollzug von EVA-Unterricht machten sich vor allem bei italienischen Schüler*innen erkennbar. Der Einsatz eines EVA-Unterrichts auf Metaebene stellte sich an dieser Stelle als zu anspruchsvoll heraus. Infolgedessen gilt zuerst der Vollzug von schrittweisem Hinführen zur eigenverantwortlichen Arbeitsweise auf der Mikroebene, um anschließend von EVA-Unterricht in größerer Form profitieren zu können (vgl. Klippert 2000, S. 176). Der abrupte Wechsel ins Distance Learning stellte hier jedoch eine große Barriere dar. EVA kann zwar schrittweise im Online-Distanzunterricht erlernt werden, jedoch nur erschwert, da wie oben erwähnt, Distance Learning bereits Kompetenzen des Eigenverantwortlichen Arbeitens voraussetzt. Förderlicher ist die Einarbeitung in den EVA-Prozess durch den Vollzug von Mikrounterrichtssequenzen in Präsenz, um folglich den EVA-Unterricht im digitalen Setting stufenweise anspruchsvoller gestalten und erfolgreich durchführen zu können. So erfolgt zum einen eine gezielte, didaktisch-methodische Hinführung in den eigenverantwortlichen Arbeitsprozess der Schüler*innen und zum anderen ein flexibler und gesteuerter Übergang in das Unterrichtsformat des digitalen Distance Learnings. Realisierbar wäre dies mit dem innovativen Unterrichtskonzept des Blended Learnings, welches eine Vielzahl der Nachteile des Distance Learnings auslöscht, die Vorteile jedoch überwiegend bestehen lässt oder intensiviert und im Weiteren einen entscheidenden Schritt zur digitalen Transformation des Bildungssystems leistet.

8. Zusammenfassung und Ausblick

In der vorliegenden Masterarbeit wurde der Unterrichtsansatz des Eigenverantwortlichen Arbeitens im Distance Learning untersucht. Mittels einer theoretischen Literaturrecherche konnte die Verfahrensweise von EVA-Unterrichtsprozessen im Distanzunterricht beleuchtet und eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für die Entwicklung eines Konzeptentwurfs für die Unterrichtspraxis geschaffen werden. Die hohe Qualität des erstellten Unterrichtskonzepts hinsichtlich des Ansatzes des Eigenverantwortlichen Arbeitens und der Unterrichtsform des Distance Learnings bestätigte sich in dessen Evaluation mittels Kolleg*innenfeedbacks. Die Forschungsfrage „Wie funktioniert Eigenverantwortliches Arbeiten im Distance Learning?“ gilt demnach als bearbeitet und das Ziel der Masterarbeit, die Verfahrensweise der Unterrichtsmethode des Eigenverantwortlichen Arbeitens im Distanzunterricht zu erarbeiten und ein dafür geeignetes Konzept zum Thema „Treibhauseffekt“ zu entwickeln und zu evaluieren, als erreicht.

Im Zuge der theoretischen Erarbeitung erfolgte die Verifizierung von Hypothese I, dass Eigenverantwortliches Arbeiten im digitalen Distanzunterricht sowohl Herausforderungen als auch Möglichkeiten für Schüler*innen und Lehrer*innen darstellt. Die Auswertungsergebnisse des Kolleg*innenfeedbacks zur Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“ sowie die Datenerhebungen der Expert*inneninterviews bestätigen die obige Hypothese erneut – digitaler EVA-Distanzunterricht weist wesentliche Herausforderungen, jedoch auch Chancen auf. Negative Effekte durch den parallelen Vollzug von digitalem Distance Learning und Eigenverantwortlichem Arbeiten zeigten sich vor allem bei italienischen Schüler*innen. Im Vergleich zu österreichischen Lernenden waren italienische Schüler*innen hinsichtlich fachlicher, methodischer und persönlicher Kompetenzförderung und -forderung im Defizit. Sie erwiesen sich als weniger selbstständig im digitalen Setting, wodurch der Vollzug von Online-EVA-Unterricht erschwerter möglich war. Sonstige Unterschiede im Zuge des Ländervergleichs konnten nicht festgestellt werden. Deutliche Gemeinsamkeiten des digitalen Distanzunterrichtssettings stellten sich jedoch hinsichtlich der Vorteile für Schüler*innen und Lehrer*innen heraus. Im Zuge dessen gilt Hypothese II, dass Distance Learning und die davon ausgehenden Effekte in Österreich und in Italien unterschiedlich vollzogen werden und dies anhand des Unterrichtsentwurfs zum Thema „Treibhauseffekt“ sichtbar ist, nur in Bezug auf die Nachteile des Distance Learnings für Schüler*innen als verifiziert.

Im Hinblick auf die in Kapitel 7 empfohlene Unterrichtsform des Blended Learnings kann es sinnvoll sein, Eigenverantwortliches Arbeiten im Blended-Modus zu untersuchen und einen Vergleich mit Eigenverantwortlichem Arbeiten im Distance Learning anzustellen. Weiterführende Forschungen könnten außerdem betreffend des Ländervergleichs vollzogen werden, wobei die aufgedeckten Defizite der Kompetenzen italienischer Schüler*innen in den Bereichen Fach, Methode und Persönlichkeitsbildung interessante Ausgangspunkte aufzustellen. Des Weiteren bedingt das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ vor einem erneuten Einsatz zusätzliche Überarbeitung hinsichtlich der Evaluation, was ebenfalls im Zuge einer wissenschaftlichen Forschung erfolgen kann.

II. Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- Aebli, H. (2003). *Zwölf Grundformen des Lehrens und Lernens. Eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage*. 12. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Alt, F. (2003/04). *Online-basierte Lehr- und Lernsysteme*. In: http://www-alt.medien.ifi.lmu.de/de/lehre/ws03/hs/vortraege/ausarbeitung/F_Alt_Txt.pdf. Abgerufen am: 06.08.2021.
- Altrichter, H.; Posch, P.; Spann, H. (2018). *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht*. 5. Auflage. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- American Psychological Association. (2017). *Which Forms of Active Learning are Most Effective: Cooperative Learning, Writing-to-Learn, Multimedia Instruction or Some Combination?* *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*. 3(4). (S. 257-271).
- Arnold, P.; Kilian, L.; Thillosen, A.; Zimmer, G. (2013). *Handbuch E-Learning. Lehren und Lernen mit digitalen Medien*. 3. Auflage. Bielefeld: Bertelsmann.
- Bader, H., J.; Sgoff, M. (1996). *Experimente als Hausaufgabe – Darf man das überhaupt?* *MNU*. 49(3). (S. 184-185).
- Baier, D.; Kamenowski, M. (2020). *Wie erlebten Jugendliche den Corona-Lockdown? Ergebnisse einer Befragung im Kanton Zürich*. Zürich: Züricher Fachhochschule für Angewandte Wissenschaften.
- Bailenson, J. N.; Oh, C. S.; Welch, G. F. (2018). *A Systematic Review of Social Presence: Definition, Antecedents and Implications*. *Frontiers in Robotics and AI*. 5(114). (S. 1-35).
- Bayrisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus KM. (2021). *Digitale Werkzeuge unterstützen den Distanzunterricht*. In: <https://www.km.bayern.de/eltern/meldung/7167/digitale-werkzeuge-unterstuetzen-den-distanzunterricht.html>. Abgerufen am: 21.08.2021.
- Berger, B.; Cerveny, M.; Leitner, A.; Lesch, K. (1990). *Treibhauseffekt. Ursachen, Konsequenzen, Strategien*. Wien: Umweltbundesamt.
- Bett, K.; Gaiser, B. (2010). *E-Moderation*. In: <https://www.e-teaching.org/lehrszenarien/vorlesung/diskussion/e-moderation.pdf>. Abgerufen am: 07.08.2021.
- Beute, A.; Hachfeld, A.; Henne, A.; Möhrke, P.; Schumann, S. (2021). *Naturwissenschaftlicher Unterricht während der Corona Pandemie. Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?* *Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik*. 41. (S. 669-672).
- BGB1. II Nr. 185/2012. *Lehrplan Mittelschule*. In: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007850&FassungVom=2021-12-02>. Abgerufen am: 02.11.2021.
- BGB1. Nr. 139/1974. *Schulordnung*. In: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10009376>. Abgerufen am: 09.10.2021.
- BGB1. Nr. 88/2016. *Lehrplan AHS Unterstufe*. In: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>. Abgerufen am: 21.03.2021.
- Biocca, F.; Harms, C. (2002). *Defining and measuring social presence: Contribution to the networked minds theory and measure*. In: <https://www.researchgate.net/publication/228887603> *Defining and measuring social presence Contribution to the networked minds theory and measure*. Abgerufen am: 05.07.2021.

- BMBWF. (2020a). *Distance Learning Serviceportal*. In: [https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/beratung/corona/corona fl/dlsp.html](https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/beratung/corona/corona_fl/dlsp.html). Abgerufen am: 12.06.2021.
- BMBWF. (2020b). *Informationsschreiben an Bildungsdirektionen, Schulen, Betriebe und nachgeordnete Dienststellen*. In: https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/beratung/corona/corona_info.html. Abgerufen am: 24.08.2021.
- BMK. (o. J.). *Ziel 13: Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels und seiner Auswirkungen*. In: https://www.bmk.gv.at/ministerium/ziele_agenda2030/13.html. Abgerufen am: 29.09.2021.
- Boike, J.; Hubberten, H.; Lantuit, H.; Overdiun, O.; Schirrmeister, L.; Wagner, D.; Huch, M. (2009). *Das Internationale Polarjahr 2007/08*. Polarforschung. 78(2). (S. 129-132).
- Born, J. (2014). *Das eLearning-Praxisbuch: online unterstützte Lernangebote in Aus- und Fortbildung konzipieren und begleiten*. Baltmannsweiler: Schneider Hohengehren.
- Brandt, T. (2016). *Selbstgesteuertes Lernen – Eigenverantwortliches Lernen*. In: <https://silo.tips/download/staatl-studienseminar-fr-das-lehramt-an-grundschulen-simmern-selbstgesteuertes-l>. Abgerufen am: 11.05.2021.
- Brasseur, G. P.; Jacob, D.; Schuck-Zöller, S. (2017). *Klimawandel in Deutschland. Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven*. Berlin; Heidelberg: Springer.
- Bremer, C. (2007a). *Kommunikation im E-Learning*. Fakultät für Kultur- und Sozialwissenschaften: Fernuniversität in Hagen.
- Bremer, C. (2007b). *Qualität in der Lehre durch eLearning – Qualität im eLearning*. In: Auf der Horst, C.; Ehlert, H. (Hrsg.). *E-Learning nach Bologna*. (S. 60-74). Düsseldorf: Grupello.
- Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung. (2011). In: <https://www.iqs.gv.at/themen/nationale-kompetenzerhebung/grundlagen-der-nationalen-kompetenzerhebung/grundlagen-der-bildungsstandards>. Abgerufen am: 11.08.2021.
- Cheng, H.; Dörnyei, Z. (2007). *The Use of Motivational Strategies in Language Instruction. The Case of EFL Teaching in Taiwan*. *Innovation in Language and Teaching*. 1(1). (S. 153-174).
- Connolly, T.; Schneider, S.; Weisband, S. (1995). *Computer-Mediated Communication and Social Information. Status Salience and Status Differences*. *Academy of Management Journal*. 38(4). (S. 1124-1151).
- Daft, R. L.; Lengel, R. H. (1986). *Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design*. *Management Science*. 32(5). (S. 554-571).
- Dameris, M. (2010). *Abbau der Ozonschicht im 21. Jahrhundert*. *Angewandte Chemie*. 122(3). (S. 499-501).
- Dameris, M.; Peter, T.; Schmidt, U.; Zellner, R. (2007). *Das Ozonloch und seine Ursachen*. *Chemie in unserer Zeit*. 41(3). (S. 152-168).
- De Vries, T.; Martin, J.; Paschmann, A. (2006). *Heimexperimente – Ein erprobtes Projekt zum Thema Elektrochemie in der Sek. II*. *Chemkon*. 13(4). (S. 171-179).
- De Witt, C.; Czerwionka, T. (2007). *Mediendidaktik*. 3. Auflage. Bielefeld: Bertelsmann.

- De Witt, C.; Kerres, M.; Strattmann, J. (2002). *E-Learning. Didaktische Konzepte für erfolgreiches Lernen*. In: Guttman, J.; Schwuchow, K. (Hrsg.). Jahrbuch Personalentwicklung & Weiterbildung 2003. (S. 131-139). Neuwied: Luchterhand.
- Deci, E.; Ryan, R. M. (2000). *Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being*. American Psychologist. 55(1). (S. 68-78).
- Dittler, U. (2011). *E-Learning. Einsatzkonzepte und Erfolgsfaktoren des Lernens mit interaktiven Medien*. 3. Auflage. München: Oldenbourg.
- Dörr, G.; Strittmatter, P. (2002). *Multimedia aus pädagogischer Sicht*. In: Issing, L. J.; Klimsa, P. (Hrsg.). Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Lehrbuch für Studium und Praxis. (S. 28–42). Weinheim: Beltz.
- Duit, R.; Häußler, P.; Prenzel, M. (2001). *Schulleistungen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung*. In: Weinert, F. E. (Hrsg.). Leistungsmessungen in Schulen. 3. Auflage. (S. 169-188). Weinheim und Basel: Beltz.
- Eickelmann, B.; Drossel, K. (2020). *Schule auf Distanz. Perspektiven und Empfehlungen für den neuen Schulalltag. Eine repräsentative Befragung von Lehrkräften in Deutschland*. Düsseldorf: Vodafone Stiftung.
- Elkins, S.; Schluchter, W. (2001). *Klima im Wandel – Eine disziplinüberschreitende Herausforderung*. In: https://www.researchgate.net/profile/Stephan-Elkins/publication/350189782_Klima_im_Wandel_-_Eine_disziplinuberschreitende_Herausforderung/links/605530ea458515e83458cab7/Klima-im-Wandel-Eine-disziplinuberschreitende-Herausforderung.pdf#page=7. Abgerufen am: 17.08.2021.
- Federkeil, L.; Klapproth, F.; Heinschke, F.; Jungmann, T. (2020). *Teachers' experiences of stress and their coping strategies during COVID-19 induced distance teaching*. Journal of Pedagogical Research. 4(4). (S. 444-452).
- Finster, L.; Kämmerer, F.; Reichelt, M. (2020). *Lehrziele und Kompetenzmodelle beim E-Learning*. In: Niegemann, H.; Weinberger, A. (Hrsg.). Handbuch Bildungstechnologie. (S. 191-206). Heidelberg: Springer.
- Frey, A. (2008). *Zielerreichung internationaler Verträge. Das Konzept Weltvertrag*. Baden-Baden: Nomos.
- Funk, C., M. (2016). *Kollegiales Feedback aus der Perspektive von Lehrpersonen. Zusammenhang von beruflicher Orientierung und Bewertung des Feedbackkonzepts*. Wiesbaden: Springer.
- Garrote, A.; Neuenschwander, M. P.; Hofmann, J.; Mayland, C.; Niederbacher, E.; Prieth, V.; Rösti, I. (2021). *Fernunterricht während der Coronavirus-Pandemie. Analyse von Herausforderungen und Gelingensbedingungen*. Windisch: Fachhochschule Nordwestschweiz; Zentrum Lernen und Sozialisation.
- GML. (2021). *Annual Greenhouse Gas Index (AGGI)*. In: <https://gml.noaa.gov/aggi/aggi.html>. Abgerufen am: 16.08.2021.
- Grütter, J.; Brüneck, I.; Citterio, P.; Dändliker, L.; Graf, L.; Lochmatter, F. (2020). *Jugendliche und das Leben in Quarantäne. Erste Studienergebnisse*. Zürich: Universität Zürich; Jacobs Center.
- Gudjons, H. (1998). *Die Moderationsmethode in Schule und Unterricht*. Hamburg: Bergmann + Helbig.

- Hage, K.; Bischoff, H.; Eubel, K.; Schwittmann, D.; Dichanz, H.; Oehlschläger, H. (1985). *Das Methoden-Repertoire von Lehrern. Eine Untersuchung zum Unterrichtsalldtag in der Sekundarstufe I*. Opladen: Leske + Budrich.
- Hattie, J.; Timperely, H. (2007). *The Power of Feedback*. Review of Educational Research. 77(1). (S. 81-112).
- Hauck, M.; Leuscher, C.; Homeier, J. (2019). *Klimawandel und Vegetation – Eine globale Übersicht*. Berlin; Heidelberg: Springer.
- Hauer, E. (2014). *Die Leistungsfeststellung – Leistungsgarant oder notwendiges Übel?* In: Egger, R.; Kiendl-Wendner, D.; Pöllinger, M. (Hrsg.). Hochschuldidaktische Weiterbildung an Fachhochschulen. (S. 85-99). Wiesbaden: Springer.
- Heidkamp-Kergel, B.; Kergel, D. (2020). *E-Learning, E-Didaktik und digitales Lernen*. Wiesbaden: Springer.
- Heinrich-Böll-Stiftung Schleswig-Holstein; Heinrich-Böll-Stiftung (Bundesstiftung); Kieler Exzellenzcluster „Ozean der Zukunft“; Le Monde diplomatique. (2017). *Meeresatlas. Daten und Fakten über unseren Umgang mit dem Ozean*. In: <https://meeresatlas.org/wp-content/uploads/2017/06/Meeresatlas-Web-DE.pdf>. Abgerufen am: 17.08.2021.
- Helm, C.; Huber, S.; Loisinger, T. (2021). *Was wissen wir über schulische Lehr-Lern-Prozesse im Distanzunterricht während der Corona-Pandemie? – Evidenz aus Deutschland, Österreich und der Schweiz*. Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. 24. (S. 237-311).
- Henry, L. (2020). *Förderung einer starken Gemeinschaft in einem virtuellen Klassenzimmer*. In: Kantereit, T. (Hrsg.). Hybrid-Unterricht 101. Ein Leitfadens zum Blended Learning für angehende Lehrer:innen. (S. 34-37). Karlsruhe: Visual Ink Publishing.
- Holtgrewe, U., Lindorfer, M., Siller, C.; Vana, I. (2020a). *Lernen im Ausnahmezustand – Chancen und Risiken. Erste Ergebnisse der Schüler_innenbefragung*. Wien: Zentrum für Soziale Innovation.
- Holtgrewe, U.; Lindrofer, M.; Siller, C.; Vana, I. (2020b). *Von Risikogruppen zu Gestaltungschancen: Lernen im Ausnahmezustand*. In: https://www.momentum-kongress.org/system/files/congress_files/2020/lia-zsi-momentum20-paper-upload.pdf. Abgerufen am: 08.09.2021.
- Holzer, J.; Korlat, S.; Lüftenegger, M.; Pelikan, E., R.; Schober, B.; Spiel, C., (2021). *Learning during COVID-19: the role of self-regulated learning, motivation, and procrastination of perceived competence*. Zeitschrift für Erziehungswissenschaften. 24. (S. 393-418).
- Hopf, M.; Kapelari, S.; Lembens, A. (2017). *Naturwissenschaftliche Grundbildung – Welchen Beitrag kann kompetenzorientierter Unterricht dazu leisten?* Plus Lucis 1(20). (S. 4-10).
- Hron, A.; Hesse, F.; Friedrich, H. F. (2003). *Gemeinsam lernt es sich besser. Kooperatives Lernen und kognitive Prozesse in netzbasierten Szenarien*. In: Scheffer, U.; Hesse, F. W. (Hrsg.). E-Learning - Die Revolution des Lernens gewinnbringend einsetzen. 2. Auflage. (S. 83-97). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Huber, S. G.; Helm, C.; Günther, P. S.; Pruitt, J.; Schwander, M.; Schneider, J. (2020). *COVID-19 und aktuelle Herausforderungen in Schule und Bildung*. Münster: Waxmann.
- Huebener, M.; Schmitz, L. (2020). *Corona-Schulschließungen: Verlieren leistungsschwächerer SchülerInnen den Anschluss?* DIW Berlin. 30(4). (S. 1-6).

- Humboldt, W. v. (1980). *Theorie der Bildung des Menschen*. In: Humboldt, W. v. (1980). Werke in fünf Bänden. Band 1. Schriften zur Anthropologie und Geschichte (S. 234–240). Stuttgart: KlettCotta.
- Hüther, J. (2005). *Mediendidaktik*. In: Hüther, J.; Schorb, B. (Hrsg.). Grundbegriffe Medienpädagogik. (S. 234-239). München: Kopaed.
- Institut des Bundes für Qualitätssicherung im österreichischen Schulwesen. (o. J.). In: <https://www.iqs.gv.at/themen/nationale-kompetenzerhebung/grundlagen-der-nationalen-kompetenzerhebung/grundlagen-der-bildungsstandards>. Abgerufen am: 12.08.2021.
- IPCC. (2007). *Klimaänderung 2007: Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger*. In: <https://www.greenpeace.de/sites/www.greenpeace.de/files/20070901-IPCC-Bericht-Klimawandel-Zusammenfassung.pdf>. Abgerufen am: 18.08.2021.
- IPCC. (2013a). *Climate Change 2013. The Physical Science Basis*. In: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5-wg1-spmitalian.pdf>. Abgerufen am: 11.08.2021.
- IPCC. (2013b). *Klimaänderung 2013. Naturwissenschaftliche Grundlagen. Häufig gestellte Fragen und Antworten*. In: https://www.deutsches-klimakonsortium.de/fileadmin/user_upload/pdfs/Info-Materialien/IPCC-FAQ-AR5-deutsch.pdf. Abgerufen am: 16.08.2021.
- Jürgens, E.; Standop, J. (2015). *Unterricht planen, gestalten und evaluieren*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Kern, G.; Koliander, B.; Lembens, A. (2017). *Wissen und Können erwerben, anwenden und sichtbar machen – Kompetenzmodelle in den naturwissenschaftlichen Fächern*. Plus Lucis. 1(20). (S. 19-23).
- Klicksafe. (o. J.) *Unterricht per Videochat*. In: <https://www.klicksafe.de/paedagogen-bereich/fuer-die-sekundarstufen/unterricht-per-videochat/>. Abgerufen am: 15.05.2021.
- Klimsa, P.; Issig, L. J. (2011). *Online-Lernen. Handbuch für Wissenschaft und Praxis*. München: Oldenbourg.
- Klinger, A.; Wardemann, S. (2020). *Die Klassengemeinschaft stärken – Vorschläge zu kollaborativen Arbeiten*. In: Kantereit, T. (Hrsg.). Hybrid-Unterricht 101. Ein Leitfaden zum Blended Learning für angehende Lehrer:innen. (S. 175-182). Karlsruhe: Visual Ink Publishing.
- Klippert, H. (2000). *Pädagogische Schulentwicklung. Planungs- und Arbeitshilfen zur Förderung einer neuen Lernkultur*. Weinheim: Beltz.
- Klippert, H.; Lohre, W. (1999). *Auf dem Weg zu einer neuen Lernkultur. Pädagogische Schulentwicklung in der Region Heford und Leverkusen*. Gütersloh: Bertelsmann.
- Köpping, M.; Leitner, A.; Pessl, G.; Steiner, M. (2020). *COVID-19 LehrerInnenbefragung – Zwischenergebnisse. Was tun, damit aus der Gesundheitskrise nicht auch eine Bildungskrise wird?* <https://www.ihs.ac.at/publications-hub/blog/beitraege/lehrerinnenbefragung-zwischenergebnisse/>. Abgerufen am: 30.09.2021.
- Kral, P. (1997). *Anlässe für „Einsicht und Freude“ schaffen*. ZV LehrerInnen Zeitung Wien. 4. (S. 18-19).
- Kratz, M. (2004). *Experimente als Hausaufgaben. Chemie*. 4. Auflage. Köln: Aulis-Verlag Deubner.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Band 1. Auflage 4. München; Wien: Beltz.

- Labede, J.; Idel, T. (2020). *Schülerin- und Schüler-Sein in Zeiten des pandemiebedingten Schulausfalls. Bildungspolitische Adressierungen von Jugendlichen und Eltern und deren (Selbst-)Positionierungen*. datum & diskurs. (3). (S. 1-20).
- Lampert, C.; Thiel, K. (2021). *Mediennutzung und Schule zur Zeit des ersten Lockdowns während der Covid-19-Pandemie 2020. Ergebnisse einer Online-Befragung von 10- bis 18-Jährigen in Deutschland*. Hamburg: Hans-Bredow-Institut.
- Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg (LISUM). (2021). *Pädagogische Empfehlungen zum Lernen in Präsenz und Distanz. Wegweiser*. 3. Überarbeitung. In: [https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/Wegweiser-Lernen in Praesenz und Distanz-neu.pdf](https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/Wegweiser-Lernen_in_Praesenz_und_Distanz_neu.pdf). Abgerufen am: 22.08.2021.
- Leopoldina, Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina (2020). *3. Ad-hoc-Stellungnahme der Leopoldina: Corona-virus-Pandemie – Die Krise nachhaltig überwinden vom 13. April 2020*. In: https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2020_04_13_Coronavirus_Pandemie-Die_Krise_nachhaltig_%C3%BCberwinden_final.pdf. Abgerufen am: 08.08.2021.
- Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of Psychology. 140. (S. 5–53).
- Lühken, A. (2020). *Chemie unterrichten und lernen in der Corona-Zeit – Neue Wege finden!* Chemkon. 27(5). (S. 207).
- Martini, A.; Pozio, S. (2014). *Scuola 10-14. Le indicazioni nazionali per il curricolo della scuola secondaria di primo grado*. Bologna: Zanchelli.
- Marx, A. (2017). *Klimaanpassung in Forschung und Politik*. Wiesbaden: Springer.
- McIsaac, M.; Tu, C. (2002). *The Relationship of Social Presence and Interaction in Online Classes*. The American Journal of Distance Education. 16(3). (S. 131-150).
- Melzl, P. (2013). *Spurengase, Treibhauseffekt und Carbon-Zyklus*. In: http://www.physik.uni-regensburg.de/forschung/gebhardt/gebhardt_files/skripten/WS1213-WuK/SpurengaseTreibhauseffektCarbonZyklus.pdf. Abgerufen am: 16.08.2021.
- Mercator Institut. (2020). *Kommunikationskanäle für den Austausch im Unterricht*. In: https://www.mercator-institut-sprachfoerderung.de/fileadmin/Redaktion/PDF/Publicationen/200805_Handreichung_A1_final.pdf. Abgerufen am: 22.08.2021.
- Meyer, H. (1974). *Trainingsprogramm zur Lernzielanalyse*. Frankfurt am Main: Athenäum-Fischer.
- Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Neufingerl, F.; Suppert, S. (2017). *Chemie ist überall*. Wien: Westermann.
- Nicolai, N. (2005). *Skriptgeleitete Eltern-Kind-Interaktion bei Chemiehausaufgaben. Eine Evaluationsstudie im Themenbereich Säure-Base*. Berlin: Logos.
- Ortmann-Welp, E. (2011). *Hybride Lernarrangements. Vernetzung von Präsenz- und Online-Lernen*. Hamburg: Diplomatica.
- Panadero, E. (2017). *A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research*. Frontiers in Psychology. 8(422). (S. 1-28).
- Piaget, J. (2000). *Psychologische Intelligenz*. 10. Auflage. Stuttgart: Klett-Cotta.

- PIK AS. (2017). *Fünf Niveaustufen zur Planung differenzierten Fachunterrichts (Unterrichtsreihen und Unterrichtsstunden). Ein Modell zur Gestaltung von differenzierten Lernumgebungen im inklusiven Unterricht.* In: [https://pikas.dzlm.de/pikasfiles/uploads/upload/Material/Haus_6 - Heterogene Lerngruppen/UM/UM_H6 Infopapier 5Niveaustufen Mai17.pdf](https://pikas.dzlm.de/pikasfiles/uploads/upload/Material/Haus_6_-_Heterogene_Lerngruppen/UM/UM_H6_Infopapier_5Niveaustufen_Mai17.pdf). Abgerufen am: 26.07.2021.
- Rahmstorf, S. (2013). *Ursachen und Folgen des Klimawandels – ein kurzer Überblick über den Wissensstand mit historischem Kontext.* Mauerwerk. 17(5). (S. 260-264).
- Reber, K.; Kaiser-Mantel, H. (2020). *Apps für Schule und Therapie.* In: [http://karinreber2.paedalogis.com/fobis/AppsSchuleTherapie Reber-KaiserMantel.pdf](http://karinreber2.paedalogis.com/fobis/AppsSchuleTherapie_Reber-KaiserMantel.pdf). Abgerufen am: 21.06.2021.
- Reich, K. (2012a). *Inklusion und Bildungsgerechtigkeit. Standards und Regeln zur Umsetzung einer inklusiven Schule.* Weinheim: Beltz.
- Reich, K. (2012b). *Konstruktivistische Didaktik. Das Lehr- und Studienbuch mit Onlinemethodenpool.* Weinheim: Beltz.
- Reiners C. (2017). *Ziele der Vermittlung.* In: Reiners, C. Chemie Vermitteln: Fachdidaktische Grundlagen und Implikationen. Berlin; Heidelberg: Springer Berlin. (S. 68-76).
- Rheinberg, F. (2002). *Bezugsnormen und schulische Leistungsbeurteilung.* In: Weinert, F. E. (Hrsg.). Leistungsmessungen in Schulen. (S. 59-73). Weinheim: Beltz.
- Richter, S. (1997). *Methode „Klippert“.* ZV LehrerInnen Zeitung Wien. 4. (S. 22-23).
- Riedel, E. (2020). *Anorganische Chemie.* 6. Auflage. Berlin; Boston: Springer.
- Riener, K.; Kühn, F. E. (2014). *CO₂ - Baustein des Lebens und Treiber der globalen Erwärmung.* Chemie unserer Zeit. 48(4). (S. 260-268).
- Rogers, C. (1983). *Freedom to Learn for the 80's.* Columbus; Ohio: Charles E. Merrill Publishing Company.
- Sander, A.; Schäfer, L.; Van Ophuysen, S. (2021). *Prädikatoren von prozessbezogener und strukturierter elterlicher Unterstützung während des (coronabedingten) Distanzunterrichts.* Zeitschrift für Erziehungswissenschaft. 24. (S. 419-442).
- Schiefele, U.; Pekrun, R. (1996). *Psychologische Modelle des fremdgesteuerten und selbstgesteuerten Lernens.* In: F. E., Weinert (Hrsg.). Enzyklopädie der Psychologie. Psychologie des Lernens und der Instruktion. Band 2. (S. 249–278). Göttingen; Bern; Toronto; Seattle: Hogrefe.
- Schreiner, C.; Jesacher-Rößler, L.; Roßnagl, S.; Berger F.; Kraler, C. (2020). *Exklusive Summary. Bewältigung des Distanzunterrichts während COVID-19 in der Modellregion Bildung Zillertal.* In: [https://www.mbz-tirol.at/wp-content/uploads/2020/12/Executive-Summary COV-19 MBZ SuS 8.Schulstufe.pdf](https://www.mbz-tirol.at/wp-content/uploads/2020/12/Executive-Summary_COV-19_MBZ_SuS_8.Schulstufe.pdf). Abgerufen am: 21.08.2021.
- Schulmeister, R. (2002). *Zur Komplexität Problemorientierten Lernens.* In: Asdonk, J.; Kroeger, H.; Strobl, G.; Tillmann, K.; Wildt, J. (Hrsg.). Bildung im Medium der Wissenschaft. (S. 185-201). Weinheim: Deutscher Studienverlag.
- Schuster, C.; Stebner, F; Weber, X. (2021). *Pädagogische Diagnostik und selbstreguliertes Lernen – Empfehlungen für den Präsenz- und Distanzunterricht.* In: [https://www.researchgate.net/profile/Corinna-Schuster/publication/350895308 Padagogische Diagnostik und selbstreguliertes Lernen - Empfehlungen für den Präsens- und Distanzunterricht/links/60793c902fb9097c0ce99cfa/Paedagogische-](https://www.researchgate.net/profile/Corinna-Schuster/publication/350895308_Padagogische_Diagnostik_und_selbstreguliertes_Lernen_-_Empfehlungen_fur_den_Prasenz-und_Distanzunterricht/links/60793c902fb9097c0ce99cfa/Paedagogische-)

- Diagnostik-und-selbstreguliertes-Lernen-Empfehlungen-fuer-den-Praesenz-und-Distanzunterricht.pdf. Abgerufen am: 29.08.2021.
- Schwerzmann, M.; Frenzel, S. (2020). *Umfrage zum Fernunterricht. Ergebnisse der Befragung im Juni 2020*. Luzern: Bildungs- und Kulturdepartement.
 - Seda, C.; Ottacher, G. (2020). *Homeschooling benachteiligter Kinder*. In: <https://www.teachforaustria.at/%20wp-content/uploads/2020/03/Teach-For-Austria-Homeschooling-Survey.pdf>. Abgerufen am: 30.08.2021.
 - Senftleben, S. (2020). *Was ist guter videobasierter Unterricht?* In: Kantereit, T. (Hrsg.). *Hybrid-Unterricht 101. Ein Leitfaden zum Blended Learning für angehende Lehrer:innen*. (S. 270-286). Kalsruhe: Visual Ink Publishing.
 - Siemens, G. (2005). *Connectivism. A Learning Theory of the Digital Age*. In: https://web.archive.org/web/20160908185444/http://www.itdl.org/Journal/Jan_05/article01.htm. Abgerufen am: 27.09.2021.
 - Staatliche Zentralstelle für Fernunterricht (ZFU). (2021). *Ratgeber für Fernunterricht und Fernstudium*. 4. Köln: Staatliche Zentralstelle für Fernunterricht.
 - Tian, H.; Xu, R.; Yuanzhi, Y. (2020). *A comprehensive quantification of global nitrous oxide sources and sinks*. *Nature* 586. (S. 248–256).
 - Umweltbundesamt. (2019). *Treibhauspotentiale (Global Warming Potential, GWP) ausgewählter Verbindungen und deren Gemische gemäß Viertem Sachstandsbericht des IPCC bezogen auf einen Zeitraum von 100 Jahren*. In: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2503/dokumente/treibhauspotentiale_ausgewaehlter_verbindungen_und_deren_gemische.pdf. Abgerufen am: 18.08.2021.
 - Umweltbundesamt. (2021a). *Methan-Emissionen*. In: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/methan-emissionen>. Abgerufen am: 11.08.2021.
 - Umweltbundesamt. (2021b). *Distickstoffoxid-Emissionen*. In: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland/distickstoffoxid-emissionen>. Abgerufen am: 11.08.2021.
 - Umweltbundesamt. (2021c). *Fluorierte Treibhausgase und FCKW*. In: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/fluorierte-treibhausgase-fckw>. Abgerufen am: 23.08.2021.
 - UNESCO. (2020). *Wasser und Klimawandel*. In: <https://www.unesco.de/sites/default/files/2020-03/UN-Weltwasserbericht2020-web.pdf>. Abgerufen am: 28.09.2021.
 - United Nations. (1998). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. In: <https://unfccc.int/sites/default/files/kpeng.pdf>. Abgerufen am: 29.09.2021.
 - United Nations. (2015). *Paris Agreement*. In: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf. Abgerufen am: 29.09.2021.
 - Vester, F. (1997). *Denken, Lernen, Vergessen. Was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn und wann lässt es uns im Stich?* 24. Auflage. München: Deutscher Taschenbuch-Verlag.
 - Wlotzka, P. (2020). *Chemie-Experimente. Digital*. Hannover: Friedrich.
 - Zierer, K. (2021a). *Ein Jahr zum Vergessen. Wie wir die Bildungskatastrophe nach Corona verhindern*. Freiburg: Herder.
 - Zierer, K. (2021b). *Effects of Pandemic-Related School Closures on Pupils' Performance and Learning in Selected Countries. A Rapid Review*. *Education Sciences*. 11(252). (S. 1-12).

- Zimmer, G. (2005). *Berufliche Bildung und Medien*. In: Hüther, J.; Schorb, B. (Hrsg.). *Grundbegriffe Medienpädagogik*. (S. 30-37). München: Kopaed.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Elemente des Eigenverantwortlichen Arbeitens (eigene Darstellung, angelehnt an Klippert 2000, S. 174-191)	7
Abbildung 2: Das neue Haus des Lernens (direkt übernommen aus Klippert 2020, S. 43)	12
Abbildung 3: Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Konstruktivistische Kriterien (eigene Darstellung, angelehnt an Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 21)	18
Abbildung 4: Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Konnektivistische Kriterien (eigene Darstellung, angelehnt an Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 21-22)	18
Abbildung 5: Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Bildungsorientierte Kriterien (eigene Darstellung, angelehnt an Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 22)	19
Abbildung 6: Checkliste für digitale Fernunterrichtsplanung: Organisatorische Ergänzung (eigene Darstellung angelehnt an Heidkamp-Kergel; Kergel 2020, S. 22-23)	19
Abbildung 7: Liste möglicher Medien für den Distanzunterricht im Fach Chemie (eigene Darstellung, angelehnt an BMBWF 2020a; KM 2021; LISUM 2021)	21
Abbildung 8: Vorteile Distance Learning (eigene Darstellung, angelehnt an Huber et al. 2020, S. 22-28; ZFU 2021, S. 13; De Witt; Czerwionka 2007, S. 110; 113; Bremer 2007b, S. 64)	25
Abbildung 9: Nachteile Distance Learning (eigene Darstellung, angelehnt an Huber et al. 2020, S. 7; 22-34; ZFU 2021, S. 13; Eickelmann; Drossel 2020, S. 21; Zierer 2021a, S. 25-33; 40-42)	26
Abbildung 10: Erhöhung der Eigenmotivation im Distance Learning durch EVA-Unterrichtselemente (eigene Darstellung, angelehnt an Deci; Ryan 2000, S. 69-70; Huebener; Schmitz 2020, S. 2, 25; Holzer et al. 2021, S. 395-396; Sander et al., S. 421; De Witt et al. 2002, S. 131; Alt 2003/04, S. 1; Huber et al. 2020, S. 32-34, 182; Baier; Kamenowski 2020, S. 17)	28
Abbildung 11: Kriterienliste für Heimversuche (direkt übernommen aus Kratz 2004, S. 14)	33
Abbildung 12: Formen digitaler Leistungsfeststellung (eigene Darstellung, angelehnt an Arnold et al. 2013, S. 322-325; Dittler 2011, S. 258)	35
Abbildung 13: Die wichtigsten Treibhausgase (eigene Abbildung, angelehnt an Riener; Kühn 2014, S. 265; Berger et al. 1990, S. 3; GML 2021; IPCC 2007, S. 42; Umweltbundesamt 2019, S. 4-13)	38
Abbildung 14: Natürlicher Treibhauseffekt (eigene Abbildung, angelehnt an Neufingerl; Suppert 2017, S. 63)	39
Abbildung 15: Lernspirale Treibhauseffekt (eigene Darstellung, angelehnt an Klippert 2000, S. 188)	46
Abbildung 16: Kompetenzmodell Sekundarstufe I (direkt übernommen aus Kern et al. 2017, S. 20)	50
Abbildung 17: Handlungsdimensionen im Unterrichtskonzept "Treibhauseffekt" (eigene Darstellung, angelehnt an Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung 2011, S. 2)	51
Abbildung 18: Kompetenzstrukturmodell E-Learning (direkt übernommen aus Finster et al. (2020, S. 200)	52
Abbildung 19: Aktions-Reflexions-Kreislauf (direkt übernommen aus Altrichter et al. 2018, S. 14)	54

Abbildung 20: Verteilung der Proband*innen (eigene Darstellung basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	56
Abbildung 21: Datenerhebung A Kolleg*innenfeedback (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)	57
Abbildung 22: Datenerhebung B Kolleg*innenfeedback (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks)	57
Abbildung 23: Legende der Items (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	58
Abbildung 24: Diagramm Item 3 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	58
Abbildung 25: Diagramm Item 4 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	59
Abbildung 26: Diagramm Item 5 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	59
Abbildung 27: Diagramm Item 6 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	59
Abbildung 28: Diagramm Item 7 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	59
Abbildung 29: Diagramm Item 8 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	60
Abbildung 30: Diagramm Item 9 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	60
Abbildung 31: Diagramm Item 10 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	60
Abbildung 32: Diagramm Item 11 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	61
Abbildung 33: Diagramm Item 12 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	61
Abbildung 34: Diagramm Item 13 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	61
Abbildung 35: Diagramm Item 14 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	62
Abbildung 36: Diagramm Item 15 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	62
Abbildung 37: Diagramm Item 16 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	62
Abbildung 38: Diagramm Item 17 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	63
Abbildung 39: Diagramm Item 18 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	63
Abbildung 40: Diagramm Item 19 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	63
Abbildung 41: Diagramm Item 20 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	64
Abbildung 42: Diagramm Item 21 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	64
Abbildung 43: Diagramm Item 22 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	64
Abbildung 44: Diagramm Item 23 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	65

Abbildung 45: Diagramm Item 24 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	65
Abbildung 46: Categoriesystem - Aussage 25 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	67
Abbildung 47: Categoriesystem - Aussage 26 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	68
Abbildung 48: Categoriesystem - Aussage 27 (eigene Darstellung, basierend auf den Ergebnissen des Lehrer*innenfeedbacks).....	69
Abbildung 49: Allgemeine Informationen zu den Interviews (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	74
Abbildung 50: Categoriesystem 1 - Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklassen im Distance Learning? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	75
Abbildung 51: Categoriesystem 2 - Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	75
Abbildung 52: Categoriesystem 3 - Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	76
Abbildung 53: Categoriesystem 3 - Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	76
Abbildung 54: Categoriesystem 5 - Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	76
Abbildung 55: Categoriesystem 6 - Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	77
Abbildung 56: Categoriesystem 7 - Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	77
Abbildung 57: Categoriesystem 8 - Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Sie als Lehrperson? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	78
Abbildung 58: Categoriesystem 9 - Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	78
Abbildung 59: Categoriesystem 10 - Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews) ..	78
Abbildung 60: Categoriesystem 11 - Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	78
Abbildung 61: Categoriesystem 12 - Wäre das Konzept „Treibhauseffekt“ in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar? (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	79
Abbildung 62: Zusammenfassung Ländervergleich (eigene Darstellung, basierend auf den Daten der Interviews).....	86

Abkürzungsverzeichnis

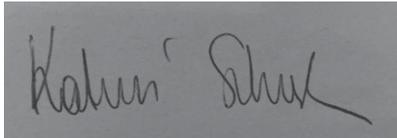
- A: Arbeitsinsel
- CH₄: Methan
- CO₂: Kohlenstoffdioxid
- EVA: Eigenverantwortliches Arbeiten
- FCKW: Fluorchlorkohlenwasserstoffe

- H_2O : Wasser/Wasserdampf
- IR: Infrarot
- N_2O : Distickstoffmonoxid
- O_3 : Ozon
- SRL: Selbstreguliertes Lernen
- z. B.: zum Beispiel

III. Selbstständigkeitserklärung

Hiermit gebe ich die Versicherung ab, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Publikationen entnommen sind, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form weder im In- noch im Ausland (einer*m Beurteiler*in zur Begutachtung) in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt.

Rom, 12.12.2021

A rectangular box containing a handwritten signature in black ink. The signature appears to read 'Katrin Schuster'.

Katrin Schuster

IV. Anhang

Anhang 1: Abstract (Deutsch)

Durch die Covid-19-Pandemie erlebten Schüler*innen und Lehrpersonen eine abrupte Veränderung des gewohnten Schulalltags. Der Präsenzunterricht wurde weitestgehend eingestellt und der Vollzug des Unterrichts erfolgte mithilfe digitaler Geräte von zuhause aus. Distance Learning ermöglichte und forderte Selbstverantwortung, Eigenständigkeit und Eigeninitiative im Lernprozess der Schüler*innen in besonderer Weise. Daher gilt es von Wichtigkeit, zu untersuchen, wie eigenständiges Arbeiten von Schüler*innen im digitalen Distanzunterricht funktioniert. Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es, die Verfahrensweise der Unterrichtsmethode „Eigenverantwortliches Arbeiten (EVA)“ im digitalen Distance Learning zu erarbeiten und ein dafür geeignetes Konzept zum Thema „Treibhauseffekt“ zu entwickeln sowie zu evaluieren. Die Forschungsfrage dazu lautet: „Wie funktioniert eigenverantwortliches Arbeiten im Homeschooling-Verfahren?“. Zur Beantwortung der Forschungsfrage erfolgte eine theoretische Erarbeitung des Unterrichtsansatzes des Eigenverantwortlichen Arbeitens im Distance Learning mittels Literatur. Weiters wurde ein Unterrichtskonzept zum Thema „Treibhauseffekt“ für den Online-Distanzunterricht entwickelt, welches sich durch Elemente des Eigenverantwortlichen Arbeitens auszeichnet. Die Evaluation des digitalen Unterrichtsentwurfs fand empirisch anhand eines Feedbackfragebogens für Chemielehrer*innen und Lehramtsstudierende des Faches Chemie statt. In einer weiteren Untersuchung wurde das Konzept des Distance Learnings anhand der Durchführung von leitfadengestützten Expert*inneninterviews im Ländervergleich zwischen Österreich und Italien betrachtet und die davon ausgehenden Effekte für Schüler*innen und Lehrer*innen beleuchtet.

Die Ergebnisse der Evaluation des Unterrichtsentwurfs „Treibhauseffekt“ zeigten, dass sich dieser durch eine solide didaktisch-methodische Planung für den Einsatz im digitalen EVA-Distanzunterricht eignet. Herausforderungen, die der digitale Unterrichtsvollzug sowie die eigenständige Arbeitsweise der Lernenden mit sich bringen, wurden trotzdem sichtbar.

Aus den qualitativen Datenauswertungen der Expert*inneninterviews konnten Vor- und Nachteile des digitalen Distanzunterrichts für Schüler*innen und Lehrer*innen erschlossen werden. Im Ländervergleich zeigte sich, dass sowohl in Österreich als auch in Italien die Nachteile, die Eigenverantwortliches Arbeiten im Distance Learning mit sich bringt, deutlich überwiegen. Negative Effekte durch den parallelen Vollzug von digitalem Distanzunterricht und Eigenverantwortlichem Arbeiten zeigten sich vor allem bei italienischen Schüler*innen. Diese hatten im Vergleich zu österreichischen Lernenden vermehrt Probleme selbstständig und eigenverantwortlich im Distance Learning zu arbeiten, da sie geringere fachliche, methodische und persönliche Kompetenzen aufweisen.

Anhang 2: Abstract (Englisch)

Due to the Covid-19-pandemic, students and teachers experienced an abrupt change in their usual school routine. Classroom instruction was largely discontinued and lessons were conducted from home with the help of digital devices. Distance learning enabled and demanded self-responsibility, independence and autonomy in the students' learning process in a special way. Therefore, it is important to investigate how independent work of students works in digital distance learning.

The aim of this Master's thesis is to examine the procedure of the teaching method "Eigenverantwortliches Arbeiten (EVA)" in digital distance learning and to develop and evaluate a suitable concept on the topic "Greenhouse Effect". The research question is: "How does "Eigenverantwortliches Arbeiten (EVA)" in homeschooling work? To answer the research question, a theoretical investigation of the teaching method EVA in distance learning was carried out by means of literature. Furthermore, a teaching concept on the topic of the "Greenhouse Effect" was developed for online distance learning, which contains characterised elements of EVA. The evaluation of the digital teaching concept took place empirically using a feedback questionnaire for chemistry teachers and chemistry education students. In a further study, the concept of distance learning was examined by expert interviews in a cross-country comparison between Austria and Italy. The effects of EVA in distance learning on students and teachers were examined.

The results of the evaluation of the teaching concept "Greenhouse Effect" showed that it was suitable for use in digital EVA distance learning through didactic-methodological planning. Nevertheless, the challenges posed by digital teaching and the learners' independent working mode became apparent.

The qualitative data analysis of the expert interviews revealed advantages and disadvantages of digital distance learning for students and teachers. A comparison of countries showed that the disadvantages of EVA in distance learning clearly outweighed the disadvantages in both Austria and Italy. Negative effects due to the parallel implementation of digital distance learning and EVA were particularly evident among Italian students. Compared to Austrian students, they had more problems working independently and on their own responsibility in distance learning, as they had lower subject-specific, methodological and personal competences.

Anhang 3: Handlungsdimensionen

1 Handlungsdimension

1.1 Handlungskompetenzen (H)

Wissen organisieren: Aneignen, Darstellen und Kommunizieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

- W 1 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik beschreiben und benennen
- W 2 aus unterschiedlichen Medien und Quellen fachspezifische Informationen entnehmen
- W 3 Vorgänge und Phänomene in Natur, Umwelt und Technik in verschiedenen Formen (Grafik, Tabelle, Bild, Diagramm ...) darstellen, erklären und adressatengerecht kommunizieren
- W 4 die Auswirkungen von Vorgängen in Natur, Umwelt und Technik auf die Umwelt und Lebenswelt erfassen und beschreiben

Erkenntnisse gewinnen: Fragen, Untersuchen, Interpretieren

Ich kann einzeln oder im Team ...

- E 1 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Beobachtungen machen oder Messungen durchführen und diese beschreiben
- E 2 zu Vorgängen und Phänomenen in Natur, Umwelt und Technik Fragen stellen und Vermutungen aufstellen
- E 3 zu Fragestellungen eine passende Untersuchung oder ein Experiment planen, durchführen und protokollieren
- E 4 Daten und Ergebnisse von Untersuchungen analysieren (ordnen, vergleichen, Abhängigkeiten feststellen) und interpretieren

Schlüsse ziehen: Bewerten, Entscheiden, Handeln

Ich kann einzeln oder im Team ...

- S 1 Daten, Fakten und Ergebnisse aus verschiedenen Quellen aus naturwissenschaftlicher Sicht bewerten und Schlüsse daraus ziehen
- S 2 Bedeutung, Chancen und Risiken der Anwendungen von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für mich persönlich und für die Gesellschaft erkennen, um verantwortungsbewusst zu handeln
- S 3 die Bedeutung von Naturwissenschaft und Technik für verschiedene Berufsfelder erfassen, um diese Kenntnis bei der Wahl meines weiteren Bildungsweges zu verwenden
- S 4 fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren und naturwissenschaftliche von nicht-naturwissenschaftlichen Argumentationen und Fragestellungen unterscheiden

(direkt übernommen aus Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung 2011, S. 2)

Anhang 4: Entwurf Schüler*innenfeedback zur Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“

Schüler*innenfeedback zur Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“

Abschnitt 1: Allgemeine Fragen – Distance Learning

Mit welchem Gerät hast du am Online-Unterricht teilgenommen?	
--	--

	1 Trifft zu	2 Trifft eher zu	3 Neutral	4 Trifft eher nicht zu	5 Trifft nicht zu
1. Ich habe lieber Online-Unterricht, anstatt Präsenzunterricht in der Schule.					
2. Ich kann mich beim Online-Unterricht viel besser konzentrieren als im Präsenzunterricht in der Schule.					
3. Der direkte soziale Kontakt zu den Mitschüler*innen zur Zeit des Distance Learnings fehlte mir.					
4. Der direkte Kontakt zu den Lehrer*innen zur Zeit des Distance Learnings fehlte mir.					

Abschnitt 2: Distance Learning im Chemieunterricht

	1 Trifft zu	2 Trifft eher zu	3 Neutral	4 Trifft eher nicht zu	5 Trifft nicht zu
5. Distance Learning im Fach Chemie ist für mich anstrengender als der Chemieunterricht in der Schule.					
6. Der Arbeitsaufwand für das Fach Chemie hat sich im Distance Learning vergrößert.					
7. Im Distance Learning konnte ich mein eigenes Lerntempo viel besser berücksichtigen als im Klassenunterricht.					
8. Durch Distance Learning habe ich mehr Spaß am Chemieunterricht.					
9. Ich konnte zur Zeit des Distance Learnings viel bessere Leistungen im Fach Chemie erzielen als zuvor.					
10. Ich möchte, dass Online-Learning auch in Zukunft Teil des Chemieunterrichts ist.					

Abschnitt 3: Online-Unterrichtsreihe – Treibhauseffekt

	1 Trifft zu	2 Trifft eher zu	3 Neutral	4 Trifft eher nicht zu	5 Trifft nicht zu
11. Das Unterrichtsthema „Treibhauseffekt“ empfand ich als sehr interessant.					
12. Die Aufgaben zum Thema „Treibhauseffekt“ motivierten mich.					
13. Die Aufgaben zum Thema „Treibhauseffekt“ überforderten mich.					
14. Zur Bearbeitung der Aufgaben benötigte ich die Hilfe anderer.					
15. Der Unterricht bot Möglichkeiten, mich mit meinen Mitschüler*innen über das Thema „Treibhauseffekt“ auszutauschen.					
16. Ich fühlte mich von der Lehrperson gut betreut.					
17. Ich glaube, dass ich im Distance Learning mehr über den Treibhauseffekt lernen konnte als im Präsenzunterricht in der Schule.					
18. Die Qualität des Online-Unterricht litt aufgrund technischer Probleme.					

Abschnitt 4: Fazit

19. Welche Vorteile bietet Distance Learning im Fach Chemie für dich?	
20. Welche Nachteile hat Distance Learning im Fach Chemie für dich?	

Anhang 5: Entwurf Kolleg*innenfeedback zur Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“

Kolleg*innenfeedback zur Unterrichtsreihe „Treibhauseffekt“

Liebe*r Kolleg*in!

In Rahmen meiner Masterarbeit führe ich eine Evaluation eines Online-Unterrichtskonzepts zum Thema „Treibhauseffekt“ (Chemie, 4. Klasse AHS) durch. Um erfolgreich an der Umfrage teilzunehmen, würde ich Sie bitten, sich zuerst das „Zusatzheft zur Masterarbeit“ durchzulesen und anschließend den Feedbackbogen zu bearbeiten.

Alle Daten werden anonym erhoben und vertraulich behandelt.

Vielen Dank für die Teilnahme!

Katrin Schuster

Abschnitt 1: Allgemeine Fragen

	1 Trifft zu	2 Trifft eher zu	3 Neutral	4 Trifft eher nicht zu	5 Trifft nicht zu
1. Das Thema der Unterrichtsreihe ist sehr aktuell und überaus relevant für Schüler*innen.					
2. Die Unterrichtsreihe ist einheitlich sequenziert und klar strukturiert.					
3. In der Unterrichtsreihe sind inhaltliche Schwerpunkte eindeutig zu erkennen.					
4. Das Interesse am Lerninhalt wird stark aufrechterhalten.					
5. Mit der Unterrichtsreihe werden die Schüler*innen auch im digitalen Setting motiviert.					
6. Die Schüler*innen werden auf zentrale Frage- bzw. Problemstellungen hingelenkt.					

Abschnitt 2: Materialien und Methoden

	1 Trifft zu	2 Trifft eher zu	3 Neutral	4 Trifft eher nicht zu	5 Trifft nicht zu
7. Die einzelnen Arbeitsaufträge und -schritte sind klar verständlich.					
8. Die bereitgestellten Unterrichtsmaterialien (Arbeitsblätter, Textausschnitte etc.) sind der Altersgruppe entsprechend.					
9. Die Unterrichtsgestaltung (Wahl der Unterrichtsmethoden) ist der Altersgruppe angemessen.					

10. Die bereitgestellten Unterrichtsmaterialien (Arbeitsblätter, Textausschnitte etc.) sind sehr ansprechend und motivierend gestaltet.					
---	--	--	--	--	--

Abschnitt 3: Eigenverantwortliches Arbeiten

	1 Trifft zu	2 Trifft eher zu	3 Neutral	4 Trifft eher nicht zu	5 Trifft nicht zu
11. Das Unterrichtskonzept ist stark schüler*innenzentriert.					
12. Das Unterrichtskonzept bietet den Schüler*innen viele Möglichkeiten, aktiv zu handeln (Sprechanlässe, Recherchen, Präsentationen etc.).					
13. Die Schüler*inneninteraktion wird stark angeregt.					
14. Es werden sowohl von den Lernenden als auch von der Lehrperson ausreichend Beiträge geleistet.					
15. Das Unterrichtskonzept bietet Möglichkeiten zur Differenzierung.					
16. Den Schüler*innen werden wirksame Lernhilfen angeboten.					
17. Das Unterrichtskonzept zeichnet sich durch deutliche Methodenvielfalt aus.					
18. Neue Kenntnisse werden regelmäßig festgehalten.					
19. Die Schüler*innen können ihre Arbeitsergebnisse gewinnbringend präsentieren.					
20. Bei der Durchführung des Unterrichtskonzepts werden Problemlösefähigkeit und Selbständigkeit der Schüler*innen erweitert.					
21. Die Umsetzung der Unterrichtsreihe für den digitalen Unterricht gilt als sehr gelungen.					
22. Das Unterrichtskonzept gibt den Schüler*innen Möglichkeiten, eigenverantwortlich und selbstständig zu arbeiten.					

Abschnitt 4: Fazit

23. Welche Vorteile bringt die <u>digitale</u> Durchführung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ mit sich?	
24. Welche Herausforderungen bringt die <u>digitale</u> Durchführung des Unterrichtskonzepts „Treibhauseffekt“ mit sich?	
25. Wie kann das Unterrichtskonzept verändert werden, um Selbstständigkeit und Eigenverantwortung der Schüler*innen im Distance Learning noch intensiver zu fördern?	

Anhang 6: Interviewleitfaden

<u>Interview- leitfaden</u>	<u>Leitfrage/ Erzählau- forderung</u>	<u>Rückfragen, Aufrecht- erhaltungsfragen</u>	<u>Checkliste²⁴ – Wurde das erwähnt?</u>
Einstieg			
Allgemeines	<ul style="list-style-type: none"> - Begrüßung - Dank für die Teilnahme - Kurze Erläuterung des Projekts/Themas - Informationen über Interviewablauf und Dauer (ca. 20 Minuten) - Administratives²⁵ - Start der Aufnahme 		
Frage 1	Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklassen im Distance Learning?	Gab es einen Unterschied zwischen Unter- und Oberstufe?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Dauer des Distance Learnings ○ Unterstufe ○ Oberstufe
Hauptteil			
Frage 2	Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen?	Mit welchen Unterrichtsformaten wurde gearbeitet?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Videokonferenz mit Anwesenheit/Teilnahme ○ Arbeitsaufträge ○ Gruppenarbeiten/Einzelarbeiten ○ Kamera an/aus
Frage 3	Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten?	Welche Methoden des selbstständigen Arbeitens wurden angewendet?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Methoden aufzählen/erläutern
Frage 4	Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch?	Wenn ja: Können Sie das Experiment beschreiben? (Wo) hatten die Schüler*innen Schwierigkeiten? Wenn nein: Warum nicht?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Problematik mit Eltern ○ Haushaltschemikalien ○ Durchführung
Frage 5	Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert?	Wenn ja: Inwiefern?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Selbstständigkeit ○ Lernlücken
Frage 6	Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings?		<ul style="list-style-type: none"> ○ Online-Wiederholungen (mündlich/schriftlich) ○ Open Book Wiederholungen ○ Präsentationen ○ Mitarbeit ○ Protokolle
Frage 7	Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen?		<ul style="list-style-type: none"> ○ Kontaktproblem ○ Anspruchsvoller Lerninhalt ○ Motivation ○ Technik
Frage 8	Welche Probleme ergaben sich im	Waren Sie bereits mit digitalen	<ul style="list-style-type: none"> ○ Kontaktproblem ○ Technik

²⁴ Die Checkliste dient als Basis für die Kategorien der Auswertung

²⁵ Siehe Administratives (Seite 6)

	Distance Learning für Sie als Lehrperson?	Unterrichtsmethoden vertraut?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Wissensüberprüfung ○ Motivation
Frage 9	Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen?	Wenn ja: Welche und warum? Wenn nein: Warum nicht?	Digitale Grundbildung
Frage 10	Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren?	Wenn ja: Wie? Wenn nein: Warum nicht?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eigenverantwortliches Arbeiten ○ Digitale Grundbildung
Frage 11	Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren?	Wenn ja: Wie? Wenn nein: Warum nicht?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Digitale Grundbildung ○ Flexibles Arbeiten
Frage 12	Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ wird vorgelegt und kurz erklärt. Wäre dieses Konzept in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar?	Wenn nein: Warum nicht?	<ul style="list-style-type: none"> ○ Home-Versuch ○ Online-Präsentationen ○ Eigenverantwortliches Arbeiten
Rückblick			
	<ul style="list-style-type: none"> - Kurze Zusammenfassung des Interviews - Ende der Aufnahme - Erneuter Dank für die Teilnahme - Informationen über die Auswertung der Ergebnisse - Offene Fragen klären - Ausgabe der Kontaktdaten der verantwortlichen Person - Verabschiedung 		

Anhang 7: Transkription der Interviews

Transkription Sprecher*in 1 (S1) Alter: 36 Geschlecht: männlich Fächer: Physik, Chemie, Mathematik Schulstufe: Oberstufe Dauer der Aufnahme: 07:41	
Frage 1: Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklassen im Distance Learning?	(00:26 – 00:55) <ul style="list-style-type: none"> - S1: Here in Italy we had distance learning up until last summer. So until June. - I: You mean summer 2021? - S1: Yes, Summer 2021. What they did at one point, that was December, was that they were doing 50 percent 50 percent. 50 percent of the class would be at home and 50 percent of the class would be at the school. So first of course when everything was in lockdown the whole class had to be online then they slowly lifted. That was at the beginning of December and started with 50 percent and now this year in September we are back with 100 percent present in class. - I: And has there been a difference between middle school and upper class? - S1: I don't know because my school is just for the upper level.
Frage 2: Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen?	(00:56-01:18) <ul style="list-style-type: none"> - S1: The classes were done with the usual programmes for online videocalls. I work for two different schools, so I used two different programmes. One was Google Classroom and the other one was Microsoft teams. - I: Did the students had to turn on their cameras? - S1: No, it was not mandatory. - I: Did you do group works? - S1: No, I did not.
Frage 3: Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten?	(01:19-01:50) <ul style="list-style-type: none"> - S1: Working on the content independently nothing special with where I was. We just kept on the usual homework and for example I would usually use a program like paint or whatever to do my drawings during class and I allow the students to take screenshots of that or I would send them extra materials if I want them to do some extra thing as homework.
Frage 4: Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch?	(01:51-02:19) <ul style="list-style-type: none"> - S1: Yes, we did experiments at home and we held them very simple like with vinegar and baking soda. - I: Can you explain the experiment in detail? - S1: Yes, this is just a very simple chemistry experiment where you mix them and foam comes up very quickly. You see the reaction happens and you see lots of carbon dioxide and it makes this interesting little foam. It's basically a kids-experiment but it was fine for distance learning. And they had to do it all at home alone. - I: And had they a protocol? - S1: Yes, kind of. They had to fill a sheet where they had to fill some gaps considering the experiment. That worked better than I actually thought. - I: Did you had any problems with the parents? - S1: No, actually not.

	<ul style="list-style-type: none"> - I: And did they have been problems to organize the material for the experiment? - S1: Not at all. Everyone had baking soda and vinegar at home.
Frage 5: Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert?	<p>(02:20-02:59)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1: Well, I think the lazy ones just got more lazier and the good and hardworking students did their work as good as if they were in presence. - I: Could you also see this fact in the grades? - S1: Yes. Bad students got worse grades and became weaker. Good students kept their good grades.
Frage 6: Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings?	<p>(03:00-03:33)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Yes, I did the tests using online tests. For example, I used Google Quiz. I can make an online multiple-choice-test or with open questions and give it to the kids and have them doing the test that way. But a problem with the distance learning I think was no matter what you do on a test, no matter how many security measures you put on it, it's impossible that the kids are not cheating of course. - I: Have you thought about doing oral exams or written open book exams? - S1: No, that is not common in our school. In my school everyone did the multiple-choice-tests. For oral exams in videocalls I think it would take too much time. - I: Did the students have to do presentations? - S1: No, they did not.
Frage 7: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen?	<p>(03:34-04:00)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1: The main problem that the kids found in distance learning is that it's just harder to pay attention because not physically being in the same room and doing the same thing it's harder for them to pay attention and not get distracted. - I: Did they also had technical problems? - S1: No.
Frage 8: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Sie als Lehrperson?	<p>(04:01-04:39)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1: For me as a teacher I would say the biggest problem with distance learning was making sure, that a kid was actually paying attention to the lesson and was not screwing around or doing anything else. The problem is all they have to do is like say I am having connection problems. Not being in a classroom and not having them in front of me I can't see who's actually paying attention and who's slacking on or doing something else.
Frage 9: Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen?	<p>(04:40-05:09)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1: Yes, I am definitely going to use more digital elements. One thing I really liked is for example when you create a classroom online then you can just put in any of the extra learning materials on the classroom so anyone can go and get it whenever you want.
Frage 10: Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren?	<p>(05:10-05:46)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1: No, I do not think that the students benefit from the digital setting. Working online basically had mostly disadvantages. As I was saying before it is just not possible to have the kids pay proper attention and it is not possible to see what they are doing and see who has trouble. It just makes all of the things harder. - I: You said it is not possible to see who has troubles. So, don't you gave the kids possibilities for feedback or

	<p>asked them in the online setting if someone needs help?</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1: Yes and no. I stopped the meeting every time five minutes earlier and the ones who had questions can stay, but there was not often someone. And of course, they could text me anytime. - I: And how could they text you, so with which tool? - S1: They could use the chat on the school. It's called moodle and also mailing.
Frage 11: Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren?	<p>(05:47-06:17)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1: No, I was not able to teach as effectively. It definitely was a bad situation, so I did not benefit from that. The only thing that was very nice about teaching from home was the fact that I didn't have to go to work. I was already at work when I got up in the morning but that was the only advantage.
Frage 12: Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ wurde vor dem Interview vorgelegt und erläutert. Wäre dieses Konzept in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar?	<p>(06:17-07:03)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S1: This is for middle school? - I: Yes, for the last year of middle school, so the students are about 14 years old. - S1: Oh, okay. I do not think that such a project could be done with middleschool classes as they always need lot of instruction and individual learning support. And it would also be a lot of effort for me to plan and organize lessons like this. Maybe if we would have known that we have to do the online lessons longer or regularly.

<p>Transkription Sprecher*in 2 (S2) Alter: 26 Geschlecht: weiblich Fächer: Englisch, Chemie, Physik Schulstufe: Mittelschule Dauer der Aufnahme: 13:22</p>	
Frage 1: Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklassen/n im Distance Learning?	<p>(01:35-02:35)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Es ist ungefähr so wie in Österreich. Also im Sommersemester 2020 waren wir im Distance Learning, dann waren wir kurz in Präsenz von Schulbeginn bis November und dann wieder das ganze Jahr im Schuljahr 20/21 im Distance Learning. Danach haben wir aber auf das Blended-System, also dass ein Teil zuhause war und der andere Teil in der Schule, gewechselt. Das dauerte bis zum Sommer 21. Als insgesamt etwas weniger als ein Jahr. - I: Und gab es Unterschiede zwischen Unter- und Oberstufe? - S2: Ja sicher. Die Jüngeren dürften früher in Präsenz sein bzw. in den Blended-Modus wechseln als die Älteren. Es gab also eine Trennung, wobei die Oberstufe am längsten im Homeschooling war.
Frage 2: Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen?	<p>(02:36-03:01)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Also bei mir gab es Videokonferenzen. - I: Mussten die Schüler*innen die Kamera einschalten? - S2: Ja. Ich konnte sie nicht dazu zwingen, aber sie machten es freiwillig. - I: Und wurden Gruppenarbeiten durchgeführt? - S2: Nein, aber die Schüler*innen konnten sich in Chats austauschen. - I: Mussten die Schüler*innen Arbeitsaufträge erledigen?

	<ul style="list-style-type: none"> - S2: Arbeitsaufträge nicht, aber Hausübungen, die die Schüler*innen hochladen mussten habe ich ihnen gegeben.
Frage 3: Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten?	<p>(03:02-03:09)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Darauf habe ich ehrlicherweise nicht bewusst geachtet. Es tut mir leid.
Frage 4: Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch?	<p>(03:10-03:16)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Nein, haben wir nicht.
Frage 5: Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert?	<p>(03:18-04:09)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Die Arbeitsweise der Schülerinnen hat sich verändert, aber nicht, dass sie selbstständiger geworden sind. Im Gegenteil, dass sie sich einfacher ablenken, also öfter ablenken. Sie sind auch schwächer geworden. Es sind sehr viele Lernlücken entstanden und viele haben geschrieben. - I: Sind alle Schüler*innen schwächer geworden, also stärkere und schwächere? - S2: Schwache Schüler*innen auf jeden Fall. Man hat genau gemerkt, wer interessiert war an Chemie und wer nicht. Das kristallisierte sich heraus. - I: Und starke Schüler*innen? - S2: Die haben gut mitgearbeitet und an den Videokonferenzen aktiver teilgenommen als schwächere. - I: Findest du, dass die Schüler*innen selbstständiger geworden sind? - S2: Ja, das schon. Viele haben gelernt, ihre Arbeit zu organisieren.
Frage 6: Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings?	<p>(04:10-04:39)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Ich habe keine Tests durchgeführt. Ich habe am Beginn der Einheit mündliche Wiederholungen gemacht und die Personen, die sich gemeldet haben, bekamen ein Plus. Die Wiederholungen dienten also für gute Schüler*innen, die eine gute Note haben wollen. Im Blended Learning habe ich die Testtermine so angesetzt, dass sie vor Ort durchgeführt werden konnten. - I: Hat es im digitalen Setting ansonsten Möglichkeiten der Leistungsfeststellungen gegeben, z.B. Präsentationen oder Open Book Tests? - Nein.
Frage 7: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen?	<p>(04:40-06:43)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Die Tatsache, dass nicht alle Schüler*innen ein wirkliches Gerät hatten, also einen Laptop oder ein Tablet, wo sie tatsächlich aktiv mitarbeiten konnten. Das Problem war beidseitig, also keine der beiden Seiten war bereit, die Situation zu bewältigen. Nur die Schüler*innen, die an einem Fach interessiert waren, wollten mitmachen und hatten bestimmt auch mehr Zeit für ihre Interessen. Das war tatsächlich auch eine günstige Möglichkeit für sie. Aber der Rest hatte keinen Drang, mitzumachen. Ich habe es schon gesagt, vor allem schwächere Schüler*innen wurden immer schlechter. Gute Schüler*innen blieben auf ihrem Niveau und wurden nicht besser. Also in meinen Klassen war es auffällig, dass wirklich ein Großteil der Schüler*innen einen Leistungsabfall hatte. Es gab also hauptsächlich Nachteile für die Schüler*innen.

	<p>(11:30-11:52)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Ein Problem war auch, dass die Schüler*innen plötzlich allein sind und die Mitschüler nicht mehr um sich hatten. Allein zu lernen ist nicht so gemütlich, wie in einer Klasse mit Gleichaltrigen.
Frage 8: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Sie als Lehrperson?	<p>(06:44-08:52)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Also ein Tool zu verwenden, das für alle zur Verfügung stand z.B. viele meiner Kolleg*innen sind auch nicht mehr die Jüngsten und viele haben keine Ahnung von den technischen Möglichkeiten gehabt. Viele hatten niemanden, der*die ihnen geholfen hat. Dann ein ganz anderes Konzept, weil mit der Klasse hat man bestimmte Zeiten und man weiß, dass man für diese und jene Aktivität eine bestimmte Zeit braucht. Online ist das aber anders. Gruppenarbeit gibt es nicht mehr. Viel habe ich frontal unterrichtet, weil es einfacher ging. Die Materialien sind anders. Man kann keine Sheets austeilen, sondern diese projizieren und schicken. Dann kann man die Aufgaben nicht wirklich zusammen machen sondern man muss auf dem Laptop schreiben und die Schüler*innen müssen nicht mitschreiben, weil sie es einfach screenshots können. Sie sind also viel passiver. Weiters ist problematisch, dass keine Bewegungen, also beim Sprechen von der Lehrperson ausgehen und sich Kinder damit schwertun können. Vor allem Kinder mit Lernschwächen. Und es war auch nicht klar, wie lange diese Situation dauert, also wie viel ich vorbereiten muss.
Frage 9: Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen?	<p>(08:53-09:56)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Ich glaube im Unterricht ist es ein Entweder-oder z.B. Kahoot habe ich immer schon gemacht und das ist nichts Neues für meine Schüler*innen. Ich verwende Tablets im Unterricht. Aber das war auch schon vor der Pandemie. Also wenn die Schüler*innen selbstständig arbeiten müssen, dann werde ich das Tablet vermehrt einsetzen, aber ich glaube nicht, dass da eine große Veränderung kommen wird.
Frage 10: Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren?	<p>(09:57-10:49)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Sie hatten mehr Zeit, ihre eigenen Interessen zu entdecken. Sie konnten selbstständiger lernen und wenn sie ein Fach mehr interessiert, konnten sie besser selbstständig lernen und sich einlesen. Auch sicher hat sich die digitale Literacy gesteigert.
Frage 11: Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren?	<p>(10:50-11:28)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Ich habe mich auch entwickelt, dadurch dass ich die Stunden neu planen musste und neue Konzepte entwickeln musste für dasselbe Thema aber in einem anderen Setting. Ich habe den Unterricht nicht so wie immer gemacht, sondern digital mit neuem Material. Ich wurde offener für neue Unterrichtsformen. Das war interessant. Ich habe auch den Präsenzunterricht zu schätzen gelernt.
Frage 12: Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ wurde vor dem Interview vorgelegt und erläutert. Wäre dieses Konzept in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar?	<p>(11:53-13:02)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S2: Also es gibt ein paar Punkte, wo ich Probleme sehe. Erstens ist das Niveau sehr hoch für eine Mittelschule. In Italien ist der Unterricht in der Mittelschule sehr allgemein gehalten und es werden Themen behandelt, die in den Bereich „Scienze“ fallen. Also nicht direkt Chemie, sondern Chemie, Biologie, Physik und Erdkunde. Da aber der Treibhauseffekt zu Physik und Biologie passt, denke ich, dass die Themenwahl

	trotzdem passend ist. Ein anderer Punkt ist, dass ich die Arbeitsmaterialien sehr anspruchsvoll finde. In der Mittelschule achten wir darauf, Arbeitsblätter zu verwenden mit größerer Schrift und Motiven oder Bildern, um die Schüler*innen zu motivieren und nicht abzuschrecken.
--	--

Transkription Sprecher*in 3 (S3)	
Alter: 37 Geschlecht: weiblich Fächer: Naturwissenschaften Schulstufe: Mittelschule Dauer der Aufnahme: 15:31	
Frage 1: Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklass(e)n im Distance Learning?	(02:28-02:59) <ul style="list-style-type: none"> - S3: Just two months from March to April 2020. And then we did blended learning in May 2020. - I: Why just for such a short time? - S3: Because I just have the first classes of middle school and they were allowed to go in presence earlier than the higher classes.
Frage 2: Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen?	(03:00-04:14) <ul style="list-style-type: none"> - S3: I used to send them sheets as homework, and I did videoconferences with my colleagues together. I sent some e-mails, especially to parents just to inform them what's going on. Videoconferences were most important for me. It was good to monitor what was going on with the children. You know the situation about the child was very important for me to do the videoconferences also with camera on. (04:36-04:44) <ul style="list-style-type: none"> - I: Did you do any group exercises? - S3: I have not ever done breakout rooms or group works.
Frage 3: Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten?	(04:15-04:35) <ul style="list-style-type: none"> - S3: As I already said, they had to do some sheets with exercises, they had to do on their own at home. At the beginning it was very hard for them but with some practicing they could work independently in the end of the homeschooling period.
Frage 4: Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch?	(04:46-05:30) <ul style="list-style-type: none"> - S3: No. The time of distance learning was too short to do some experiments at home. I tried more to repeat important topics and to let the children go a little bit deeper in the topics.
Frage 5: Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert?	(05:31-06:13) <ul style="list-style-type: none"> - S3: They had to work more on their own, that means not just studying, but also organizing their school day, their working hours, also their breaks and so on. - I: What about the grades, have you seen any differences in that case? - S3: Most of my students' grades got worse. But since the distance learning didn't last long, we were able to get the notes out again until summer.
Frage 6: Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings?	(06:13-06:42) <ul style="list-style-type: none"> - S3: They had kind of a small repetition, a small test just to see what they have learned in that time. It was written. - I: Could they use any material for that, like an open book exam? - S3: No, that was not allowed.

Frage 7: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen?	(06:43-07:57) <ul style="list-style-type: none"> - S3: I think they had a problem with emotional feelings. Most of them became very hyperactive and angrier than before because they could not move, or they could not take out their energy. - I: Did they also had motivational problems? - S3: Yes, they did. A lot of them seemed very tired and bored. - I: And what about the technique, so working with the computer – did they had problems with that? - S3: Not really. That worked out well.
Frage 8: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Sie als Lehrperson?	(07:58-09:00) <ul style="list-style-type: none"> - S3: It was the hardest to help, control and manage the children in the situation online and to get their attendance, focus on the material, to pay attention. But that was in any kind of subject. - I: Did you had any motivational problems? - S3: Sometimes, yes. The lessons were very monotonous. I got tired more quickly. It also demotivated me that I didn't have any colleagues to talk during the breaks.
Frage 9: Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen?	(09:01-10:14) <ul style="list-style-type: none"> - S3: No. I already use some power points and show videos. I think now it is more important to take the children back in face-to-face education. - I: How do you want to provide students with digital literacy then? - S3: As I said, I will use power points and videos, so of course I use some digital methods but in presence.
Frage 10: Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren?	(10:15-11:22) <ul style="list-style-type: none"> - S3: I think it was a benefit because they get fast information and they learned faster. They only take one direction, so I think the disadvantage is, they cannot talk with another person easily. That is very bad because they were for a long time in this situation. But I had the experience that when you do classes in blended mode, so four days in school and one day off, they keep their run, and it works out very well. They pay way more attention and focus on the learning situation.
Frage 11: Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren?	(11:23-11:25) <ul style="list-style-type: none"> - S3: I did not benefit.
Frage 12: Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ wurde vor dem Interview vorgelegt und erläutert. Wäre dieses Konzept in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar?	(11:26-14:57) <ul style="list-style-type: none"> - S3: I think for my children in the middle school the topic would fit, and they would also be interested. I would take over the first part with the theoretical input on the greenhouse effect. I also think that the students can do the home experiment and they would have fun doing it. Some may need help from parents, but that was common practice in homeschooling. However, I would keep the presentations more general and not go into the individual greenhouse gases, because we focus more on biology and physics in middle school. And one last thing: I would probably have to take an extra hour or two for my kids. That way I can be sure that everyone gets fine in the learning process.

Transkription Sprecher*in 4 (S4)

Alter: 25

Geschlecht: weiblich

Fächer: Physik, Chemie, Mathematik

Schulstufe: Oberstufe Dauer der Aufnahme: 12:00	
Frage 1: Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklassen/n im Distance Learning?	(03:15-03:30) <ul style="list-style-type: none"> - S4: Meine Schüler*innen waren zirka ein Semester im Distance Learning. Von März 2020 bis Juni 2020. - I: Gab es teilweise auch Blended Learning? - S4: Ja, das war von September bis November. - I: Gab es einen Unterschied zwischen Ober- und Unterstufe bezüglich der Dauer der Distance Learning Phase? - S4: Nein.
Frage 2: Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen?	(03:31-04:03) <ul style="list-style-type: none"> - S4: Ich habe sowohl Videokonferenzen gemacht als auch Arbeitsblätter für die Schüler*innen bereitgestellt. Die Arbeitsaufträge waren Rechercheaufträge oder die Schüler*innen mussten Fragen zu einem Video beantworten oder ein Thema zusammenfassen. Die Situation war am Anfang eine große Umstellung, aber wir haben dann mit Google Classroom gearbeitet, wo jedes Fach einen eigenen virtuellen Klassenraum hatte, und so konnten wir den ursprünglichen Unterricht einfach digital fortführen. (04:36-04:50) <ul style="list-style-type: none"> - I: Mussten die Schüler*innen die Kamera einschalten? - S4: Ja, die Schüler*innen hatten die Kamera an. So konnte ich gut kontrollieren, wer bei der Sache war und wer nicht. Fragen stellten die Schüler*innen meistens im Chat und ich bin dann darauf eingegangen. (04:29-04:35) <ul style="list-style-type: none"> - I: Wurden digitale Gruppenarbeiten durchgeführt? - S4: Gruppenarbeiten gab es keine. Das lag daran, dass die Situation neu war und wir alle überfordert waren. Daher legte ich den Online-Unterricht mehr auf individuelle Stärken der Schüler*innen aus.
Frage 3: Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten?	(04:04-04:28) <ul style="list-style-type: none"> - S4: Die Schüler*innen mussten auf jeden Fall mehr allein zuhause arbeiten, wir nannten das „Hausarbeiten“. Sie bekamen die Arbeitsaufträge in der Videokonferenz, die mussten sie dann zuhause erarbeiten, also als „Hausarbeit“. Das nächste Meeting war dann zur Besprechung der Arbeitsaufträge da.
Frage 4: Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch?	(04:51-05:33) <ul style="list-style-type: none"> - S4: Nein. Praktische Lernelemente habe ich nicht eingeführt. Rückblickend ist das sehr schade, weil ich bei anderen Kolleg*innen gesehen habe, dass das gut funktionieren kann. Eine Kollegin hat den Schüler*innen zum Beispiel Molekülbaukästen mit nachhause gegeben und hat diese dann in den Unterricht eingebaut. Von Experimenten zuhause habe ich aber keine Erfahrungsberichte von Kolleg*innen. Ich selbst habe mich in dieser Situation, glaub ich, zu überfordert gefühlt. Das liegt wahrscheinlich auch daran, dass es mein erstes Unterrichtsjahr war.
Frage 5: Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert?	(05:34-06:32) <ul style="list-style-type: none"> - S4: Die Schüler*innen haben versucht, selbst zu recherchieren, aber Recherchen zu naturwissenschaftlichen Themen fallen den Schüler*innen sehr schwer. Da brauchen sie viele

	Anhaltspunkte und Tipps, z.B. für virtuelle Molekülansichten oder gute Erklärvideos.
Frage 6: Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings?	<p>(06:33-07:26)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S4: Ich habe eigentlich nur mündliche Überprüfungen gemacht, weil das die sicherste Methode war, dass sie nicht mogeln. Die Schüler*innen bekamen dabei zehn Fragen, wobei sie bei einer Frage eine chemische Struktur zeichnen mussten. Die „Hausarbeiten“ habe ich zur Mitarbeit gezählt, also auch bewertet. Ich muss aber dazu sagen, dass die Leistungsansprüche in dieser Zeit auf jeden Fall gesunken sind. - I: Gab es auch digitale Präsentationen? - S4: Nein, Präsentationen haben wir nicht gemacht.
Frage 7: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen?	<p>(07:28-09:03)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S4: Die Schüler*innen waren sehr auf sich gestellt. Manche fühlten sich dabei stark überfordert, andere machten es gut. Im Chemieunterricht ist Praxis sehr wichtig, dass die Schüler*innen auch einen praktischen Bezug zur Theorie haben. Das ist völlig weggefallen. Auch der Lernraum „Chemiesaal“ fiel weg. Normalerweise sind die Schüler*innen immer sehr motiviert, wenn wir in den Chemiesaal gehen. Dort haben wir Versuchstische, Hilfestellungen wie das große Periodensystem und Molekülmodelle oder Molekülbaukästen. Das war im Distance Learning leider nicht oder nur am Bildschirm möglich. - I: Und hatten die Schüler*innen Probleme, dem Lehrinhalt zu folgen? - S4: Sie waren bei den „Hausarbeiten“ sehr auf sich gestellt und konnten auch Aufgaben individuell erledigen. Also sie konnten z.B. bestimmte Arbeitsaufträge auswählen, die sie besonders interessierten. So hat jede*r auf seinem*ihrem individuellen Niveau gearbeitet und konnte mithalten. Diejenigen, die nicht mithalten konnten, waren faul. Da lag es nicht an zu schweren Aufgaben, die ich gegeben habe. <p>(10:49-11:03)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S4: Schlecht war natürlich, dass die Schüler*innen viel Zeit vor dem Laptop verbringen mussten und somit wenig Bewegung hatten. Die sozialen Kontakte hatten ihnen gefehlt und die Arbeitsroutinen.
Frage 8: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Sie als Lehrperson?	<p>(09:04-09:51)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S4: Also einerseits technische Probleme, vor allem bei Videokonferenzen, weil ich zuvor noch nie eine Videokonferenz geleitet habe und ich mit Technik wenig zu tun habe. Ich versuchte daher den Unterricht, auch für mich, so einfach wie möglich zu gestalten. Das war rückblickend etwas langweilig für uns alle, weil der Unterricht oft sehr ähnlich verlief.
Frage 9: Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen?	<p>(10:52-10:12)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S4: Auf jeden Fall. Ich sehe die Distance Learning Phase als ersten „Hint“ in Richtung effizienten Online-Unterricht und ich konnte viel für meinen Beruf lernen. Ich bin jetzt mit digitalem Unterricht vertrauter. Ich möchte Google Classroom weiterverwenden, zum Hochladen von „Hausarbeiten“. Ich kann mir auch vorstellen, Molekülmodelle online herzuzeigen.

Frage 10: Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren?	(10:13-10:49) <ul style="list-style-type: none"> - S4: Auch die Schüler*innen hatten viele digitale Lernmöglichkeiten nutzen können. Sie konnten die Technik im Unterricht einsetzen. - I: Wurden die Schüler*innen in der Phase des Distanzunterrichts selbstständiger und verantwortungsvoller? - S4: Die Phase hat sicher dazu beigetragen, dass die Schüler*innen mehr Verantwortung über ihren eigenen Lernprozess übernehmen, vor allem Maturant*innen.
Frage 11: Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren?	(10:50-11:18) <ul style="list-style-type: none"> - S4: Für mich war es interessant, eine völlig neue Unterrichtsform zu entdecken. Ich wurde technikaffiner und konnte meine Kompetenzen als Lehrperson erweitern. Aber im Großen und Ganzen sind wir uns denke ich alle einig, dass Unterricht in Präsenz für alle Beteiligten besser funktioniert.
Frage 12: Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ wurde vor dem Interview vorgelegt und erläutert. Wäre dieses Konzept in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar?	(11:19-11:47) <ul style="list-style-type: none"> - S4: Ich würde das Konzept so übernehmen. Für mich scheint es sehr ausgefeilt zu sein. Am Ende der Einheit würde ich noch eine Zusatzeinheit einplanen, um das Wissen der Schüler*innen abzuprüfen. - I: Du würdest also auch den Versuch einsetzen? - S4: Ja. Ich habe am Beginn schon gesagt, dass ich mir viel von Kolleg*innen, also auch von dir, abschau und das würde ich hier auch machen.

Transkription Sprecher*in 5 (S5) Alter: 28 Geschlecht: männlich Fächer: Physik, Chemie, Mathematik Schulstufe: Oberstufe Dauer der Aufnahme: 19:33	
Frage 1: Wie lange waren Sie mit ihrer/ihren Chemieklassen/n im Distance Learning?	(01:49-04:13) <ul style="list-style-type: none"> - S5: In the first lockdown it was from March 2020 to June 2020. Last school year it was at the beginning for two months normal. In November and December 2020, it was full homeschooling. Then after December basically when we came back it was 50 percent in class and 50 percent in the classroom so that people learning from home were like connected to a computer and they could see what we were doing during the lessons in class. It basically worked like this until the end of the schoolyear. - I: And did they changed every week? - S5: Yes, they changed every week. - I: Was there a difference between middle school and high school? - S5: I don't know because my school is just for high school.
Frage 2: Wie wurde der Online-Unterricht vollzogen?	(04:41-05:57) <ul style="list-style-type: none"> - S5: We used Google Classrooms and did videoconferences. - I: Did the students had to turn on the cameras? - S5: It was hard because they had to turn the camera on but some of them didn't want to. I did not want to force someone to do it so most of the time half of the class turned them on and the other half not. - I: Did you give your students work to replace the lessons? - S5: No. Just normal homework as usual.

<p>Frage 3: Wie hatten die Schüler*innen die Möglichkeit Inhalte selbstständig zu erarbeiten?</p>	<p>(06:15-07:25)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S5: Usually, I showed them on Google Classroom what they had to do and then there is a work section. With the work section you can receive groupworks or homework and you can correct it directly and give it back. Something else I did was I bought a graphic tablet to write exercises. It is like a digital board. - I: You said you can download groupworks, so you let your students work in groups? - S5: Yes, I did breakoutcalls in groups.
<p>Frage 4: Führten die Schüler*innen Experimente zuhause durch?</p>	<p>(07:26-07:49)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S5: No, we did not. But I showed some YouTube videos with experimental parts. That was when we did acids and bases and discussed the pH-value. You know the beautiful pH-scale with blue cabbage? - I: Yes. - S5: Exactly.
<p>Frage 5: Hat sich die Arbeitsweise der Schüler*innen in der Zeit des Distance Learnings verändert?</p>	<p>(07:50-09:23)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S5: The thing is that it depends on the person. As usual who makes some effort can find this kind of learning also useful. For example, for students who want to get deeper into a topic and are really interested. But for students who don't want to study a lot in general they got even more learning gaps. - I: Did you also see the learning gaps in the grades or exams? - S5: Yes. The gap between good grades and bad grades got wider because I got more bad grades and lost most of the middle grades.
<p>Frage 6: Wie erfolgte die Leistungsfeststellung im Chemieunterricht zur Zeit des Distance Learnings?</p>	<p>(09:24-11:14)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S5: In the beginning I was trying to wait to come back in presence. But it didn't seem to come soon so I did tests online. I am sure some students tried to cheat so I put the test online and they had to do it at home and in the end, they had to take a picture and upload it again. - I: Could they use any helps, like the book, during the test? - S5: No, they could not use any books. - I: How have you evaluated cooperation? - S5: Cooperation? - I: The work or effort of the stuents that does not come from tests. So, how else did you grade the students? - S5: I know. Cooperation was homework and their activity during the conferences.
<p>Frage 7: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Ihre Schüler*innen?</p>	<p>(11:15-14:26)</p> <ul style="list-style-type: none"> - S5: The problem is that the teacher cannot really focus on one person in time. In school I can check better if everyone needs help or if everyone is doing the exercise. Online that is impossible. You cannot waste your time for one person. They will get easily bored. You need to keep everyones' attention very high then the possibility to lose some students is less. I also think they had a lot of problems with motivation. In some way they were trying to remake the kind of jokes and social life they had in school. But of course, everyone is listening, so it is a bit weird. And also, the lack of social contact was a very big problem to find motivation. - I: Did you or your students had technical problems? - S5: No, me not. My students are old enough to know how to deal with tablets and laptops. That's their daily life.

Frage 8: Welche Probleme ergaben sich im Distance Learning für Sie als Lehrperson?	(14:27-15:52) - S5: The making of tests was a problem, as I said they cheat in any way. Trying to keep the attention high was also hard for me as a teacher. Also, the lack of personal contact because I could not really understand if they really understood me as I did not get any feedback during the online lessons. Without any feedback I did not know if I could go forward or if I have to repeat some information for the students.
Frage 9: Werden Sie in Zukunft (mehr) digitale Elemente in ihren Unterricht einbauen?	(15:53-16:36) - S5: Yes, actually the Google Classroom. So, giving them the exercises online and receive them back online. It was a lot of work for me, but it was really useful for them, and they got more motivated by this style of feedback. And also, this kind of learning could be useful for tutoring or additional lessons in the afternoon.
Frage 10: Konnten Ihre Schüler*innen vom digitalen Setting profitieren?	(16:37-17:12) - S5: I think they learned a lot. I think there have been some good aspects. They learned how to work with the computer and how to deal with digital methods. - I: Did they also learned work more on their own, like getting more independent? - S5: For sure. Independence, self-organization, self-responsibility - all those things they improved a lot.
Frage 11: Konnten Sie vom digitalen Setting profitieren?	(17:12-17:20) - S5: Yes, I learned new methods like teaching with the virtual board. Also Google Classroom which I still use now.
Frage 12: Das Unterrichtskonzept „Treibhauseffekt“ wurde vor dem Interview vorgelegt und erläutert. Wäre dieses Konzept in Ihrem Chemieunterricht im Online-Setting durchführbar?	(17:21-18:13) - S5: I will need to adopt it for older students. But if I would teach in middle school, I would totally take it. It seems very professional with didactic well planned with lots of learning steps. Also the experiment at home is a great way to keep the students motivated.



ZUSATZHEFT ZUR MASTERARBEIT / SUPPLEMENTARY BOOKLET FOR THE MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Eigenverantwortliches Arbeiten (EVA) im Distance Learning

Entwurf und Evaluation eines Konzepts zum Lehrplaninhalt „Treibhauseffekt“

verfasst von / submitted by

Katrin Schuster, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2021 / Vienna, 2021

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears
on the student record sheet:

UA 199 504 506 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach
Chemie Unterrichtsfach Deutsch

Betreut von / Supervisor:

Univ.-Prof. Dr. Michael Alfred Anton

Inhaltsverzeichnis

1. Planungsraster	3
2. Mentimeter mit Karikatur	10
3. Vorlage Elternbrief	11
4. Arbeitsblatt „Den Treibhauseffekt sichtbar machen“	12
5. Power-Point-Folien „Der Treibhauseffekt“	14
6. Vorgefertigte Gruppeneinteilung	15
7. Bewertungskriterien für digitale Präsentationen	16
8. Tippkarten für die digitalen Präsentationen	17
9. Literaturverzeichnis	20

1. Planungsraster

Thema der Unterrichtsreihe	Treibhauseffekt
Klasse	4. Klasse AHS
Fach	Chemie
Bemerkung	Digitaler Fernunterricht Die Eltern wurden bereits mittels Elternbrief (siehe Kapitel 3) über die Durchführung eines Heimversuchs informiert.
Lernziele	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schüler*innen können mit einem synchronen Kommunikationsmittel am Unterricht teilnehmen. - Die Schüler*innen können sich über ein asynchrones Kommunikationsmittel austauschen. - Die Schüler*innen können auf einer Lernplattform Dateien up- und downloaden. - Die Schüler*innen können ein Online-Brainstorming durchführen. - Die Schüler*innen können selbstständig einen Heimversuch planen, durchführen und analysieren. - Die Schüler*innen können Hypothesen in Bezug auf individuelle Versuchsergebnisse aufstellen. - Die Schüler*innen können über einen chemischen Versuch diskutieren. - Die Schüler*innen können die Funktion des Treibhauseffekts erklären. - Die Schüler*innen können Gruppenpräsentationen zu einem vorgegebenen Thema erstellen. - Die Schüler*innen können bereitgestellte Hilfsmittel gezielt einsetzen. - Die Schüler*innen können eine Präsentation mit Berücksichtigung festgelegter Präsentationsvorgaben halten. - Die Schüler*innen können ihr Präsentationsthema mit einem Medium ihrer Wahl visualisieren. - Die Schüler*innen können den Unterschied zwischen natürlichen und anthropogenen Treibhauseffekt erläutern. - Die Schüler*innen kennen die Treibhausgase Wasserdampf, Kohlenstoffdioxid, Methan, Lachgas, Fluorchlorkohlenwasserstoffe und Ozon und können die Problematik dieser im Hinblick auf den Treibhauseffekt erläutern. - Die Schüler*innen können zu den Präsentationen ihrer Mitschüler*innen konstruktives Feedback geben.

	<ul style="list-style-type: none"> - Die Schüler*innen können über die Folgen des Treibhauseffekts für Natur und Mensch diskutieren. - Die Schüler*innen können über Maßnahmen für den Klimaschutz diskutieren.
<p>Lehrplanbezug</p>	<p>Bildungs- und Lehraufgabe:</p> <p>„Bewältigung stofflicher Alltags-, Freizeit- und Lebensphänomene“ (BGB1. Nr. 88/2016)</p> <ul style="list-style-type: none"> - „Bewusstes Beobachten chemischer Vorgänge - Kennenlernen chemischer Prinzipien und Arbeitstechniken auch anhand selbst durchgeführter Experimente - Erfassung der Zusammenhänge zwischen Mikrokosmos und alltäglichen Erfahrungsbereich - Verstehen der Bedeutung der Chemie für alle Lebensformen und Lebensvorgänge“ (ebd.) <p>„Gesellschaftliche Erziehung im Bereich von Natur und Materie“ (ebd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - „Hinführen zu einem Verständnis für Stoffkreisläufe, für die Wechselbeziehung Ökonomie – Ökologie und damit zu umweltbewusstem Handeln sowie zu Energie- und Rohstoffsparen“ (ebd.) <p>„Persönlichkeitsentwicklung [im Sinne der Förderung von] Eigenverantwortung und [Erziehung] zu mündigem Freizeit- und Konsumverhalten“ (ebd.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - „Erziehung zu Team-, Kommunikations- und Solidarfähigkeit sowie Erziehung zu Genauigkeit, Sorgfalt und Verantwortung - Förderung der Gesundheitserziehung, des Zivilschutzgedankens sowie sicherheitsbewussten Handelns“ (ebd.) <p>Didaktische Grundsätze:</p> <ul style="list-style-type: none"> - „Erfahrungswelt der Schüler*innen“ (ebd.) als Unterrichtsausgangspunkt - „Selbstständiges Suchen, Forschen und Entdecken“ (ebd.) durch den Einsatz von Schüler*innenexperimenten (vgl. ebd.) - Einsatz „moderne[r] Lern- und Sozialformen“ (ebd.) - „Lernen im sozialen und emotionalen Bereich“ (ebd.) - „Auseinandersetzung mit neuen Technologien, Unterrichtssoftwares und elektronischen Informationssystemen“ (ebd.)

	<p>Lehrstoff: „Rohstoffquellen und ihre verantwortungsbewusste Nutzung“ (ebd.) - „Prinzipielles Verstehen von Umweltproblemen als Störung natürlicher Systeme“ (ebd.)</p>
Kompetenzmodell	<p>Handlungsdimension: Wissen organisieren: W1, W2, W3, W4 Erkenntnisse gewinnen: E1, E2, E3, E4 Schlüsse ziehen: S2 (vgl. Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung, S. 2)</p> <p>Anforderungsniveau: Anforderungsniveau I bis II (vgl. ebd.)</p> <p>Inhaltsdimension: „Rohstoffquellen und ihre verantwortungsbewusste Nutzung“ (BGB1. Nr. 88/2016)</p>

Unterrichtsverlaufsplan

Einheit 1 der Unterrichtsreihe					
Zeit (in Minuten)	Unterrichtsphase	Inhalt, Aufgabe	Sozialform	Medien/Materialien	Didaktisch-methodischer Kommentar
5	Einstieg	Begrüßung	Online-Lehrer*innenvortrag	Tool für Videokonferenz	-

10	Hinführung zum Thema Online-Brainstorming mit Mentimeter (https://www.menti.com/) anhand einer Karikatur (siehe Kapitel 2)	3er-Gruppenarbeit (Breakout-Rooms)	Tool für Videokonferenz Mentimeter Karikatur	Wissensaktivierung Einführung in das Thema Ideensammlung
15	Ergebnisse mündlich zusammentragen und auf den Begriff „Treibhauseffekt“ eingehen	Online-Lehrer*innen- Schüler*innen- Gespräch Moderationsmethode	Tool für Videokonferenz Mentimeter Karikatur	Ideen gemeinsam ordnen und besprechen
20	Erarbeitung Versuchsdurchführung „Den Treibhauseffekt sichtbar machen“ (siehe Kapitel 3) Offene Fragen klären	Einzelarbeit	Arbeitsblatt (siehe Kapitel 3) Versuchsmaterialien	Home-Learning- Versuch inkl. Versuchserweiterung für schnelle Schüler*innen

Einheit 2 der Unterrichtsreihe					
Zeit (in Minuten)	Unterrichtsphase	Inhalt, Aufgabe	Sozialform	Medien/Materialien	Didaktisch- methodischer Kommentar
3	Einstieg	Begrüßung	Online- Lehrer*innenvortrag	Tool für Videokonferenz	-
5	Erarbeitung	Diskussion des Versuchs „Den Treibhauseffekt sichtbar machen“, Diskussion des Arbeitsauftrags (siehe Kapitel 3)	3er/4er- Gruppenarbeit (Breakout-Rooms)	Tool für Videokonferenz Arbeitsauftrag (siehe Kapitel 3) + Ergebnisse des Arbeitsauftrags	Eine Vorbesprechung von Arbeitsaufträgen in Gruppen (Wissensaktivierung) und das anschließende

7		Zusammentragen der Diskussionsbeiträge im Plenum	Online-Lehrer*innen-Schüler*innen-Gespräch	Tool für Videokonferenz Arbeitsauftrag (siehe Kapitel 3) + Ergebnisse des Arbeitsauftrags	Zusammentragen im Plenum erwies sich als sehr zielführend im Online-Format
15		Wie funktioniert der Treibhauseffekt?	Online-Lehrer*innen-Schüler*innen-Gespräch	Tool für Videokonferenz Power-Point (siehe Kapitel 4)	Gemeinsame Erarbeitung der Abbildung auf der Power-Point-Folie
10		Erklärung des kommenden Unterrichtsablaufs Einteilung der Präsentationsgruppen (siehe Kapitel 5) Zuteilung der Präsentationsthemen (siehe Kapitel 5) Festlegung der Präsentationsvorgaben (siehe Kapitel 5) Hinweis auf Bewertungskriterien für digitale Präsentationen (siehe Kapitel 6)		Tool für Videokonferenz Vorgefertigte Gruppeneinteilung (siehe Kapitel 5) Individuelle Hilfestellungen für jedes Präsentationsthema (siehe Kapitel 7)	Vorgefertigte Gruppeneinteilung inkl. Arbeitsauftrag (siehe Kapitel 5) Bewertungskriterien für digitale Referate (siehe Kapitel 6) Hilfestellungen auf der Schulplattform (siehe Kapitel 7)
5		Zeitpuffer und offene Fragen klären			

Einheit 3 der Unterrichtsreihe					
Zeit (in Minuten)	Unterrichtsphase	Inhalt, Aufgabe	Sozialform	Medien/Materialien	Didaktisch-methodischer Kommentar
50	Erarbeitung	Erstellen einer digitalen Gruppenpräsentation	Gruppenarbeit	Tool für Videokonferenz Hilfestellung 1: Tippkarte mit Links zum Referatsthema (siehe Kapitel 7) Hilfestellung 2: Leitfragen als Strukturierungshilfe (siehe Kapitel 7)	Selbstständiges Arbeiten Materialien auf der Schulplattform Link für Gruppen-Videokonferenz auf der Schulplattform

Einheit 4 der Unterrichtsreihe					
Zeit (in Minuten)	Unterrichtsphase	Inhalt, Aufgabe	Sozialform	Medien/Materialien	Didaktisch-methodischer Kommentar
5	Einstieg	Begrüßung	Online-Lehrer*innenvortrag	Tool für Videokonferenz	
50	Erarbeitung	Schüler*innenvorträge mit Feedback und Diskussion im Anschluss	Gruppenvorträge der Schüler*innen	Tool für Videokonferenz PPT der Schüler*innen	Vortrag der Gruppen 1-5
5	Zeitpuffer und offene Fragen klären				

Einheit 5 der Unterrichtsreihe					
Zeit (in Minuten)	Unterrichtsphase	Inhalt, Aufgabe	Sozialform	Medien/Materialien	Didaktisch-methodischer Kommentar
5	Einstieg	Begrüßung	Online-Lehrer*innenvortrag	Tool für Videokonferenz	-
30	Erarbeitung	Schüler*innenvorträge mit Feedback und Diskussion im Anschluss	Gruppenvorträge der Schüler*innen	Tool für Videokonferenz PPT der Schüler*innen	Vortrag der Gruppen 6-7 Bei genügend zeitlichen Ressourcen können die Diskussionen intensiviert werden
10	Ergebnissicherung	Ausgabe und Besprechen des Lernprodukts	Online-Lehrer*innen-Schüler*innen-Gespräch	Tool für Videokonferenz Lernprodukt	Lehrperson fasst in der Stundenvorbereitung alle „Zusammenfassungsfolien“ der Gruppenpräsentationen in eine Datei zusammen und stellt diese auf die schulinterne Kommunikationsplattform
5	Zeitpuffer und offene Fragen klären				

3. Vorlage Elternbrief

Liebe Eltern!

Die Durchführung chemischer Versuche gilt als zentraler Aspekt für den Zuwachs fachlicher, sozialer und persönlicher Kompetenzen der Schüler*innen. Da durch den Distanzunterricht der gewohnte Lernraum „Schule“ nachhause verlagert wird, müssen auch dem Kernstück der Chemie, dem Experimentieren, neue Wege geöffnet werden, um weiter Teil des Unterrichts sein zu können: Heimversuche. Die Versuche sind ungefährlich und können mit Haushaltschemikalien und einfachen Materialien durchgeführt werden, wodurch keine großen Kosten für Sie anfallen werden. Weiters werden alle Versuche im Unterricht vor- und nachbesprochen, was bedeutet, dass Sie keinesfalls die Lehrer*innenrolle übernehmen müssen/sollen.

Sehen Sie Heimversuche keineswegs als Nachteil an. Ihr Kind erfährt durch das Experimentieren zuhause einmal mehr die Bedeutung der Chemie für den Alltag und vielleicht bringt der eine oder andere Versuch auch Sie zum Staunen.

Herzliche Grüße

4. Arbeitsblatt „Den Treibhauseffekt sichtbar machen“

Was ist zu tun?

- Führe das Experiment „Den Treibhauseffekt sichtbar machen“ zuhause durch.
- Bearbeite die Aufgabe 1-6.
- Beantworte die Aufgaben 1-6 stichwortartig.
- Lade die Aufgaben 1-6 entweder hand- oder maschinengeschrieben als pdf-Datei auf die schulinterne Plattform hoch (Deadline: 09.05.2021, 23 Uhr).



Für Schnelle gibt es eine freiwillige Zusatzaufgabe (siehe Zettelhinterseite)!

Home-Experiment „Den Treibhauseffekt sichtbar machen“

Mit diesem Experiment stellst du den Treibhauseffekt nach.

Materialien

- 2 Behälter (Schüssel, Tassen oder ähnliches)
- 1 großes Glas- oder Tuppergeschüssel
- 4 Eiswürfel
- Stoppuhr

Durchführung

1. In die beiden Behälter werden je 2 Eiswürfel gegeben.
2. Über einen der zwei Behälter wird die Glas- oder Tuppergeschüssel gestülpt.
3. Beide Tassen werden in die Sonne gestellt.
4. Warte nun 60 Minuten und notiere, was du nach 15, 30, 45 und 60 Minuten beobachten kannst.

Entsorgung

- Wasser in den Abfluss

Aufgaben

1. Stelle eine Vermutung auf, was mit den Eiswürfeln in den Tassen passiert.
2. Führe den Versuch durch. Skizziere den Versuchsaufbau. (→ Tippkarte 1)
3. Vervollständige die Tabelle!

Zeit	Beschreibung der Eiswürfel in Tasse 1	Beschreibung der Eiswürfel Tasse 2	Foto des Versuchsaufbaus (Tasse 1 und 2 + Eiswürfel)
Start			
15 Minuten			
30 Minuten			
45 Minuten			
60 Minuten			

4. Fasse die Ergebnisse des Versuchs zusammen und vergleiche sie mit deiner/deinen Vermutung/en.
5. Erkläre das Versuchsergebnis.
6. Stelle einen Zusammenhang zwischen dem Experiment und dem Treibhauseffekt dar. (→ Tippkarte 2)

Zusatzaufgabe „Schmelzende Eiswürfel“

Öffne die Website https://assets.openscience-files.or.at/_/ae/7b/ae7bde76.pdf und führe Experiment #15 „Schmelzende Eiswürfel“ durch. Bearbeite im Anschluss folgende Aufgaben stichwortartig und lade Sie entweder hand- oder maschinengeschrieben als pdf-Datei auf die schulinterne Plattform hoch (Deadline: 09.05.2021, 23 Uhr).

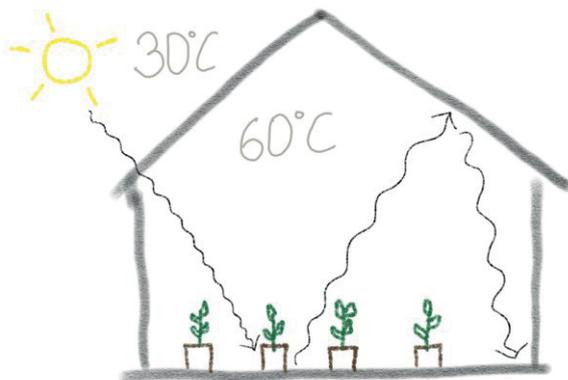
1. Untersuche, ob dein Versuchsergebnis von jenem des ViennaHomeLabs abweicht.
2. Führe das Experiment mit weiteren unterschiedlichen Farben durch. Erläutere deine Beobachtungen und versuche diese zu interpretieren.
3. Führe das Experiment im Schatten durch. Erläutere deine Beobachtungen und versuche diese zu interpretieren.

Tippkarte 1

Möglicher Versuchsaufbau

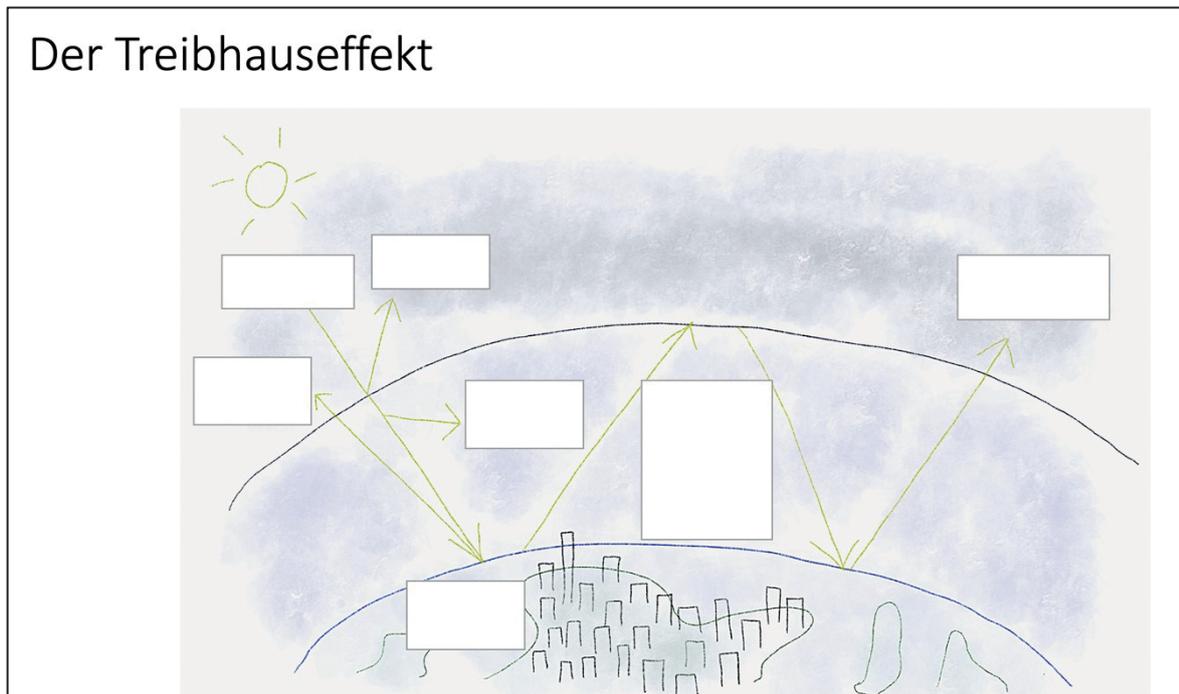


Tippkarte 2

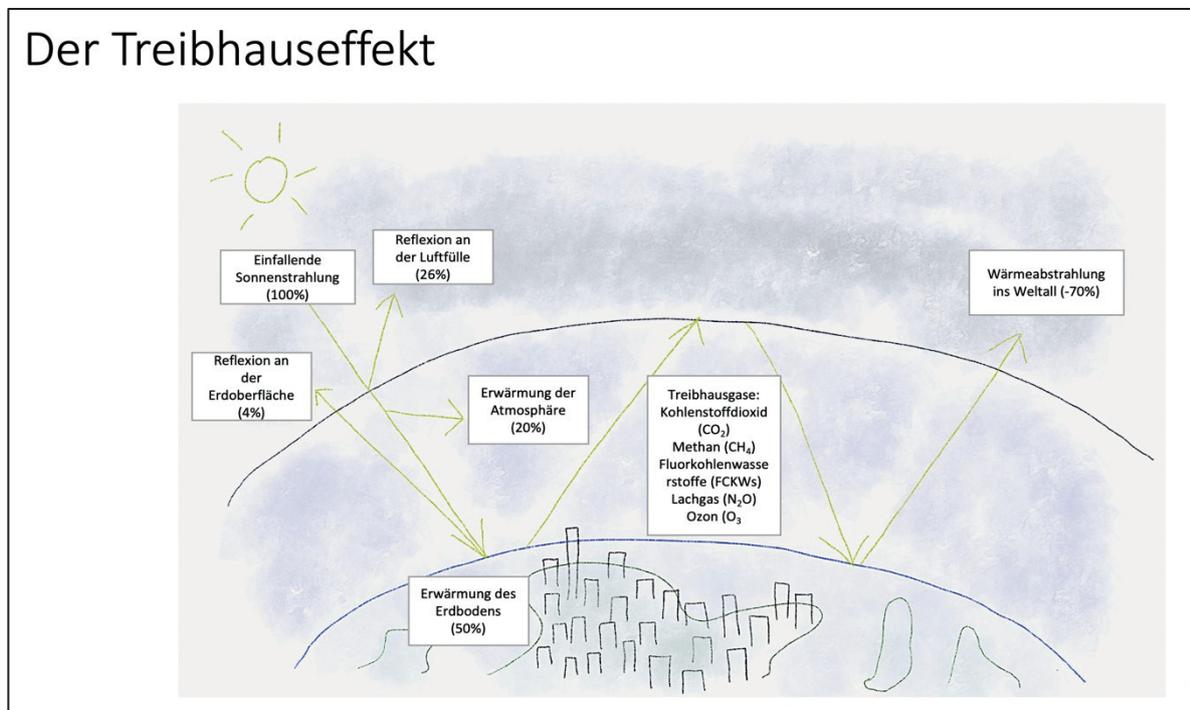


5. Power-Point-Folien „Der Treibhauseffekt“

Power Point Folie „Vorlage“



Power Point Folie „mögliche Lösung“



6. Vorgefertigte Gruppeneinteilung

Präsentationen „Treibhauseffekt“	
Was ist zu tun? <ol style="list-style-type: none"> 1. Erstellt in der Gruppe eine digitale Präsentation zum eurem Gruppenthema. 2. Beachtet folgende Aspekte <ul style="list-style-type: none"> - Präsentationslänge: 5 Minuten - Medium: PowerPoint oder virtuelles Plakat - Letzte Folie: Zusammenfassung der Präsentation - Präsentationstage: 16.04.2021. und 21.04.2021. 3. Ladet eure Präsentation spätestens einen Tag vor eurem Präsentationstermin auf die Schulplattform hoch. 	
Gruppe 1	Thema 1: Natürlicher vs. anthropogener Treibhauseffekt
Referent*innen:	→ [?] Tippkarte 1 Thema 1 → [?] Tippkarte 2 Thema 1
Gruppe 2	Thema 2: Kohlenstoffdioxid (CO ₂)
Referent*innen:	→ [?] Tippkarte 1 Thema 2 → [?] Tippkarte 2 Thema 2
Gruppe 3	Thema 3: Methan (CH ₄)
Referent*innen:	→ [?] Tippkarte 1 Thema 3 → [?] Tippkarte 2 Thema 3
Gruppe 4	Thema 4: Ozon (O ₃)
Referent*innen:	→ [?] Tippkarte 1 Thema 4 → [?] Tippkarte 2 Thema 4
Gruppe 5	Thema 5: Lachgas (N ₂ O) und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)
Referent*innen:	→ [?] Tippkarte 1 Thema 5 → [?] Tippkarte 2 Thema 5
Gruppe 6	Thema 6: Folgen des Treibhauseffekts
Referent*innen:	→ [?] Tippkarte 1 Thema 6 → [?] Tippkarte 2 Thema 6
Gruppe 7	Thema 7: Maßnahmen für den Klimaschutz
Referent*innen:	→ [?] Tippkarte 1 Thema 7 → [?] Tippkarte 2 Thema 7

7. Bewertungskriterien für digitale Präsentationen

Bewertungskriterien für digitale Präsentationen		
Thema der Präsentation: Referent*innen:		
Bewertungskriterium	Mögliche Punkte	Erreichte Punkte
Inhalt <ul style="list-style-type: none"> - sinnvolle Aufbereitung des Themas - strukturierte Gliederung - Verwendung und Erklärung von Fachbegriffen 	0-3	
Sprache/Präsentation <ul style="list-style-type: none"> - angemessenes Sprechtempo - verständliche, klare und deutliche Sprache - Einhalten der Längenvorgabe (5 Minuten) 	0-3	
Präsentationsmedien <ul style="list-style-type: none"> - angemessene und sinnvolle Auswahl an Medien - ästhetisch ansprechende Medienaufbereitung - Einsatz von unterstützenden Bildern/Graphiken 	0-3	
Es können max. 9 Punkte erreicht werden.		Punkte insg.:

8. Tippkarten für die digitalen Präsentationen

Thema 1: Natürlicher vs. anthropogener Treibhauseffekt

📄 Tippkarte 1

Öffnet die Website <https://www.klett.de/alias/1016053> und lest euch das „Infoblatt Treibhauseffekt“ (Seidel & Uhlenbrock 2019) durch.

📄 Tippkarte 2

Folgende Leitfragen sollen in eurer Präsentation erläutert werden und euch helfen, diese zu strukturieren:

1. Was ist der natürliche Treibhauseffekt?
2. Was ist der künstliche Treibhauseffekt?
3. Unterschied zwischen natürlichem und künstlichem Treibhauseffekt?
4. Was ist die Problematik des künstlichen Treibhauseffekts?

Thema 2: Kohlenstoffdioxid (CO₂)

📄 Tippkarte 1

Öffnet die Website <https://www.geo.de/geolino/natur-und-umwelt/15385-rtkl-klimawandel-wie-kohlendioxid-das-klima-veraendert> und lest euch den Artikel „Wie Kohlendioxid das Klima verändert“ (Riemer 2016) durch.

📄 Tippkarte 2

Folgende Leitfragen sollen in eurer Präsentation erläutert werden und euch helfen, diese zu strukturieren:

1. Was ist ein Treibhausgas?
2. Was ist CO₂ (chemische Struktur, Summenformel)?
3. Nennt 4-5 CO₂-Quellen.
4. Wie beeinflusst CO₂ das Klima?
5. Was ist der CO₂-Fußabdruck?

Thema 3: Methan (CH₄)

📄 Tippkarte 1

Öffnet die Website [https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Methan_\(einfach\)](https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Methan_(einfach)) und lest euch den Artikel „Methan“ (Kasang 2020) durch.

📄 Tippkarte 2

Folgende Leitfragen sollen in eurer Präsentation erläutert werden und euch helfen, diese zu strukturieren:

1. Was ist ein Treibhausgas?
2. Was ist CH₄ (chemische Struktur, Summenformel)?
3. Nennt 4-5 Methanquellen.
4. Wie beeinflusst CH₄ das Klima?

Thema 4: Ozon (O₃)

📌 Tippkarte 1

Öffnet die Website <https://www.planet-wissen.de/natur/klima/klimawandel/ozon-106.html> und lest euch den Artikel „Ozon“ (Franck 2020) durch.

📌 Tippkarte 2

Folgende Leitfragen sollen in eurer Präsentation erläutert werden und euch helfen, diese zu strukturieren:

5. Was ist Ozon (chemische Struktur, Summenformel)?
6. Was ist die Ozonschicht und welche Funktion hat sie?
7. Was ist ein Ozonloch?

Thema 5: Lachgas (N₂O) und Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW)

📌 Tippkarte 1

Öffnet die Websites <https://utopia.de/ratgeber/lachgas-alle-fakten-zum-treibhausgas-distickstoffmonoxid/> und <https://utopia.de/ratgeber/fckw-das-hat-das-verbot-dieser-treibhausgase-bewirkt/> und lest euch die Artikel „Alle Fakten zum Treibhausgas Lachgas“ (Brockhaus 2019) und „FCKW“ (Naumann 2019) durch.

📌 Tippkarte 2

Folgende Leitfragen sollen in eurer Präsentation erläutert werden und euch helfen, diese zu strukturieren:

1. Was ist Lachgas (chemische Struktur, Summenformel)?
2. Wie entsteht Lachgas?
3. Wie beeinflusst Lachgas das Klima?
4. Was sind Fluorchlorkohlenwasserstoffe?
5. Wie entstehen Fluorchlorkohlenwasserstoffe?
6. Wie beeinflussen Fluorchlorkohlenwasserstoffe das Klima?

Thema 6: Folgen des Treibhauseffekts

📌 Tippkarte 1

Öffnet die Website <https://klassewasser.de/content/language1/html/9542.php> und lest euch den Artikel „Die Folgen des Klimawandels“ (Heidenfelder et al. 2015) durch.

📌 Tippkarte 2

Folgende Leitfragen sollen in eurer Präsentation erläutert werden und euch helfen, diese zu strukturieren:

1. Was ist der Unterschied zwischen Wetter und Klima?
2. Erläutert 4-5 weltweite Folgen des Klimawandels.
3. Erläutert 4-5 regionale Folgen des Klimawandels.

Thema 7: Maßnahmen für den Klimaschutz

📄 Tippkarte 1

Öffnet die Website <https://www.bmu-kids.de/wissen/klima-und-energie/klima/klimaschutzaktivitaeten/internationaler-klimaschutz/> und lest euch den Artikel „Klimaschutz kann jeder“ (BMU o.J.) durch.

📄 Tippkarte 2

Folgende Leitfragen sollen in eurer Präsentation erläutert werden und euch helfen, diese zu strukturieren:

4. Warum soll das Klima geschützt werden?
5. Wie könnt ihr im Alltag zum Schutz der Umwelt beitragen?
6. Wie trägt der Staat Österreich zum Klimaschutz bei (nationale Klimapolitik)?
7. Wie trägt die EU zum Klimaschutz bei (internationale Klimapolitik)?

9. Literaturverzeichnis

- BGB1. Nr. 88/2016 Lehrplan AHS Unterstufe. In: <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=10008568>. Abgerufen am 21.03.2021.
- BMU (o. J.) *Klimaschutz kann jeder*. In: <https://www.bmu-kids.de/wissen/klima-und-energie/klima/klimaschutzaktivitaeten/klimaschutz-kann-jeder/>. Abgerufen am: 15.04.2021.
- Brockhaus, S. (2019). *Lachgas: Alle Fakten zum Treibhausgas Distickstoffmonoxid*. In: <https://utopia.de/ratgeber/lachgas-alle-fakten-zum-treibhausgas-distickstoffmonoxid/>. Abgerufen am: 03.05.2021.
- Bundesinstitut für Innovation und Qualitätsentwicklung. (2011). *Grundlagen der Bildungsstandards*. In: <https://www.iqs.gv.at/themen/nationale-kompetenzerhebung/grundlagen-der-nationalen-kompetenzerhebung/grundlagen-der-bildungsstandards>. Abgerufen am: 11.08.2021.
- Haenlein. (2017). *Käseglocke*. In: [file:///Users/katrinschuster/Downloads/Gesamtdownload Zusatzmodul Klima %20\(3\).pdf](file:///Users/katrinschuster/Downloads/Gesamtdownload%20Zusatzmodul%20Klima%20(3).pdf). Abgerufen am 16.04.2021.
- Heidenfelder, C.; Köhler, K.; Röber, K. (2015). *Die Folgen des Klimawandels*. In: https://www.planet-schule.de/mm/die-erde/Barrierefrei/pages/Die_Folgen_des_Klimawandels.html. Abgerufen am: 02.05.2021.
- Kasang, D. (2020). *Methan*. In: [https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Methan_\(einfach\)](https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Methan_(einfach)). Abgerufen am: 02.05.2021.
- Kern, G.; Koliander, B.; Lembens, A. (2017). *Wissen und Können erwerben, anwenden und sichtbar machen – Kompetenzmodelle in den naturwissenschaftlichen Fächern*. Plus Lucis. 1(20). (S. 19-23).
- Naumann, M. (2019). *FCKW: Das hat das Verbot dieser Treibhausgase bewirkt*. In: <https://utopia.de/ratgeber/fckw-das-hat-das-verbot-dieser-treibhausgase-bewirkt/>. Abgerufen am: 03.05.2021.
- Riemer, L. (2016). *Wie Kohlendioxid unser Klima verändert*. Geolino extra. 61. Hamburg: G+J Medien.

- Seidel, S.; Uhlenbrock, K. (2019). *Infoblatt Treibhauseffekt*. In: <https://www.klett.de/alias/1016053>. Abgerufen am: 03.05.2021.
- ViennaOpenLab. *Experiment #15: Schmelzende Eiswürfel*. In: https://assets.openscience-files.or.at/_/ae/7b/ae7bde76.pdf. Abgerufen am: 01.05.2021.