

Universität zu Köln
Humanwissenschaftliche Fakultät



Bachelorarbeit zur Forschungsfrage:

**Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen junger Menschen durch
Teilhabe: eine qualitative Analyse des Projekts PV2School in Duisburg**

Zur Erlangung des Grades Bachelor of Arts

Vorgelegt von:

Lennart Henri Bogdahn

Anschrift: [REDACTED]

Mailadresse: [REDACTED]

Matrikelnummer: [REDACTED]

Fachsemester: [REDACTED]

Studiengang: Erziehungswissenschaften 1- Fach Bachelor

Abgabe: 02.12.2025

Erstgutachter: Till Kühnhausen

Zweitgutachterin: Prof. Dr. Birgit Weber

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	3
Zusammenfassung	4
Einleitung	5
1 Theoretischer Referenzrahmen	8
1.1 Kompetenzen	8
1.2 Nachhaltigkeitskompetenzen und Kompetenzmodelle.....	11
1.2.1 Theoretische Modelle nachhaltigkeitsbezogener Kompetenzentwicklung	11
1.2.3 Vergleich und Einordnung	14
1.3 Didaktische Methoden	15
1.3.1 Teilhabe.....	16
1.3.2 Weitere didaktische Methoden	17
1.4 Rolle von Photovoltaikanlagen bei der Energiewende	18
1.4.1 Photovoltaikanlagen an öffentlichen Gebäuden	18
1.4.2 Photovoltaik in und um Duisburg	19
1.4.3 Kritik an Photovoltaikanlagen.....	20
2 Projekt PV2School	22
2.1 Hintergrund und Kontext	22
2.2 Ziele des Projekts.....	22
2.3 Umsetzung des Projekts.....	23
2.4 Teilhabe und Vermittlung	24
3 Methodik	26
3.1 Rechtfertigung der Forschungsrichtung	26
3.2 Wahl und Entwicklung des Erhebungsinstruments.....	27
3.3 Qualitative Inhaltsanalyse	29
3.4 Gütekriterien und Qualitätssicherung	31
4 Ergebnisse	34
4.1 Wahrnehmung und Bewertung des Projekts PV2School	34
4.2 Kategorie A: Verankerung von Nachhaltigkeitswerten.....	35
4.3 Kategorie B: Berücksichtigung von Komplexität	36
4.4 Kategorie C: Entwicklung von Zukunftsvisionen	37
4.5 Kategorie D: Handeln für Nachhaltigkeit	38
5 Diskussion und Handlungsempfehlung	40
5.1 Diskussion.....	40
5.2 Handlungsempfehlungen	42
Fazit und Ausblick	44

Literaturverzeichnis.....	47
Anhang.....	52

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Übersicht der Nachhaltigkeitskompetenzen nach GreenComp. Quelle: Europäische Kommission (2022).

Abbildung 2. Photovoltaik-Initiativen und Projekte im Stadtgebiet Duisburg. Eigene Darstellung nach Stadt Duisburg (2025) und Stadtwerke Duisburg (2025).

Abbildung 3. Zeitstrahl des Projekts PV2School. Quelle: Stadt Duisburg (o. J.-a).

Abbildung 4: Ablaufmodell der zusammenfassenden Inhaltsanalyse (Mayring 2015 S. 70)

Zusammenfassung

Die vorliegende Bachelorarbeit untersuchte, inwiefern das Projekt PV2School aus Sicht der Beteiligten zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen bei Schüler:innen beiträgt. Ausgangspunkt war die Annahme, dass die Verbindung einer technischen Klimaschutzmaßnahme wie die Installation von Photovoltaikanlagen auf Schuldächern mit teilhabeorientierten Bildungsangeboten besondere Potenziale für die Bildung für nachhaltige Entwicklung eröffnet.

Theoretische Grundlage bildeten der European Sustainability Competence Framework (GreenComp) und das Konzept der Gestaltungskompetenz nach de Haan. Auf dieser Basis wurde ein qualitativer Forschungsansatz gewählt. Empirisch stützte sich die Arbeit auf fünf leitfadengestützte Interviews mit zwei Schüler:innen, zwei Lehrkräften und dem Projektleiter, die mittels zusammenfassender qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring ausgewertet wurden.

Die Ergebnisse zeigten, dass PV2School in allen vier Kompetenzbereichen des GreenComp Lernanlässe schuf, diese jedoch in unterschiedlichem Ausmaß vertiefte. Im Bereich Werte und Verantwortung stärkte das Projekt die wahrgenommene Relevanz von Klimaschutz und die Einsicht, dass auch kleine Beiträge wirksam sein können, ohne moralische und gesellschaftliche Spannungsfelder vertieft zu bearbeiten. Komplexität wurde vor allem als technische und organisatorische Herausforderung erlebt. Politische und sozialökonomische Dimensionen blieben im Hintergrund. Die zukunftsbezogenen Vorstellungen blieben überwiegend lokal und pragmatisch in Form eigener Solarprojekte oder einer dezentralen Energieversorgung. Es zeigte sich ein deutlicher Kompetenzzuwachs im Bereich „Handeln für Nachhaltigkeit“, da die Verbindung aus interaktiver Präsentation und praktischer Arbeit an Mini-Solaranlagen Selbstwirksamkeitserfahrungen und konkrete Handlungsabsichten förderte.

Die Arbeit kam zu dem Ergebnis, dass PV2School damit wichtige Anstöße für nachhaltigkeitsbezogene Lernprozesse im schulischen Kontext liefert. Gleichzeitig werden Grenzen sichtbar, wie die begrenzte Bearbeitung sozialer und politischer Dimensionen nachhaltiger Entwicklung und die eingeschränkte Generalisierbarkeit der Befunde aufgrund der kleinen, projektnahen Stichprobe. Vor diesem Hintergrund formuliert die Arbeit Empfehlungen, PV2School durch freiwillige Arbeitsgemeinschaften und Peer-to-Peer-Ansätze didaktisch zu vertiefen und stärker in bestehende schulische Strukturen einzubetten.

Einleitung

Der Klimawandel stellt eine der zentralen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts dar. Zunehmende Extremwetterereignisse, steigende Durchschnittstemperaturen und der notwendige Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft verdeutlichen die Dringlichkeit, nachhaltige Handlungsstrategien zu entwickeln (BMUV, 2023; Wirth, 2025). Neben ökologischen Aspekten rückt zunehmend auch die soziale Dimension in den Fokus, da ungleiche Lebensbedingungen und begrenzte Teilhabechancen den Zugang zu nachhaltigen Lebensstilen erschweren (Beck et al., 2021). Somit wird deutlich, dass ökologische, soziale und ökonomische Entwicklungen eng miteinander verbunden sind.

Im Zuge der Energiewende nehmen erneuerbare Energien eine Schlüsselrolle ein. Nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (2024) betrug ihr Anteil am Bruttostromverbrauch in Deutschland im Jahr 2023 knapp 52 Prozent. Photovoltaik gilt hierbei als zentrale Technologie, um die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren und die nationalen Klimaziele zu erreichen (Wirth, 2025). Zugleich zeigt sich, dass die Transformation des Energiesystems nicht ausschließlich als technische, sondern auch als gesellschaftliche und bildungsbezogene Aufgabe verstanden werden muss. Nachhaltige Veränderung setzt voraus, dass sie von der Bevölkerung getragen und aktiv mitgestaltet wird (BNE-Portal, 2023; Deutsche UNESCO-Kommission, 2022).

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) verfolgt das Ziel, Menschen zu einem zukunftsfähigen Denken und Handeln zu befähigen. Sie vermittelt Wissen über ökologische und soziale Zusammenhänge und fördert Gestaltungskompetenzen, die zur aktiven Mitwirkung an gesellschaftlichen Transformationsprozessen befähigen (de Haan, 2008). Schulen nehmen dabei eine besondere Rolle ein, da sie Lernende aller sozialen Hintergründe erreichen und frühzeitig nachhaltigkeitsbezogene Kompetenzen fördern können. Das Programm „BNE 2030“ der Deutschen UNESCO-Kommission (2022) betont, dass Lernende kritisches Denken, kreative Lösungsansätze und Verantwortungsbewusstsein entwickeln sollen, um aktiv zu einer nachhaltigen Gesellschaft beizutragen (BNE-Portal, 2023).

Eine Konkretisierung dieser Zielsetzungen bietet der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit (GreenComp), der vier miteinander verbundenen Kompetenzbereiche definiert: die Verankerung von Nachhaltigkeitswerten, das Verständnis der Komplexität nachhaltiger Entwicklung, die Entwicklung von Zukunftsvisionen und das Handeln für Nachhaltigkeit (Europäische Kommission, 2022). Ziel ist es, Lernende zu befähigen, komplexe Wechselwirkungen zu verstehen und reflektierte, verantwortungsbewusste Entscheidungen zu treffen. Kognitives Wissen, Einstellungen, Werte und praktische Handlungskompetenzen stehen dabei im Vordergrund.

Die Bedeutung solcher Kompetenzen wird auch durch aktuelle empirische Befunde unterstrichen. Laut der Shell Jugendstudie (2024) sehen 71 Prozent der Jugendlichen in Deutschland den Klimaschutz als eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen. Viele äußern den Wunsch, stärker in politische und gesellschaftliche Entscheidungsprozesse einbezogen zu werden. Dies verdeutlicht, dass nachhaltigkeitsbezogene Bildung nicht nur Wissen vermittelt, sondern Teilhabe ermöglicht und Selbstwirksamkeit fördert.

Partizipation gilt in der pädagogischen Forschung als zentrales didaktisches Prinzip. Sie befähigt Lernende, ihre Umwelt aktiv mitzugestalten, stärkt Erfahrungen von Selbstwirksamkeit und fördert Verantwortungsbewusstsein für ökologische und soziale Fragen (Baumgartner, 2014; Meyer & Jung-hans, 2021). In der Bildung für nachhaltige Entwicklung spielt sie daher eine zentrale Rolle, da komplexe Nachhaltigkeitsthemen nur durch gemeinsames Handeln erfahrbar werden. Kommunale Praxisbeispiele belegen dies. In Essen werden Bildungseinrichtungen gezielt in Klimaschutzprogramme eingebunden, während in Duisburg das Projekt ESPADU konkrete Maßnahmen zur CO₂-Reduktion an Schulen umsetzt (Stadt Essen, 2023; Stadt Duisburg, 2023).

Vor diesem Hintergrund wurde das Projekt PV2School in Duisburg konzipiert. Es verbindet die Installation von Photovoltaikanlagen auf Schuldächern mit pädagogischen Begleitmaßnahmen, die Lernenden praxisnahe Einblicke in erneuerbare Energien ermöglichen (Rundschau Duisburg, 2024; Steinbart-Gymnasium, o. J.; Stadt Duisburg, o. J.-a). Auf diese Weise wird Klimaschutz für Schüler:innen erfahrbar und im schulischen Alltag sichtbar. Die Schulen haben dabei eine doppelte Funktion. Sie dienen als Orte technischer Innovation und sind zugleich Lernräume, in denen Kompetenzen für nachhaltiges Handeln gefördert werden (BMUV, 2023).

Die vorliegende Arbeit nimmt das Projekt als Ausgangspunkt einer erziehungswissenschaftlichen Untersuchung. Die Arbeit analysiert, wie die Verbindung von technischer Umsetzung und pädagogischer Begleitung zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen beiträgt. Empirische Grundlage sind leitfadengestützte Interviews mit zwei Schüler:innen und zwei Lehrkräften aus zwei beteiligten Schulen. Ergänzend wurde ein Gespräch mit dem Projektleiter geführt, um organisatorische und strategische Aspekte zu erfassen. Diese multiperspektivische Herangehensweise ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der schulischen Praxis und der institutionellen Steuerung.

Daraus ergibt sich die Forschungsfrage: Inwiefern trägt das Projekt PV2School aus Sicht der Beteiligten zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen bei Schüler:innen bei? Um diese Frage zu beantworten, ist die Arbeit wie folgt aufgebaut: Kapitel 1 entwickelt den theoretischen Referenzrahmen, indem zunächst der allgemeine Kompetenzbegriff erläutert wird. Anschließend werden verschiedene Modelle von Nachhaltigkeitskompetenzen sowie der Green Comp vorgestellt und

schließlich didaktische Prinzipien wie Teilhabe diskutiert. Weiterführend wird die Rolle von Photovoltaikanlagen in der Energiewende beleuchtet, mit einem besonderen Fokus auf deren Einsatz an öffentlichen Gebäuden sowie im Duisburger Stadtgebiet. Kapitel 2 beschreibt das Projekt PV2School in seinen zentralen Dimensionen: Hintergrund/ Kontext, Zielsetzung, Umsetzung sowie die Rolle von Teilhabe und Vermittlung. Kapitel 3 erläutert die Methodik, die auf einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring basiert, und beschreibt Vorgehen, Interviewleitfaden, Kategoriensystem und die Durchführung der Interviews. Kapitel 4 stellt die Ergebnisse dar, die in Kapitel 5 diskutiert und im Hinblick auf mögliche Handlungsempfehlungen eingeordnet werden. Die Arbeit schließt mit einem Fazit und einem Ausblick auf weiterführende Perspektiven ab.

1 Theoretischer Referenzrahmen

Der theoretische Referenzrahmen dieser Arbeit bildet die wissenschaftliche Grundlage und stellt einen zentralen Bezugspunkt für die Analyse des Projekts PV2School dar. Er bündelt zentrale Begriffe, Konzepte und Modelle, die für das Verständnis der Förderung nachhaltigkeitsbezogener Kompetenzen im schulischen Kontext relevant sind, und ordnet sie systematisch ein. Auf dieser theoretischen Basis wird im Anschluss die empirische Untersuchung des Projekts PV2School entwickelt. Ausgangspunkt ist der allgemeine Kompetenzbegriff im Kontext der Bildungswissenschaft, da Kompetenzen als zentrale Orientierung für Lehr-Lernprozesse, Bildungsstandards und pädagogische Zielsetzungen gelten (Weinert, 2001; Klieme, Leutner & Kenk, 2003). Daran anschließend rücken Nachhaltigkeitskompetenzen in den Blick, die im bildungswissenschaftlichen und politischen Diskurs mitunter zu den Schlüsselkompetenzen zur Bewältigung globaler Herausforderungen gezählt werden (de Haan, 2008; Europäische Kommission, 2022). Im Fokus stehen dabei der europäische Kompetenzrahmen GreenComp sowie weitere theoretische Modelle, die unterschiedliche Perspektiven auf Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) eröffnen und ihre jeweilige Schwerpunktsetzung sichtbar machen. Darauf bezogen werden didaktische Ansätze und Methoden diskutiert, die geeignet sind, nachhaltigkeitsorientierte Lehr- und Lernprozesse zu fördern. Partizipativen und handlungsorientierten Lernformen kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da sie Lernende aktiv in die Gestaltung ihres Lernprozesses einbeziehen und so die Entwicklung von Handlungskompetenzen unterstützen (Beck, Quenzel et al., 2021; AWO, 2024). Auf diese Weise verbindet das Kapitel theoretische Fundierung, Kompetenzentwicklung und pädagogische Praxis und bereitet die Analyse des Projekts PV2School im weiteren Verlauf der Arbeit vor.

1.1 Kompetenzen

Begriffliche Grundlagen

Der Kompetenzbegriff gehört zu den zentralen Konzepten der modernen Bildungsforschung. Er bezeichnet nicht bloß Wissen oder Fähigkeiten, sondern die Fähigkeit und Bereitschaft, komplexe Anforderungen in variablen Situationen erfolgreich zu bewältigen. Nach Weinert (2001) umfasst Kompetenz ein Zusammenspiel kognitiver, motivationaler und sozialer Ressourcen, die es Menschen ermöglichen, ihr Wissen zielgerichtet und verantwortungsvoll anzuwenden. Kompetenzen sind somit handlungsorientierte Dispositionen, die sich in konkreten Anwendungssituationen zeigen.

Klieme, Leutner und Kenk (2003) konkretisieren diesen Ansatz, indem sie Kompetenzen als „Konfigurationen von Wissen und Können“ beschreiben, die in Bildungsprozessen entwickelt und in

Kompetenzmodellen erfasst werden können. Diese Modelle dienen dazu, Lernprozesse zu strukturieren und Bildungsstandards zu operationalisieren. Im Gegensatz zu rein inhaltsbezogenen Lernzielen betonen kompetenzorientierte Ansätze die Anwendung und Transferfähigkeit von Wissen. Damit verschiebt sich der Fokus von der reinen Wissensvermittlung hin zur Förderung selbstständigen, reflexiven und problemlösungsorientierten Handelns (Erpenbeck & von Rosenstiel, 2003).

Pädagogische Einordnung

In der pädagogischen Praxis wird Kompetenzorientierung zunehmend als Leitprinzip verstanden, das schulische Bildung an den Anforderungen einer komplexen Gesellschaft orientiert. Lehr-Lern-Prozesse sollen Lernende befähigen, Wissen selbstständig zu konstruieren und in lebensweltlichen Kontexten anwenden zu können. Diese Sichtweise steht im Einklang mit dem Verständnis von Bildung als Selbsttätigkeit und Selbstverantwortung, das sowohl kognitive als auch soziale und emotionale Dimensionen miteinbezieht (Unruh & Petersen, 2021).

In der Forschung wird kritisch angemerkt, dass die starke Orientierung an messbaren Kompetenzen zu einer Verengung pädagogischer Zielsetzungen führen kann. Wenn Kompetenz vorrangig als Output-Kriterium verstanden wird, besteht die Gefahr, dass weniger leicht messbare Aspekte wie Kreativität, moralisches Urteilsvermögen oder soziale Verantwortung in den Hintergrund geraten (Erpenbeck & von Rosenstiel, 2003). Daher betont de Haan (2008), dass Kompetenzen stets in ihrem gesellschaftlichen und normativen Kontext verstanden werden müssen. Bildung soll demnach nicht nur funktionales Wissen vermitteln, sondern Lernende dazu befähigen, verantwortungsvoll zu handeln und gesellschaftliche Transformationsprozesse mitzugestalten.

In diesem Zusammenhang begründet de Haan (2008) sein Konzept der Gestaltungskompetenz als zentrales Modell der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) (Bormann et al., 2008). Er versteht Kompetenzen als Fähigkeit und Bereitschaft, nachhaltige Entwicklungsprozesse aktiv mitzugestalten. Gestaltungskompetenz umfasst die Fähigkeit, Wissen über nachhaltige Entwicklung anzuwenden, nicht-nachhaltige Entwicklungen zu erkennen sowie auf der Grundlage von Gegenwartsanalysen und Zukunftsperspektiven Entscheidungen zu treffen und umzusetzen (de Haan, 2008, S. 31; Bormann et al., 2008). Lernen wird dabei nicht retrospektiv, sondern prospektiv verstanden, also als vorausschauende Handlungskompetenz im Hinblick auf Zukunftsgestaltung (de Haan, 2008, S. 27; Bormann et al., 2008). Damit verknüpft de Haan Wissen, Urteilen und Handeln mit den ökologischen, ökonomischen und sozialen Dimensionen nachhaltiger Entwicklung und betont zugleich die Reflexion eigener Werte sowie die Übernahme von Verantwortung (de Haan, 2008, S. 35–36; Bormann et al., 2008).

In einer späteren Arbeit erweitert de Haan (2010) sein Modell um institutionelle Rahmenbedingungen der Kompetenzentwicklung. Kompetenzbildung findet demnach nicht isoliert, sondern in unterstützenden organisationalen und didaktischen Strukturen statt, etwa in Schulen, Bildungsprogrammen

oder Innovationsprojekten der BNE (de Haan, 2010, S. 315). Lernprozesse werden durch Gestaltungsspielräume, Kooperation und methodische Vielfalt gefördert (de Haan, 2010, S. 321) und verlaufen in mehreren Phasen – vom Bewusstwerden und Erkennen von Problemlagen über den Erwerb systemischen Wissens und die Entwicklung von Handlungsfähigkeit bis hin zu Reflexion und Transfer (de Haan, 2010, S. 322–324).

Insgesamt lässt sich der Lernprozess nach de Haan als dynamischer, mehrstufiger Prozess verstehen: Er beginnt mit Problem- und Kontextbewusstsein („Probleme erkennen“), setzt sich mit Wissensaufbau und methodischem Lernen („Systeme verstehen“) fort, führt zur Handlungsorientierung („Optionen entwickeln und umsetzen“) und schließt mit Reflexion und Transfer („Handeln reflektieren und anpassen“) (de Haan, 2010). Damit beschreibt de Haan einen Lernprozess, der Wissen, Urteil und Handeln miteinander verknüpft und zugleich die Bedeutung institutioneller Voraussetzungen für nachhaltiges Lernen hervorhebt (Bormann et al., 2008; de Haan, 2010).

Bedeutung im Bildungskontext

Im schulischen Kontext bilden Kompetenzen die Grundlage für die Entwicklung spezifischer Fähigkeiten, die über Fachwissen hinausgehen. Dazu gehören Kommunikations-, Team- und Problemlösungskompetenzen, die als überfachliche Lernziele in allen Bildungsbereichen an Bedeutung gewonnen haben (Klieme et al., 2003). Kompetenzen entfalten sich durch aktives Handeln und kontinuierliche Reflexion, was sie zu einem dynamischen Bestandteil lebenslangen Lernens macht (Weinert, 2001).

Für den Bereich der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) sind diese allgemeinen Kompetenzkonzepte von besonderer Relevanz. Nachhaltigkeitskompetenzen bauen auf allgemeinen Handlungskompetenzen auf und erweitern sie um ökologische, ökonomische und soziale Dimensionen. Die Entwicklung solcher Kompetenzen erfordert Lernprozesse, die auf systemisches Denken, Werteorientierung und verantwortungsbewusstes Handeln abzielen (de Haan, 2008; Europäische Kommission, 2022).

Empirische Befunde stützen die Bedeutung partizipativer Lernformen für die Kompetenzentwicklung. Studien zeigen, dass Lernende durch Mitbestimmung und eigene Gestaltungsspielräume stärker motiviert sind und nachhaltige Lernprozesse besser internalisieren (Beck, Quenzel et al., 2021; AWO, 2024). Damit bildet die Kompetenzorientierung den Ausgangspunkt für die theoretische Verknüpfung von Bildung, Nachhaltigkeit und Partizipation.

1.2 Nachhaltigkeitskompetenzen und Kompetenzmodelle

Ergänzend zu den allgemeinen Ausführungen zu Kompetenzen in Kapitel 1.1 richtet sich der Fokus nun auf Nachhaltigkeitskompetenzen. Sie werden als spezifische Ausprägung von Handlungskompetenzen verstanden, die Individuen befähigen, ökologische, ökonomische und soziale Herausforderungen im Sinne nachhaltiger Entwicklung zu bewältigen (de Haan, 2008; Europäische Kommission, 2022). Nachhaltigkeitskompetenzen verbinden Wissen, Werte, Einstellungen und Fähigkeiten mit der Bereitschaft, verantwortungsvoll zu handeln und aktiv an gesellschaftlicher Transformation mitzuwirken.

Im Rahmen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) stellen Nachhaltigkeitskompetenzen eine zentrale Zielgröße dar. Sie befähigen Lernende, komplexe Zusammenhänge zu erkennen, kritisch zu reflektieren und die Zukunft aktiv mitzugestalten (Deutsche UNESCO-Kommission, 2022; BNE-Portal, 2023). Damit wird Bildung nicht mehr nur als Wissensvermittlung verstanden, sondern als Prozess der Kompetenzentwicklung, der gesellschaftliche Verantwortung und individuelles Handeln miteinander verbindet.

Zur theoretischen Fundierung dieser Kompetenzen existieren unterschiedliche Modelle, die in den vergangenen zwei Jahrzehnten entwickelt wurden. Sie beleuchten Nachhaltigkeitskompetenzen aus verschiedenen Perspektiven und geben Hinweise darauf, wie nachhaltigkeitsorientiertes Lernen gestaltet werden kann. Im Folgenden werden diese zentralen Ansätze vorgestellt; anschließend wird der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit (GreenComp) als Referenzmodell dieser Arbeit erläutert und begründet.

1.2.1 Theoretische Modelle nachhaltigkeitsbezogener Kompetenzentwicklung

Ein grundlegender Ansatz stammt von Gerhard de Haan (2008), der das Konzept der Gestaltungskompetenz geprägt hat. Diese umfasst zwölf Teilkompetenzen, die Menschen in die Lage versetzen sollen, Zukunft im Sinne nachhaltiger Entwicklung aktiv zu gestalten. Dazu gehören die Fähigkeiten, vorausschauend zu denken, interdisziplinär zu handeln, gemeinsam mit anderen zu planen und zu handeln sowie selbstständig zu reflektieren. De Haan betont, dass Bildung für nachhaltige Entwicklung die Verbindung von Wissen, Werten und Handlungsfähigkeit voraussetzt und Lernen immer auch ein normativer Prozess ist, der auf Verantwortungsübernahme zielt.

Aufbauend auf den in Kapitel 1.1 dargestellten Nachhaltigkeitszielen der Agenda 2030 lassen sich daraus spezifische Kompetenzanforderungen ableiten, die im BNE-Kontext als SDG-Kompetenzen bezeichnet werden. Sie umfassen jene Fähigkeiten und Haltungen, die Individuen befähigen, aktiv zur Umsetzung der globalen Nachhaltigkeitsziele beizutragen. Das BNE-Portal (2023) beschreibt

hierzu zentrale Dimensionen wie kritisches Denken, systemisches Verständnis, Empathie, Kooperationsfähigkeit und die Bereitschaft zum nachhaltigen Handeln. Auf diese Weise werden die globalen Zielsetzungen der Agenda 2030 in konkrete pädagogische Lernziele überführt, die als Grundlage für Kompetenzentwicklung im Sinne nachhaltiger Bildung dienen.

Die Deutsche UNESCO-Kommission (2022) greift diese Überlegungen in ihrer Roadmap Bildung für nachhaltige Entwicklung 2030 auf und formuliert sie weiter. Im Mittelpunkt steht hier die systematische Integration von BNE in alle Bildungsbereiche und die Stärkung der Kompetenzorientierung. Besondere Bedeutung kommt der Förderung von Partizipation, Interdisziplinarität und Zukunftsorientierung zu. Nachhaltigkeitskompetenzen werden dabei als Schlüssel verstanden, um Lernende zu befähigen, aktiv an gesellschaftlichen Veränderungsprozessen mitzuwirken.

Einen weiteren Zugang bietet das Konzept des transformativen Lernens nach Wals und Corcoran (2006). Es hebt hervor, dass nachhaltige Entwicklung einen Lernprozess erfordert, der bestehende Denk- und Handlungsmuster infrage stellt. Transformationale Kompetenz bedeutet, eigene Überzeugungen kritisch zu reflektieren, neue Perspektiven zu entwickeln und gesellschaftliche Innovationen aktiv mitzugestalten. Damit erweitert dieser Ansatz die stärker kognitiv geprägten Modelle um eine explizit veränderungsorientierte Dimension.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass diese Modelle unterschiedliche, sich jedoch ergänzende Schwerpunkte setzen. Während de Haan (2008) den pädagogisch-normativen Charakter betont, fokussiert die UNESCO (2022) die institutionelle Verankerung, das BNE-Portal (2023) die globale Dimension und Wals und Corcoran (2006) den individuellen Transformationsprozess. Gemeinsam verdeutlichen sie, dass Nachhaltigkeitskompetenzen immer als Zusammenspiel von Wissen, Werten, Reflexion und Handlungsfähigkeit zu verstehen sind.

1.2.2 Der Europäische Kompetenzrahmen für Nachhaltigkeit (GreenComp)

Im Jahr 2022 veröffentlichte die Europäische Kommission über ihr Joint Research Centre (JRC) den European Sustainability Competence Framework (GreenComp). Das Rahmenwerk soll als gemeinsames Referenzsystem zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen im europäischen Bildungsraum dienen und damit zur Umsetzung des Europäischen Green Deal beitragen (Europäische Kommission, 2022).

Der GreenComp ähnelt bestehenden internationalen Konzepten, etwa den UNESCO-Strategien zur Bildung für nachhaltige Entwicklung sowie wissenschaftlichen Ansätzen wie der Gestaltungskompetenz nach de Haan. Er ist jedoch keine direkte Weiterentwicklung dieser Modelle, sondern eine eigenständige europäische Zusammenführung, die bestehende theoretische Ansätze aufgreift und in einen praxisorientierten Kompetenzrahmen überführt (Europäische Kommission, 2022).

Der GreenComp wird als offener, dynamischer Referenzrahmen verstanden, der flexibel in unterschiedlichen Bildungskontexten angewendet werden kann von der schulischen und beruflichen Bildung bis zur Erwachsenenbildung. Er zielt darauf ab, Lehrende und Lernende gleichermaßen zu befähigen, Kompetenzen im Bereich nachhaltiger Entwicklung aufzubauen und weiterzuentwickeln. Damit soll der Rahmen sowohl Lernziele strukturieren als auch Orientierung für Curriculum Entwicklung und Unterrichtsgestaltung bieten.

Zentral ist die Idee, Nachhaltigkeit als Querschnittskompetenz zu verstehen, die in allen Bildungsbe-
reichen verankert werden soll. Der GreenComp schafft hierfür eine gemeinsame Sprache und trägt dazu bei, Bildungsmaßnahmen in Europa vergleichbarer zu machen (Europäische Kommission, 2022, S. 8–9).

Der Kompetenzrahmen gliedert sich in vier übergeordnete Kompetenzbereiche, die jeweils drei Teilkompetenzen enthalten und somit insgesamt zwölf Einzelkompetenzen umfassen (Europäische Kommission, 2022, S. 11–14):

1. Verankerung von Nachhaltigkeitswerten: Bewusstsein für ökologische Grenzen, soziale Gerechtigkeit und generationenübergreifende Verantwortung.
2. Berücksichtigung der Komplexität nachhaltiger Entwicklung: Verständnis von Wechselwirkungen zwischen ökologischen, sozialen und ökonomischen Systemen sowie Umgang mit Unsicherheiten und Zielkonflikten.
3. Entwicklung von Zukunftsvisionen: Fähigkeit, langfristige Perspektiven zu entwerfen und alternative Entwicklungspfade zu reflektieren.
4. Handeln für Nachhaltigkeit: Umsetzung nachhaltiger Prinzipien in konkretes Handeln sowie Planung und Bewertung gemeinsamer Aktivitäten.

Diese vier Kompetenzbereiche sind nicht hierarchisch, sondern stehen in wechselseitiger Beziehung. Lernprozesse im Sinne des GreenComp sollen dazu beitragen, Wissen, Werte, Fähigkeiten und Einstellungen als ganzheitliche Einheit zu entwickeln. Das bedeutet, dass Lernen für Nachhaltigkeit immer sowohl kognitive, emotionale als auch praktische Komponenten umfasst.

Der Bericht der Europäischen Kommission (2022, S. 10–12) betont, dass GreenComp keine standardisierte Bewertungsvorgabe darstellt. Vielmehr bietet der Rahmen Orientierung für Lernprozesse, die an unterschiedliche Kontexte angepasst werden können. Er versteht sich somit als pädagogisches Werkzeug, das Lernende befähigt, nachhaltiges Denken und Handeln zu entwickeln, ohne eine normative Bewertung vorzuschreiben.

Darüber hinaus verweist der GreenComp auf die Verknüpfung mit europäischen Schlüsselkompetenzen für lebenslanges Lernen, insbesondere mit der „citizenship competence“ und der „personal, social

and learning competence“. Dadurch wird Nachhaltigkeit in den größeren Kontext europäischer Bildungspolitik eingebettet und als integraler Bestandteil von Allgemeinbildung verstanden (Europäische Kommission, 2022, S. 7).

Eine Übersicht über die Kompetenzstruktur bietet Abbildung 1, die die vier Dimensionen und ihre Beziehungen zueinander darstellt. Der GreenComp bietet damit einen umfassenden, praxisorientierten und zugleich theoretisch fundierten Bezugsrahmen für Bildungseinrichtungen, Lehrkräfte und politische Entscheidungsträger.

BEREICH	KOMPETENZ	BESCHREIBUNG	BEREICH	KOMPETENZ	BESCHREIBUNG
1. Verankerung von Nachhaltigkeitswerten	1.1 Wertschätzung der Nachhaltigkeit	Über persönliche Werte nachdenken; ermitteln und erläutern, wie sich Werte je nach Mensch und Zeit unterscheiden, und gleichzeitig kritisch bewerten, wie sie mit Nachhaltigkeitswerten im Einklang stehen	3. Visionen für eine nachhaltige Zukunft	3.1 Zukunfts-kompetenz	Alternative nachhaltige Zukunftsszenarien visualisieren, indem alternative Szenarien erdacht und entwickelt und die Schritte identifiziert werden, die erforderlich sind, um eine bevorzugte nachhaltige Zukunft zu verwirklichen
	1.2 Unterstützung der Gerechtigkeit	Gleichheit und Gerechtigkeit für derzeitige und künftige Generationen unterstützen und von früheren Generationen für Nachhaltigkeit lernen		3.2 Anpassungs-fähigkeit	Übergänge und Herausforderungen in komplexen Nachhaltigkeitssituationen bewältigen und angesichts von Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Risiken Entscheidungen in Bezug auf die Zukunft treffen
	1.3 Förderung der Natur	Anerkennen, dass die Menschen ein Teil der Natur sind; und die Bedürfnisse und Rechte anderer Arten und der Natur selbst achten, um gesunde und widerstandsfähige Ökosysteme wiederherzustellen und zu regenerieren		3.3 Forschungs-orientiertes Denken	Aneignung einer relationalen Denkweise durch Erforschung und Verknüpfung verschiedener Disziplinen, Einsatz von Kreativität und Experimentieren mit neuen Ideen oder Methoden
2. Berücksichtigung der Komplexität der Nachhaltigkeit	2.1 Systemorientiertes Denken	Nachhaltigkeitsprobleme von allen Seiten betrachten; Zeit, Raum und Kontext berücksichtigen, um zu verstehen, wie Elemente innerhalb von Systemen und zwischen Systemen interagieren	4. Handeln für Nachhaltigkeit	4.1 Politisches Handeln	Sich im politischen System orientieren, politische Verantwortung und Rechenschaftspflicht für nicht nachhaltige Verhaltensweisen identifizieren und wirksame politische Maßnahmen für Nachhaltigkeit fördern
	2.2 Kritisches Denken	Informationen und Argumente bewerten, Annahmen identifizieren, den Status quo anfechten und überlegen, wie der persönliche, soziale und kulturelle Hintergrund das Denken und Schlussfolgerungen beeinflusst		4.2 Kollektives Handeln	In Zusammenarbeit mit anderen für den Wandel handeln
	2.3 Problemformulierung	Aktuelle oder potenzielle Herausforderungen als Nachhaltigkeitsproblem in Bezug auf Schwierigkeit, beteiligte Personen, zeitliche und geografische Reichweite formulieren, um geeignete Ansätze für die Antizipation und Vermeidung von Problemen sowie für die Eindämmung und Anpassung an bereits bestehende Probleme zu ermitteln		4.3 Individuelle Initiative	Das eigene Potenzial für Nachhaltigkeit ermitteln und einen aktiven Beitrag zur Verbesserung der Perspektiven für die Gemeinschaft und den Planeten leisten

Abbildung 1: Übersicht der Nachhaltigkeitskompetenzen nach GreenComp.

Quelle: Europäische Kommission (2022), GreenComp: The European sustainability competence framework (S. 14–15).

In dieser Arbeit wird der GreenComp als zentraler theoretischer Bezugsrahmen herangezogen, da er verschiedene theoretische Perspektiven integriert und eine klare Struktur für die empirische Analyse bereitstellt. Die ausführlichere Darstellung gegenüber den zuvor erwähnten Modellen ist daher folgerichtig, weil GreenComp die Grundlage der späteren Untersuchung bildet.

1.2.3 Vergleich und Einordnung

Die vorgestellten Modelle verdeutlichen, dass Nachhaltigkeitskompetenzen auf unterschiedlichen Ebenen entwickelt und beschrieben werden können, von individuellen Lernprozessen bis hin zu bildungspolitischen Rahmenbedingungen. Während de Haan (2008), die UNESCO (2022), das BNE-Portal (2023) und Wals und Corcoran (2006) verschiedene Schwerpunkte setzen, bündelt der GreenComp diese Perspektiven in einem einheitlichen europäischen Rahmen.

Seine Stärke liegt darin, dass er theoretische Grundlagen mit einer praktisch anwendbaren Struktur verbindet. Dadurch bietet er eine Schnittstelle zwischen Bildungswissenschaft, politischer Steuerung und Unterrichtspraxis. Für die vorliegende Arbeit ist der GreenComp daher besonders geeignet, um

zu untersuchen, wie Nachhaltigkeitskompetenzen im schulischen Kontext konkret gefördert werden können.

Zwischenfazit und Ausblick

Nachhaltigkeitskompetenzen stellen eine zentrale Voraussetzung für die aktive Mitgestaltung nachhaltiger Entwicklungsprozesse dar. Die dargestellten Modelle zeigen, dass nachhaltigkeitsorientiertes Lernen Wissen, Werte und Handeln integriert und sowohl individuelle als auch institutionelle Ebenen umfasst. GreenComp bündelt diese Perspektiven in einem praxisorientierten europäischen Rahmen, der als theoretische Grundlage für die folgende empirische Untersuchung dient.

Im nächsten Schritt werden zentrale didaktische Ansätze zur Förderung nachhaltigkeitsbezogener Kompetenzen im schulischen Kontext sowie die aktuelle Situation von Photovoltaikanlagen allgemein und im Duisburger Stadtgebiet vorgestellt. Daran anschließend beschreibt Kapitel 2 die methodische Anlage der Studie, in der die Kompetenzbereiche des GreenComp als Rahmen für Analyse und Kategorisierung genutzt werden.

1.3 Didaktische Methoden

Didaktische Methoden sind für die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen elementar. Sie strukturieren Unterricht, fördern unterschiedliche Lernformen und unterstützen die Entwicklung von Kompetenzen, die über reines Faktenwissen hinausgehen (Baumgartner, 2014). Methodenwahl und Methodeneinsatz stehen in engem Zusammenhang mit den angestrebten Bildungszielen und ermöglichen es Lehrkräften, Lernprozesse aktiv, handlungsorientiert und differenziert zu gestalten. Methodische Vielfalt gilt dabei als entscheidender Qualitätsfaktor, da sie die individuellen Lernvoraussetzungen berücksichtigt und die Entwicklung selbstständiger Problemlösungsfähigkeit begünstigt (Bönsch, 2002; Baumgartner, 2014).

Im Kontext der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) kommt der methodischen Gestaltung eine besondere Bedeutung zu. Hier geht es nicht allein um die Vermittlung von Wissen über ökologische oder gesellschaftliche Zusammenhänge, sondern vor allem um die Förderung von Gestaltungskompetenz, also der Fähigkeit, Veränderungsprozesse aktiv mitzugestalten (de Haan, 2008). Didaktische Methoden in der BNE sollen Lernende dabei unterstützen, komplexe Probleme zu analysieren, Verantwortung zu übernehmen und nachhaltige Lösungsstrategien zu entwickeln. Dies setzt voraus, dass Unterricht nicht belehrend, sondern aktivierend gestaltet wird (Meyer & Jung-hans, 2021).

Wichtige Grundsätze dieser didaktischen Ausrichtung sind Partizipation, Kooperation und Reflexion. Lernende werden dabei nicht als passive Wissensempfänger verstanden, sondern als aktive Gestalter ihres eigenen Lernprozesses (Unruh & Petersen, 2021). Methoden, die Teilhabe ermöglichen, stärken

Selbstwirksamkeitserfahrungen und tragen dazu bei, demokratische sowie soziale Kompetenzen zu fördern (Beck et al., 2021). In Projekten wie PV2School wird dieser Ansatz konkret umgesetzt, indem Schüler:innen an praxisorientierten Workshops teilnehmen und so ein vertieftes Verständnis für erneuerbare Energien entwickeln (Stadt Duisburg, o. J.-a).

Methodenvielfalt in der BNE umfasst neben kognitiven auch kooperative und kreative Lernformen. Diese sind darauf ausgelegt, Lernende ganzheitlich anzusprechen und nachhaltiges Denken mit Handlungsorientierung zu verbinden. Im Vordergrund steht eine ausgewogene Verbindung von Wissenserwerb, Reflexion und praktischem Handeln (Baumgartner, 2014; Bönsch, 2002).

1.3.1 Teilhabe

Teilhabe ist ein zentrales didaktisches Prinzip, das die aktive Mitgestaltung der Lernenden im Bildungsprozess betont. Teilhabe bedeutet, Verantwortung für Lernprozesse zu übernehmen, Entscheidungen mitzutragen und eigene Perspektiven einzubringen (Meyer & Junghans, 2021). Durch Beteiligung an Entscheidungs- und Reflexionsprozessen erwerben Schüler:innen nicht nur Fachwissen, sondern auch soziale und kommunikative Kompetenzen. Diese Erfahrungen fördern Selbstwirksamkeit und stärken das Bewusstsein für gesellschaftliche Verantwortung (Unruh & Petersen, 2021; Beck et al., 2021).

Im Kontext von Nachhaltigkeitsbildung erhält Teilhabe eine doppelte Funktion. Einerseits als pädagogisches Prinzip, das demokratisches Lernen ermöglicht, andererseits als Lernziel, das auf gesellschaftliche Mitgestaltung abzielt. Projekte wie PV2School verdeutlichen, wie Partizipation praktisch umgesetzt werden kann. Lernende werden in Workshops aktiv eingebunden, in denen sie die Funktionsweise von Photovoltaik praktisch nachvollziehen, Energieverbrauch und Klimaschutzthemen verstehen und die Erträge kleiner Solaranlagen auswerten (Stadt Duisburg, o. J.-a.; Rundschau Duisburg, 2024). Didaktisch wird Teilhabe durch Methoden unterstützt, die offene Kommunikation und Kooperation fördern. Gruppendiskussionen, Planspiele oder projektorientiertes Arbeiten schaffen Gelegenheiten, eigene Ideen einzubringen und gemeinschaftliche Lösungen zu entwickeln (Grieser-Kindel, Henseler & Möller, 2006). Besonders effektiv sind Verfahren, die auf „Lernen durch Lehren“ (LdL) beruhen, bei denen Lernende Inhalte selbstständig aufbereiten und an Mitschüler:innen weitergeben. Dadurch vertiefen sie ihr Wissen und entwickeln gleichzeitig Verantwortungsbewusstsein und soziale Kompetenzen (Kolbe & Martin, 2024).

Damit Teilhabe nicht nur formell, sondern auch inhaltlich wirksam wird, ist die Reflexion der Ergebnisse entscheidend. Präsentationen, Portfolios oder Ausstellungen bieten Möglichkeiten, Lernergebnisse sichtbar zu machen und gemeinsam zu bewerten (Thömmes, 2006). Solche Formen

der Ergebnissicherung tragen zur Transparenz des Lernprozesses bei und machen den Beitrag der Lernenden zu nachhaltigen Projekten konkret erfahrbar.

Ein zusätzlicher, besonders wirkungsvoller Baustein ist das Konzept der interaktiven Präsentation mit Alltagsbeispielen. Dieser Ansatz verbindet eine klar strukturierte, visuell gestützte Präsentation mit lebensweltnahen Beispielen und gezielten interaktiven Elementen wie Rückfragen, kurzen Diskussionsimpulsen oder Feedbackrunden. Durch die didaktische Reduktion wird das Wesentliche herausgefiltert und für die Zielgruppe zugänglich gemacht, ohne inhaltliche Essenz zu verlieren (Wüest, 2015). Die Interaktion mit den Lernenden greift konstruktivistische Prinzipien auf, nach denen Lernen nicht als reiner Konsum von Inhalten, sondern als aktive, sozial vermittelte Wissenskonstruktion verstanden wird (Reich, 2008; Terhart, 1999). Gleichzeitig befördert die Alltagsnähe den Transfer in die Erfahrungswelt der Lernenden und trägt zur Motivation und Relevanz des Gelernten bei, eine Verbindung, die besonders in der Bildung für nachhaltige Entwicklung bedeutsam ist (Meyer & Junghans, 2021). Dieser integrative Ansatz schafft ein Lernsetting, das Motivation, Verständnis und Selbstwirksamkeitserfahrungen gleichermaßen unterstützt.

1.3.2 Weitere didaktische Methoden

Über die Teilhabe hinaus spielt die Vielfalt didaktischer Methoden eine zentrale Rolle bei der Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen. Baumgartner (2014) betont, dass methodische Variation notwendig ist, um Lernprozesse differenziert und motivierend zu gestalten. Eine gelungene Unterrichtsstruktur integriert verschiedene Phasen wie motivierende Einstiege, produktive Arbeitsphasen und ergebnisorientierte Abschlüsse, wie sie Thömmes (2005, 2007) beschreibt. Diese Phasen ermöglichen es, Lernprozesse schrittweise aufzubauen und zielgerichtet zu reflektieren.

Kooperative Lernformen wie Gruppenarbeit, Stationenlernen oder Expert:innenrunden fördern den Austausch unterschiedlicher Perspektiven und stärken soziale Kompetenzen (Grieser-Kindel et al., 2009). Solche Methoden sind besonders für BNE geeignet, da sie Lernende befähigen, komplexe Nachhaltigkeitsthemen gemeinsam zu analysieren und Lösungen zu entwickeln. Ergänzend betont Dierenbach (2004), dass Moderations- und Präsentationsmethoden dazu beitragen, Lernprozesse sichtbar zu machen und Verantwortung für gemeinschaftliches Arbeiten zu übernehmen.

Darüber hinaus tragen kreative Methoden zur Förderung von Motivation und Eigeninitiative bei. Bönsch (2002) und Peterßen (2009) verstehen Methodenvielfalt als Voraussetzung für individuelle Lernentwicklung. Durch kreative Zugänge wie Rollenspiele, Simulationen oder experimentelle Lernformen können Lernende emotionale und praktische Bezüge zu den Inhalten herstellen. Auch praxisorientierte Aufgaben, wie sie im Rahmen von Projekten zu erneuerbaren Energien eingesetzt werden, ermöglichen den Transfer von theoretischem Wissen in reale Handlungskontexte.

Reflexion ist ein zentrales Element nachhaltigen Lernens. Thömmes (2006) hebt hervor, dass produktive Abschlussmethoden nicht nur der Ergebnissicherung dienen, sondern Lernenden ermöglichen, den eigenen Lernprozess kritisch zu bewerten. Auf diese Weise tragen sie dazu bei, Verantwortungsbewusstsein, Urteilsfähigkeit und langfristige Handlungsbereitschaft im Sinne nachhaltiger Entwicklung zu stärken.

1.4 Rolle von Photovoltaikanlagen bei der Energiewende

Photovoltaikanlagen (PV) nehmen in der Energiewende eine zentrale Stellung ein. Sie gelten als Schlüsseltechnologie, um die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu verringern und die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen (BMWK, 2023). Laut der Photovoltaik-Strategie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz soll die installierte Leistung bis 2030 auf rund 215 Gigawatt (GWp) und bis 2040 auf über 400 GWp steigen. Damit übernimmt die Photovoltaik eine tragende Funktion beim Aufbau einer klimaneutralen Energieversorgung.

Aktuelle Analysen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme zeigen, dass sich die Technologie in Deutschland dynamisch entwickelt hat (Wirth, 2025). Im Jahr 2024 waren über 4 Millionen Anlagen mit einer Gesamtleistung von mehr als 90 GWp installiert. An sonnigen Tagen deckt Solarstrom mittlerweile einen bedeutenden Anteil des Stromverbrauchs. Die Stromgestehungskosten sind deutlich gesunken. Je nach Anlagengröße liegen sie zwischen 4 und 10 Cent pro Kilowattstunde, womit Photovoltaik zu den kostengünstigsten Formen der Energieerzeugung zählt (Wirth, 2025).

Neben ihrer ökologischen Bedeutung trägt Photovoltaik auch zur nachhaltigen Stadtentwicklung bei. Sie ermöglicht eine dezentrale Energieversorgung, reduziert Netzverluste und stärkt lokale Wirtschaftskreisläufe. In Verbindung mit Elektromobilität oder Wärmepumpen unterstützt sie die sektorübergreifende Dekarbonisierung (BMWK, 2024). Auf kommunaler Ebene schafft sie neue Möglichkeiten für Bürgerbeteiligung und Bildungsarbeit im Sinne nachhaltiger Entwicklung (BMUV, 2023). Besonders der Ausbau auf öffentlichen Gebäuden ist dabei zentral, da diese in der Regel über geeignete Dachflächen verfügen und eine gesellschaftliche Vorbildfunktion erfüllen.

1.4.1 Photovoltaikanlagen an öffentlichen Gebäuden

Öffentliche Gebäude verfügen in vielen Kommunen über große, bislang ungenutzte Dachflächen und eignen sich daher in besonderem Maße für den Einsatz von Photovoltaikanlagen. Neben der technischen Eignung erfüllen sie eine wichtige Vorbildfunktion, da sie kommunalen Klimaschutz sichtbar machen und zeigen, wie Energieeffizienz und Nachhaltigkeit praktisch umgesetzt werden können (Deutsches Institut für Urbanistik, 2017; Klimaschutz Niedersachsen, o. J.).

Nach Angaben des BMWK (2024) sind öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Rathäuser und Sporthallen bislang unterdurchschnittlich mit Photovoltaikanlagen ausgestattet. Das vorhandene Potenzial ist somit noch nicht ausgeschöpft. Zahlreiche Städte und Gemeinden reagieren mit gezielten Ausbauprogrammen. Die Nationale Klimaschutzinitiative (BMUV, 2023) fördert im Rahmen des Projekts „EE sichtbar machen“ kommunale Maßnahmen, die erneuerbare Energien, insbesondere Photovoltaik, für Bürger:innen sichtbar machen. Dabei stehen Bildungsprozesse, Öffentlichkeitsarbeit und die Einbindung von Schulen im Vordergrund, um Akzeptanz und Wissen über die Energiewende zu stärken (BMUV, 2023).

Das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und das Deutsche Institut für Urbanistik (Difu) (2023) betonen die Schlüsselrolle der Kommunen beim Ausbau erneuerbarer Energien. Durch Informationskampagnen und pädagogische Projekte leisten sie einen Beitrag zur Bewusstseinsbildung und machen öffentliche Gebäude zu Lern- und Demonstrationsorten für Energieeffizienz. Ein Beispiel hierfür ist das Projekt PV2School der Stadt Duisburg, in dessen Rahmen Schulen ihre Dachflächen für PV-Anlagen nutzen.

Innovative Ansätze wie gebäudeintegrierte Photovoltaik (BIPV) oder kombinierte Gründach-Solarsysteme erweitern die Nutzungsmöglichkeiten. Sie verbinden Energiegewinnung mit ökologischen Vorteilen wie Wärmedämmung und Biodiversitätsförderung (Wirth, 2025). Damit trägt der Ausbau auf öffentlichen Gebäuden nicht nur zur CO₂-Reduktion, sondern auch zur ökologischen Aufwertung und Verbesserung des Stadtklimas bei.

1.4.2 Photovoltaik in und um Duisburg

Die Stadt Duisburg hat in den vergangenen Jahren verschiedene Projekte initiiert, um den Ausbau von Solaranlagen voranzutreiben und ihre Klimaziele zu unterstützen. Hier leistet Photovoltaik auch auf lokaler Ebene einen wichtigen Beitrag zur Energiewende.

Ein zentrales Instrument ist der Solaratlas 2025 der Stadtwerke Duisburg. Dieses digitale Werkzeug bewertet sämtliche Dachflächen im Stadtgebiet hinsichtlich ihrer Eignung für PV-Anlagen und bietet Bürger:innen sowie Unternehmen eine fundierte Einschätzung über das wirtschaftliche und ökologische Potenzial (Stadtwerke Duisburg, 2025). Der Solaratlas schafft Transparenz, sensibilisiert für die Nutzung erneuerbarer Energien und fördert die Beteiligung privater Akteur:innen am Ausbau.

Darüber hinaus ist Duisburg Teil der regionalen Initiative Solarmetropole Ruhr, einem Verbund von 29 Kommunen, die gemeinsam Informationskampagnen, Beratungsangebote und Fördermaßnahmen zur Nutzung von Solarenergie umsetzen (Stadt Duisburg, 2025b). Ziel ist es, Hemmnisse für den Ausbau abzubauen und private sowie gewerbliche Akteur:innen zu Investitionen in Photovoltaik zu motivieren. Ein Beispiel für erfolgreiche Umsetzung im industriellen Bereich ist das Projekt Solarport

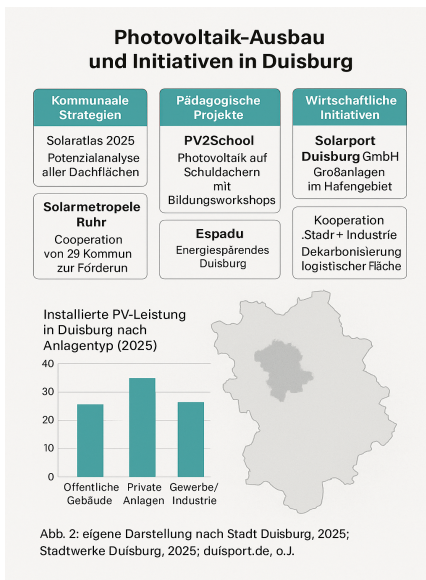


Abbildung 2

Photovoltaik-Initiativen und Projekte im Stadtgebiet Duisburg.

Quelle: Eigene Darstellung nach Stadt Duisburg (2025b) und Stadtwerke Duisburg (2025).

Duisburg GmbH, ein Joint Venture zwischen den Stadtwerken Duisburg und der Duisburger Hafen AG. Auf der Mercatorinsel und in Rheinhausen entstanden zwei Großanlagen mit einer Gesamtleistung von über 2,6 MW, die Strom für den Eigenverbrauch im Hafengebiet erzeugen (duisport.de, o. J.). Damit wird ein Beitrag zur Dekarbonisierung von Wirtschaftsstandorten mit hohem Energiebedarf geleistet und das Potenzial von Industrieflächen für die Energiewende verdeutlicht.

Diese Beispiele (s. Abbildung 2) zeigen, dass Duisburg bei der Energiewende bereits aktiv ist. Durch die Kombination aus kommunaler Steuerung, Wirtschaftsbeteiligung und Bürgerinformation wird Solarenergie systematisch in die Stadtentwicklung integriert. Projekte wie PV2School verbinden dabei technologische Innovation mit pädagogischer Bildung und tragen dazu bei, nachhaltige Kompetenzen in der Bevölkerung zu stärken.

1.4.3 Kritik an Photovoltaikanlagen

Der Ausbau von Photovoltaik ist trotz der zahlreichen Vorteile mit Herausforderungen verbunden. Eine zentrale technische Schwierigkeit liegt in der Volatilität der Stromerzeugung. Die Produktion variiert witterungsabhängig und erfordert den parallelen Ausbau von Speichersystemen und intelligenten Netzinfrastrukturen (Wirth, 2025). Ohne ausreichende Speicherlösungen kann es zu Netzschwankungen und regionalen Engpässen kommen.

Darüber hinaus werden ökologische Aspekte zunehmend diskutiert. Während der Betrieb von PV-Anlagen emissionsfrei ist, entstehen bei Herstellung, Transport und Entsorgung Umweltbelastungen. Zudem können Freiflächenanlagen in Konflikt mit dem Natur- und Landschaftsschutz geraten, insbesondere wenn sie auf ökologisch wertvollen Flächen errichtet werden (BfN, o. J.). Das Bundesamt für Naturschutz verweist darauf, dass innovative Konzepte wie Floating-PV oder Agri-PV diese Konflikte entschärfen können, indem sie Mehrfachnutzungen ermöglichen.

Ein weiterer Diskussionspunkt betrifft die soziale Dimension des Ausbaus. Laut Medienberichten profitieren bislang vor allem Eigentümer:innen von Einfamilienhäusern von Förderprogrammen, während Mieter:innen und einkommensschwächere Haushalte seltener Zugang zu PV-Anlagen haben (ZDF, 2023). Programme wie die Solarmetropole Ruhr versuchen, dem entgegenzuwirken, indem sie gemeinschaftliche Mieterstrommodelle und niedrigschwellige Beteiligungsformen fördern (Stadt Duisburg, 2025a).

Die globale Lieferkettenabhängigkeit wird ebenfalls kritisch bewertet. Ein Großteil der Solarmodule wird in asiatischen Ländern produziert, wodurch geopolitische Risiken entstehen (Tagesschau, 2023). Diese Abhängigkeit kann zu Lieferengpässen und Preissteigerungen führen und damit den Fortschritt der europäischen Energiewende bremsen. Vor diesem Hintergrund fordern Politik und Forschung den Ausbau regionaler Produktionskapazitäten, um die Resilienz der Photovoltaikbranche zu erhöhen (BMWK, 2023).

Trotz dieser Herausforderungen überwiegen die Vorteile. Photovoltaik ist eine ausgereifte, kosteneffiziente und umweltfreundliche Technologie. Durch technologische Innovationen, kommunale Kooperationen und Bildungsinitiativen wie PV2School kann sie einen entscheidenden Beitrag zu einer klimaneutralen Energiezukunft leisten.

2 Projekt PV2School

2.1 Hintergrund und Kontext

Das Projekt PV2School wurde auf Initiative des heutigen Projektleiters entwickelt und später von der Stadt Duisburg übernommen. Laut seiner Aussage war es „meine Bewerbungsmappe für die Stadt Duisburg“, mit dem Ziel, „*ein schnell umzusetzendes Projekt für den Klimaschutz*“ zu realisieren (Interview Projektleiter, 02.09.2025). Die Projektziele decken sich mit dem Klimaschutzkonzept der Stadt Duisburg, das eine Reduktion der CO₂-Emissionen und den Ausbau erneuerbarer Energien vorsieht (Stadt Duisburg, 2023). Der Solaratlas 2025 der Stadtwerke Duisburg zeigt, dass das Solarpotenzial im Stadtgebiet bisher nur teilweise genutzt wird. Vor allem Schuldächer bieten geeignete Flächen, um Solarstrom zu erzeugen und zugleich Umweltbildung praktisch gestalten zu können (Stadtwerke Duisburg, 2025).

Gleichzeitig ist die Umsetzung mit administrativen Hürden verbunden. „*Es wird gut angenommen, allerdings hat es auch Widerstände, die halt regulatorischer Art sind, zum größten Teil in der Verwaltung der Stadt*“ (Interview Projektleiter, 02.09.2025). Solche Herausforderungen sind typisch für kommunale Klimaprojekte, bei denen technische Machbarkeit und verwaltungsrechtliche Prozesse oft in Spannung stehen. Im Projektverlauf verlagerte sich der Fokus „*mehr in Richtung didaktische Sinnhaftigkeit für die Kinder*“, da deutlich wurde, wie stark Schüler:innen auf praktisches Lernen reagieren (Interview Projektleiter, 02.09.2025). PV2School entwickelte sich somit von einer technischen Maßnahme zu einem Bildungsprojekt mit sozialpädagogischer Wirkung. Das Projekt verdeutlicht, wie durch persönliche Initiative, institutionelle Kooperation und schulische Beteiligung die Energiewende auf kommunaler Ebene erlebbar wird (Stadt Duisburg, 2023; Rundschau Duisburg, 2024).

2.2 Ziele des Projekts

PV2School verfolgt ein mehrschichtiges Zielsystem, das technische, pädagogische und kommunikativ-gesellschaftliche Aspekte verbindet. Lokal soll Solarstrom erzeugt und zugleich ein didaktischer Zugang zu erneuerbaren Energien geschaffen werden (Stadt Duisburg, o. J.-a). Ein wichtiger Aspekt ist die Installation von Photovoltaikanlagen auf ausgewählten Schulgebäuden, um emissionsarmen Strom direkt am Ort des Verbrauchs bereitzustellen (Stadt Duisburg, o. J.-a). In der ersten Umsetzungsphase wurden zehn Schulen einbezogen (Rundschau Duisburg, 2024). Viele kleine, direkt verbrauchende Anlagen vermeiden Netzüberlastungen und Speicherbedarf und bilden ein einfaches und nachhaltiges Konzept lokaler Eigenversorgung (Stadt Duisburg, o. J.-a).



Zugleich sollen Lerngelegenheiten entstehen, in denen Schüler:innen die Funktionsweise und den Nutzen von Photovoltaik nachvollziehen und Klimaschutzbewusstsein entwickeln können. Darüber hinaus stärkt PV2School die öffentliche Wahrnehmung von Klimaschutz und fördert die Akzeptanz erneuerbarer Energien. Sichtbare Anlagen auf Schuldächern, Projektberichte im Blog und lokale Medienbeiträge machen die Maßnahmen transparent und zeigen Schulen als Vorbilder kommunaler Nachhaltigkeit (Stadt Duisburg, o. J.-b; Rundschau Duisburg, 2024; IÖW & Difu, 2023).

Abbildung 3

Zeitstrahl des Projekts PV2School.

Quelle: Stadt Duisburg (o. J.-a), PV2School – Energie direkt vor Ort nutzen. Abgerufen am 9. Oktober 2025 von <https://www.duisburg.de/microsites/klimaschutz/aktuelleprojekte/pv2school.php>

2.3 Umsetzung des Projekts

Die Installation der Photovoltaikanlagen erfolgt auf ausgewählten Schuldächern im Duisburger Stadtgebiet. Es handelt sich um kostengünstige, dezentrale und wartungsarme Systeme, die aufgrund ihres geringen Gewichts keine aufwendige statische Prüfung erfordern und mit geringem Montageaufwand installiert werden können (Stadt Duisburg, o. J.-a). Der erzeugte Strom wird direkt in den Schulbetrieb eingespeist. Nach Angaben der Stadt Duisburg können in den kommenden 20 Jahren rund 2.330 Tonnen CO₂ eingespart und etwa 4.160 MWh Strom erzeugt werden, was rund 1,3 Millionen Euro Energiekosten spart (Stadt Duisburg, o. J.-a). Die Auswahl der Schulen erfolgt in Abstimmung zwischen der Stadt und den Bildungseinrichtungen. Die Finanzierung erfolgt aus kommunalen Haushaltsmitteln und umfasst sowohl Technik als auch Bildungsmaßnahmen. Das Gesamtbudget beträgt rund 220.000 Euro.

Der Projektverlauf folgt einem klar strukturierten Zeitplan (siehe Abbildung 3). Nach der Konzeptphase im Frühjahr 2024 und ersten Workshops mit Schüler:innen im Juni 2024 erfolgten im Herbst 2024 die Auftaktveranstaltung mit Politik und Presse sowie die Installation der ersten Anlage. Anfang 2025 war der Einkauf weiterer PV-Anlagen geplant, begleitet von einem Erfahrungsaustausch mit

Partnerkommunen wie Gelsenkirchen. Bis Ende 2025 sollten in Kooperation mit den Wirtschaftsbetrieben Duisburg etwa 130 Schulen mit PV2School-Anlagen ausgestattet werden (Stadt Duisburg, o. J.-a). Dieses Ziel wurde nicht erreicht.

Der PV2School-Blog dient als Kommunikationsplattform. Hier werden Projektfortschritte dokumentiert, Veranstaltungen angekündigt und Erfahrungen aus Schulen veröffentlicht (Stadt Duisburg, o. J.-b). Ergänzt wird dies durch lokale Medienberichte, die das Projekt als Beispiel kommunaler Energiewende präsentieren (Rundschau Duisburg, 2024). Damit wird Transparenz geschaffen und zugleich die gesellschaftliche Akzeptanz erneuerbarer Energien gestärkt (IÖW & Difu, 2023). Insgesamt zeigt sich PV2School als integriertes Bildungs- und Infrastrukturprojekt, das technische Innovation, partizipatives Lernen und kommunale Öffentlichkeitsarbeit miteinander verbindet. Die Verbindung von konkreter Energieproduktion und pädagogischer Vermittlung verleiht dem Projekt Modellcharakter für kommunale Klimabildungsinitiativen.

2.4 Teilhabe und Vermittlung

Ein zentrales Merkmal von PV2School ist die konsequente Ausrichtung auf Teilhabe und erfahrungsorientierte Vermittlung. Ziel ist es, Klimaschutz als aktives Lernfeld erfahrbar zu machen und nicht lediglich als technische Maßnahme zu präsentieren (Stadt Duisburg, o. J.-a). Damit folgt das Projekt den Grundprinzipien der Bildung für nachhaltige Entwicklung, die Beteiligung, Reflexion und Handlungsorientierung betonen (Beck et al., 2021).

Die Workshops bieten den Jugendlichen vielfältige Möglichkeiten, selbst aktiv zu werden. Zu Beginn führt der Projektleiter mit einer interaktiven, visuell unterstützten Präsentation in das Thema ein. Bilder, Grafiken und alltagsnahe Beispiele zur Solarenergie erleichtern den Zugang und fördern das Verständnis. Durch Fragen und Rückmeldungen bindet er die Schüler:innen unmittelbar mit ein, wodurch Interesse und Beteiligung gezielt gestärkt werden können (eigene Beobachtung, 08.10.2025).

Darauf folgt eine praktische Arbeitsphase, in der die Lernenden in Gruppen eine Mini-Solaranlage aufbauen, Komponenten anschließen und eigenständig die Stromerzeugung messen. Sie erleben, wie Sonnenenergie in elektrische Energie umgewandelt wird und setzen die Ergebnisse in Beziehung zu alltäglichen Verbrauchsgeräten. Dieses „Learning by Doing“ unterstützt erfahrungsbasiertes Lernen und nachhaltiges Wissenserleben (Reich, 2008). Zugleich eröffnen sich interdisziplinäre Bezüge zu Fächern wie Physik, Geografie oder Sozialwissenschaften.

Die aktive Einbindung der Jugendlichen wirkt sich unmittelbar auf ihre Motivation aus. Der Projektleiter betont: *„Die Schülerinnen und Schüler sind super aufmerksam und motiviert, sie finden es toll,*

etwas Konkretes umzusetzen, das mit ihrer eigenen Lebenswelt zu tun hat“ (Interview Projektleiter, 02.09.2025). Durch die Verknüpfung von theoretischem Wissen und praktischer Erfahrung können die Lernenden zentrale Nachhaltigkeitskompetenzen wie Problemlösungsfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein und Zukunftsorientierung entwickeln (de Haan, 2008; Europäische Kommission, 2022). Zu Beginn begegnen dem Projektleiter gelegentlich Vorurteile, die meist aus Erzählungen der Erwachsenenwelt stammen. Diese würden jedoch *„immer recht schnell behoben*“ (Interview Projektleiter, 02.09.2025). Im Verlauf der Workshops wandelt sich die Haltung der Jugendlichen spürbar: Sie akzeptieren zunehmend, *„dass man ja nicht mit einer Technik alles erschlagen muss, [...] sondern dass man auch in kleinen Teilen arbeiten kann*“ (Interview Projektleiter, 02.09.2025).

3 Methodik

Dieses Kapitel beschreibt das methodische Vorgehen der empirischen Untersuchung. Aufbauend auf den theoretischen Grundlagen und Kompetenzmodellen des Kapitels 1 verbindet es Theorie und Praxis. Ziel ist es, das Forschungsdesign nachvollziehbar darzulegen und damit die wissenschaftliche Qualität der Ergebnisse sicherzustellen.

3.1 Rechtfertigung der Forschungsrichtung

Für die Beantwortung der Forschungsfrage, wie durch Teilhabeprozesse im Rahmen des Projekts PV2School die Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen junger Menschen unterstützt werden kann, wurde ein qualitativer Forschungsansatz gewählt. Dieser Ansatz ermöglicht es, subjektive Wahrnehmungen, Erfahrungen und Deutungen der beteiligten Akteurinnen und Akteure zu erfassen und ein tieferes Verständnis der zugrunde liegenden Prozesse zu gewinnen.

Die qualitative Methodik ist besonders geeignet, wenn komplexe soziale Phänomene untersucht werden, die noch nicht hinreichend erforscht sind und ein kontextsensitives Vorgehen erfordern (Rutberg & Bouikidis, 2018). Sie zielt darauf, die Bedeutung zu verstehen, die Individuen oder Gruppen bestimmten Erfahrungen und Handlungen beimessen, statt statistische Zusammenhänge zu analysieren (Creswell & Poth, 2018). Im vorliegenden Fall steht nicht die Messung von Kompetenzzuwächsen im Vordergrund, sondern das Verständnis von Bildungs- und Teilhabeprozessen aus Sicht der Beteiligten. Der qualitative Zugang erlaubt es, individuelle Perspektiven von Schüler:innen, Lehrkräften und Projektleitung im jeweiligen Kontext zu erfassen und die Bedeutung offenzulegen, die sie der Nachhaltigkeitsbildung im Projekt PV2School beimessen.

Die Entscheidung für diese Forschungsrichtung ist durch die theoretische Grundlage der Arbeit begründet: Der im Kapitel 1.2 dargestellte GreenComp bildet den Bezugsrahmen der Untersuchung. Seine vier Kompetenzbereiche: Verankerung von Nachhaltigkeitswerten, Berücksichtigung von Komplexität, Entwicklung von Zukunftsvisionen und Handeln für Nachhaltigkeit strukturieren die Analyse und liefern ein normatives Raster, um Teilhabeprozesse im Sinne nachhaltiger Bildung einzuordnen (Europäische Kommission, 2022).

Als Erhebungsmethode wurde das leitfadengestützte Interview gewählt, da es eine thematische Vergleichbarkeit zwischen den Gesprächen ermöglicht und zugleich Raum für individuelle Antworten und Vertiefungen lässt (Draper & Swift, 2011). Die Interviews wurden mit drei relevanten Akteursgruppen geführt:

- zwei Schüler:innen der 10. Jahrgangsstufe einer beteiligten Schule
- Zwei Lehrkräfte aus zwei unterschiedlichen Schulen
- dem Projektleiter des Programms PV2School.

Durch diese Auswahl wird eine differenzierte Betrachtung der Wahrnehmung von Nachhaltigkeitskompetenzen und Teilhabe ermöglicht. Während die Schüler:innen die Ebene der Lernenden repräsentieren, liefern die Lehrkräfte eine pädagogische Einordnung, und der Projektleiter bietet eine institutionelle Perspektive. So konnten Einblicke in verschiedene Handlungsebenen des Projekts gewonnen werden, von der Planung über die pädagogische Umsetzung bis hin zur individuellen Erfahrung der Teilnehmenden. Diese Vielschichtigkeit ist wesentlich, um die theoretischen Annahmen des GreenComp empirisch zu spiegeln und deren Relevanz im schulischen Kontext zu überprüfen.

Nach der ersten Durchsicht der Interviews wurde festgestellt, dass die erhobenen Daten die relevanten Themenbereiche ausreichend abdecken. Damit war die inhaltliche Sättigung für das Erkenntnisinteresse dieser Arbeit erreicht.

3.2 Wahl und Entwicklung des Erhebungsinstruments

Das leitfadengestützte Interview wurde als primäres Erhebungsinstrument gewählt. Diese Methode ermöglicht einen direkten Zugang zu subjektiven Sichtweisen und Bedeutungszuschreibungen der Befragten (Draper & Swift, 2011). Durch ihren teilstrukturierten Charakter kombiniert sie thematische Strukturierung mit Offenheit für individuelle Erzählungen und situative Vertiefungen.

Für diese Untersuchung wurde der Interviewleitfaden deduktiv entwickelt. Seine Struktur und Fragestellung leiten sich unmittelbar aus dem theoretischen Bezugsrahmen ab, insbesondere aus dem im Kapitel 1.2 dargestellten Kompetenzmodell GreenComp (Europäische Kommission, 2022). Die vier Kompetenzbereiche dienten als übergeordnete thematische Leitlinien für die Gestaltung der Fragen. Damit wurde eine enge Verknüpfung von Theorie und Empirie sichergestellt.

Der Leitfaden gliederte sich in vier Kernbereiche, die den genannten Kompetenzdimensionen entsprachen. Jede Dimension wurde durch zwei bis drei offene Leitfragen abgebildet, ergänzt durch mögliche Nachfragen zur Vertiefung (Probing). Diese Struktur erlaubte es, zentrale Vergleichsaspekte systematisch zu erfassen, ohne die Gesprächsdynamik einzuschränken.

Die Interviews wurden am 1. Oktober 2025 mit zwei Schüler:innen und einer Lehrkraft der zehnten Jahrgangsstufe eines Gymnasiums in Duisburg durchgeführt, sowie ein weiteres am 30. Oktober 2025 mit einer Lehrkraft eines anderen Gymnasiums. Beide Schulen hatten bereits das Projekt abgeschlossen und somit konnte auf Erfahrungswerte zurückgegriffen werden. Die Gespräche fanden im Klassenraum statt, jeweils im Beisein der Lehrkraft. Das Interview mit der Lehrkraft des anderen Gymnasiums fand ebenfalls in einem Klassenraum statt. Das Interview mit dem Projektleiter des PV2School-Programms erfolgte am 2. September 2025 in dessen Büro. Die Auswahl der drei Akteursgruppen folgt der Zielsetzung, unterschiedliche Perspektiven auf dieselben Prozesse sichtbar zu machen und den mehrdimensionalen Charakter schulischer Nachhaltigkeitsbildung abzubilden.

Der Zugang zu den Interviewpartner:innen erfolgte über die Projektleitung, die den Kontakt zur Schule und den Teilnehmenden vermittelte. Die Stichprobe setzte sich aus freiwilligen Teilnehmenden zusammen. Es handelt sich daher nicht um eine Zufallsstichprobe (Random Sampling), sondern um eine willkürliche Stichprobe auf Basis von Selbstselektion. In diesem Fall entscheiden sich Personen selbst zur Teilnahme, wodurch keine definierte Grundgesamtheit abgebildet wird. Solche Stichproben erlauben keinen statistisch generalisierbaren Inferenzschluss, da die Auswahl nicht regelgeleitet nach Zufallsprinzipien erfolgt. In der empirischen Methodik gilt, dass quantitativen Aussagen auf Grundlage willkürlicher oder selbstselektiver Stichproben keine wissenschaftliche Aussagekraft zukommt (vgl. Ludwig-Mayerhofer, Empirische Methoden I, 11. Sitzung, Folie 12).

Die Gespräche wurden in deutscher Sprache geführt, mit Einverständnis der Befragten aufgezeichnet und anschließend vollständig transkribiert. Zur Transkription wurde das Tool Turboscribe genutzt. Das Material wurde anschließend manuell überprüft und sprachlich geglättet, wobei der inhaltliche Sinn der Aussagen vollständig erhalten blieb. Die vollständigen Interviews finden sich im Anhang.

Reflexive Verortung der forschenden Person

Die Rolle des Forschenden in qualitativen Untersuchungen erfordert ein reflektiertes Bewusstsein für die eigene Position und mögliche Einflussfaktoren auf den Forschungsprozess. In diesem Fall bestand bereits vor Beginn der Datenerhebung ein beruflicher Kontakt zur Stabsstelle für Klimaschutz der Stadt Duisburg, über die das Projekt PV2School bekannt wurde. Diese Vorprägung ermöglichte einen erleichterten Zugang zum Feld und förderte das Vertrauen der Beteiligten, birgt jedoch auch das Risiko impliziter Erwartungen an die Wirksamkeit des Projekts. Um möglichen Verzerrungen vorzubeugen, wurde während der gesamten Erhebung auf eine offene, nicht wertende Gesprächsführung geachtet.

Darüber hinaus nahm der Forschende am 8. Oktober 2025 an einem Workshop des PV2School-Projekts an der Gustav-Heinemann-Realschule in Duisburg teil. Diese teilnehmende Beobachtung diente nicht der Datenerhebung im engeren Sinne, sondern dem besseren Verständnis der organisatorischen Abläufe und des pädagogischen Rahmens des Projekts (vgl. Anhang 1). Die Eindrücke aus dieser Teilnahme flossen in die Interpretation der Interviews ein und unterstützten die kontextuelle Einordnung der Aussagen. Im Anhang findet sich ein Forschungsprotokoll des Besuchs.

3.3 Qualitative Inhaltsanalyse

Zur systematischen Auswertung der erhobenen Interviews wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015; 2019) angewendet. Diese Methode ermöglicht eine theoriegeleitete, aber zugleich offen interpretierende Analyse von Interviewtexten. Ziel war es, die zentralen Aussagen und Bedeutungen im Material herauszuarbeiten und im Hinblick auf die Forschungsfrage zu strukturieren. Die qualitative Inhaltsanalyse folgt einem regelgeleiteten und nachvollziehbaren Vorgehen, wodurch sie den Gütekriterien der Transparenz und Nachvollziehbarkeit entspricht (Mayring, 2015, S. 13).

Ein Vorteil dieser Methode liegt darin, dass sie es erlaubt, sowohl offensichtliche Inhalte als auch implizite Bedeutungen im Datenmaterial zu erfassen. Durch klar definierte Analyseschritte wird zu-

gleich eine systematische und vergleichbare Vorgehensweise sichergestellt. Mayring (2015) beschreibt die qualitative Inhaltsanalyse als eine „qualitativ orientierte, kategorienbasierte Inhaltsanalyse“, die sowohl deduktive als auch induktive Elemente kombiniert. Das bedeutet, dass einerseits theoretische Konzepte in dieser Arbeit der European Sustainability Competence Framework (GreenComp) als Strukturrahmen dienen, andererseits aber auch neue, aus dem Material selbst entstehende Aspekte berücksichtigt werden.

Das Vorgehen orientierte sich an der zusammenfassenden Inhaltsanalyse, einem der drei Grundverfahren nach Mayring (2015, S. 67–86).

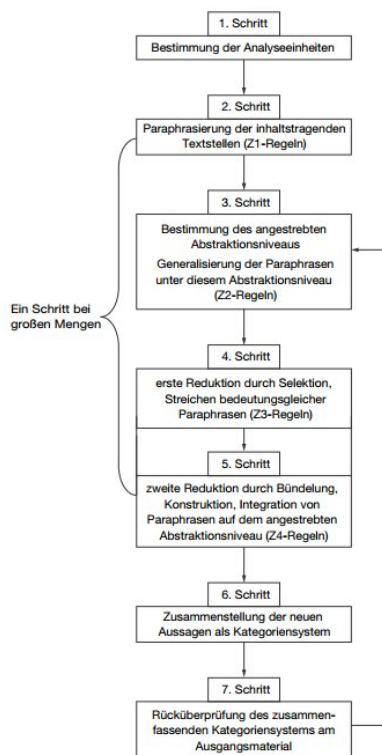


Abbildung 4: Ablaufmodell der zusammenfassenden Inhaltsanalyse (Mayring 2015, S. 70)

Die Vorgehensweise hat zum Ziel, das Material schrittweise auf seine wesentlichen Inhalte zu reduzieren und daraus ein übersichtliches, aussagekräftiges Kategoriensystem zu entwickeln. Als theoretische Grundlage dienen die vier Hauptdimensionen des GreenComp:

1. Verankerung von Nachhaltigkeitswerten
2. Berücksichtigung von Komplexität
3. Entwicklung von Zukunftsvisionen
4. Handeln für Nachhaltigkeit.

Kodierprozess

Nach der Transkription der Interviews wurden die Daten manuell ausgewertet. Auf eine spezielle Software wurde, aufgrund der geringen Datenmenge und um eine enge Auseinandersetzung mit dem Textmaterial zu ermöglichen, verzichtet. Für die Analyse wurde eine tabellarische Codiervorlage erstellt, in der alle relevanten Textstellen paraphrasiert und den jeweiligen Kategorien zugeordnet wurden. Die Struktur und Definition der verwendeten Haupt- und Subkategorien sind im Anhang 2 (Kategoriensystem der qualitativen Inhaltsanalyse) dargestellt. Dieser Anhang enthält die vollständige Übersicht über alle verwendeten Codes, ihre Arbeitsdefinitionen, Zuweisungsregeln sowie jeweils zwei beispielhafte Zitate aus den Interviews, die unterschiedliche Perspektiven (Lehrkräfte, Schüler:innen, Projektleitung) repräsentieren.

Im ersten Schritt wurden alle Transkripte vollständig gelesen, um ein Gefühl für wiederkehrende Themen, Begriffe und Muster zu bekommen. Anschließend wurden relevante Textstellen paraphrasiert, also sinngemäß zusammengefasst und sprachlich vereinfacht. Mithilfe der in Anhang 1 aufgeführten Z1- bis Z3-Regeln nach Mayring (2015, S. 71) wurden die Paraphrasen anschließend generalisiert und reduziert, um die inhaltliche Essenz der Aussagen herauszuarbeiten und Wiederholungen zu vermeiden.

Die Paraphrasen wurden danach den deduktiv festgelegten Hauptkategorien zugeordnet, die aus dem theoretischen Bezugsrahmen des GreenComp abgeleitet waren. Innerhalb dieser Hauptkategorien wurden induktiv Subkategorien gebildet, indem ähnliche Aussagen thematisch zusammengefasst wurden. Dieser Prozess erfolgte mehrfach und wurde jeweils überprüft und angepasst, bis ein konsistentes und trennscharfes Kategoriensystem entstanden war.

Im Rahmen der Analyse wurden zudem die Analyseeinheiten definiert:

- **Kodiereinheit:** einzelne sinntragende Textstelle (z. B. Satz oder Teilaussage)
- **Auswertungseinheit:** das jeweilige Interview
- **Kontexteinheit:** thematisch zusammenhängende Antwort oder Abschnitt im Gespräch

Diese Festlegungen sorgten für ein einheitliches Vorgehen beim Codieren.

Der gesamte Prozess wurde in einem Auswertungsprotokoll dokumentiert, das alle Paraphrasen, Kategorien und Anmerkungen enthält. Dadurch ist die Auswertung von der Rohdatenebene bis zur Bildung der Haupt- und Subkategorien nachvollziehbar und transparent gestaltet.

In der Arbeit selbst sind exemplarische Ausschnitte des Kategoriensystems (mit ausgewählten Ankerzitaten) dargestellt (vgl. Anhang 2).

Das vollständige Auswertungsprotokoll mit sämtlichen Paraphrasen, Generalisierungen und Reduktionen befindet sich aus Datenschutzgründen nicht im Anhang, ist jedoch archiviert und auf Anfrage bei der Verfasserperson einsehbar.

Das Ergebnis dieses Auswertungsschritts ist ein Kategoriensystem, das aufzeigt in welchen Bereichen das Projekt PV2School die Entwicklung von Nachhaltigkeitskompetenzen im Sinne des GreenComp fördert (vgl. Anhang 2). Die im folgenden Kapitel dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf diese Kategorien und werden durch ausgewählte Ankerzitate aus den Interviews veranschaulicht.

3.4 Gütekriterien und Qualitätssicherung

Die Einhaltung wissenschaftlicher Gütekriterien ist zentral für die Bewertung qualitativer Forschung (Creswell & Poth, 2018). Sie gewährleistet Transparenz, Nachvollziehbarkeit und Glaubwürdigkeit der Ergebnisse. Im Folgenden wird beschrieben, wie diese Kriterien umgesetzt wurden.

Transparenz und Nachvollziehbarkeit

Der gesamte Forschungsprozess von der Entwicklung des Leitfadens über die Datenerhebung bis zur Auswertung wurde systematisch dokumentiert. Alle Entscheidungen zur Konzeption, Durchführung und Kodierung der Interviews wurden schriftlich festgehalten. Der verwendete Leitfaden (vgl. Anhang 2) sowie die Transkriptions- und Auswertungsregeln sind detailliert beschrieben, um den Ablauf nachvollziehbar zu machen. Die Arbeitsschritte der qualitativen Inhaltsanalyse (Paraphrasierung, Generalisierung, Kategorisierung) wurden in einem Auswertungsprotokoll festgehalten.

Glaubwürdigkeit

Die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse wurde durch die konsequente Anwendung eines einheitlichen Leitfadens und eine sorgfältige Gesprächsführung gewährleistet. Alle Interviews fanden unter vergleichbaren Rahmenbedingungen statt: im Klassenraum (bei Schüler:innen und Lehrkräften) sowie im Büro (bei der Projektleitung).

Die Aufklärung über Zweck, Ablauf und Aufzeichnung erfolgte jeweils vor Gesprächsbeginn. Ein weiterer Aspekt der Glaubwürdigkeit ergibt sich aus der Kombination verschiedener Perspektiven. Neben den Interviews wurde eine teilnehmende Beobachtung eines PV2School-Workshops an der Gustav-Heinemann-Realschule am 8. Oktober 2025 durchgeführt (vgl. Anhang 1). Diese diente der Kontextualisierung der Interviewdaten und ermöglichte eine Plausibilitätsprüfung der Aussagen im realen Handlungskontext. Dieses mehrperspektivische Vorgehen entspricht einer methodischen Triangulation und stärkt die Vertrauenswürdigkeit der Ergebnisse.

Verlässlichkeit

Zur Sicherung der Verlässlichkeit (Reliabilität) wurde ein standardisiertes und nachvollziehbares Vorgehen gewählt. Die deduktive Struktur der Hauptkategorien (GreenComp-Dimensionen) und die daran anschließende induktive Bildung von Subkategorien wurden in allen Interviews konsistent angewendet. Arbeitsdefinitionen und Kodierregeln stellten sicher, dass inhaltlich vergleichbare Aussagen gleichartig zugeordnet wurden.

Bestätigbarkeit

Die Reflexivität des Forschenden wurde durch kontinuierliche Selbstbeobachtung während des Forschungsprozesses gewährleistet. Die Teilnahme am PV2School-Workshop ermöglichte eine kritische Selbstverortung und trug zur bewussten Trennung von Beschreibung und Interpretation bei. Dadurch wurde sichergestellt, dass die Auswertung der Interviews auf empirischen Daten und nicht auf persönlichen Erwartungen basierte.

Übertragbarkeit

Das Ziel der qualitativen Untersuchung ist nicht statistische Repräsentativität, sondern eine analytische Verallgemeinerung (Creswell & Poth, 2018). Durch die detaillierte Beschreibung der Stichprobe, des Forschungsfeldes und der Datenerhebung können die Ergebnisse in vergleichbare schulische und projektbasierte Kontexte eingeordnet werden.

Ethik, Datenschutz und Datensicherheit

Vor allen Interviews erfolgte eine Information über den Zweck, den Ablauf und die Aufzeichnung der Gespräche. Bei minderjährigen Teilnehmenden wurde die schriftliche Einwilligung der Erziehungsberechtigten eingeholt, bei volljährigen Personen die eigene Zustimmung. Sämtliche personenbezogenen Angaben wurden pseudonymisiert, und potenziell identifizierende Details wurden verallgemeinert.

Die Pseudonymisierung der Daten erfolgte unmittelbar nach der Transkription. Die Interviewpartner:innen werden unter den Bezeichnungen Projektleitung, Lehrkraft A und Lehrkraft B, Schüler:in A und Schüler:in B geführt. Alle Audio- und Textdateien wurden lokal auf einem passwortgeschützten Speichermedium abgelegt, der Zugriff war ausschließlich der forschenden Person vorbehalten. Nach Abschluss der Arbeit erfolgt die Löschung der Daten gemäß den Grundsätzen des Datenschutzes.

Sättigung und Grenzen

Die Datenerhebung wurde beendet, als die wesentlichen Themen und Muster in den Aussagen wiederkehrten und keine neuen relevanten Aspekte zu erwarten waren. Die inhaltliche Sättigung wurde damit als erreicht betrachtet. Gleichwohl bestehen methodische Grenzen. Die kurze Dauer der Schüler:innen Interviews und das Beisein der Lehrkraft könnten die Offenheit der Antworten beeinflusst haben. Auch die geringe Stichprobengröße erlaubt keine quantitativen Verallgemeinerungen. Diese Einschränkungen werden jedoch durch den explorativen Charakter der Untersuchung und die theoriegeleitete Auswertung nach dem GreenComp relativiert.

Auf Grundlage der beschriebenen methodischen Vorgehensweise werden im folgenden Kapitel die Ergebnisse der empirischen Untersuchung dargestellt. Die Auswertung der leitfadengestützten Interviews erfolgt entlang der vier Kompetenzbereiche des GreenComp und beleuchtet, inwiefern Teilhabeprozesse im Projekt PV2School zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen junger Menschen beitragen. Dabei werden sowohl gemeinsame Muster als auch unterschiedliche Perspektiven zwischen Schüler:innen, Lehrkräften und Projektleitung herausgearbeitet und in Beziehung zur theoretischen Fundierung gesetzt.

Herausforderungen im Erhebungsprozess

Die Rekrutierung von Interviewpartner:innen gestaltete sich schwieriger als ursprünglich angenommen. Trotz frühzeitiger Kontaktaufnahme über die Projektleitung und die beteiligten Schulen konnte nur eine begrenzte Zahl an Schüler:innen für ein Interview gewonnen werden. Gründe dafür waren Terminüberschneidungen, geringe zeitliche Verfügbarkeit im Schulalltag sowie eine zurückhaltende Bereitschaft, an Interviews teilzunehmen.

Auch die Kommunikation mit den Schulen erwies sich als zeitaufwändig, da Rückmeldungen teilweise verzögert erfolgten und die Abstimmung über Interviewtermine mehrere Anläufe erforderte. Diese Faktoren führten dazu, dass die Datenerhebung in einem engeren zeitlichen Rahmen und mit einer kleineren Stichprobe als ursprünglich geplant durchgeführt werden musste.

Für die wissenschaftliche Qualität der Arbeit stellt dies jedoch keine gravierende Einschränkung dar, da das Erkenntnisinteresse auf ein exploratives Verständnis individueller Wahrnehmungen gerichtet ist und somit keine statistische Repräsentativität im Fokus lag.

4 Ergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der durchgeführten qualitativen Inhaltsanalyse vorgestellt. Grundlage dafür sind die fünf leitfadengestützten Interviews: mit der Projektleitung, den zwei Lehrkräften und den zwei Schüler:innen, die im Rahmen des Projekts PV2School durchgeführt wurden. Die Auswertung soll aufzuzeigen, inwiefern das Projekt zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen im Sinne des GreenComp-Rahmenmodells beiträgt. Die Darstellung der Ergebnisse orientiert sich am im Anhang dargestellten Kategoriensystem, das auf den vier Kompetenzbereichen des GreenComp-Modells basiert: (1) Nachhaltig denken, (2) Werte, Verantwortung und Gerechtigkeit, (3) Zukunft gestalten und Visionen entwickeln sowie (4) Handeln für Veränderung. Als Einleitung wird zunächst die allgemeine Wahrnehmung und Bewertung des Projekts durch die Befragten beschrieben. Die Ergebnisse werden dabei thematisch geordnet und durch passende Zitate aus den Interviews gestützt, um die inhaltlichen Schwerpunkte und Perspektiven der Teilnehmenden authentisch wiederzugeben.

4.1 Wahrnehmung und Bewertung des Projekts PV2School

Das Projekt PV2School wurde insgesamt als eher positives und praxisnahes Bildungsangebot wahrgenommen. Die Teilnehmenden beschrieben den Workshop als abwechslungsreich, anschaulich und motivierend. Sowohl die Lehrkräfte als auch die Schüler:innen hoben hervor, dass die Kombination aus theoretischem Input und praktischem Aufbau von Solaranlagen das Verständnis für erneuerbare Energien gestärkt habe. Eine der Lehrkräfte betonte, dass insbesondere der Praxisbezug und die direkte Anwendung von Wissen wichtig für die Motivation der Schüler:innen gewesen seien: *„Die Schüler haben Fragen gestellt, Interesse gezeigt, was beispielsweise Kosten, Wartung und Reparatur von den Anlagen angeht“* (Lehrkraft B). Auch die Projektleitung bestätigte diese Beobachtung und beschrieb, dass die Jugendlichen *„super aufmerksam, sehr motiviert“* gewesen seien und es *„viel positive Rückmeldung“* gegeben habe (Projektleitung). Aus Sicht der Lehrkräfte bot das Projekt eine Möglichkeit, theoretische Lehrinhalte zu vertiefen und gleichzeitig für Nachhaltigkeit zu sensibilisieren. Eine Lehrkraft hob hervor PV2School sei *„eine gute Möglichkeit gewesen [sei], um zu sehen, wie einfach das dann doch umzusetzen ist“* (Lehrkraft A), damit ist gemeint, wie einfach es ist eine Balkonkraftanlage auch zuhause zu installieren. Die Schüler:innen betonten ebenfalls, dass die Veranstaltung praxisnah gestaltet war und sie konkrete technische Zusammenhänge nachvollziehen konnten: *„Die Leute von der PV2School haben alles mitgebracht, total cool erklärt mit einer Präsentation“* (Schüler:in A). Die Projektleitung beschrieb, dass sich die ursprüngliche Zielrichtung des Projekts im Verlauf verschoben habe, weg vom rein technischen Aspekt hin zur pädagogischen Komponente.

4.2 Kategorie A: Verankerung von Nachhaltigkeitswerten

Der erste Themenkomplex umfasst die individuellen Wertehaltungen, Überzeugungen und persönlichen Bezüge der Befragten zum Thema Nachhaltigkeit. Er bildet die Grundlage für das Verständnis, wie Teilnehmende im Zuge des Projekts PV2School ihr eigenes Verhältnis zu nachhaltigem Handeln reflektierten und inwieweit sich Einstellungen oder Perspektiven durch die aktive Teilnahme verändert haben.

A1: Werteverständnis & persönliches Interesse

Nachhaltigkeit besaß bei allen Befragten bereits vor der Teilnahme am Projekt einen hohen Stellenwert. PV2School bot einen Anlass, die eigene Position neu zu überdenken und Wege der praktischen Umsetzung kennenzulernen. Eine Lehrkraft schilderte: *„Ich halte Nachhaltigkeit für einen wichtigen Punkt im Umgang mit unserem Planeten [...] Aber da ist PV2School ja eine gute Möglichkeit gewesen, um zu sehen, wie einfach das dann doch umzusetzen ist.“* (Lehrkraft A). Die Erfahrung der Machbarkeit und die Anschaulichkeit des Projekts stärkten das Bewusstsein für die eigene Rolle und mögliche Handlungsspielräume. Lehrkraft B unterstrich den schulischen Bezug: *„In der Schule ist das so umzusetzen in der Regel über Projekte [...] wie PV2School ja auch im Grunde so einen Spagat nach Hause geschafft hat.“* (Lehrkraft B). Eine(r) der beiden Schüler:innen beschrieb eine Art Veränderung hinsichtlich persönlicher Verantwortung und Beteiligung: *„Das Einzige, was sich so ein bisschen geändert hat, ist der Blick darauf, was man mehr tun kann. [...] Diese PV-Anlagen haben nochmal gezeigt, das ist günstig, jeder kann was tun.“* (Schüler:in A). Damit eröffnete PV2School einen Erfahrungsraum, in dem bereits vorhandene Wertehaltungen bestätigt und durch neue Handlungsimpulsen erweitert werden konnten. Das Kriterium gilt als erfüllt, da die Befragten ein reflektiertes und handlungsorientiertes Werteverständnis von Nachhaltigkeit zeigten.

A2: Gerechtigkeit / Generationengerechtigkeit

Ein Teil der Befragten stellte den Aspekt der Gerechtigkeit und Verantwortung gegenüber kommenden Generationen in den Vordergrund. Eine Lehrkraft hob hervor: *„Und vor allem die soziale Dimension, beziehungsweise wirtschaftliche Dimension, das hat mich auch zum Denken angeregt.“* (Lehrkraft B). Der Projektleiter verwies auf die persönliche Motivation durch seine Familie: *„Ich habe Familie, zwei Kinder, und von daher denkt man sich irgendwann: Na komm, fahr nicht immer nur Auto, sondern versuche auch irgendwas besser zu machen.“* (Projektleiter). Aus der Perspektive der Schüler:innen wurde der Gedanke der Generationengerechtigkeit ebenfalls betont: *„Ich möchte, dass ich und meine Nachfahren genauso auf dem Planeten leben können wie meine Eltern und meine Großeltern.“* (Schüler:in A). PV2School verband somit ethisch-moralische Überzeugungen mit

Handlungsmöglichkeiten. Nach Analyse der Ergebnisse lässt sich feststellen, dass das Kriterium in Teilen erfüllt wurde, da Gerechtigkeitsaspekte zwar thematisiert, jedoch nicht durchgehend vertieft reflektiert wurden.

4.3 Kategorie B: Berücksichtigung von Komplexität

Die Kategorie „Berücksichtigung von Komplexität“ beleuchtet, wie PV2School zu einem differenzierten Verständnis von Nachhaltigkeit, Zielkonflikten und gesellschaftlichen Abhängigkeiten beitrug.

B1: Wissen über Vielschichtigkeit des Nachhaltigkeitsbegriffs

Lehrkraft A betonte: *„Ich habe hier eher gesehen, wie unkomplex die technische Seite sein kann.“* (Lehrkraft A). Lehrkraft B ergänzte die ökonomische Perspektive: *„Wie leicht ist so eine Anlage eigentlich wirtschaftlich zu beschaffen? Lohnt sich das wirklich auch für die Familien, gerade auch was so Klimagerechtigkeit angeht?“* (Lehrkraft B). Das Kriterium ist teilweise erfüllt, da Nachhaltigkeit von einem Teil der Befragten zwar als mehrdimensionales, aber nicht in allen Dimensionen umfassend verstandenes Konzept aufgefasst wurde.

B2: Abwägung von Zielkonflikten / Trade-offs

Ein Teil der Befragten beschrieb, dass tiefgreifende Diskussionen über unterschiedliche Perspektiven im Workshop kaum stattfanden: *„Nein, nicht über PV2School. [...] die Zielgruppe [...] nicht aufgeklärt genug, um da wirklich in eine Diskussion zu kommen.“* (Lehrkraft B). Eine(r) Schüler:in erlebte dagegen erste Ansätze, unterschiedliche Sichtweisen zu erkennen: *„Ich habe da auf jeden Fall gemerkt, dass viele Leute deutlich nachhaltiger leben [...] Aber wie man das dann sehr für sich entscheidet, ist dann halt eigene Sache.“* (Schüler:in B). Das Kriterium wurde nicht vollständig erfüllt, da Auseinandersetzungen mit Zielkonflikten nur ansatzweise stattfanden und tiefere Reflexionen weitgehend ausblieben.

B3: Systemverständnis und Zuständigkeiten

Die Interviews verdeutlichen in Teilen ein wachsendes Systemverständnis. Schüler:in A bemerkte: *„Es ging ja dann auch darum, dass die Schule so eine PV-Anlage bekommt und dass dann aber auch über die Stadt das gemacht werden muss [...] und dass es komplex ist.“* (Schüler:in A). Der Projektleiter bestätigte strukturelle Hemmnisse: *„Ich habe fest gedacht, ich kann es schaffen, in einem Jahr alle Schulgebäude zu bestücken. In Wirklichkeit ist es nur ein Bruchteil [...] wegen Regularien in der Verwaltung.“* (Projektleiter). Insgesamt kann das Kriterium als weitgehend erfüllt angesehen werden,

da die Befragten systemische Zusammenhänge und Zuständigkeiten erkannten, auch wenn diese noch nicht umfassend durchdrungen wurden.

B4: Grenzen technischer Lösungen und Unsicherheiten erkennen

PV2School trug zur Entwicklung eines reflektierten Verständnisses über die Grenzen technischer Lösungen bei. Eine Lehrkraft fasste zusammen: „*Das Projekt hat gezeigt, wie einfach es ist, zumindest die Energieversorgung mit Solarstrom umzusetzen.*“ (Lehrkraft A).

Der Projektleiter beschrieb, dass gerade Jugendliche schnell ein Verständnis für die Teilbeiträge technischer Lösungen entwickeln:

„*Kinder und Jugendliche können super akzeptieren, dass man ja nicht mit einer Technik alles erschlagen muss, [...] sondern dass man auch in kleinen Teilen arbeiten kann.*“ (Projektleitung).

Diese Aussagen verdeutlichen, dass PV2School zur Sensibilisierung für die Begrenztheit technischer Maßnahmen und für die Notwendigkeit ganzheitlicher Lösungsansätze beitrug. Das Kriterium ist überwiegend erfüllt, da die Befragten die Begrenztheit technischer Lösungen reflektierten und Ansätze systemischen Denkens erkennbar waren.

4.4 Kategorie C: Entwicklung von Zukunftsvisionen

Kategorie C untersucht, inwiefern PV2School Zukunftsvorstellungen im Sinne nachhaltiger Entwicklung konkretisierte.

C1: Zielbilder für Schule und Region

PV2School trug dazu bei, über nachhaltige Zukunftsszenarien nachzudenken. Lehrkraft B sah in der Dezentralisierung eine zentrale Vision: „*Ich finde den Aspekt Dezentralisierung auf jeden Fall in vielfachen Hinsichten sinnvoll. Und das ist ja ein Kernanliegen von PV2School [...] Unabhängigkeit zu schaffen [...] für Haushalte oder Institutionen.*“ (Lehrkraft B). Eine(r) der Schüler:innen verknüpfte das Projekt mit praktischen Vorstellungen: „*Ich finde gerade Solarstrom in der Schule [...] ist extrem zukunftsweisend [...]*“ (Schüler:in A). Das Kriterium wurde erfüllt, da die Befragten Zukunftsvorstellungen im schulischen und regionalen Kontext entwickeln und benennen konnten.

C2: Motivation und Zukunftsoptimismus

Der Projektleiter beschrieb, dass Motivation vor allem aus langfristigem Engagement entstehe: „*Man holt so seine Motivation daher, dass man dann eben [...] davon ausgeht, irgendwann ist der Knoten geplatzt und dann kann man einfach nach vorne durcharbeiten.*“ (Projektleiter). Lehrkraft A betonte den individuellen Beitrag: „*Der Aufwand, einen kleinen Teil dazu beizutragen, möglichst umweltfreundlich Strom bereitzustellen, hat sich dadurch verändert, weil man eben gesehen hat, wie einfach*

das sein kann.“ (Lehrkraft A). Das Kriterium ist weitgehend erfüllt, da positive Zukunftsvorstellungen und individuelle Motivation deutlich wurden, wenngleich langfristige Perspektiven teils vage blieben.

C3: Realistische Lösungswege und Schritte

Ein weiteres Ergebnis war das Erleben von Selbstwirksamkeit. Lehrkraft A beschrieb: *„Ich kann mir nämlich vorstellen, auch selber eine Balkonsolaranlage anzubringen. [...] In Zukunft werde ich auch ein kleines Paneel am Balkon anbringen.“* (Lehrkraft A). Schüler:in A ergänzte: *„Wir sind umgezogen jetzt [...] und da war vorher schon eine PV-Anlage auf dem Dach [...] und da habe ich gesagt, das ist cool, das speist mit ein [...] und dann ist es auch ein bisschen umweltfreundlicher.“* (Schüler:in A). Das Kriterium gilt als erfüllt, da konkrete Handlungsabsichten und realistische Umsetzungsschritte benannt wurden.

C4: Lern- und Berufsorientierung im Bereich Energie und Technik

Lehrkraft B hob hervor, dass der niederschwellige Zugang motivierend wirkte: *„In dem Sinne, dass es so niederschwellig war. [...] Das hat in dem Projekt einfach gut geklappt.“* (Lehrkraft B). Die Projektleitung unterstrich die positive Resonanz: *„Man bekommt da total viel positive Rückmeldung von den Schülern. [...] Das habe ich erst unterschätzt, ich war erst auf der technischen Schiene.“* (Projektleiter). Das Kriterium wurde in weiten Teilen erfüllt, da das Projekt berufsorientierende Impulse im technischen Bereich setzte, die jedoch unterschiedlich stark aufgegriffen wurden.

4.5 Kategorie D: Handeln für Nachhaltigkeit

Diese Kategorie beschreibt beobachtete Handlungsaspekte, die sich aus PV2School ergeben haben. Im Zentrum stehen schulische und private Aktivitäten sowie die Übertragung nachhaltigen Handelns in den Alltag.

D1: Praktische Umsetzung im Schulkontext

Die Workshops ermöglichten einen Rahmen praxisnahen Lernens. Lehrkraft A berichtete: *„Ich habe bisher mit zwei Schülergruppen an dem Projekt teilgenommen. [...] sowohl den Vortrag angehört als auch den praktischen Teil des Workshops absolviert.“* (Lehrkraft A). Schüler:in B berichtete: *„Dann haben wir selber auch nochmal Solaranlagen [...] in Betrieb genommen.“* (Schüler:in B). Der Projektleiter betonte: *„Die sind alle super aufmerksam, sehr motiviert [...] danach können die halt selber so ein Balkonkraftwerk bauen.“* (Projektleiter). Es hat sich gezeigt, dass das Kriterium in weiten Teilen erfüllt ist, da praktische Lernprozesse und Anwendungsmöglichkeiten erfolgreich initiiert wurden.

D2: Eigenverantwortung und Initiative

PV2School setzte für einen Teil der Befragten Impulse für individuelles Engagement. Lehrkraft A erklärte: *„Ich hoffe, dass dieses Projekt an vielen Schulen umgesetzt wird und freue mich schon darauf, wenn hier an unserer Schule die Anlage in Betrieb genommen wird.“* (Lehrkraft A). Schüler:in B sprach von keiner neuen Motivation: *„Aber so selber direkt hat sich für mich eigentlich nichts geändert. Und wir haben uns jetzt auch nicht irgendwie mehr motiviert gefühlt, sag ich mal, damit was zu machen“.* (Schüler:in B). Das Kriterium wurde nur teilweise erfüllt, da individuelle Handlungsmotivation nicht bei allen Teilnehmenden erkennbar war.

D3: Kommunikation und Weitergabe

Das Projekt förderte den Austausch über Nachhaltigkeit. Lehrkraft B beobachtete: *„Allein die Tatsache, dass da zwei Personen aus der Praxis mit ihrer Gerätschaft ankommen, das war schon mal ein großer Bonus. [...] Die Schüler haben Fragen gestellt, Interesse gezeigt [...]“* (Lehrkraft B). Schüler:in B ergänzte: *„Ich habe mit meinen Eltern auch darüber gesprochen und so. Und wir haben uns auch über unsere Solaranlage [...] unterhalten.“* (Schüler:in B). Es konnte festgestellt werden, dass das Kriterium überwiegend erfüllt ist, da das Projekt den Austausch über Nachhaltigkeit förderte und Impulse zur Weitergabe an das Umfeld setzte.

D4: Alltagsverhalten und Energiesparen zuhause

PV2School regte dazu an, den eigenen Energieverbrauch zu hinterfragen und Einsparpotenziale im täglichen Leben zu erkennen. Schüler:in B stellte fest: *„Es wurde halt auch gezeigt, wie viel zum Beispiel so eine Schule einfach schon verbraucht. [...] Wenn Personen mit Wohnungen das dann bei ihrem Balkon zum Beispiel installieren, [...] dass das insgesamt sehr stark auch schon zur Nachhaltigkeit beitragen kann.“* (Schüler:in B) und ergänzte: *„Und welche Wege dahinführen, ist halt, was uns hauptsächlich gezeigt wurde, in dem Fall jetzt die Solaranlagen, dass der gesamte Energieverbrauch halt, ich sag mal, runtergeregelt wird.“* (Schüler:in B). Auf Grundlage der Daten kann das Kriterium als in Ansätzen erfüllt gelten, da erste Reflexionen über Energieverbrauch und Einsparpotenziale sichtbar wurden, diese jedoch oberflächlich blieben.

Die dargestellten Ergebnisse gaben einen Überblick darüber, in welcher Weise das Projekt PV2School zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen beitragen konnte. Im anschließenden Kapitel werden diese Befunde im Hinblick auf die theoretischen Grundlagen eingeordnet, weiterführend diskutiert und durch Handlungsempfehlungen erweitert.

5 Diskussion und Handlungsempfehlung

5.1 Diskussion

Die Auswertung der Interviews zeigt, dass PV2School Lernprozesse anstößt, die auf den Erwerb nachhaltigkeitsbezogener Kompetenzen im Sinne des GreenComp-Rahmens hindeuten. Auf Basis der in Kapitel 1.1 beschriebenen Lernprozesslogik nach de Haan, bestehend aus Problem- und Kontextbewusstsein, Wissensaufbau, Handlungsorientierung sowie Reflexion und Transfer, wird im Folgenden eingeordnet, wie weitreichend die sichtbar gewordenen Lernprozesse sind. Ziel ist es, die Befunde kritisch zu interpretieren und ihren Beitrag zur Kompetenzentwicklung zu bewerten. Die Diskussion folgt dabei thematischen Schwerpunkten, die sich aus der Analyse ergeben: Werte und Verantwortung, Umgang mit Komplexität, Zukunftsvorstellungen und Handlungsorientierung. Diese werden im Licht theoretischer Bezugspunkte reflektiert, um Potenziale und Grenzen des Projekts sichtbar zu machen.

Werte und Verantwortung

PV2School greift vorhandene Wertorientierungen der Teilnehmenden auf und stärkt sie durch den praktischen Zugang zur Photovoltaik. Nachhaltiges Verhalten wird als alltagsnah und umsetzbar erlebt, wodurch im Sinne des GreenComp-Rahmens wertbezogene Kompetenzen angeregt werden. Ethische Fragen wie Gerechtigkeit oder gesellschaftliche Verantwortung werden nicht weitgehend vertieft.

Mit Blick auf de Haan wird vor allem das Problem- und Kontextbewusstsein gestärkt, da Bezüge zu Energieverbrauch und Klimaschutz konkret erfahrbar werden. Erste handlungsorientierte Impulse sind erkennbar, während reflexive Auseinandersetzungen über normative Fragen kaum stattfinden. Dies lässt sich durch den stark technischen Fokus des Workshops erklären, der wenig Raum für vertiefte Diskussionen bietet. PV2School setzt damit wichtige Einstiege in die Wertebildung, ohne jedoch zu umfassenden moralischen Reflexionen zu führen. Eine Weiterführung dieser Impulse hängt stark von schulischen Anschlussformaten ab.

Umgang mit Komplexität

PV2School vermittelt ein grundlegendes Verständnis technischer und organisatorischer Aspekte von Photovoltaik. Nachhaltigkeit erscheint dabei überwiegend als technisch lösbares Problem. Soziale und politische Dimensionen werden kaum behandelt. Kontroversen, Zielkonflikte oder unterschiedliche Interessenlagen bleiben in den Darstellungen der Befragten uneindeutig.

Im Kompetenzbereich „Komplexität“ werden einzelne Elemente wie administrative Zuständigkeiten berührt, ein systemisches Verständnis entsteht jedoch nur in Ansätzen. Nach de Haan beschränkt sich

der Wissensaufbau ebenfalls weitgehend auf technische Funktionsweisen. Reflexive Prozesse, die notwendig wären, um Wechselwirkungen einzuordnen, fehlen. Dies ist auf die Anlage des Projekts als Demonstrationsformat zurückzuführen, das auf praktische Zugänge ausgerichtet ist, ohne vertiefte Bearbeitung gesellschaftlicher Dimensionen. Die diversen Vorerfahrungen der Teilnehmenden und schulische Rahmenbedingungen verstärken diese Begrenzung.

Insgesamt eröffnet PV2School erste Zugänge zur Komplexität nachhaltiger Entwicklung, ohne ein tieferes systemisches Verständnis auszubilden.

Zukunftsvorstellungen

Die Interviews zeigen, dass PV2School konkrete Zukunftsvorstellungen im schulischen und privaten Kontext anregt. Teilnehmende entwickeln Ideen zur Umsetzung von Photovoltaik und erkennen eigene Handlungsmöglichkeiten. Dies unterstützt im Sinne des GreenComp-Rahmens die Fähigkeit, Zukunftsbilder zu entwickeln, und setzt teils berufsorientierende Impulse.

Nach de Haan wird vor allem die Phase der Handlungsorientierung sichtbar. Technische Anwendungen werden als realistisch wahrgenommen und teilweise auf familiäre oder schulische Kontexte übertragen. Die Reflexion langfristiger Transformationsprozesse bleibt jedoch begrenzt. Diese situative Ausrichtung erklärt sich aus dem Charakter des Workshops, der praktische Erfahrungen ermöglicht, jedoch keine umfassenden Reflexionsphasen vorsieht. Eine nachhaltige Verankerung solcher Zukunftsvorstellungen würde zusätzliche pädagogische Formate erfordern.

Handlungsorientierung

PV2School ermöglicht konkrete Handlungserfahrungen, indem Teilnehmende technische Abläufe selbst ausprobieren. Dies schafft unmittelbare Zugänge zu nachhaltigem Verhalten, die über reine Wissensvermittlung hinausgehen. Gleichzeitig zeigen die Interviews, dass die Motivation zur weiteren Auseinandersetzung unterschiedlich ausgeprägt bleibt.

Im GreenComp-Sinne werden damit Elemente handlungsbezogener Kompetenzentwicklung sichtbar, insbesondere wenn Teilnehmende eigene Ideen formulieren oder Lerninhalte weitergeben. Nach de Haan wird vor allem die Phase der Handlungsorientierung erreicht, stabile längerfristige Lernprozesse lassen sich jedoch nicht feststellen. Der Workshop bietet keine strukturellen Bedingungen für eine dauerhafte Etablierung von Handlungen, sodass die Wirkung stark von schulischen Anschlussmöglichkeiten abhängt.

Zusammenfassend wird deutlich, dass PV2School wichtige Impulse für nachhaltigkeitsbezogene Lernprozesse setzt, deren Tiefe jedoch durch das kurzformatige, technisch fokussierte Setting begrenzt ist. Im Anschluss wird das methodische Vorgehen reflektiert, um die Aussagekraft der Ergebnisse einzuordnen.

Methodische Reflexion

Das qualitative Forschungsdesign erwies sich als geeignet, um Erfahrungen und Bewertungen der Beteiligten sichtbar zu machen. Die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) ermöglichte eine systematische Verknüpfung theoretischer Kategorien des GreenComp-Rahmens mit empirischem Material.

Die Reichweite der Ergebnisse bleibt jedoch begrenzt. Die geringe Zahl der Interviewpartner:innen sowie deren Projektbezug erlauben keine Generalisierungen und können zu überwiegend positiven Darstellungen führen. Zudem fehlen zeitliche Vergleichsdaten; Aussagen zu nachhaltigen Lerneffekten bleiben hypothetisch, da weder Nachbefragungen noch Beobachtungen durchgeführt wurden. Ergänzende Methoden wie Unterrichtsanalysen oder Gruppendiskussionen hätten die Ergebnisse weiter abgesichert.

Trotz dieser Einschränkungen liefern die Daten wertvolle Einblicke in Wahrnehmungs- und Deutungsmuster, die für die Weiterentwicklung ähnlicher Bildungsformate von Bedeutung sind.

5.2 Handlungsempfehlungen

Auf Grundlage der in Kapitel 5.1 diskutierten Ergebnisse lassen sich zwei zentrale Handlungsempfehlungen ableiten, die darauf abzielen, die erkannten Potenziale von PV2School zu vertiefen und strukturell zu verankern. Im Mittelpunkt stehen dabei die Einrichtung freiwilliger schulischer Arbeitsgemeinschaften (AGs) sowie die Integration von Peer-to-Peer-Ansätzen. Beide Formate können zur nachhaltigen Kompetenzentwicklung beitragen, sofern sie didaktisch reflektiert und organisatorisch realisierbar gestaltet werden.

Die erste Empfehlung betrifft die Gründung freiwilliger, praxisorientierter AGs, die eine inhaltliche und methodische Weiterführung des Projekts ermöglichen. Die pädagogische Forschung hebt Freiwilligkeit als wesentliche Voraussetzung für motiviertes und nachhaltiges Lernen hervor (Weber, 2021). Sie stärkt intrinsische Motivation und erlaubt Lernprozesse, die stärker an individuellen Interessen ausgerichtet sind. Anknüpfend an die Selbstbestimmungstheorie betont Lazarides (2021), dass Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit zentrale Bedingungen selbstbestimmten Lernens darstellen, die durch Wahlmöglichkeiten, wahrgenommene Relevanz und soziale Unterstützung gefördert werden. Untersuchungen zur Ganztagschule zeigen zudem, dass freiwillige Angebote insbesondere dann wirksam sind, wenn sie als bedeutsam und selbstgewählt erlebt werden (Kielblock, 2015).

Im Kontext von PV2School könnte eine freiwillige AG dazu beitragen, praktische Erfahrungen vertieft mit theoretischen Inhalten zu verbinden. Handlungsorientierte Lernformen unterstützen nach Sprung (2021) den Übergang von Wissen zu Kompetenz, da Lernende eigenständig tätig werden und

Probleme praktisch bearbeiten. Eine AG könnte diesen Ansatz aufgreifen, indem Schüler:innen eigene Forschungs- oder Konstruktionsprojekte zu Energie- oder Nachhaltigkeitsthemen entwickeln. Dadurch wird Wissen nicht nur wiedergegeben, sondern durch Anwendung gefestigt. Gleichzeitig fördert erfahrungsbasiertes Lernen Teamfähigkeit, Verantwortungsbewusstsein und Problemlösekompetenz (Schelten, 2010). Zugleich erfordert die Umsetzung solcher AGs verlässliche personelle und zeitliche Ressourcen sowie institutionelle Unterstützung. Eine begrenzte Gruppengröße, klare Zielsetzungen und realistische Projektumfänge sind hierfür grundlegende Rahmenbedingungen.

Die zweite Empfehlung bezieht sich auf die gezielte Einbindung von Peer-to-Peer-Ansätzen innerhalb solcher Lernformate. Peer-Learning zeichnet sich dadurch aus, dass Lernende voneinander und miteinander lernen, wobei Gleichrangigkeit und gegenseitige Unterstützung zentrale Rollen spielen (Fricke et al., 2019). Diese Struktur fördert Selbstverantwortung, Kommunikationsfähigkeit und die gemeinsame Konstruktion von Wissen. Wie Haring et al. (2010) zeigen, wirken Peers als glaubwürdige und motivierende Sozialisationsinstanzen, da sie auf Augenhöhe agieren und soziale Akzeptanz vermitteln. Die Kombination von Freiwilligkeit und Peer-Learning könnte daher sowohl die Eigenverantwortung als auch die soziale Einbettung der Lernprozesse stärken. Besonders engagierte Schüler:innen könnten als Multiplikator:innen fungieren und ihr Wissen an andere weitergeben, was die Reichweite des Projekts erhöhen könnte, ohne zusätzliche Ressourcen zu erfordern.

Trotz dieser Potenziale sind auch Grenzen zu berücksichtigen. Peer-Learning benötigt pädagogische Begleitung, um Qualität und Gleichwertigkeit der Lernprozesse zu sichern. Ungleiches Engagement oder herausfordernde Gruppendynamiken können die Wirksamkeit beeinträchtigen. Dennoch bieten Peer-Formate die Möglichkeit, Motivation, Partizipation und soziale Anerkennung als treibende Faktoren nachhaltiger Lernprozesse zu nutzen.

Es lässt sich festhalten, dass die Erweiterung von PV2School durch freiwillige AGs und Peer-to-Peer-Ansätze eine sinnvolle pädagogische Weiterentwicklung darstellen würde. Beide Konzepte knüpfen an Selbststeuerung und soziale Einbindung an und tragen damit zur Förderung nachhaltigkeitsbezogener Kompetenzen im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung bei. Eine realistische Umsetzung erfordert die Balance zwischen pädagogischem Anspruch und organisatorischer Machbarkeit, bietet jedoch die Chance, die Impulse des Projekts langfristig in der schulischen Praxis zu verankern.

Fazit und Ausblick

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel zu untersuchen, inwiefern das Projekt PV2School aus Sicht der Beteiligten zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen bei Schüler:innen beitragen kann. Ausgangspunkt war die Annahme, dass die Verbindung einer technischen Klimaschutzmaßnahme wie die Installation von Photovoltaikanlagen an Schulen mit teilnahmeorientierten Bildungsangeboten besondere Potenziale für die Bildung für nachhaltige Entwicklung hat. Auf Basis des GreenComp-Rahmens und der Gestaltungskompetenz nach de Haan wurde ein theoretischer Bezugsrahmen entwickelt, der Kompetenzen als Resultat aus Wissen, Werten, Reflexion und Handlungsfähigkeit versteht. Darauf aufbauend wurden im Rahmen leitfadengestützter Interviews die Perspektiven von Schüler:innen, Lehrkräften und der Projektleitung qualitativ analysiert.

In der Zusammenschau der Ergebnisse lässt sich festhalten, dass PV2School in allen vier Kompetenzbereichen des GreenComp sichtbare Lernanlässe schafft, diese aber in unterschiedlicher Tiefe erreicht. Im Bereich der Verankerung von Nachhaltigkeitswerten greift das Projekt bestehende Überzeugungen der Jugendlichen auf, stärkt die wahrgenommene Relevanz von Klimaschutz im schulischen Alltag und sensibilisiert für Verantwortung gegenüber Umwelt und Mitmenschen. Ethische und sozialpolitische Spannungsfelder werden weniger thematisiert, sodass die bereits vorhandene Werteorientierung mehr bestätigt und weniger kritisch-reflexiv evaluiert wurde.

Im Umgang mit Komplexität vermittelt PV2School grundlegende technische und organisatorische Zusammenhänge von Photovoltaik und regt ein erstes systemisches Verständnis von Energie als Teil eines größeren Versorgungssystems an. Die sozial- und politökonomischen Dimensionen nachhaltiger Entwicklung werden dagegen weniger aufgegriffen, sodass Komplexität vor allem als technisch-organisatorische Herausforderung erscheint.

In Bezug auf die Zukunftsorientierung unterstützt das Projekt vor allem konkrete, alltagsnahe Vorstellungen darüber, wie die Lernenden zukünftig selbst zum Klimaschutz beitragen können und welche Rolle erneuerbare Energien in ihrem unmittelbaren Lebensumfeld spielen. Die Zukunftsbilder bleiben damit überwiegend pragmatisch und lokal verankert, während weiterreichende gesellschaftliche Wandlungsperspektiven nur implizit angelegt sind.

Deutliche Wirkungen zeigen sich im Kompetenzbereich „Handeln für Nachhaltigkeit“. Die Verbindung von interaktiver Präsentation und praktischen Elementen ermöglicht erfahrungsbasiertes Lernen, fördert das Erleben eigener Handlungsfähigkeit und führt insbesondere bei engagierten Lehrkräften zu konkreten Umsetzungsabsichten im schulischen Kontext. Es wird deutlich, dass eine

vertiefte Reflexion und Verstetigung der Lernprozesse wesentlich davon abhängen, ob Schulen eigenständig Anschlussaktivitäten entwickeln und das Projekt in bestehende Strukturen einbetten.

In der Relation zum Forschungsstand zur Bildung für nachhaltige Entwicklung bestätigt die Arbeit die Annahme, dass handlungsorientierte und partizipative Formate besonders geeignet sind, nachhaltigkeitsbezogene Lernprozesse anzustoßen. Die im theoretischen Teil dargestellten Konzepte des GreenComp und der Gestaltungskompetenz erweisen sich als hilfreiche Raster, um die im Projekt angelegten Kompetenzdimensionen differenziert zu beschreiben. Die Untersuchung macht deutlich, dass technische Klimaschutzprojekte an Schulen dann besondere Wirksamkeit entfalten, wenn sie nicht isoliert, sondern im Sinne der BNE-Diskussion als Anlässe für Reflexion, Aushandlung und gemeinsames Handeln gestaltet werden. Die Arbeit leistet damit einen Beitrag, indem sie einen konkreten kommunalen Anwendungsfall analysiert und aufzeigt, wie sich Nachhaltigkeitskompetenzen im Kontext eines Photovoltaikprojekts empirisch fassen lassen.

Vor diesem Hintergrund lässt sich die Forschungsfrage wie folgt beantworten: PV2School trägt aus Sicht der Beteiligten zur Förderung von Nachhaltigkeitskompetenzen bei, indem es Wissen, Motivation und erste Handlungsschritte im Bereich erneuerbarer Energien anregt. Das Projekt ist ein niederschwelliges Impulsformat, das konkrete Lerngelegenheiten und Selbstwirksamkeitserfahrungen im Kontext der Energiewende ermöglicht. Die Kompetenzentwicklung bleibt jedoch überwiegend auf Einstiegsniveau, solange keine weiterführenden Maßnahmen die Impulse vertiefen und verstetigen. Für die pädagogische Praxis bedeutet dies, dass technische Klimaschutzmaßnahmen an Schulen deutliche Mehrwerte entfalten, wenn sie mit didaktisch reflektierten Bildungsangeboten verbunden und in ein umfassenderes schulisches Klimabildungskonzept eingebettet werden.

Die Ergebnisse müssen im Zusammenhang mit der gewählten Forschungsmethode gesehen werden. Die qualitative Inhaltsanalyse mit einer kleinen, bewusst ausgewählten Stichprobe ermöglicht konkrete Einblicke in Wahrnehmungen und Deutungsmuster, beansprucht aber keine statistische Generalisierung. Limitierte Interviewzeiten, das Beisein einer Lehrkraft bei den Schüler:inneninterviews und die Rahmung durch das Duisburger Klimaschutzkonzept können die Aussagen der Befragten beeinflusst haben. Darüber hinaus basiert die Analyse vor allem auf Selbstaussagen. Direkte Beobachtungen von Lernprozessen konnten nur begrenzt berücksichtigt werden. Die Befunde sind daher als explorative Fallstudie zu verstehen, die Hypothesen und Ansatzpunkte für weitere Untersuchungen liefert und keine abschließenden Aussagen über die Wirksamkeit von PV2School im Sinne messbarer Kompetenzzuwächse trifft.

Aus der Reflexion des Forschungsprozesses ergeben sich weitere Einschränkungen. Die Rolle der forschenden Person erforderte eine kontinuierliche Auseinandersetzung mit eigenen Vorannahmen,

konnte subjektive Deutungen aber nicht vollständig ausschließen. Es war im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich, die Wirkung möglicher Anschlussmaßnahmen an den Schulen systematisch zu erfassen, da gerade diese für die langfristige Kompetenzentwicklung von hoher Bedeutung sind. Somit bleibt offen, in welchem Umfang die im Projekt angestoßenen Impulse tatsächlich in den Alltag der Schulen und der Lernenden hineinwirken.

Vor dem Hintergrund dieser Limitationen eröffnet die Arbeit mehrere Anschlussfragen für zukünftige Forschung. Zukünftige Studien könnten, die in dieser qualitativen Fallanalyse identifizierten, Wirkmechanismen mit größeren Stichproben und ergänzenden quantitativen Verfahren überprüfen, zum Beispiel durch Prä-Post-Erhebungen zu spezifischen Nachhaltigkeitskompetenzen. Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, dieselben Personen zu unterschiedlichen Zeitpunkten zu befragen, um Veränderungen in Einstellungen, Wissen und Handlungsweisen über einen längeren Zeitraum hinweg sichtbar zu machen. Zudem bietet sich ein Vergleich mit anderen BNE-Initiativen in unterschiedlichen Themenfeldern an, um herauszuarbeiten, welche Gestaltungsmerkmale und Rahmenbedingungen besonders geeignet sind, Nachhaltigkeitskompetenzen zu fördern.

Abschließend lässt sich festhalten, dass PV2School ein vielversprechendes Beispiel dafür ist, wie technische Energiewende und Bildung für nachhaltige Entwicklung miteinander verknüpft werden können. Die Arbeit zeigt, dass bereits ein zeitlich begrenztes Workshopformat Lernprozesse anstoßen kann, die über reines Faktenwissen hinausgehen und auf Werte, Zukunftsvorstellungen und Handlungsorientierung zielen. Zugleich wird deutlich, dass die Entwicklung umfassender Nachhaltigkeitskompetenzen langfristige, reflexive und institutionell verankerte Lernprozesse erfordert. In diesem Spannungsfeld zwischen punktuellm Impuls und struktureller Verankerung liegen zentrale Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung von PV2School und für zukünftige kommunale Klimabildungsprojekte.

Literaturverzeichnis

- AWO. (2024). CO₂-Bilanz in Kindertageseinrichtungen. Arbeiterwohlfahrt. https://awo.org/wp-content/uploads/Artikel/2024/2024-12_CO2-Bilanz-in-Kindertageseinrichtungen.pdf (abgerufen 18.09.2025)
- Baumgartner, P. (2014). Taxonomie von Unterrichtsmethoden: Ein Plädoyer für didaktische Vielfalt (2., aktual. und korr. Aufl.). Waxmann.
- Beck, U., Quenzel, G., & et al. (2021). Bildung und Partizipation. Pädagogische Hochschule. https://www.pe-docs.de/volltexte/2023/26117/pdf/Quenzel_Beck_etal_2023_Bildung_und_Partizipation.pdf (abgerufen 18.09.2025)
- BfN – Bundesamt für Naturschutz. (o. J.). Auswirkungen von schwimmenden PV-Anlagen auf Natur und Landschaft. <https://www.bfn.de/haeufig-gefragt-auswirkungen-von-schwimmenden-pv-anlagen-auf-natur-und-landschaft> (abgerufen am 21.09.2025)
- BMUV. (2023). EE sichtbar machen. Nationale Klimaschutzinitiative. <https://www.klimaschutz.de/de/foerderung-der-nki/projekte/ee-sichtbar-machen> (abgerufen 18.09.2025)
- BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2023). Photovoltaik-Strategie. <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.pdf> (abgerufen am 21.09.2025)
- BNE-Portal. (2023). BNE 2030. Bundesministerium für Bildung und Forschung. https://www.bne-portal.de/bne/de/bundesweit/bne-2030/bne-2030_node.html (abgerufen 18.09.2025)
- Bormann, I., De Haan, G., De Haan, G., Bormann, I., Rychen, D. S., Ernst, A., Rost, J., Franz, J., Frieters, N., Lauströer, A., Klemisch, H., Schlömer, T., Tenfelde, W., Lorenz, S., Rauch, F., Steiner, R., Streissler, A., Hallitzky, M., Di Giulio, A., . . . Müller, S. (2008). Kompetenzen der Bildung für nachhaltige Entwicklung (Von D. Harenberg; M. Mülhausen, Hrsg.). VS Verlag für Sozialwissenschaften
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2024). Erneuerbare Energien in Zahlen. <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Dossier/ErneuerbareEnergien/erneuerbare-energien-in-zahlen.html> (abgerufen 18.09.2025)
- Bönsch, M. (2002). Unterrichtsmethoden – kreativ und vielfältig. Schneider Verlag Hohengehren.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches (4th ed.). Sage Publications.
- de Haan, G. (2008). Die zwölf Kompetenzen der BNE. Berlin: Institut Futur. https://www.globaleslernen.de/sites/default/files/files/link-elements/die_zwoelf_kompetenzen_der_bne_de_haan.pdf (abgerufen 18.09.2025)

- de Haan, G. (2010). The development of ESD-related competencies in supportive institutional frameworks. *International Review Of Education*, 56(2–3), 315–328.
- Deutsche UNESCO-Kommission. (2022). Bildung für nachhaltige Entwicklung: Eine Roadmap für Deutschland. https://www.unesco.de/assets/dokumente/Deutsche_UNESCO-Kommission/02_Publikationen/Publikation_Bildung_für_nachhaltige_Entwicklung_Eine_Roadmap.pdf (abgerufen 18.09.2025)
- Deutsches Institut für Urbanistik. (2017, 2. März). Energieeffiziente kommunale Gebäude mit Vorbildfunktion [Pressemitteilung]. <https://difu.de/presse/pressemitteilungen/2017-03-02/energieeffiziente-kommunale-gebaeude-mit-vorbildfunktion> (abgerufen am 21.09.2025)
- Dierenbach, R. E. (2004). *Mit Methoden – effektiver moderieren, präsentieren, unterrichten: Das Methodenhandbuch von A–Z. futurelearning.*
- Draper, A., & Swift, J. A. (2011). Qualitative research in nutrition and dietetics: Data collection issues. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 24(1), 3–12.
- duisport.de. (o. J.). Solarport baut zwei neue, große Photovoltaik-Anlagen im Duisburger Hafen. <https://duisport.de/solarport-baut-zwei-neue-grosse-photovoltaik-anlagen-im-duisburger-hafen/> (abgerufen am 21.09.2025)
- Europäische Kommission. (2022). GreenComp: The European sustainability competence framework. <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/bc83061d-74ec-11ec-9136-01aa75ed71a1> (abgerufen 18.09.2025)
- Erpenbeck, J., & von Rosenstiel, L. (Hrsg.). (2003). *Handbuch Kompetenzmessung. Schäffer-Poeschel.*
- Fricke, M., Gläser-Zikuda, M., & Kosinar, J. (2019). Peer-Learning in der Lehrerinnenbildung. *Journal für LehrerInnenbildung*, 19(3), 8–17. https://www.pedocs.de/volltexte/2019/18146/pdf/jlb_2019_3_Fricke_et_al_Peer-Learning_in_der_Lehrer_innenbildung.pdf (abgerufen 9.11.2025)
- Grieser-Kindel, C., Henseler, R., & Möller, S. (2006). *Method Guide: Schüleraktivierende Methoden für den Englischunterricht in den Klassen 5–10. Schöningh.*
- Grieser-Kindel, C., Henseler, R., & Möller, S. (2009). *Method Guide: Methoden für einen individualisierenden und kooperativen Englischunterricht in heterogenen Lerngruppen. Schöningh.*
- Harring, M., Böhm-Kasper, O., Rohlf, C., & Palentien, C. (2010). Peers als Bildungs- und Sozialisationsinstanzen – Eine Einführung in die Thematik. In *Freundschaften, Cliques und Jugendkulturen* (S. 9–19). Springer VS. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92315-4_19 (abgerufen 9.11.2025)
- IÖW – Institut für ökologische Wirtschaftsforschung, & Difu – Deutsches Institut für Urbanistik. (2023). Photovoltaik auf kommunalen Dächern: Infoblatt QualiFiKo. https://www.klimaschutz.de/sites/default/files/QualiFiKo_Infoblatt_Photovoltaik_kommunale_Dächer_IÖW_Difu.pdf (abgerufen am 21.09.2025)

- Kielblock, S. (2015). Program implementation and effectiveness of extracurricular activities in all-day schools: The perspective of student perceptions. *International Journal for Research on Extended Education*, 3(2), 119–140.
https://www.pedocs.de/volltexte/2022/23002/pdf/IJREE_2015_2_Kielblock_Program_Implementation_and_Effectiveness.pdf (abgerufen 9.11.2025)
- Klieme, E., Leutner, D., & Kenk, M. (2003). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 876–903.
- Klimaschutz Niedersachsen. (o. J.). Photovoltaik auf öffentlichen Gebäuden. <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/themen/strom/pv-oeffentliche-gebaeude.php> (abgerufen am 21.09.2025)
- Kolbe, S., & Martin, J.-P. (Hrsg.). (2024). *Praxishandbuch Lernen durch Lehren: Kompendium eines didaktischen Prinzips*. Beltz Juventa.
- Lazarides, R. (2021). *Motivation in unterrichtlichen fachbezogenen Lehr-Lernkontexten: Perspektiven aus Pädagogik, Psychologie und Fachdidaktiken*. Springer VS.
- Ludwig-Mayerhofer, W. (o. J.). *Empirische Methoden I – 11. Sitzung: Stichproben [Vorlesungsfolien]*. Universität Siegen, Seminar für Sozialwissenschaften.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Beltz Verlag.
- Mayring, P. (2019). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (13. Aufl.). Beltz Verlag.
- Meyer, H., & Junghans, C. (2021). *Unterrichtsmethoden, Teil II: Praxisband* (17., komplett überarb. Aufl.). Cornelsen.
- Peterßen, W. H. (2009). *Kleines Methoden-Lexikon* (3., überarb. und erw. Aufl.). Oldenbourg Schulbuchverlag.
- Reich, K. (2008). *Konstruktivistische Didaktik: Lehr- und Studienbuch mit Methodenpool* (5. Aufl.). Beltz.
- Rundschau Duisburg. (2024, 27. November). Photovoltaik auf Schuldächern und in Workshops: Stadt Duisburg bringt „PV2School“. *Rundschau Duisburg*. <https://www.rundschau-duisburg.de/2024/11/27/photovoltaik-auf-schuldaechern-und-in-workshops-stadt-duisburg-bringt-pv2school/> (abgerufen 21.09.2025)
- Rutberg, S., & Bouikidis, C. D. (2018). Focusing on the fundamentals: A simplistic differentiation between qualitative and quantitative research. *Nursing Open*, 5(4), 554–559.
- Schelten, A. (2010). *Einführung in die Berufspädagogik* (Vierte, überarbeitete und aktualisierte Auflage). Franz Steiner Verlag.

Shell Deutschland. (2024). Shell Jugendstudie 2024: Zusammenfassung. <https://www.shell.de/about-us/initiatives/shell-youth-study-2024> (abgerufen 18.09.2025)

Sprung, C. (2021). Handlungsorientierung, Erfahrungslernen und Situiertes Lernen. In *Jahrbuch Angewandte Hochschulbildung 2021*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-31064-6> (abgerufen 9.11.2025)

Stadt Duisburg. (o. J.-a). PV2School – Photovoltaik auf Schuldächern und in Workshops. <https://www.duisburg.de/microsites/klimaschutz/aktuelleprojekte/pv2school.php> (abgerufen am 27.09.2025)

Stadt Duisburg. (o. J.-b). PV2School Blog. <https://www.duisburg.de/microsites/klimaschutz/aktuelleprojekte/pv2schoolblog.php> (abgerufen am 27.09.2025)

Stadt Duisburg. (2023). ESPADU – Energiesparendes Duisburg. <https://www.duisburg.de/microsites/klimaschutz/aktuelleprojekte/espadu.php> (abgerufen 18.09.2025)

Stadt Duisburg. (2025a). Klimaschutzkonzept Duisburg 2025–2035: Strategien und Maßnahmen für eine klimaneutrale Stadt. Duisburg: Stadt Duisburg

Stadt Duisburg. (2025b). Solarmetropole Ruhr. <https://www.duisburg.de/microsites/klimaschutz/aktuelleprojekte/solarmetropole-ruhr.php> (abgerufen am 21.09.2025)

Stadt Essen. (2023). Klimaschutz in Bildungseinrichtungen. https://www.essen.de/leben/umwelt/klima/klimaschutz/klimaschutz_in_bildungseinrichtungen.de.html (abgerufen 18.09.2025)

Stadtwerke Duisburg. (2025). Solaratlas 2025. https://www.stadtwerke-duisburg.de/fileadmin/user_upload/Themen/Photovoltaik/Solaratlas_2025.pdf (abgerufen am 21.09.2025)

Steinbart-Gymnasium. (o. J.). PV2School: Sonnenenergie erleben und verstehen. <https://steinbart-gymnasium.de/pv2school-sonnenenergie-erleben-und-verstehen/> (abgerufen am 27.09.2025)

Tagesschau. (2023). Energiewende und institutionelle Investitionen in Photovoltaik. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/energie/energiewende-institutionen-100.html> (abgerufen am 21.09.2025)

Terhart, E. (1999). Konstruktivismus und Unterricht: Gibt es einen neuen Ansatz in der Didaktik? *Zeitschrift für Pädagogik*, 45(5), 755–775.

Thömmes, A. (2005). *Produktive Unterrichtseinstiege: 100 motivierende Methoden für die Sekundarstufe*. Verlag an der Ruhr.

Thömmes, A. (2006). *Unterrichtseinheiten erfolgreich abschließen: 100 ergebnisorientierte Methoden für die Sekundarstufe*. Verlag an der Ruhr.

Thömmes, A. (2007). *Produktive Arbeitsphasen: 100 Methoden für die Sekundarstufe*. Verlag an der Ruhr.

Unruh, T., & Petersen, S. (2021). *Guter Unterricht: Praxishandbuch – Handwerkszeug für Unterrichtsprofis* (17. Aufl.). AOL-Verlag.

Wals, A., & Corcoran, P. (2006). Sustainability as an outcome of transformative learning. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/40101578_Sustainability_as_an_outcome_of_transformative_learning (abgerufen 18.09.2025)

Weber, O. (2021, 12. Dezember). Didaktische Prinzipien – Pädagogik und Psychologie – Didaktik. Pädagogik und Psychologie. <https://xn--pdagogik-und-psychologie-qbc.de/didaktische-prinzipien/> (abgerufen 9.11.2025)

Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Salganik (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45–65). Hogrefe & Huber.

Wirth, H. (2025). Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Fraunhofer ISE. <https://www.ise.fraunhofer.de> (abgerufen am 21.09.2025)

Wüest, Y. (2015). *Mini-Handbuch Didaktische Reduktion*. Beltz.

ZDF. (2023). Kritik an der Förderung von Solaranlagen. <https://www.zdfheute.de/politik/deutschland/solar-anlage-foerderung-energie-wende-kritik-reiche-100.html> (abgerufen am 21.09.2025)

Anhang

Anhang 1: Beobachtungsprotokoll – Workshopbesuch im Rahmen des Projekts PV2School

Datum: 08. Oktober 2025

Ort: Gustav-Heinemann-Realschule, Duisburg

Veranstalter: Stabsstelle für Klimaschutz der Stadt Duisburg

Zielgruppe: Mittelstufe (Realschule)

Dauer: ca. 12:00–13:30 Uhr

Teilnehmende: Eine Schulklasse (geschätzte Gruppengröße ca. 20–25 Schüler: innen)

Ablauf

Der Workshop wurde von dem Projektleiter der Stabsstelle für Klimaschutz gemeinsam mit einer Mitarbeiterin durchgeführt. Die Veranstaltung gliederte sich in zwei Hauptphasen: eine theoretische Einführung im Klassenraum und eine praktische Übung auf dem Schulhof.

Theoretische Einführung:

Zu Beginn stellten die Referierenden das Projekt PV2School sowie grundlegende Informationen zu Photovoltaik und Energieverbrauch vor. Die Präsentation war visuell ansprechend gestaltet und enthielt zahlreiche Bilder, Abbildungen und alltagsnahe Beispiele, etwa zu Stromverbrauch und kleinen Solaranwendungen im Alltag und Vergleich zu fossilen Energieträgern/Nutzern wie Autos.

Der Projektleiter bemühte sich, die Schüler:innen durch Fragen und alltagsbezogene Bezüge aktiv einzubinden. Dennoch blieb die Beteiligung insgesamt gering. Nur wenige meldeten sich freiwillig, andere reagierten erst nach gezielter Ansprache. Die Aufmerksamkeit nahm während längerer Erklärphasen sichtbar ab. Die Lehrkraft der Klasse war anwesend, beteiligte sich jedoch nicht aktiv am Unterrichtsgeschehen.

Praktische Phase:

Im Anschluss begab sich die Gruppe auf den Schulhof, wo in drei Kleingruppen der Aufbau eines Balkonkraftwerks erfolgte. Jede Gruppe erhielt einen Bausatz, bestehend aus einem Solarmodul, einem Wechselrichter und entsprechenden Verbindungskabeln. Unter Anleitung des Projektleiters und seiner Mitarbeiterin montierten die Schüler:innen die Anlage und testeten ihre Funktion.

Grundsätzlich gelang der Aufbau in allen Gruppen, wobei einzelne Teilnehmende wiederholt Unterstützung benötigten. Während ein Teil der Gruppe engagiert arbeitete und Nachfragen stellte, zeigten andere nur begrenztes Interesse und ließen sich leicht ablenken. Als die Anlage schließlich Strom erzeugte, war eine deutliche Steigerung der Aufmerksamkeit und Motivation spürbar.

Beobachtungen und Eindrücke

Die Veranstaltung bot einen praxisnahen Einblick in die Anwendung von Photovoltaik und veranschaulichte die Grundidee des Projekts PV2School: Klimaschutz und Bildung miteinander zu verbinden. Besonders die Kombination aus theoretischer Einführung und praktischem Arbeiten ermöglichte den Schüler:innen, die Funktionsweise von Solarenergie konkret nachvollziehen zu können.

Allerdings zeigte sich, dass die Selbsttätigkeit der Lernenden stark von der Unterstützung durch die Referierenden abhängig war. Ohne gezielte Anleitung fiel es vielen schwer, die Aufgaben eigenständig umzusetzen. Die Lehrkraft agierte passiv, sodass die Steuerung vollständig durch das Projektteam erfolgte.

Positiv hervorzuheben war die realitätsnahe Gestaltung des Workshops. Durch die Nutzung anschaulicher Beispiele und den praktischen Aufbau gelang es, Interesse und Neugier zu wecken. Die Durchführung zeigte, dass technische und pädagogische Elemente sinnvoll miteinander kombiniert werden können, um Klimaschutz erlebbar zu machen.

Reflexion

Der Workshop verdeutlichte exemplarisch, wie Bildungsangebote im Rahmen kommunaler Klimaschutzmaßnahmen gestaltet werden können. Die Verbindung von theoretischem Wissen und praktischer Erfahrung entspricht den Prinzipien handlungsorientierten Lernens, wie sie im theoretischen Teil dieser Arbeit (vgl. Kap. 1.3) beschrieben sind.

Es wurde deutlich, dass praktische Tätigkeiten wesentlich zur Motivation und zum Verständnis der Lernenden beitragen können. Gleichzeitig zeigte sich, dass partizipative Lernformen eine enge didaktische Begleitung erfordern, um Lernprozesse effektiv zu steuern. Die begrenzte Beteiligung und zeitweise Ablenkung der Schüler:innen verdeutlichen, dass der Transfer von Umweltwissen in Handlungskompetenz ein kontinuierlicher pädagogischer Prozess ist.

Insgesamt bot der Workshop ein anschauliches Beispiel dafür, wie das Projekt PV2School Klimaschutz auf schulischer Ebene sichtbar und erfahrbar macht. Trotz begrenzter Eigeninitiative einzelner Schüler:innen zeigte die Veranstaltung, dass die Verbindung von Information, Praxis und unmittelbarem Erlebnis einen geeigneten Zugang zur Förderung nachhaltigkeitsbezogener Lernprozesse darstellen kann.

Anhang 2: Ablaufmodell und Kodierregeln der qualitativen Inhaltsanalyse

Der folgende Anhang beschreibt das Ablaufmodell, die Kodierregeln und die tabellarische Vorgehensweise der manuellen qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015). Da auf den Einsatz einer Analysesoftware verzichtet wurde, dient diese Dokumentation der Sicherstellung von Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Auswertung.

Ablaufmodell der qualitativen Inhaltsanalyse (nach Mayring, 2015)

Das Vorgehen orientierte sich am Ablaufmodell der zusammenfassenden qualitativen Inhaltsanalyse. Dieses beinhaltet die folgenden Schritte:

1. Festlegung des Materials (Transkripte der Interviews)
2. Bestimmung der Analyseeinheiten (Kodiereinheit, Auswertungseinheit, Kontexteinheit)
3. Paraphrasierung der relevanten Textstellen auf ein einheitliches Abstraktionsniveau
4. Generalisierung der Paraphrasen unter Beibehaltung des Sinngehalts
5. Reduktion durch Eliminierung redundanter oder bedeutungsloser Paraphrasen
6. Bildung von Kategorien auf Basis inhaltlich ähnlicher Paraphrasen (induktive Subkategorien)
7. Zuordnung zu deduktiv festgelegten Hauptkategorien (GreenComp-Dimensionen)
8. Revision und Überprüfung der Trennschärfe der Kategorien
9. Zusammenfassung und Darstellung der Ergebnisse mit Ankerzitate

Kodierregeln nach Mayring (2015, S. 71ff.)

Zur systematischen Reduktion und Vereinheitlichung des Materials wurden die Z-Regeln nach Mayring angewendet:

Z1-Regel: Paraphrasierung

Die relevanten Textstellen werden sprachlich vereinfacht und sinngemäß paraphrasiert. Füllwörter, Beispiele und Nebensätze werden entfernt, der inhaltliche Kern bleibt erhalten.

Z2-Regel: Generalisierung

Die Paraphrasen werden auf ein höheres Abstraktionsniveau gebracht, um eine übergreifende Bedeutung zu formulieren.

Z3-Regel: Reduktion

Ähnliche oder wiederholte Paraphrasen werden zusammengefasst, um Redundanzen zu vermeiden. Nur sinnhaltige Aussagen werden beibehalten.

Kategoriensystem (Codebook) der qualitativen Inhaltsanalyse mit Ankerzitate

Das Codebook dokumentiert die in der Arbeit verwendeten Kategorien und Subkategorien (GreenComp) inklusive Arbeitsdefinitionen, Zuweisungsregeln und jeweils zwei wortwörtlichen Beispielzitate aus den Interviews. Zitate sind wo erforderlich – minimal mit „[...]“ gekürzt und jeweils mit der Quelle gekennzeichnet (z. B. Lehrkraft A).

A: Verankerung von Nachhaltigkeitswerten

Code	Arbeitsdefinition	Zuweisungsregeln / Abgrenzung	Beispielzitate (Interview)
A1 Werteverständnis & persönliches Interesse	Aussagen, die grundlegende Werte, persönliche Haltung oder Interesse an Nachhaltigkeit ausdrücken.	Zuordnen, wenn Werte/Überzeugungen im Vordergrund stehen; nicht nutzen, wenn es primär um konkrete Handlungen (→ D) geht.	„Ich halte Nachhaltigkeit für einen wichtigen Punkt im Umgang mit unserem Planeten [...] Aber da ist PV2School ja eine gute Möglichkeit gewesen, um zu sehen, wie einfach das dann doch umzusetzen ist.“ (Lehrkraft A) „In der Schule ist das so umzusetzen in der Regel über Projekte [...] wie PV2School ja auch im Grunde so einen Spagat nach Hause geschafft hat.“ (Lehrkraft B) „Das Einzige, was sich so ein bisschen geändert hat, ist der Blick darauf, was man mehr tun kann. [...] Diese PV-Anlagen haben nochmal gezeigt, das

			ist günstig, jeder kann was tun.“ (Schüler:in A)
A2 Gerechtigkeit / Generationengerechtigkeit	Bezüge zu Fairness, Verantwortung gegenüber kommenden Generationen und globaler Verantwortung.	Zuordnen bei expliziten Gerechtigkeits- oder Generationenbezügen; Abgrenzung zu D3, wenn es um reine Kommunikation geht.	„Und vor allem die soziale Dimension, beziehungsweise wirtschaftliche Dimension, das hat mich auch zum Denken angeregt.“ (Lehrkraft B) „Ich habe Familie, zwei Kinder, und von daher denkt man sich irgendwann: „Na komm, fahr nicht immer nur Auto, sondern versuche auch irgendwas besser zu machen.“ (Projektleiter) „Ich möchte, dass ich und meine Nachfahren genauso auf dem Planeten leben können wie meine Eltern und meine Großeltern.“ (Schüler:in A)

B: Berücksichtigung von Komplexität

Code	Arbeitsdefinition	Zuweisungsregeln / Abgrenzung	Beispielzitate (Interview)
B1 Perspektivenvielfalt & Meinungsunterschiede	Reflexion unterschiedlicher Sichtweisen und Akzeptanz von Uneinigkeit.	Zuordnen, wenn Verschiedenheit der Positionen thematisiert wird; reine Faktennennung → B3.	„Ich habe hier eher gesehen, wie unkomplex die technische Seite sein kann.“ (Lehrkraft A) „Wie leicht ist so eine Anlage eigentlich wirtschaftlich zu beschaffen? Lohnt sich das wirklich auch für die Familien, gerade auch

			was so Klimagerechtigkeit angeht?“ (Lehrkraft B)
B2 Abwägung von Zielkonflikten / Trade-offs	Benennung und Abwägung konkurrierender Ziele (z. B. Kosten vs. Klima, Aufwand vs. Nutzen).	Nicht nutzen bei reinem Preisargument ohne Abwägung.	„Nein, nicht über PV2School. [...] die Zielgruppe [...] nicht aufgeklärt genug, um da wirklich in eine Diskussion zu kommen.“ (Lehrkraft B) „Ich habe da auf jeden Fall gemerkt, dass viele Leute deutlich nachhaltiger leben [...] Aber wie man das dann sehr für sich entscheidet, ist dann halt eigene Sache.“ (Schüler:in B)
B3 Systemverständnis Energie	Verständnis für Zusammenhänge von Erzeugung, Verbrauch, Speicherung und Netz im Kontext Energie.	Technisches Funktionsverständnis; keine reinen Haltungs- oder Wertäußerungen (→ A).	„Es ging ja dann auch darum, dass die Schule so eine PV-Anlage bekommt und dass dann aber auch über die Stadt das gemacht werden muss [...] und dass es komplex ist.“ (Schüler:in A) „Ich habe festgedacht, ich kann es schaffen, in einem Jahr alle Schulgebäude zu bestücken. In Wirklichkeit ist es nur ein Bruchteil [...] wegen Regularien in der Verwaltung.“ (Projektleiter)
B4 Unsicherheiten erkennen und begründen	Hinweise auf Grenzen des Wissens, Umgang mit Unsicherheit oder realen Umsetzungshürden.	Nur wenn Unsicherheit/Begrenztheit reflektiert wird; reine Kritik ohne Selbstbezug → B2.	„Das Projekt hat gezeigt, wie einfach es ist, zumindest die Energieversorgung mit Solarstrom umzusetzen.“ (Lehrkraft A)

			„Kinder und Jugendliche können super akzeptieren, dass man ja nicht mit einer Technik alles erschlagen muss, [...] sondern dass man auch in kleinen Teilen arbeiten kann.“ (Projektleitung)
--	--	--	---

C: Entwicklung von Zukunftsvisionen

Code	Arbeitsdefinition	Zuweisungsregeln / Abgrenzung	Beispielzitate (Interview)
C1 Zielbilder für Schule/Region	Vorstellungen, wie Schule oder Region nachhaltig werden kann (z. B. mehr PV-Anlagen an Schulen).	Konkrete Vision/Zielbild; nicht verwenden bei persönlichem Handeln (→ D4).	„Ich finde den Aspekt Dezentralisierung auf jeden Fall in vielfachen Hinsichten sinnvoll. Und das ist ja ein Kernanliegen von PV2School [...] Unabhängigkeit zu schaffen [...] für Haushalte oder Institutionen.“ (Lehrkraft B) „Ich finde gerade Solarstrom in der Schule [...] ist extrem zukunftsweisend [...]“ (Schüler:in A)
C2 Motivation & Zukunftsoptimismus	Ausdrücke von Zuversicht, Motivation und Engagementbereitschaft bezogen auf die Zukunft.	Nicht für konkrete Taten (→ D1/D2/D4); Fokus auf Einstellung/Zuversicht.	„Man holt so seine Motivation daher, dass man dann eben [...] davon ausgeht, irgendwann ist der Knoten geplatzt und dann kann man einfach nach vorne durcharbeiten.“ (Projektleiter) „Der Aufwand, einen kleinen Teil dazu beizutragen, möglichst umweltfreundlich Strom bereitzustellen, hat sich dadurch verändert, weil man eben gesehen hat, wie einfach das sein kann.“ (Lehrkraft A)
C3 Realistische Lösungswege / Schritte	Pragmatische, umsetzbare Schritte Richtung Nachhaltigkeit (kleine Schritte, Niedrigschwelligkeit).	Nur wenn Schritte benannt oder begründet werden; nicht rein normative Forderungen.	„Ich kann mir nämlich vorstellen, auch selber eine Balkonsolaranlage anzubringen. [...] In Zukunft werde ich auch ein kleines Paneel am Balkon anbringen.“ (Lehrkraft A) „Wir sind umgezogen jetzt [...] und da war vorher schon eine PV-Anlage auf

			dem Dach [...] und da habe ich gesagt, das ist cool, das speist mit ein [...] und dann ist es auch ein bisschen umweltfreundlicher.“ (Schüler:in A)
C4 Lern- und Berufsorientierung (Energie/Technik)	Bezug zu Lernen, Kompetenzerwerb oder (berufs-)orientierenden Aspekten im Feld Energie/Technik.	Bildungs-/Berufsbezug; nicht verwenden bei reinem Technikfakt ohne Orientierungsbezug.	„In dem Sinne, dass es so niederschwellig war. [...] Das hat in dem Projekt einfach gut geklappt.“ (Lehrkraft B) „Man bekommt da total viel positive Rückmeldung von den Schülern. [...] Das habe ich erst unterschätzt, ich war erst auf der technischen Schiene.“ (Projektleiter)

D: Handeln für Nachhaltigkeit

Code	Arbeitsdefinition	Zuweisungsregeln / Abgrenzung	Beispielzitate (Interview)
D1 Praktische Umsetzung im Schulkontext	Konkrete Handlungen/Beeteiligungen im Projekt/Unterricht (Workshops, Aufbau/Inbetriebnahme).	Handlungsnahe Aussagen; Haltungsäußerungen → A4.	„Ich habe bisher mit zwei Schülergruppen an dem Projekt teilgenommen. [...] sowohl den Vortrag angehört als auch den praktischen Teil des Workshops absolviert.“ (Lehrkraft A) „Dann haben wir selber auch nochmal Solaranlagen [...] in Betrieb genommen.“ (Schüler:in B) „Die sind alle super aufmerksam, sehr motiviert [...] danach können die halt selber so ein Balkonkraftwerk bauen.“ (Projektleiter)

D2 Eigenverantwortung & Initiative	Selbstinitiierte Handlungen, Mitgestaltung, Verantwortung im Projektkontext.	Nur bei aktiver Initiative; reine Zustimmung ohne Handlung → A4.	„Ich hoffe, dass dieses Projekt an vielen Schulen umgesetzt wird und freue mich schon darauf, wenn hier an unserer Schule die Anlage in Betrieb genommen wird.“ (Lehrkraft A) „Ich finde das Projekt ist extrem cool aufgebaut. Ich finde die Möglichkeit darüber zu lernen ist extrem cool [...]“ (Schüler:in A)
D3 Kommunikation & Weitergabe	Wissenstransfer, Austausch, Fragenstellen, Präsentationen im Schulkontext.	Nicht für reine Visionen (→ C1), sondern tatsächliche Kommunikationsakte.	„Allein die Tatsache, dass da zwei Personen aus der Praxis mit ihrer Gerätschaft ankommen, das war schon mal ein großer Bonus. [...] Die Schüler haben Fragen gestellt, Interesse gezeigt [...]“ (Lehrkraft B) „Ich habe mit meinen Eltern auch darüber gesprochen und so. Und wir haben uns auch über unsere Solaranlage [...] unterhalten.“ (Schüler:in B).
D4 Alltagsverhalten / Energiesparen zuhause	Verhaltensänderungen im Alltag, z. B. Strom sparen, Kauf-/Nutzungsentscheidungen zu Energie.	Konkrete Verhaltensbezüge außerhalb Schule; keine reinen Haltungsausprägungen (→ A).	„Es wurde halt auch gezeigt, wie viel zum Beispiel so eine Schule einfach schon verbraucht. [...] Wenn Personen mit Wohnungen das dann bei ihrem Balkon zum Beispiel installieren, [...] dass das insgesamt sehr stark auch schon zur Nachhaltigkeit beitragen kann.“ (Schüler:in B) „Und welche Wege dahin führen, ist

			halt, was uns hauptsächlich gezeigt wurde, in dem Fall jetzt die Solaranlagen, dass der gesamte Energieverbrauch halt, ich sag mal, runtergeregelt wird.“ (Schüler:in B).
--	--	--	--

Anhang 3 Interview Lehrkraft A

Interviewer: Welche Erfahrung hast du bisher mit dem Projekt PV2School gemacht?

Lehrkraft A: Ich habe bisher mit zwei Schülergruppen an dem Projekt teilgenommen. Ich habe mir sowohl den Vortrag angehört als auch hinterher den praktischen Teil des Workshops absolviert.

Interviewer: Welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit ganz allgemein für dich?

Lehrkraft A: Ich halte Nachhaltigkeit für einen wichtigen Punkt im Umgang mit unserem Planeten. Und versuche, selbst möglichst nachhaltig zu leben, auch wenn das vielleicht an einigen Stellen nicht immer so funktioniert, wie man das gerne möchte, besonders was den Energiebedarf betrifft. Aber da ist PV2School ja eine gute Möglichkeit gewesen, um zu sehen, wie einfach das dann doch umzusetzen ist.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School bei dir etwas daran verändert, wie du über deine eigenen Werte, den Umgang mit der Natur oder der Gerechtigkeit zwischen den Generationen denkst?

Lehrkraft A: Ich würde sagen, dass sich der Blick darauf verändert hat, wie einfach es ist, zumindest die Energieversorgung mit Solarstrom umzusetzen. Also der Aufwand, einen kleinen Teil dazu beizutragen, möglichst umweltfreundlich Strom bereitzustellen, hat sich dadurch verändert, weil man eben gesehen hat, wie einfach das sein kann.

Interviewer: Hast du durch das PV2School besser verstanden, wie unterschiedliche Meinungen zum Thema Nachhaltigkeit sein können und wie komplex manche Probleme sind?

Lehrkraft A: An der Stelle würde ich sagen, das hat sich nicht da auf meine Meinung verändert. Dass Nachhaltigkeit ein komplexes Thema ist, war mir auch schon vorher bewusst. Ich habe hier eher gesehen, wie unkomplex die technische Seite sein kann.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School dazu beigetragen, dass du dir besser vorstellen kannst, wie eine nachhaltige Zukunft aussehen kann und welche Wege dahin führen könnten?

Lehrkraft A: Das definitiv schon, weil man auf der einen Seite gesehen hat, dass der Aufwand nicht groß ist und auch dann der Betrieb so einer Anlage nicht sonderlich aufwendig ist.

Interviewer: Hat dich das Projekt PV2School motiviert, selbst etwas mehr für Nachhaltigkeit zu tun, allein oder gemeinsam mit anderen?

Lehrkraft A: Ja, definitiv. Ich kann mir nämlich vorstellen, auch selber eine Balkonsolaranlage anzubringen. Dadurch, dass ich gesehen habe, wie gering der technische Aufwand ist, ist das auch schon in Arbeit. In Zukunft werde ich auch ein kleines Paneel am Balkon anbringen und damit dann ein bisschen Strom ins Netz einspeisen bzw. für den eigenen Bedarf zur Verfügung zu haben.

Interviewer: Gibt es noch einen Aspekt, den du erwähnen möchtest?

Lehrkraft A: Ich hoffe, dass dieses Projekt an vielen Schulen umgesetzt wird und freue mich schon darauf, wenn hier an unserer Schule die Anlage in Betrieb genommen wird. Das kann nämlich nicht mehr so lange dauern.

Anhang 4 Interview Lehrkraft B

Interviewer: Welche Erfahrungen oder Berührungspunkte haben Sie bisher mit dem Projekt PV2 School gemacht?

Lehrkraft B: Ja, ich habe über die Schulleitung eine E-Mail bekommen. Die Schulleitung hat das wiederum die E-Mail von dem Projektleiter von ESPADU, Energie Sparen Duisburg, bekommen. Hat sie an uns aktive Kolleginnen und Kollegen weitergeleitet. Ich als Person, die dazu berufen wurde, das Thema Nachhaltigkeit ein bisschen größer zu machen und in Form von Projekten umzusetzen, habe mich dann mit dem Herrn Klockhaus auch in Verbindung gesetzt. Das lag vor allem daran, dass auch die Jahrgangstage bei uns anstanden, also Projektstage, die in der EF traditionellerweise der Nachhaltigkeit gewidmet sind. Da werden unterrichtliche Inhalte aus dem Lehrplan für die EF Erdkunde ausgelagert und nochmal mit der gesamten Stufe ein bisschen ausführlicher praxisnah thematisiert.

Und das passt natürlich super, wenn dann eine Person aus der Praxis kommt.

Interviewer: Welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit ganz allgemein für Sie persönlich?

Lehrkraft B: Einen sehr hohen Stellenwert, würde ich sagen. Also ich versuche über die Konsumentscheidungen, die ich zu treffe, beispielsweise in punkto Ernährung, Kleidung und Konsumgüter, Reisen, Energieverwendung auch, wobei da muss ich tatsächlich sagen, das ist so ein bisschen mein blinder Fleck, beziehungsweise da bin ich noch nicht ganz gut aufgestellt, aber über die anderen genannten Punkte versuche ich das schon sehr bewusst in meinen Alltag zu integrieren. Also ich ernähre mich vegan, ich versuche Secondhand einzukaufen, Elektrogeräte so lange wie möglich zu nutzen oder zu reparieren. Meine Mobilität ist auf den öffentlichen Nahverkehr ausgerichtet, beziehungsweise aufs Fahrrad. In der Schule ist das so umzusetzen in der Regel über Projekte sehr gut möglich, wie beispielsweise so Projekte, die das Bewusstsein einfach fördern und wie PV2 School ja auch im Grunde so ein Spagat nach Hause geschafft haben, also über diese Balkonanlagen oder Balkonkraftwerke. Ich weiß nicht mehr genau, wie der Herr Klockhaus das genannt hat.

Interviewer: Hat das Projekt PV2 School bei Ihnen etwas daran verändert, wie Sie über Ihre eigenen Werte den Umgang mit der Natur oder der Gerechtigkeit zwischen den Generationen denken?

Lehrkraft B: Also was Werte angeht, ich bin großer Fan von natürlichem Klimaschutz und weniger technischem Klimaschutz. Natürlich braucht man beides, gerade auch in einem Industrieland wie Deutschland. Aber das ist natürlich irgendwie aktiviert worden, inwiefern kann der technische Klimaschutz oder können solche Anlagen uns auch dabei unterstützen, unsere Klimaziele zu erreichen? Und die brauchen wir. Und vor allem die soziale Dimension, beziehungsweise wirtschaftliche Dimension, das hat mich auch zum Denken angeregt. Also wie leicht ist so eine Anlage eigentlich wirtschaftlich zu beschaffen? Lohnt sich das wirklich auch für die Familien, gerade auch was so Klimagerechtigkeit angeht? Und das scheint es ja schon. Kriegen auch immer alle Familien die Informationen, die sie brauchen, dass es solche Angebote gibt? Das spricht sich natürlich viel über die sozialen Medien rum, über Tageszeitungen und Ähnliches. Aber genau, das sind so Gedanken, die mir da definitiv aufgekommen sind. Und ich würde sagen, die sind ja an Werte gekoppelt. Von daher hat es was verändert? Nein, aber es hat es auf jeden Fall angeregt.

Interviewer: Haben Sie durch PV2School besser verstanden, wie unterschiedliche Meinungen zum Thema Nachhaltigkeit sein können und wie komplex manche Probleme sind?

Lehrkraft B: Nein, nicht über PV2School. Das war zu wenig und mit Schülern, also dafür war die Zielgruppe des Projekts einfach nicht aufgeklärt genug, glaube ich, um da wirklich in eine Diskussion zu kommen und gegensätzliche Stellungen auch deutlicher herausspüren zu können.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School dazu beigetragen, dass Sie sich besser vorstellen können, wie eine nachhaltige Zukunft aussehen kann und welche Wege dahin führen könnten?

Lehrkraft B: Definitiv. Ich finde den Aspekt Dezentralisierung auf jeden Fall in vielfachen Hinsichten sinnvoll. Und das ist ja ein Kernanliegen von PV2School, also da Unabhängigkeit zu schaffen auf wirtschaftlicher, auf Versorgungsebene für die Haushalte oder für die Institutionen. Und in dem Sinne wünsche ich mir natürlich schon eine Zukunft, wo da mehr Resilienz durch Dezentralisierung geschaffen werden kann.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School motiviert, selbst aktiv etwas mehr für Nachhaltigkeit zu tun oder gemeinsam mit anderen?

Lehrkraft B: In dem Sinne, dass es so niederschwellig war. Es war so einfach, mit dem Klockhaus und dem Team in Kontakt zu kommen. Das Angebot stand, die Gelder standen bereit und in dem Sinne war es einfacher, was ins Rollen zu bekommen. Und das ist ja ganz oft nicht der Fall. In dem Sinne war das motivierend. Wenn das öfter so wäre und wenn man auch als Schule vielleicht die Informationen, wenn die an einen herangetragen werden, was gibt es alles, wofür stehen die da bereit, habt ihr da Bock drauf, dann motiviert das total. Und das hat in dem Projekt einfach gut geklappt.

Interviewer: Gibt es noch einen Aspekt, den Sie erwähnen möchten?

Lehrkraft B: Wir hatten uns da vorhin über eine Frage unterhalten, können Sie mich da nochmal erinnern?

Interviewer: Wie haben die Schülerinnen und Schüler das Ihrer Meinung nach angenommen? Also wurde das angenommen durch Interesse oder war das eher, ja wir müssen das jetzt tun?

Lehrkraft B: So wie ich das beobachtet habe, war allein die Tatsache, dass da zwei Personen aus der Praxis mit ihrer Gerätschaft ankommen, das war schon mal ein großer Bonus. Also dadurch hatten die Herrschaften auf jeden Fall schon mal das Interesse der Schüler bei sich. Und das Know-how wurde, glaube ich, dankbar angenommen. Die Schüler haben Fragen gestellt, die Interesse gezeigt haben, was beispielsweise Kostenwartung, Reparatur von den Anlagen angeht. Und entsprechend würde ich schon sagen, dass das das Interesse geweckt hat. Bei denjenigen, die vielleicht auch so reif sind, dass sie schon so ein bisschen sich in so einer Erwachsenenwelt und selber Verantwortung für solche Entscheidungen übernehmen, auch reindenken können. Andere waren natürlich auch abgelenkt, aber das bleibt nicht aus bei Jahrgangstagen.

Interviewer: Gab es im Nachhinein noch Redebedarf von den Schülerinnen und Schülern?

Also als der Workshop abgeschlossen war, wurde im Nachhinein nochmal im anderen Unterricht darüber diskutiert oder war das dann vorbei?

Lehrkraft B: Nee, tatsächlich hat sich das auf die Jahrgangstage beschränkt. Also wir haben eine generelle Evaluation gemacht, aber keine Workshop-spezifische.

Interviewer: Okay, ja, vielen Dank.

Lehrkraft B: Alles klar, ich danke.

Anhang 5 Interview Schüler A

Interviewer: Interview mit Schüler A Welche Erfahrungen hast du bisher mit dem Projekt PV2School gemacht?

Schüler A: Ja, ich kannte das Projekt eigentlich gar nicht, bis wir über einen WP2-Kurs darauf gestoßen worden sind quasi und uns gesagt wurde, ihr könnt daran teilnehmen. Und dann haben wir mit unserem Kurs daran teilgenommen. Die Leute von der PV2School, von dem Projekt, haben alle Sachen mitgebracht, total cool erklärt mit einer Präsentation.

Interviewer: Welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit ganz allgemein für dich?

Schüler A: Ich finde Nachhaltigkeit total wichtig, weil ich möchte, dass ich und meine Nachfahren genauso auf dem Planeten leben können wie meine Eltern und meine Großeltern. Genau, und deswegen Nachhaltigkeit, Umweltschutz, total wichtig.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School bei dir etwas daran verändert, wie du über deine eigenen Werte, den Umgang mit der Natur oder der Gerechtigkeit zwischen den Generationen denkst?

Schüler A: Das Einzige, was sich so ein bisschen geändert hat, ist der Blick darauf, was man mehr tun kann. Also gerade diese PV-Anlagen haben nochmal gezeigt, das ist günstig, jeder kann was tun irgendwie. Das war ganz cool zu sehen, ja.

Interviewer: Hast du durch das PV2School besser verstanden, wie unterschiedlich Meinungen zum Thema Nachhaltigkeit sein können und wie komplex manche Probleme sind?

Schüler A: Ja, es ging ja dann auch darum, dass die Schule so eine PV-Anlage bekommt und dass dann aber auch über die Stadt das gemacht werden muss, dass das natürlich nicht die Schule alleine entscheidet und dass es komplex ist auf jeden Fall. Ich glaube aber, dass Nachhaltigkeit ein großes Ziel haben sollte, auch wenn verschiedene Meinungen darauf hinweisen, um dann unseren Planeten zu erhalten.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School dazu beigetragen, dass du dir besser vorstellen kannst, wie eine nachhaltige Zukunft aussehen kann und welche Wege dahin führen könnten?

Schüler A: Auf jeden Fall. Also ich finde gerade Solarstrom in der Schule, teilweise zumindest, ist extrem zukunftsweisend, gerade da wir jetzt ja deutlich mehr mit elektronischen Geräten arbeiten, viel mehr Strom verbrauchen. Und daher denke ich, dass gerade PV2School das extrem cool macht, ja.

Interviewer: Hat dich das Projekt PV2School motiviert, selbst etwas für mehr Nachhaltigkeit zu tun, allein oder gemeinsam mit anderen?

Interviewer: Ja, tatsächlich. Wir sind umgezogen jetzt, Anfang Mai, und da war vorher schon eine PV-Anlage auf dem Dach und dann war so ein bisschen die Frage, wollen wir die behalten oder wollen wir die halt weiterverkaufen? Und da habe ich mich ganz klar gesagt, das ist cool, das speist mit ein, das nimmt uns ein bisschen die Kosten und dann ist es auch ein bisschen umweltfreundlicher deswegen, ja.

Interviewer: Gibt es noch einen Aspekt, den du erwähnen möchtest?

Schüler A: Ich finde das Projekt ist extrem cool aufgebaut. Ich finde die Möglichkeit darüber zu lernen ist extrem cool und deswegen, ja.

Interviewer: Vielen Dank.

Anhang 6 Interview Schüler B

Interviewer: Interview **Schüler B**. Welche Erfahrungen hast du bisher mit dem Projekt PV2School gemacht?

Schüler B: Also wir hatten in der Schule im Fach NAVEX, also naturwissenschaftliche Experimente, hatten wir das als Zusatz quasi dazu von der Stadt Duisburg. Und die haben uns dann quasi an die Leute gekommen im Unterricht und haben uns erstmal was dazu erklärt und so. Und dann haben wir selber auch nochmal Solaranlagen halt davon in Betrieb genommen.

Interviewer: Welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit ganz allgemein für dich?

Schüler B: Also ganz allgemein betrachtet würde ich sagen, dass Nachhaltigkeit für mich heißt, nicht speziell quasi etwas gegen, also aktiv gegen den Klimawandel zu machen, was man eigentlich gut vermeiden kann. Also zum Beispiel mit dem Autofahren oder so bei Kurzstrecken oder insgesamt viel mit dem Flugzeug fliegen.

Aber jetzt so allgemeine Sachen wie Produkte oder so, die eingeschifft werden oder so, das halt nicht.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School bei dir etwas daran verändert, wie du über deine eigenen Werte, den Umgang mit der Natur oder der Gerechtigkeit zwischen den Generationen denkst?

Schüler B: Selber so nicht, weil insgesamt, was halt Solaranlagen angeht, haben wir halt selber zu Hause schon welche. Das heißt, damit habe ich mich nicht weiter beschäftigt, weil ich das auch nicht meinen Eltern erklären musste oder so. Aber sonst Richtung Natur oder so eigentlich nicht, ne.

Interviewer: Hast du durch das PV2School besser verstanden, wie unterschiedliche Meinungen zum Thema Nachhaltigkeit sein können und wie komplex manche Probleme sind?

Schüler B: Ja, auf jeden Fall. Also ich habe da auf jeden Fall gemerkt, dass viele Leute deutlich auch nachhaltiger, würde ich sagen, leben oder dass man auch deutlich nachhaltiger leben kann. Aber wie man das dann sehr für sich entscheidet, ist dann halt eigene Sache. Aber es gibt auf jeden Fall, habe ich gelernt, sehr viele verschiedene Meinungen.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School dazu beigetragen, dass du dir besser vorstellen kannst, wie eine nachhaltige Zukunft aussehen kann und welche Wege dahin führen könnten?

Schüler B: Kannst du die Frage nochmal wiederholen?

Interviewer: Hat das Projekt PV2School dazu beigetragen, dass du dir besser vorstellen kannst, wie eine nachhaltige Zukunft aussehen kann und welche Wege dahin führen könnten?

Schüler B: Also, ja schon. Es hat mir halt gezeigt, dass wenn in Zukunft zum Beispiel Schulen in dem Beispiel auch viele Solaranlagen haben, dass der insgesamte Stromverbrauch, was so eine Schule halt verbraucht, darüber abgedeckt werden kann. Und es wurde halt auch gezeigt, wie viel zum Beispiel so eine Schule einfach schon verbraucht. Und dass das Ganze halt für die Zukunft, auch wenn Personen mit Wohnungen das dann bei ihrem Balkon zum Beispiel installieren, diese Balkonkraftwerke, dass das insgesamt sehr stark auch schon zur Nachhaltigkeit beitragen kann.

Und welche Wege dahin führen, ist halt, was uns hauptsächlich gezeigt wurde, in dem Fall jetzt die Solaranlagen, dass der gesamte Energieverbrauch halt, ich sag mal, runtergeregelt wird.

Interviewer: Hat dich das Projekt PV2School motiviert, selbst etwas für mehr Nachhaltigkeit zu tun, allein oder gemeinsam mit anderen?

Schüler B: Also ich habe mit meinen Eltern auch darüber gesprochen und so. Und wir haben uns auch über unsere Solaranlage und insgesamt, was wir damit machen, halt unterhalten. Aber so selber direkt hat sich für mich eigentlich nichts geändert. Und wir haben uns jetzt auch nicht irgendwie mehr motiviert gefühlt, sag ich mal, damit was zu machen.

Interviewer: Gibt es noch einen Aspekt, den du erwähnen möchtest?

Schüler B: Eigentlich nicht, nee.

Interviewer: Vielen Dank.

Anhang 7 Interview Projektleiter

Interviewer: Ja, vielen Dank, dass Sie sich Zeit genommen haben für das Interview.

Ich werde Ihnen jetzt insgesamt sieben Fragen stellen. Eine Einstiegsfrage, vier thematische Fragen und eine Ausstiegsfrage. Quasi eine offene Frage.

Das Interview läuft so ab, dass die Fragen offen sind und ich Sie nicht darin beeinflussen werde, wie Sie die beantworten. Wenn es für Sie in Ordnung ist, dann würde ich jetzt anfangen.

Projektleiter: Ja, sehr gerne.

Interviewer: Okay. Welche Erfahrungen oder Berührungspunkte haben Sie bisher mit dem Projekt PV2School gemacht?

Projektleiter: Ja, das Projekt ist ja meine Bewerbungsmappe sozusagen für die Stadt Duisburg gewesen und wir wollten von vornherein ein schnell umzusetzendes Projekt für den Klimaschutz haben. Das ist uns gelungen. Es wird gut angenommen, allerdings hat es auch Widerstände, die halt regularischer Art zum größten Teil sind in der Verwaltung der Stadt.

Interviewer: Okay. Welche Bedeutung hat Nachhaltigkeit ganz allgemein für Sie persönlich?

Projektleiter: Nachhaltigkeit ist der Grund für mich, dass ich überhaupt in diesem Berufszweig gewechselt bin, denn ursprünglich habe ich selbstständig Software programmiert für 35 Jahre und ja gut, irgendwann denkt man sich, da draußen so wenig passiert, sollte man vielleicht mithelfen und nicht nur drüber meckern oder sich drüber wundern, dass nichts vorangeht. Also unter anderem habe ich übrigens auch zwei Kinder, habe Familie und von daher denkt man sich irgendwann, na komm, fahre nicht immer nur Auto, sondern versuche auch irgendwas besser zu machen.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School bei Ihnen etwas daran verändert, wie Sie über Ihre eigenen Werte, den Umgang mit der Natur oder die Gerechtigkeit zwischen den Generationen denken?

Projektleiter: Ja gut, Gerechtigkeit zwischen den Generationen ist wie gesagt ein zentraler Punkt meiner Motivation, hier in den Klimaschutz zu wechseln. Das Projekt jetzt, was an meiner an meiner Denke geändert hat, würde ich nicht sagen, denn eigentlich war es ja umgekehrt. Ich hatte beschlossen, irgendwas zu tun. Dieses Projekt war mein Einstieg hier in Duisburg, zu sagen, lasst uns das doch versuchen. Und so habe ich halt die Stelle angenommen. Es war also genau umgekehrt. Ich hatte eine andere Motivation und habe dieses Projekt dann erarbeitet, um die Motivation der Nachhaltigkeit und des Mitwirkens am Energie, an der Energiewende, um das zu ermöglichen. Ja, aber was sich verändert hat, ist der Gedanke über die Sinnhaftigkeit, das mit den Schülern zu machen. Und zwar, das Projekt ist ja zweigeteilt, hat einen

technischen Aspekt, weil die Schulen reale Solarmodule bekommen und Strom sparen sollen dadurch. Und dieser Workshop war erst nur so ein Add-On und mittlerweile erlebe ich halt viel Positives, was ja vielleicht nachher auch noch abgefragt wird. Und deshalb hat diese Gewichtung zwischen diesem technischen Teil des Projektes und dem Workshop, hat sich so mehr Richtung Workshop verschoben, mehr Richtung didaktische Sinnhaftigkeit für die Kinder.

Interviewer: Haben Sie durch PV2School besser verstanden, wie unterschiedliche Meinungen zum Thema Nachhaltigkeit sein können und wie komplex manche Probleme sind?

Projektleiter: Man erlebt zwischendurch, dass die Schüler gewisse Vorurteile haben, die aber nur aus Erzählung und Übernahme aus der Erwachsenenwelt kommen. Also sind so die Klassiker mit, dass das nichts bringt, dass es zu teuer ist, dass es bei Dunkelheit und bei Bewölkung nicht funktioniert und solche Argumente die sind halt da. Die werden aber eigentlich immer recht schnell behoben. Vor allem können Kinder und Jugendliche super akzeptieren, dass man ja nicht mit einer Technik alles erschlagen muss, also alles an Verbrauch, alles an Emissionen, sondern dass man auch in kleinen Teilen arbeiten kann. Das finden die Jugendlichen immer direkt akzeptabel. Bei Erwachsenen ist das schwieriger. Also die haben da oft solche Ansätze, das lohnt sich nicht. Ich beschäftige mich damit nicht, weil sich das nicht genug lohnt.

Interviewer: Hat das Projekt PV2School dazu beigetragen, dass Sie sich besser vorstellen können, wie eine nachhaltige Zukunft aussehen kann und welche Wege dahin führen könnten?

Projektleiter: Ich fange oft mit diesem Seufz an, weil wir haben jetzt ungefähr ein Jahr lang das Projekt laufen und ursprünglich habe ich festgedacht, ich kann es schaffen, in einem Jahr alle Schulgebäude zu bestücken. In Wirklichkeit ist es nur ein Bruchteil und das liegt an diversen Widerständen, die man halt so hat, wenn man mit einer Kommune arbeitet und mit einer ganzen Stadt. Also es ist nicht so, die Ansätze werden selten praktikabel von allen Seiten durchgedacht, sondern es gibt immer mehr Regularien und Gewichtung auf die Regularien. Von daher würde ich fast sagen, dass ich jetzt pessimistischer bin als zu Beginn des Projektes. Das liegt aber nicht an der Sinnhaftigkeit des Projektes, sondern nur daran, dass es nicht so schnell umzusetzen ist, wie ich gehofft hatte.

Interviewer: Hat Sie das Projekt PV2School motiviert, selbst aktiv etwas für mehr Nachhaltigkeit zu tun, allein, gemeinsam oder mit anderen über das Projekt hinaus?

Projektleiter: Auch hier muss ich sagen, zuerst waren die anderen Aktivitäten da, bevor dann die, oder ich erkläre einfach, dass ich auch Energieberater bin unter anderem und, dass ich nur eine halbe Stelle bei der Stadt habe, weil ich meine Selbstständigkeit nicht aufgeben wollte. Ich wollte aber auch im größeren Maßstab mitwirken und hatte gedacht, dass man hier bei der Stadt dann eben mehr bewegen kann. Das war meine Motivation, aus der Selbstständigkeit halb auszuweichen. Von daher war also nicht das Projekt das, was mich zu anderen Dingen gebracht hat, sondern die anderen Dinge waren vorher da und ich wollte dann auch, achso, man setzt als Energieberater eben mehr so in praktischen Projekten, setzt man halt was um für Hausbesitzer, Mehrfamilienhausbesitzer und da hört es dann aber auf. Von daher bin ich dann zur Stadt gegangen, weil ich eben im strategischen Umfeld größer denken wollte und eben auch da mal schauen wollte, ob man sich einbringen kann.

Ja, also genau umgekehrt.

Interviewer: Gibt es noch einen Aspekt, den Sie erwähnen möchten?

Projektleiter: Ja, zuerst muss man sehr stark die Schüler loben, denn wir erleben auch in Klassen, die durchaus überbesetzt sind von der Anzahl her, also 30 Schüler zum Beispiel, erleben wir, dass die alle super aufmerksam sind, sehr motiviert und dass die diese Art von, ich sage jetzt in Anführungsstrichen, Unterricht, aus Sicht der Schüler ist das ja so, die machen jetzt zwei Stunden Unterricht, keine Doppelstunde, ja, das finden die super und man bekommt da total viel positive Rückmeldung von den Schülern. Das habe ich erst unterschätzt, wie gesagt, ich war erst auf der technischen Schiene, weil ich einfach Energie sparen wollte und Kosten für die Stadt, aber auch in der Reihenfolge, also Emissionen einsparen, war die Motivation und mit den Kosten kann man dann immer die Entscheidungsträger gut überzeugen. Ja, also, aber das, was das bei den Schülern bewirkt, ist halt einfach super. Das ist toll, vor allem, weil die sich vorher gar nichts darunter vorstellen können und danach können die halt selber so ein Balkonkraftwerk bauen und ich erkläre denen auch immer, was man damit betreiben kann und natürlich bei Jugendlichen sind Playstation zum Beispiel hoch im Kurs, also Spielekonsolen und dann haben die sowieso so einen Bezug zu ihrer zu ihrer Lebensumwelt und unter anderem sage ich denen auch immer, wenn ihr so eine Anlage habt, dann können eure Eltern nicht mehr meckern, wenn ihr Tagsüber davor sitzt und zockt, weil dann wird der Strom von der Sonne bezahlt und das finden die immer gut, ja, also man sucht sich halt so die Argumente, die zur Zielgruppe passen. Ja, aber das ist jetzt die positive Seite. Die Negative ist eben, man muss in so einem wahrscheinlich auch in jedem anderen großen Konzern, in der Stadt ist ja irgendwie wie ein großer Konzern auch so ein bisschen zu sehen, da muss man viele Ansprechpartner ansprechen für so ein Projekt, man hat halt Leute, die sich um Sicherheit auf dem Dach kümmern, man hat Leute, die sich um die Elektrik kümmern oder verantwortlich sind, die Geldbeschaffung ist ein Thema und so weiter und so weiter und man muss die irgendwie alle ins Boot holen und während man mit denen spricht, vergehen halt Wochen und Monate und ruckzuck ist halt ein Sommer rum und schon wieder ist keine Anlage auf dem Dach. Das ist eben ein bisschen frustrierend. Man holt so seine Motivation daher, dass man dann eben oder ich eben in dem Fall, dass ich noch davon ausgehe, irgendwann ist der Knoten geplatzt und dann kann man einfach nach vorne durcharbeiten. An dem Punkt sind wir noch nicht, aber das hoffe ich eben, ja, das sind so meine Gedanken dazu.

Interviewer: Dann bedanke ich mich für das Interview und wünsche Ihnen alles Gute.

Projektleiter: Ja, vielen Dank ebenso.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne die Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten fremden Quellen entnommen wurden, einschließlich mittels KI-Tools generierter Inhalte, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form im Rahmen einer anderen Prüfung noch nicht vorgelegt worden.

Rheurdt, 25.11.2025

A rectangular area that has been completely redacted with a solid black fill, obscuring the signature.

(Unterschrift)