

Ingrid Krumphals<sup>1</sup>  
 Thomas Plotz<sup>2</sup>  
 Bianca Watzka<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pädagogische Hochschule Steiermark  
<sup>2</sup>Kirchliche Pädagogische Hochschule  
 Wien/Krems  
<sup>3</sup>Otto-von-Guericke-Universität  
 Magdeburg

## **Ein deutsch-österreichisches Entwicklungsprojekt zum Thema Wetter**

### **Einleitung**

Jede:r von uns erlebt das Thema Wetter unmittelbar im eigenen Alltag. Das Wetter beeinflusst etwa die Wahl unserer Kleidung oder unsere Freizeitgestaltung. Wetterberichte sind zwar meist benutzerfreundlich verfasst, enthalten aber trotzdem ein breites Repertoire an Fachvokabular, das mit reinem Alltagswissen schwer zu greifen ist. So kann beispielsweise in einem klassischen Wetterbericht die Rede von „*abschwächendem Hochdruckeinfluss*“, „*Tiefausläufern*“ oder „*orkanartige Böen*“ sein. Für die reine Alltagsbewältigung ist es notwendig, Wetterberichte oder auch Wetterwarnungen richtig zu deuten, um entsprechende Handlungen ableiten zu können. Ein darüberhinausgehendes Verständnis über Wetterelemente, -phänomene und -prozesse sowie Verfahren der Wettervorhersage würde es zusätzlich ermöglichen, auch die grundlegenden Ursachen für Wetterphänomene wie etwa lokale Windsysteme zu verstehen und damit auch eine Basis für das Verstehen der komplexen Zusammenhänge der Atmosphärenphysik legen. Die Vision des deutsch-österreichischen Projekts ist die Entwicklung eines ganzheitlichen Spiralcurriculums zum Thema Wetter, das durchgängig von der Primarstufe bis zum Abschluss der Sekundarstufe II ein vertieftes physikalisches Verständnis von Wettervorgängen und -phänomenen vermittelt.

### **Ausgangspunkt und Vorarbeiten**

Die meisten Schüler:innen begegnen dem Thema Wetter bereits im Primarbereich im Rahmen des Sachunterrichts. Je nach Lehr- bzw. Bildungsplan im jeweiligen Bundesland/Land werden bereits im Sachunterricht einzelne Grundsteine wie ein erstes einfaches Verständnis von Temperatur, die Entstehung von Niederschlag, Nebel und Wind sowie die Eigenschaften von Luft und Wasser vermittelt. Das Portal *SUPRA* bietet Primarstufenlehrkräften zum Thema Wetter fachliche und fachdidaktische Informationen sowie Unterrichtsmaterialien (*SUPRA - Sachunterricht praktisch und konkret*, 2022). Zudem widmet sich auch ein gesamtes Heft von „Grundschule Sachunterricht“ dem Thema Wetter (Otten & Schubert, 2019). Auch verschiedenste Bildungsserver der Bundesländer bzw. Länder bieten Material an (z.B.: Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2017; Hessischer Bildungsserver / Unterricht, 2021). Im Bereich der Mittelstufe formulierte einst Muckenfuß (1997) die Frage: „Wetterkunde statt Wärmelehre?“. Die Wetterkunde nach Muckenfuß zeichnet sich vor allem dadurch aus, gerade nicht multiperspektivisch zu sein. Vielmehr wird die physikalische Fachstruktur systematisch im Kontext Wetter abgebildet. Folglich verbleiben fächerübergreifende Aspekte zu Gunsten der physikalischen Systematik eher randständig (Muckenfuß, 2004a). Inhaltlich decken die Arbeiten von Muckenfuß u.a. folgendes ab: Temperatur und Ursachen für Temperaturdifferenzen (Strahlungshaushalt, Temperaturdifferenzen als Antrieb, Wärmeleitung,

spezifische Wärmekapazität, thermische Ausdehnung, Gasgesetze), Luftdruck und Wind (Höhenabhängigkeit des Luftdrucks, Druckdifferenzen als Antrieb, Konvektionssysteme, adiabatische Zustandsänderungen), Luftfeuchte mit Wolken, Nebel und Niederschlag (Kristallisationsvorgänge, Dampfdruck/Sättigungsdampfdruck, Verdampfen/Kondensieren, Sättigungsfeuchte, relative Luftfeuchte und Taupunkt, Schichtung) und globale Wettererscheinungen wie etwa Jet-Streams, Zyklone, Antizyklone (Superposition und Corioliskraft jeweils auf phänomenologischem Niveau) (Muckenfuß, 2004b).

Watzka und Rubitzko (2021) ergänzen die Arbeiten von Muckenfuß um speziell für die Oberstufe ausgelegte Themenbereiche, die vor allem aus der Mechanik (Drehimpuls, Strömungsmechanik, beschl. Bezugssysteme) stammen. Hinzu kommen u.a. die Wirkung von Coriolis-, Reibungs- und Gradientkräften auf Luftpakete beim Beschreiben von Höhen- bzw. Bodenwind oder die mathematische Diskussion von Einflussgrößen auf Windgeschwindigkeiten bei isobarenparallelem Wind (Rubitzko et al., 2021).

Mit dieser Zusammenschau wird deutlich, dass bereits viele Vorarbeiten zum Thema Wetter existieren. Das fehlende Element hierzu ist noch die durchgängige Verschränkung und Verknüpfung der Inhalte und geforderten Kompetenzen hinsichtlich der Unterstützung eines kontinuierlichen Lernprozesses über die gesamte Schulausbildung (1.-12./13.) hinweg.

Die Untersuchung von Lernendenvorstellungen ist eine weitere Basis für die Entwicklung entsprechender Lernarrangements. Vorstellungen zum Thema Wetter sind bereits in der Literatur dokumentiert. Dazu zählen z.B. Arbeiten zu Vorstellungen zu Wolken und Nebel (Rappaport, 2009; Wilhelm & Schiel, 2016) oder zum Verdunstungsprozess (Bar & Galili, 1994). Einen Überblick zu Lernendenvorstellungen zu Wetter gibt Henriques (2002) in einem Literaturreview. Dabei fasst sie Lernendenvorstellungen zu folgenden Themen zusammen: Eigenschaften des Wassers und Wasserkreislauf, Phasenübergänge von Wasser, Wolken und Niederschlag, Atmosphäre und Gase, Jahreszeiten und Wärmehaushalt der Erde, Globale Erwärmung und Treibhauseffekt (Henriques, 2002). Dennoch sind in der Lernendenvorstellungsforschung Lücken im Themenbereich Wetter zu finden. Diese werden im vorliegenden Projekt geschlossen. Auch Forschung zu in der Literatur bereits dokumentierten Vorstellungen zum Thema Wetter wird im Projekt umgesetzt, um diese bereits bekannten Lernendenvorstellungen abzusichern, zu reproduzieren als auch zu erweitern.

### **Vision – Spiralcurriculum**

Auf Basis der didaktischen Rekonstruktion (Kattmann et al., 1997) werden in Zusammenarbeit mit Meteorolog:innen fachliche Klärungen für Lehrkräfte erstellt und Elementarisierungen entwickelt. Zudem werden empirische Lücken bzgl. Lernendenperspektiven und -vorstellungen zum Thema Wetter sukzessive geschlossen. Methodisch folgt das Projekt einem Design-based Research Ansatz (Barab & Squire, 2004; Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2020), sodass in iterativen Zyklen Lernarrangements und Lerntheorien (weiter-)entwickelt werden. Nachfolgend wird die Entwicklung eines Spiralcurriculums zum Thema Wind exemplarisch beschrieben (siehe Abb.1): Im Primärbereich wird u.a. das Beobachten bzw. Messen und Dokumentieren von Größen (Temperaturen) und anderen Wetterbedingungen (Anzahl von Sonnen- oder Regentagen etc. innerhalb eines Monats) eingeführt, auf phänomenologischem Niveau die Eigenschaften von Luft und Wasser erarbeitet und der Wechsel von Zustandsformen beobachtet. Das grundlegende Konzept ist, dass beobacht- und dokumentierbare Veränderungen auftreten, die im besten Fall mit ihren Ursachen verknüpfbar sind.

In der Mittelstufe wird das Teilchenmodell als auch die Idealisierung der Luft als Luftpakete eingeführt. Im Teilchenmodell werden die Zustände von Luftdruck, Dichte und Temperatur als auch die Eigenschaften von Luft und Wasser gedeutet. Das grundlegende Konzept ist, dass Differenzen (Druck-, Temperatur- und Dichtedifferenzen) als Antriebe fungieren und Strömungen verursachen und diese Ströme messbar sind.



Abb. 1: Beispiel für die Entwicklung eines Spiralcurriculums zum Thema Wind

In der Oberstufe werden die Basiskonzepte vertieft und komplexere Zusammenhänge z.B. Zirkulationsprozesse aus thermodynamischer, dynamischer und energetischer Perspektive betrachtet. Die Thematisierung von Windsystemen bei Erdrotation und der Einfluss der Corioliskraft sowie das Thema Reibungseffekte bei Bodenwind sollen ermöglichen das Kernkonzept in der Oberstufe – Kraftwirkungen auf die einzelnen Luftpakte – zu vertiefen. Wissen und Kompetenzen zum Thema Wind können so von der Primarstufe bis zur Sekundarstufe II kontinuierlich aufgebaut werden.

### Projektphasen

Das Projekt teilt sich im Grunde in drei Phasen auf, die ineinander überfließen und für die einzelnen entwickelten Unterrichtsbausteine durchlaufen werden: In der ersten Phase des Projekts werden normativ Grundideen, Kompetenzen und Lernziele festgelegt, welche als Standard nach der Grundschule, der 9. Schulstufe und nach der 12./13. Schulstufe zum Thema Wetter gelten. Diese Ziele bauen auf Literaturrecherche, gesetzliche Vorgaben (Kompetenzmodelle, Lehrpläne) sowie Grundideen auf, welche u.a. lose an die Strandmaps der AAAS (American Association for the Advancement of Science, 2007) angedockt sind.

In der zweiten Phase werden Unterrichtsbausteine entwickelt. Die didaktische Strukturierung dieser Lernmodule basiert auf fundierten fachlichen Klärungen, welche u.a. durch Meteorolog:innen des Wetterdienstes validiert werden. Zudem sind Erhebungen von Lernendenperspektiven essenziell für die Entwicklung der Unterrichtsbausteine. Weiters werden die Lernmodule durch Akzeptanzbefragungen einer erstmaligen kleinen Evaluation unterzogen, welcher eine erste Überarbeitungsschleife folgt.

In der dritten Phase werden die entwickelten Unterrichtsbausteine in Lernprozessstudien erprobt. Auch Längsschnittstudien sind angedacht. Am Ende des Projekts sollen forschungsbasiert entwickelte Unterrichtsmaterialien sowie abgeleitete und weiterentwickelte Lerntheorien zum Thema Wetter stehen.

## Literatur

- American Association for the Advancement of Science. (2007). *Atlas of science literacy*. American Association for the Advancement of Science; National Science Teachers Association.
- Bar, V. & Galili, I. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International Journal of Science Education*, 16(2), 157–174.
- Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1)
- Bildungsserver Berlin-Brandenburg. (2017). *Mein Forscherheft Wetter: Temperatur – Wind – Niederschlag – Wetterbericht*. [https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/faecher/naturwissenschaften/mint/iMINT-Projekte/Science4Life\\_Academy/Wetterbox/Mein\\_Forscherheft\\_Wetter.pdf](https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/faecher/naturwissenschaften/mint/iMINT-Projekte/Science4Life_Academy/Wetterbox/Mein_Forscherheft_Wetter.pdf)
- Haagen-Schützenhöfer, C. & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.16.020152>
- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather: A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102(5), 202–215.
- Hessischer Bildungsserver / Unterricht. (2021). *Wetter und Klima*. <https://lernarchiv.bildung.hessen.de/grundschule/Sachunterricht/Umwelt/Wetter/index.html>
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion: Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.
- Muckenfuß, H. (1997). Wetterkunde statt Wärmelehre? Zur Didaktik einer physikalischen Wetterkunde. *Unterricht Physik*, 8(42), 4–8.
- Muckenfuß, H. (2004a). Themen und Kontexte als Strukturelemente des naturwissenschaftlichen Unterrichts: Zu den Schwierigkeiten, systematisches Physiklernen zu organisieren. *PhyDid A-Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 2/3, 57–66.
- Muckenfuß, H. (2004b). Zur Didaktik einer physikalischen Wetterkunde. *Praxis der Naturwissenschaften - Physik in der Schule*, 53(7), 26–30.
- Otten, M. & Schubert, J. C. (Hrsg.). (2019). 83: Bd. 3. *Wetter*. Friedrich Verlag.
- Rappaport, E. D. (2009). What undergraduates think about clouds and fog. *Journal of Geoscience Education*, 57(2), 145–151.
- Rubitzko, T., Watzka, B. & Schweinberger, M. (2021). Woher weht der Wind? Newtonsche Mechanik anhand sich horizontal bewegender Luftpakete spielend lernen. *Naturwissenschaft im Unterricht Physik*, 32(186), 34–40.
- SUPRA - Sachunterricht praktisch und konkret. (2022). *Thema Wetter im Lernfeld Natur und Technik*. <http://www.supra-lernplattform.de/index.php/lernfeld-natur-und-technik/wetter>
- Watzka, B. & Rubitzko, T. (2021). Lernen im Kontext der atmosphärischen Zirkulation. *Naturwissenschaft im Unterricht Physik*, 32(186), 2–6.
- Wilhelm, T. & Schiel, M. (2016). Schülervorstellungen zu Wolken in der Grundschule. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen - das Fach in der Fachdidaktik: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Berlin 2015* (S. 364–366). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.