

DBU-AZ: 39013

Abschlussbericht:

Lernen mit der „WasserFarm“ – Hydroponik in der Bildung

DBU - Förderthema 1

Richtlinie zur Förderung von "Instrumenten und Kompetenzen der Nachhaltigkeitsbewertung sowie Stärkung von Nachhaltigkeitsbewusstsein und -handeln"



Verfasser Projektkonsortium:

TERRA URBANA Umlandentwicklungsgesellschaft mbH (TUG)
Nächst Neuendorfer Landstraße 6 a
15806 Zossen
www.terraurbana.de
Projektleitung: Dr. Jens Dautz



FiBS RILLL Research Institute on Lifelong Learning gGmbH
Michaelkirchstr. 17/18
10179 Berlin
www.fibs.eu
Projektleitung: Dr. Dieter Dohmen



Projektlaufzeit: 01. März 2024 - 28. Februar 2026

Zossen, 28.02.2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	2
Abkürzungsverzeichnis.....	2
Kurzfassung des Abschlussberichts.....	3
1. Anlass und Zielsetzung des Berichts.....	5
2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden.....	6
2.1 Kick-Off und Initiierungsphase.....	6
2.2 Entwicklungs- und Vorbereitungsphase.....	6
2.3 Durchführungsphase.....	7
2.4 Auswertung und Transferphase.....	12
3. Ergebnisse - Darstellung der tatsächlich erzielten Ergebnisse.....	14
4. Diskussion.....	18
4.1 Inwieweit wurden die verfolgten Ziele erreicht?.....	18
4.2 Woraus ergeben sich die Abweichungen der erhaltenen Ergebnisse (aufgetretene Probleme, Veränderungen bezüglich Strategie oder angewandter Methoden)?.....	19
4.3 Wie gestaltet sich die Arbeit mit den unterschiedlichen Kooperationspartnern (Institute, Firmen, Kommunen, Länder)?.....	19
5. Öffentlichkeitsarbeit.....	21
5.1 Wie werden die Ergebnisse veröffentlicht?.....	21
5.2 Wer partizipiert an den Ergebnissen?.....	21
5.3 Wird das Vorhaben über die Projektlaufzeit hinaus weitergeführt?.....	21
6. Fazit.....	23
6.1 Hat sich die Vorgehensweise bewährt? (evtl. veränderte Lösungsansätze, Ideen usw.)?.....	23
6.2 Werden Änderungen der Zielsetzung notwendig?.....	23
Literaturverzeichnis.....	25
Bilddokumentation.....	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektverlauf und -phasen der Projektlaufzeit 01.03.2024 bis 28.02.2026.	6
Abbildung 2: Projektmeilensteine mit zugehörigen Arbeitspaketen in der Projektlaufzeit 01.03.2024 bis 28.02.2026.	14

Abkürzungsverzeichnis

AEIOU:	Activities, Environment, Interactions, Objects, Users
AG:	Arbeitsgemeinschaft
AP:	Arbeitspaket
BNE:	Bildung für nachhaltige Entwicklung
DWC:	Deep Water Culture
EC:	Electric conductivity (Elektrische Leitfähigkeit)
FIBS:	Forschungsinstitut für Bildungs- und Sozialökonomie
F&E-Projekt:	Forschungs- und Entwicklungsprojekt
IB:	International Baccalaureate
LIBRA:	Landesinstitut Brandenburg für Schule und Lehrkräftebildung
MINT:	Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik
MS:	Meilenstein
NFT:	Nutrient Film Technique
NGO:	Non-Governmental Organization
pH:	Potentia Hydrogenii (Potential des Wasserstoffs)
RILL:	Research Institute on Lifelong Learning
SDG/SDGs:	Sustainable development goal/goals
VLZ:	Vorleistungszentrum
WBGU:	Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen

Kurzfassung des Abschlussberichts

Die zunehmend wahrnehmbare Klima- und Biodiversitätskrise rückt Themen der Bildung für nachhaltige Entwicklung, wie Ernährungssicherheit, Ressourceneffizienz und Flächennutzungskonkurrenz vermehrt in den Fokus. Das Bedürfnis und die Notwendigkeit junger Menschen, diese komplexen globalen Zusammenhänge, ihre Wechselwirkungen und mögliche Harmonisierungsstrategien zu verstehen und in Bezug zu ihren MINT-Kernfächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) und Lehrplänen zu setzen, steigen ebenfalls. Dennoch fehlt im laufenden Schulbetrieb häufig der Bezug oder die Möglichkeit, zusammenhängende Prozesse von der Pflanzenphysiologie, über den Pflanzenanbau, Nährstoffexperimente bis hin zu Berechnungen des ökologischen Fußabdrucks, dem Design eines grünen Klassenzimmers, oder von Vermarktungsstrategien hydroponisch angebauten Gemüses, praxisnah und fächerübergreifend zu erkunden, zu erleben und zu verstehen. Lehrkräften das Handwerkszeug zu geben, um Schüler:innen diese wichtigen Lernprozesse zu ermöglichen und im Sinne des BNE-Ansatzes (Bildung für nachhaltige Entwicklung) interdisziplinäre und forschende Gestaltungskompetenzen an Schulen zu fördern, ist wesentlicher Inhalt des Projekts „Lernen mit der „WasserFarm“ – Hydroponik in der Bildung“. Darüber hinaus soll den Schülerinnen und Schülern das Wissen und die Mittel mitgegeben werden, um auch eigenständig eine Hydroponikanlage einrichten und betreiben zu können. Der innovative Charakter der „WasserFarm“ inkl. des zugehörigen Lernkonzepts liegt in der iterativen (Weiter-)Entwicklung eines agilen Lernprozesses mit integrierten Anwendungs- und Kreativphasen. Das Projekt arbeitete mit drei Pilotschulen in zwei Bundesländern (Brandenburg, Schleswig-Holstein) über eine Projektdauer von zwei Jahren (01.03.2024 – 28.02.2026).

Im ersten Jahr wurde partizipativ eine Strategie zur Integration des Projektkonzeptes in die standortspezifischen Lern- und Lehrpläne und die vorhandene räumliche Infrastruktur entwickelt. Auf Basis von Erstbesuchen wurden die technischen und didaktischen Voraussetzungen an allen drei Standorten erfasst und in Schulsteckbriefen dokumentiert. Darauf aufbauend wurden standortspezifische Umsetzungswege entwickelt und zu Schuljahresbeginn 2024/25 praxisorientierte Einführungs- und Trainingsworkshops durchgeführt, die technische Grundlagen (u. a. Aufbau, Betrieb und Wartung von NFT- (Nutrient Film Technique) und DWC-Systemen (Deep Water Culture) sowie pH- (Potentia Hydrogenii) und Leitfähigkeitsmessung) mit didaktischen Elementen (BNE-Einordnung und Entwicklung schulspezifischer Forschungsfragen) verknüpften. Insgesamt wurden 13 Lehrkräfte geschult und bis zu 97 Schülerinnen und Schüler erreicht.

Zwischen November 2024 und Januar 2025 erhielten die Schulen abgestimmte Experimentierpakete mit Modellanlagen, Bauplänen und Zubehör; in der anschließenden Praxisphase wurden eigenständige Anlagenbetriebs- und Monitoringroutinen etabliert und standortspezifische Fragestellungen im Spannungsfeld Pflanze–Nährstoffversorgung–Wasserqualität bearbeitet. Eine Projektarbeit mündete zudem in einer Teilnahme an „Jugend forscht“ (3. Platz, Kategorie Biologie).

Als zentraler Projektertrag wurde im zweiten Projektjahr die „WasserFarm“-Toolbox finalisiert: 25 Lehr-Lernmaterialien (Deutsch und Englisch) bündeln technische Anleitungen, fachliches Hintergrundwissen sowie didaktisch-methodische Bausteine. Auf Grundlage von Evaluationsergebnissen wurden die Materialien zusätzlich durch einen 6-Wochen-Sequenzplan mit begleitender Unterrichtspräsentation als praxistauglicher „Fahrplan“ strukturiert. Parallel erfolgten Vereinheitlichung und Professionalisierung durch ein weiterentwickeltes Corporate Design. Die Veröffentlichung und Dokumentation wurde über die zweisprachige Projektwebsite www.wasserfarm.org, Blogbeiträge, durch Öffentlichkeitsarbeit in professionellen sozialen Medien (LinkedIn) und die Vorbereitung eines Beitrags für die Zeitschrift PÄDAGOGIK (erscheint Ende 2026) umgesetzt. Ergänzend machten die Pilotschulen Ergebnisse über eigene Kanäle sichtbar. Als Transferbaustein wurde am 15. Januar 2026 eine offizielle Lehrkräftefortbildung in Kooperation mit dem Landesinstitut Brandenburg für Schule und Lehrkräftebildung (LIBRA) durchgeführt.

Zur Verstetigung wurden die Ergebnisse in ein Transfer- und Verwertungskonzept überführt (Begleitformate wie Workshops/Beratung, modulare Produktsets und ein „WasserFarm“-Koffer als Demonstrations- und Experimentierset). Die internationale Anschlussfähigkeit wurde durch die englische Materialversion gestärkt, dass die Adaption zentraler „WasserFarm“-Bausteine für Lehrkräftebildungssettings vorsieht.

1. Anlass und Zielsetzung des Berichts

Die Beteiligung von jungen Menschen an Bildungsprozessen für eine nachhaltige Entwicklung (BNE) spielt laut des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderung (WBGU) eine Schlüsselrolle für das Gelingen einer umfassenden Transformation der Gesellschaft in Richtung Nachhaltigkeit (WBGU, 2011); (WBGU, 2012). Damit sich Kinder und Jugendliche in sozial-ökologische Transformationsprozesse einbringen und diese aktiv gestalten können, ist eine konsequente Beteiligung an Umweltbildungsangeboten notwendig. Projekte, in denen junge Menschen sich mit Aktivitäten zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen (insbesondere der SDGs (Sustainable development goals) der Vereinten Nationen) engagieren können, stellen dabei einen besonderen Bezugsrahmen zum Verständnis sozial-ökologischer Herausforderungen dar.

Vor diesem Hintergrund setzt das F&E (Forschungs- und Entwicklungsprojekt) -Projekt „Lernen mit der „WasserFarm“ – Hydroponik in der Bildung“ an. Zunehmende Dürreperioden und sinkende Grundwasserstände machen eine wassereffiziente Lebensmittelproduktion zu einem gesellschaftlich hoch relevanten Thema. Gleichzeitig fehlt im Schulalltag häufig die Möglichkeit, ökologische Kreisläufe praxisnah zu erkunden. Schülerinnen und Schülern diese wichtigen Lernprozesse zu ermöglichen und im Sinne des BNE-Ansatzes interdisziplinäre, reflexive und forschende Gestaltungskompetenzen an Schulen zu fördern, ist wesentlicher Inhalt des Projekts „WasserFarm“. Zentraler Bestandteil des agilen und objektbezogenen Lernkonzeptes ist die Schulung von Lehrpersonal, die Vermittlung von Basiswissen der hydroponischen Kultivierung, die Verknüpfung systemspezifischer Inhalte mit MINT-Bezug sowie die Unterstützung eines partizipativen Lern- und Verständnisprozesses von Schülerinnen und Schülern bezüglich globaler Nachhaltigkeit. Das Projekt fokussiert sich zunächst auf die Klassenstufen 7 bis 10. Hydroponik ist eine Form des Gartenbaus, bei der Pflanzen ohne Erde, direkt in wässrigen Nährstofflösungen oder in inerten Medien angebaut werden können. Im Kreislauf gefahren, werden durch hydroponische Systeme unter anderem wertvolle Wasserressourcen eingespart, wieder- und weitergenutzt und es können Flächennutzungskonkurrenzen vermieden werden.

Ziel des Projektes war, durch das objektbezogene interdisziplinäre Schulungskonzept „WasserFarm“ einen Lernrahmen zu schaffen, in dem Schülerinnen und Schülern durch Partizipation und Mitgestaltung fächerübergreifende Themen wie die nachhaltige Lebensmittelproduktion, Funktionsweisen von Kreislauftechnologien, Nährstoff- und Wasserkreisläufe, Ressourceneffizienz erlernen und so ein Bewusstsein für globale Herausforderungen und Lösungsansätze im Sinne der Sustainable Development Goals entwickeln können. Darüber hinaus sollte Schülerinnen und Schülern das Wissen und die Mittel mitgegeben werden, um auch eigenständig Hydroponikanlagen einrichten und betreiben zu können. Der innovative Charakter der „WasserFarm“ inkl. des zugehörigen Lernkonzeptes liegt in der iterativen (Weiter-)Entwicklung eines agilen Lernprozesses mit integrierten Anwendungs- und Kreativphasen. Das Projekt wurde an drei Pilotschulen in Brandenburg und Schleswig-Holstein erprobt und auf eine zweijährige Laufzeit ausgelegt (01.03.2024 – 28.02.2026). Im ersten Jahr wurde partizipativ eine Strategie zur Integration des Projektkonzeptes in die standortspezifischen Lehrpläne und die vorhandene räumliche Infrastruktur entwickelt, die Lehrkräfte wurden geschult, Lehr-Lernmaterialien konzipiert und erste Forschungskonzepte mit den Schülerinnen und Schülern entwickelt. Im zweiten Jahr wurden die Schulen ausgestattet und begleitet; die Fortschreibung der Materialien erfolgte und die Antragsteller befassten sich mit der Verbreitung der Maßnahme, zunächst im Inland, beispielsweise durch die Durchführung von Lehrkräftefortbildungen in Kooperation mit Landesinstituten, und durch Öffentlichkeitsarbeit in professionellen sozialen Medien (LinkedIn) und Zeitschriften („Pädagogik“). Die Ausweitung auf andere Regionen im Ausland wurde durch die Übersetzung der Lehr-Lernmaterialien ins Englische vorbereitet.

2. Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

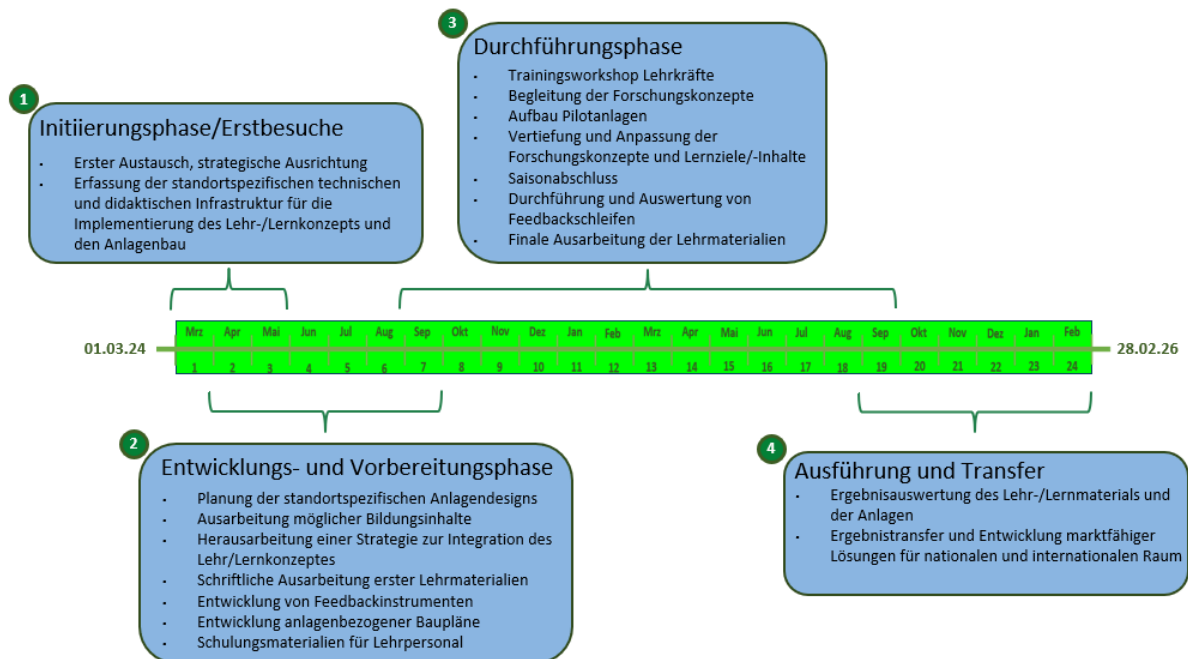


Abbildung 1: Projektverlauf und -phasen der Projektlaufzeit 01.03.2024 bis 28.02.2026.

2.1 Kick-Off und Initiierungsphase

Die Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern TERRA URBANA und FiBS RILL Research Institute on Lifelong Learning GmbH wurde zu Projektbeginn über regelmäßige Online-Projektmeetings (monatlich) sowie fortlaufende E-Mail-Kommunikation organisiert. Am 01.03.2024 fand eine gemeinsame Kick-off-Veranstaltung in den Räumlichkeiten von TERRA URBANA statt, bei der Projektziele, Arbeitspakete, Zuständigkeiten und Zeitpläne abgestimmt wurden.

Im Rahmen der Initiierungsphase konnten drei Partnerschulen mit unterschiedlichen pädagogischen Profilen und organisatorischen Rahmenbedingungen für die Teilnahme am Projekt gewonnen werden. Eine Pilotschule befindet sich in Schleswig-Holstein (Schule A) und zwei in Brandenburg (Schule B und Schule C). Als Grundlage für die vertrauensvolle Zusammenarbeit wurden mit allen Schulen Kooperationsvereinbarungen getroffen.

Gemäß den für das Projekt festgelegten Arbeitspaketen wurden mittels eines Kriterien- und Fragenkatalogs und durch Erstbesuche an den Schulen im März und April 2024 die technischen und didaktischen Voraussetzungen erfasst, die Kommunikationsstrukturen geklärt und die jeweilige Infrastruktur und Ausstattung besichtigt. Dies diente dazu, ein persönliches Kennenlernen zu ermöglichen und die spezifischen Bedingungen an den jeweiligen Standorten zu erfassen.

Für jede Schule wurde ein Schulsteckbrief mit relevanten Informationen, Ansprechpartner:innen und spezifischen Rahmenbedingungen erstellt. Die zentrale Kommunikation zwischen Schulen und Projektkonsortium erfolgte über den Projektkoordinator.

2.2 Entwicklungs- und Vorbereitungsphase

Auf Grundlage der erhobenen standortspezifischen Voraussetzungen, schulischen Qualitätsanforderungen sowie der jeweiligen didaktischen Konzepte der beteiligten Schulen wurde eine übergreifende Strategie zur Integration des „WasserFarm“-Konzepts in die schulischen Lehr- und Lernformate entwickelt.

Ziel dieser Phase war es, sowohl curriculare Anbindungen im Regelunterricht als auch außerunterrichtliche Formate wie Arbeitsgemeinschaften, Projektarbeit oder Wahlpflichtangebote zu ermöglichen. Aufbauend auf dieser Strategie wurden modulare Workshopkonzepte sowie begleitende technische und didaktische Lehr-Lernmaterialien konzipiert und erstellt. Dazu zählten insbesondere die Ausarbeitung eines praxisorientierten Einführungsworkshops für Lehrkräfte, die Entwicklung eines Leitfadens zur Umsetzung hydroponischer Bildungsprojekte im schulischen Kontext sowie die Erstellung einzelner Unterrichtsbausteine und Aufgabenformate zu Themen wie nachhaltige Landwirtschaft, Grundlagen der Hydroponik, Ressourcenkreisläufe und Selbstversorgung.

Die Materialien wurden so gestaltet, dass sie flexibel an unterschiedliche Schulformen, Jahrgangsstufen und Lerngruppen angepasst werden können und sowohl die Vermittlung fachlicher Grundlagen als auch forschendes und projektbasiertes Lernen im Sinne von Bildung für nachhaltige Entwicklung unterstützen.

2.3 Durchführungsphase

Zu Beginn des Schuljahres 2024/25 wurden an allen drei Pilotschulen halbtägige, praxisorientierte Einführungsworkshops vor Ort durchgeführt.

Inhaltlich kombinierten die Workshops einen technischen Fokus (Erläuterung der Anlagenkomponenten, Systemtypen und Funktionsprinzipien, Betrieb und Wartung, pH- und Leitfähigkeitsmessung/Monitoring, typische Fehlerbilder und Maßnahmen) mit einem pädagogisch-didaktischen Fokus (Einbettung in Bildung für nachhaltige Entwicklung, Ideenentwicklung für schulspezifische Forschungsfragen, Diskussion von Unterrichts- und AG-Formaten (Arbeitsgemeinschaft) sowie Anregungen zum Einsatz digitaler Technologien zur Datenerhebung und Dokumentation. Die Durchführung erfolgte standortabhängig und zielgruppenspezifisch: Während sich die Workshops an zwei Standorten primär an Lehrkräfte richteten, wurde an einem Standort das Workshopdesign aufgrund des Umsetzungsformats als eigenständiges Schülerprojekt so angepasst, dass eine Gruppe von 34 Schülerinnen und Schülern direkt teilnehmen konnte. Ergänzend zu den Vor-Ort-Workshops wurden in einer der Pilotschulen zu Schuljahresende und -beginn digitale Informationsveranstaltungen für Schülerinnen und Schüler eines MINT-Förderbereichs angeboten. Im Verlauf der Workshops zeigte sich an allen Standorten ein ausgeprägtes Interesse an der Erforschung alternativer, möglichst ressourcenschonender Nährstofflösungen als Ergänzung oder Alternative zu konventionellen mineralischen Nährlösungen, das im weiteren Projektverlauf aufgegriffen und in unterschiedlichen schulischen Kontexten vertieft wurde.

Aufbauend auf den im Workshop entwickelten Projektideen wurden die Schulen bei der Formulierung und Konkretisierung von Forschungsfragen unterstützt und bei der Planung geeigneter Vorgehensweisen begleitet (z. B. Versuchsdesign, Messparameter, Dokumentation).

Die schulspezifische Durchführung

Schule A ist eine Privatschule und umfasst ein Ganztagsgymnasium, eine IB (International Baccalaureate) World School, ein Internat und eine Grundschule. Schule A richtet sich mit ihrem Bildungsangebot an Kinder und Jugendliche aus der Region, ganz Deutschland und der Welt. Das didaktische Konzept in Schule A unterscheidet sich deutlich von dem anderer Schulen. Hier wird mit dem „inverted classroom“ Konzept gearbeitet, durch das sich Schüler:innen in einem Drittel ihrer Lernzeit selbstständig, mithilfe von über Moodle freigegebenen Lehr-Lernmaterialien, Wissen aneignen, welches dann in zwei Dritteln ihrer Lernzeit in gemeinsamen Seminaren mit dem Lehrpersonal reflektiert und diskutiert wird. Es gibt keine fixe Klassenstruktur. Der Fokus liegt auf dem selbstorganisierten, asynchronen Lernen, Üben und Trainieren. Der dahinter liegende Grundsatz lautet: Die Schüler:innen sind verantwortlich für den Wissenserwerb. Auch mit projektbasiertem Lernen wird viel gearbeitet, sowohl im eigentlichen Unterricht als auch außerhalb in Form der Schüler:innen Gruppen, AGs und Dienste.

In der Schule A wurde das Projekt, anders als in den anderen Pilotschulen, direkt von Schüler:innen im Rahmen eines eigenständigen Projekts durchgeführt. Die Lehrkräfte standen eher beratend zur Seite. Daher wurde der Einführungsworkshop in Schule A für Schüler:innen konzipiert und durchgeführt. Anwesend waren der Geografiekurs der 9. Klasse (verpflichtend) sowie interessierte Schüler:innen aus dem MINT-Programm. Insgesamt haben 34 Schüler:innen und drei Lehrkräfte teilgenommen. Im Anschluss wurde ein Schülerprojektteam gebildet und durch eine strukturierte Leitfragenübersicht sowie wöchentliche Online-Sprechstunden begleitet, um Forschungsfrage, Versuchsdesign, Messparameter (u. a. pH/EC (Electric conductivity)) und Dokumentationsroutinen schrittweise zu entwickeln. Das Ziel der Schülerinnen war es, forschende Vorarbeit zu leisten, um in den nächsten Jahren eine hydroponische Minz-Tee Produktion als Schüler-Gruppe aufzubauen. Die Schülerinnen führten erste Recherchen durch und kamen zu dem Ergebnis, dass NFT-Systeme (Nutrient Film Technique) für die hydroponische Kultivierung von Minze am besten geeignet erscheinen. Um das Projekt erfolgreich umsetzen zu können, machten sie sich intensiv mit den ökologischen, ökonomischen und technischen Rahmenbedingungen vertraut. In enger Abstimmung wurde ihnen dazu eine Übersicht mit relevanten Leitfragen zur Verfügung gestellt. Das Thema nachhaltige Nahrungsmittelproduktion rückte unweigerlich in den Fokus des Projektes. Ab November 2024 wurden wöchentliche Online-Sprechstunden für die Plus-MINT-Initiative für die Schule A eingerichtet, in deren Rahmen den beteiligten Schülerinnen fachliche Rückfragen ermöglicht und Einblicke in den jeweiligen Stand der Versuche gewährt wurden. Im Zuge dieser Sprechstunden konnten die Schülerinnen schließlich auch eine Forschungsfrage für „Jugend forscht“ entwickeln: Kann Wasser aus einem nahegelegenen, stark eutrophen Gewässer genutzt werden, um Nährlösung einzusparen?

Zur Vorbereitung der Versuche erhielten die Schülerinnen im Dezember ein Experimentierpaket mit Komponenten für ein vertikales NFT-System. Ab Februar begann der Bau eines eigenen NFT-Towers in der schulischen Werkstatt unter Anleitung einer Technik-Lehrkraft. Parallel dazu führten die Schülerinnen erste Anzuchtversuche mit Minze durch. Dabei wurden regelmäßige Messungen des pH-Wertes und der elektrischen Leitfähigkeit (EC-Werte) vorgenommen. Aufgrund des hohen Salzgehalts im verwendeten eutrophen Wasser zeigten sich Schwierigkeiten in der Pflanzenentwicklung, was ausführlich dokumentiert wurde. Zusätzlich wurden Versuche zur Entsalzung des Wassers geplant und teilweise umgesetzt, begleitet durch wöchentliche Sprechstunden und technische Unterstützung des Projektkonsortiums. Im November hatten die beteiligten Schülerinnen bereits einen Antrag zur Teilnahme am Wettbewerb „Jugend forscht“ eingereicht. Die hierfür notwendige schriftliche Ausarbeitung sowie ein Präsentationsplakat wurden im Januar erstellt. Die Schülerinnen präsentierten ihre Projektergebnisse im Rahmen des Wettbewerbs „Jugend forscht“ und erreichten mit dem Projekt *„Minze im Hydroponiksystem: Einsatz von Schleiwasser für nachhaltige Landwirtschaft“* den 3. Platz in der Kategorie Biologie. Im Mittelpunkt der Arbeit standen vergleichende Messungen von pH-Wert, elektrischer Leitfähigkeit sowie Nährstoffgehalten unterschiedlicher Wasserquellen, darunter Leitungswasser, Schleiwasser und aufbereitetes Schleiwasser.

Im Frühjahr trat ein Schädlingsbefall (Weiße Fliege) auf, der zur erheblichen Beeinträchtigung der angezogenen Pflanzen führte. Die Schülerinnen reagierten darauf mit systematischen Reinigungen der Systeme, Schädlingsmanagement. Zudem untersuchten sie die Schädlingsarten genauer unter einem Mikroskop und dokumentierten die Ergebnisse. Im Mai und Juni berichteten die Schülerinnen über weitere erfolgreiche Vorzuchten, insbesondere von Minze und Melisse, wobei unterschiedliche Substrate eingesetzt und deren Auswirkungen auf die Keimung und Entwicklung dokumentiert wurden. Auch wurden Stecklinge in verschiedenen Wasserquellen (Leitungswasser, unbehandeltes und entsalztes Wasser aus dem naheliegenden Gewässer) gezogen und deren Entwicklung dokumentiert. Zusätzlich erfolgte im Mai ein Projektbesuch des Projektteams an Schule A. Während dieses Besuchs unterstützte das Team die Schülerinnen bei technischen Fragen zur Inbetriebnahme eines NFT-Towers und zur Handhabung der hydroponischen Systeme. In diesem Rahmen fanden auch Gespräche mit weiteren Lehrkräften und Mitgliedern des MINT-Teams der Schule statt, die den Stand und die weitere Entwicklung des Projekts betrafen. Die Schülerinnen führten durchgehend detaillierte Protokolle, technische Zeichnungen sowie Fotodokumentationen ihrer Experimente und

Projektaktivitäten. Regelmäßige Sprechstunden mit dem Projektteam dienten zur Klärung fachlicher und methodischer Fragen sowie zur systematischen Begleitung und Reflexion der laufenden Experimente. Alle Versuchsreihen und deren Ergebnisse wurden sorgfältig dokumentiert und dem Projektkonsortium zur Verfügung gestellt.

Schule B ist die jüngste weiterführende Schule ihres Landkreises und verfügt über moderne Unterrichts- und Aufenthaltsräume. Neben den klassischen Unterrichtsfächern legt die Schule Wert auf ein breites Angebot an Arbeitsgemeinschaften. In diesem Rahmen wurde auch das „WasserFarm“ Projekt integriert. Aufgrund personeller Engpässe zu Beginn des Schuljahres 2024/25 und des rigiden Lehrplans war eine Integration im klassischen Unterricht nicht möglich. Das Projekt wurde als AG mit Schüler:innen der 10. Klasse durchgeführt. Die Schüler:innen und betreuenden Lehrkräfte trafen sich teilweise nach dem vollen Schultag und teilweise in Freistunden oder bei einem Unterrichtsausfall. Durch die häufige Spontanität der Treffen variierte die Teilnehmendenzahl der Schüler:innen von Zeit zu Zeit. Bei den meisten Terminen waren 8- 10 Schüler:innen anwesend.

Das Projekt wurde von zwei Lehrkräften aus dem Fachbereich Biologie betreut. Der Einführungsworkshop an Stahnsdorf richtete sich an diese beiden Lehrkräfte. Im Laufe des Workshops wurden diese in dem Bau und der Instandhaltung verschiedener hydroponischer Systeme geschult. Gemeinsam wurden die beim Lehrpersonal bereits bestehenden didaktischen Ideen besprochen und weitere Ideen durch das Projektkonsortium geliefert. Die Lehrkräfte wollten mit den Schüler:innen der AG v.a. Nährstoffmangelexperimente an den Pflanzen durchführen, um ein Verständnis der für das Pflanzenwachstum notwendigen Umweltparameter zu erlangen. Nach den Herbstferien wurden der Schule vier Bausätze für Deep-Water-Culture (DWC) Systeme aus dem 3D-Druck von TUR übergeben und unmittelbar zusammen mit einem Experimentierplan und einem Workshop zur eigenständigen Herstellung grundlegender Nährlösungen aus Nährsalzen in die AG-Aktivitäten integriert. Allen Pilotschulen wurden zudem einheitlich Substrate, Anzuchtsamen, Netztöpfe und standardisierte Nährlösungen zur Verfügung gestellt.

Im Januar startete die AG mit experimentellen Versuchen zu unterschiedlichen Nährlösungen. Dabei wurden systematisch unterschiedliche Nährstoffzusammensetzungen eingesetzt, um deren Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum, insbesondere die Wurzelentwicklung und die Pflanzengesundheit, zu erfassen. Die Messungen von pH-Wert, Leitfähigkeit sowie Wachstumsparametern wurden regelmäßig dokumentiert und protokolliert. Im April begleitete das Projektkonsortium eine AG-Einheit, bei der Schüler:innen und Lehrkräfte die Nährstoffexperimente weiterführten und die Ergebnisse gemeinsam reflektierten. Darüber hinaus erfolgte ein Austausch über technische Herausforderungen und organisatorische Fragen, insbesondere im Hinblick auf zukünftige Optimierungen der Materialien und Verfahren. Begleitend wurde dokumentiert, wie die gewonnenen Ergebnisse in den schulischen Regelunterricht und zukünftige Projekttag integriert werden könnten.

Die Schule C ist ein Gymnasium mit mathematisch-naturwissenschaftlich-technischer Prägung und einem offenen Ganztagsangebot. Aufgrund ihres ausgeprägten MINT-Profiles verfügt sie über entsprechende Schwerpunktsetzungen im Unterricht sowie projektorientierte Lernformate.

Das „WasserFarm“-Projekt wurde im Schuljahr 2024/25 im Rahmen des Vorleistungszentrums (VLZ) Biologie der 9. Jahrgangsstufe umgesetzt. Die Struktur des VLZ ist schulintern organisiert und erlaubt flexible, projektbasierte Arbeitsweisen, wodurch eine vertiefte Auseinandersetzung mit hydroponischen Systemen möglich wurde.

Der Einführungsworkshop, an dem acht Lehrkräfte des Fachs Biologie aus verschiedenen Jahrgangsstufen teilnahmen, zeigte ein besonderes Interesse an der Erforschung alternativer Nährlösungen für hydroponische Systeme. Die ersten Versuche dazu wurden bereits Ende des Schuljahres 2023/24 nach der ersten Projektvorstellung mit einem einfachen hydroponischen „Eimer“-System durchgeführt. Dabei wurde versucht, die für das Pflanzenwachstum erforderlichen Nährstoffe bereitzustellen, indem die Pflanzen in Wasser aus dem stark eutrophen Schulteich kultiviert wurden.

Im November begannen vorbereitende Maßnahmen in Form einer vertieften Einführung in hydroponische Grundlagen im Biologieunterricht der 9. Klassenstufe. Parallel dazu wurden den Schüler:innen Arbeitsmaterialien aus der „WasserFarm“-Toolbox zur Verfügung gestellt, die für erste Experimente und Konstruktionen genutzt wurden. So entstand unter anderem eine vertikale NFT-Anlage, die als Anschauungsobjekt und Experimentierplattform diente und in einem Nebenraum des Biologiezimmers auf dem Fensterbrett platziert wurde. Außerdem wurde ein automatisches Bewässerungssystem zur Anzucht geliefert.

Ebenfalls ab November 2024 wurden den Lehrkräften der Schule C Online-Konsultationen angeboten, in denen Aufbau und Einsatz der gelieferten Systeme systematisch besprochen sowie technische und didaktische Hilfestellungen geleistet wurden.

Im Januar erreichten zusätzliche Experimentierpakete mit weiteren Hydroponik-Systemen (Deep-Water-Culture und NFT-Varianten) die Schule. Diese wurden in einer Unterrichtseinheit im Januar von der zuständigen Lehrkraft gemeinsam mit der 9. Jahrgangsstufe ausgepackt, gesichtet und unmittelbar für weitere Versuche vorbereitet. Dabei wurden in Kleingruppen erste hydroponische Aufbauten umgesetzt, Vorzuchtmaßnahmen eingeleitet und systematisch Messwerte (pH-Werte, Leitfähigkeit der Nährstofflösungen sowie Pflanzenwachstum) dokumentiert. Im Mai fand im Rahmen des Vorleistungszentrums (VLZ) Biologie der 9. Klasse eine praktische Einheit unter Beteiligung von Mitgliedern des Projektkonsortiums statt. Die Schüler:innen setzten hier vorgezogene Salatpflanzen in drei unterschiedliche hydroponische Systeme ein, erstellten eigenständig Nährstofflösungen und dokumentierten die Entwicklung der Pflanzen über zuvor definierte Messparameter. Die gesammelten Erfahrungen und Messergebnisse wurden von den Schüler:innen in Form kurzer Berichte dokumentiert und für eine gemeinsame Auswertung aufbereitet. Aus diesen experimentellen Arbeiten heraus entwickelte sich eine individuelle fachliche Vertiefung: Schüler:innen griffen die Fragestellungen zur Nährstoffzusammensetzung im Rahmen einer Facharbeit auf und untersuchte in selbstgebaute Anlagen das Pflanzenwachstum von Kresse unter Verwendung unterschiedlicher Nährstoffmischungen. Die Ergebnisse wurden zum Abschluss des Schuljahres im Rahmen des Schulbesuchs präsentiert und in die gemeinsame Reflexion der Projekterfahrungen eingebunden.

Die von den Schulen erarbeiteten Konzepte, Lernziele und -inhalte sowie der Einsatz der zur Verfügung gestellten Lehr-Lernmaterialien wurden vom Projektkonsortium wie geplant weiter begleitet (AP (Arbeitspaket) 4.5 und 4.6) und mittels Fokusgruppeninterviews zum Ende des ersten Schulhalbjahres (Februar 2025) evaluiert (AP 4.9).

Zum Beginn des zweiten Halbjahres des Schuljahres 2024/25 wurden mit Lehrkräften aller drei Pilotschulen sowie den im Projekt arbeitenden Schüler:innen der Schule A Interviews durchgeführt, um die bisherigen Maßnahmen und bereitgestellten Materialien zu evaluieren und die Bedürfnisse an ein Lehr-Lernpaket der Teilnehmenden zu erfahren. Die Auswertung der Fokusgruppeninterviews im Februar 2025 lieferte konkrete Hinweise zur didaktischen Strukturierung: Die teilnehmenden Lehrkräfte und selbständig arbeitenden Schülerinnen bestätigten die Praxistauglichkeit der Einzelmodule, äußerten jedoch den Bedarf nach einer kohärenten Lernsequenz, in der die Einheiten in einer sinnvollen Abfolge über sechs Doppelstunden angeboten werden können. In den Interviews zeigte sich, dass die Beschäftigung mit Hydroponik in der konkreten „Learning by doing“-Umsetzung die Lernziele, etwa Verständnis der Nährstoffversorgungsmechanismen, Verknüpfung theoretischer Biologie- und Chemieinhalte mit praktischen Systemaufbauten und Monitoring-Aufgaben, erreicht. Zugleich wiesen Lehrkräfte darauf hin, dass eine modulare Struktur mit klarer Reihenfolge den Einsatz im Schulalltag erleichtert, insbesondere da ökologische Themen im Rahmenlehrplan nicht immer verbindlich verankert sind.

Parallel zur Evaluation wurden im Berichtszeitraum die Lehr-Lernmaterialien gemäß Arbeitspaket 4.7 systematisch erweitert, strukturiert und modularisiert. Ab Januar 2025 standen den beteiligten Lehrkräften über den geschützten Login-Bereich der Projektwebsite insgesamt siebzehn Lehr-Lerneinheiten zur Verfügung. Flankierend wurden regelmäßige Blogbeiträge zum Projektverlauf auf

der „WasserFarm“-Website und auf LinkedIn veröffentlicht, um Zwischenergebnisse transparent zu dokumentieren und den überregionalen Austausch zu fördern.

Im März und Mai 2025 wurden die Pilotschulen vom Projektkonsortium besucht, um die Projektumsetzung im laufenden Schulbetrieb teilnehmend nach dem AEIOU-Ansatz (Activities, Environment, Interactions, Objects, Users) zu beobachten, die Modellanlagen gemeinsam in Betrieb zu nehmen und bei Fragen assistieren zu können (AP 4.5 und 4.6). Dabei war es sehr gewinnbringend, Einblicke in die unterschiedlichen schulspezifischen „WasserFarm“-Formate zu bekommen.

Zum Abschluss des Schuljahres wurden alle drei Schulen, ein letztes Mal vor dem Ende der engeren Begleitung durch das Projektkonsortium, besucht. Bei diesen Besuchen wurde Lehrkräften und teilnehmenden Schüler:innen die Möglichkeit gegeben zu zeigen, was sie im vergangenen Jahr geschafft hatten. Außerdem wurde besprochen, wie es an den Schulen mit der „WasserFarm“ weitergeht. Alle drei Schulen haben vor längerfristig, auch ohne die Betreuung durch das Konsortium weiter an der „WasserFarm“ zu arbeiten.

Die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtungen während der Schulbesuche im Frühjahr 2025 zeigten, dass die Schülerinnen und Schüler in allen drei Pilotschulen eine hohe Motivation sowie ein ausgeprägtes Maß an Eigenständigkeit in der Arbeit an den Hydroponiksystemen entwickelten. Die Lehrkräfte übernahmen dabei überwiegend eine strukturierende und unterstützende Rolle, insbesondere wenn nächste Arbeitsschritte zu priorisieren waren oder technische Rückfragen (z. B. zur Systemwartung, zur Stabilisierung der Wasserparameter oder zur Fehlerdiagnose) auftraten. In der konkreten Umsetzung organisierten sich die Lerngruppen häufig arbeitsteilig: Während einzelne Gruppen für Vorzucht und Pflanzeneinsatz zuständig waren, übernahmen andere die Herstellung bzw. Anpassung von Nährstofflösungen, die Messungen von pH-Wert und elektrischer Leitfähigkeit sowie die Dokumentation von Beobachtungen zu Wachstum, Wurzelentwicklung, Blattbild und potenziellen Stresssymptomen.

Die Hydroponiksysteme wurden mit Pflanzen aus der schulischen Vorzucht bestückt; an einem Standort erfolgte dies nach den Ferien zunächst ersatzweise über vegetative Ableger (Minze), da die Vorzucht während der unterrichtsfreien Zeit teilweise eingegangen war. Der Umgang mit solchen Störungen wurde von den Schülergruppen als Lernanlass genutzt und führte zu einer praxisnahen Auseinandersetzung mit betriebsrelevanten Themen (u. a. Robustheit unterschiedlicher Kulturpflanzen, Anforderungen an Bewässerung/Vorzucht in Ferienzeiten, Hygiene und Algenmanagement, Reinigung/Modularität von Systemen).

Im Projektverlauf zeigte sich an allen drei Schulen, dass aus dem praktischen Anlagenbetrieb heraus eigenständige Monitoringansätze entwickelt wurden. Die Schüler:innen legten Messparameter fest (insbesondere pH, EC und Wachstumsparameter), entwickelten Dokumentationsroutinen (Messprotokolle, Fotodokumentation, Vergleich von Behandlungsvarianten) und diskutierten die Aussagekraft der Daten in Bezug auf ihre Forschungsfragen. Diese Forschungsfragen unterschieden sich standortspezifisch, hatten jedoch gemeinsam, dass sie die Interaktion von Pflanze und Nährlösung in den Mittelpunkt stellten: In Schule A wurde die Nutzung eutrophen Gewässerwassers als Alternative bzw. Teilsubstitution klassischer Nährlösungen untersucht und durch regelmäßige pH-/EC-Messungen sowie Beobachtungen zur Pflanzenentwicklung begleitet; in Schule B standen Nährstoffmangelexperimente im Fokus, um die Bedeutung einzelner Nährstoffe und Umweltparameter für Wurzel- und Sprosswachstum nachvollziehbar zu machen; und in Schule C richtete sich das Interesse auf organische bzw. alternative Nährstoffzufuhrmethoden. Die Einbindung in schulspezifische Lernformate (projektbasiertes Arbeiten, AG-Format, Unterricht/VLZ) erwies sich dabei als entscheidender Erfolgsfaktor, da sie den Umfang und die Tiefe der Datenerhebung, die Kontinuität der Pflege sowie die Reflexion der Ergebnisse unmittelbar beeinflusste.

Zusätzlich zu den abschließenden Besuchen an den Schulen wurde ein gemeinsames Online-Treffen der involvierten Lehrkräfte der drei Pilotschulen durch das Projektkonsortium ausgerichtet und betreut, um einen Austausch zwischen den Schulen zu ermöglichen.

Im Zuge der Weiterentwicklung des Projekts wurde zudem das Corporate Design der „WasserFarm“ grundlegend überarbeitet. Eine externe Designagentur wurde mit der Weiterentwicklung des Logos, der Definition eines konsistenten Farbsystems sowie der Festlegung einer projektspezifischen Typografie beauftragt. Auf dieser Basis wurden professionelle Word- und PowerPoint-Templates entwickelt, die eine einheitliche Gestaltung sämtlicher Lehr-Lernmaterialien gewährleisten. Bereits bestehende Unterlagen wurden in das neue Design überführt. Darüber hinaus wurden alle zentralen Materialien in eine englische Version übertragen, um die internationale Anschlussfähigkeit des Projekts zu stärken. Ergänzend entwickelte das Designteam eine Reihe themenspezifischer MINT-Symbole in unterschiedlichen Farbvarianten, die zur strukturierten Kennzeichnung fachlicher Bezüge in den Unterrichtsmaterialien eingesetzt werden.

Im August, vor Beginn des neuen Schuljahres 2025/26, wurde der aufgrund des Feedbacks aus den Halbjahresinterviews erstellte Sequenzplan fertiggestellt und rechtzeitig zur Vorbereitungswoche an die Lehrkräfte übermittelt. (Die quantitativen Produktkennzahlen und die finalen Materialstände werden in Kapitel 3 ausgewiesen.)

2.4 Auswertung und Transferphase

In der Auswertungs- und Transferphase wurden die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse systematisch zusammengeführt und für eine weiterführende Nutzung aufbereitet. Zentrale Grundlage bildeten die durchgeführten Fokusgruppeninterviews, Unterrichtsbeobachtungen sowie die Rückmeldungen aus den schulübergreifenden Austauschformaten. Die Ergebnisse flossen in die inhaltliche und didaktische Überarbeitung der Lehr-Lernmaterialien ein, insbesondere in die Entwicklung eines modularen sechswöchigen Sequenzplans zur Einführung in die Hydroponik im schulischen Kontext. Darüber hinaus wurden die Materialien vereinheitlicht, an das neue Corporate Design angepasst sowie für eine breitere Nutzung strukturiert und abschließend in eine englische Version überführt. Die aktualisierte Online-Toolbox wurde im Lehrkräftebereich entsprechend erweitert. Ziel der Transferphase war es, die im Projekt erprobten Ansätze nachhaltig verfügbar zu machen und eine Nutzung über die Pilotschulen hinaus zu ermöglichen. Aufbauend auf den Erfahrungen aus der Durchführung wurde herausgearbeitet, welche Angebots- und Transferformate geeignet sind, um Hydroponik als BNE- und MINT-Lerngegenstand dauerhaft im Schulkontext zu verankern. Dabei wurde insbesondere berücksichtigt, dass eine erfolgreiche Implementierung nicht allein von der technischen Bereitstellung der Systeme abhängt, sondern gleichermaßen von didaktischer Strukturierung, Praktikabilität im Schulalltag (Zeitressourcen, Wartung, Hygiene, Dokumentationsaufwand) sowie der Entlastung von Lehrkräften durch klare Ablaufpläne und modulare Materialien. Parallel zur didaktischen Überarbeitung wurden im Konsortium Arbeitsschritte zur ökonomischen Anschlussfähigkeit vorgenommen: Die im Projekt entwickelten Bausteine (Materialien, Systemkomponenten, Begleitformate) wurden zu standardisierbaren Angebotspaketen gebündelt und hinsichtlich ihrer Implementierungslogik (Einstieg/Vertiefung, optionaler Support) konsolidiert, um eine Übertragbarkeit in schulische und außerschulische Kontexte systematisch vorzubereiten.

Ein zum Projektabschluss wichtiger Schritt in Richtung der Verstetigung der Projektinhalte war die Durchführung einer offiziellen Lehrkräftefortbildung in Kooperation mit dem Landesinstitut Brandenburg für Schule und Lehrkräftebildung (LIBRA). Eine der Pilotschulen stellte für die Fortbildung ihre Räumlichkeiten mit den „WasserFarm“ Modellanlagen zur Verfügung und auch die in das „WasserFarm“ Projekt involvierte Lehrkraft war präsent. Neben der Vermittlung des „WasserFarm“-Konzepts wurden dabei praktische Fragen der curricularen Einbindung, der Wartung und Organisation sowie der Einsatz von Materialien und Modellanlagen diskutiert; besonders wertvoll war der Austausch mit der verantwortlichen Lehrkraft der Pilotschule, die ihre Praxiserfahrungen aus der Hydroponik-AG einbringen konnte. Die Fortbildung diente damit sowohl der Verbreitung der

Projektergebnisse als auch der Validierung, welche Unterstützungsbedarfe Lehrkräfte bei einer Implementierung typischerweise haben.

Kurz vor Projektende fand zudem ein konsortiales Abschlussmeeting statt. Dabei wurden die Projektergebnisse und der Entwicklungsverlauf gemeinsam bilanziert und konkrete Perspektiven für die Weiterführung diskutiert, insbesondere mit Blick auf die Verstetigung an den Pilotschulen, die Ausweitung auf weitere (auch internationale) Bildungseinrichtungen sowie die Nutzung der im Projekt entwickelten Produkte und Dienstleistungen. In diesem Zusammenhang wurden zentrale Bausteine für eine Markteinführung vorstrukturiert, u. a. die Bündelung der entwickelten Lehr-Lernmaterialien und Systemkomponenten zu klaren Angebotspaketen (Materialpaket, Modell-/Startkits, „WasserFarm“-Koffer) sowie die Ableitung begleitender Dienstleistungen (Workshops, digitale Beratung, Vor-Ort-Unterstützung) als skalierbare Transferformate. Zur Operationalisierung der Geschäftsanbahnung wurde ergänzend eine Untersetzungsmatrix erarbeitet, in der Leistungsbestandteile, Kostenannahmen und Preislogiken der Produkt- und Dienstleistungspakete systematisch gegenübergestellt wurden. Diese Matrix dient als Arbeitsgrundlage für die weitere Angebots- und Preisgestaltung nach Projektende. Flankierend wurden Anbahnungs- und Transfergespräche mit potenziellen Anwenderinstitutionen geführt, um die Übertragbarkeit des Konzepts in weitere schulische und außerschulische Kontexte zu prüfen und entsprechende Implementierungspfade vorzubereiten.

Die in dieser Phase realisierten Transferoutputs (Fortbildung, Produkt-/Dienstleistungspakete, Internationalisierungsschritte) werden in Kapitel 3 als Ergebnisse dargestellt.

3. Ergebnisse - Darstellung der tatsächlich erzielten Ergebnisse

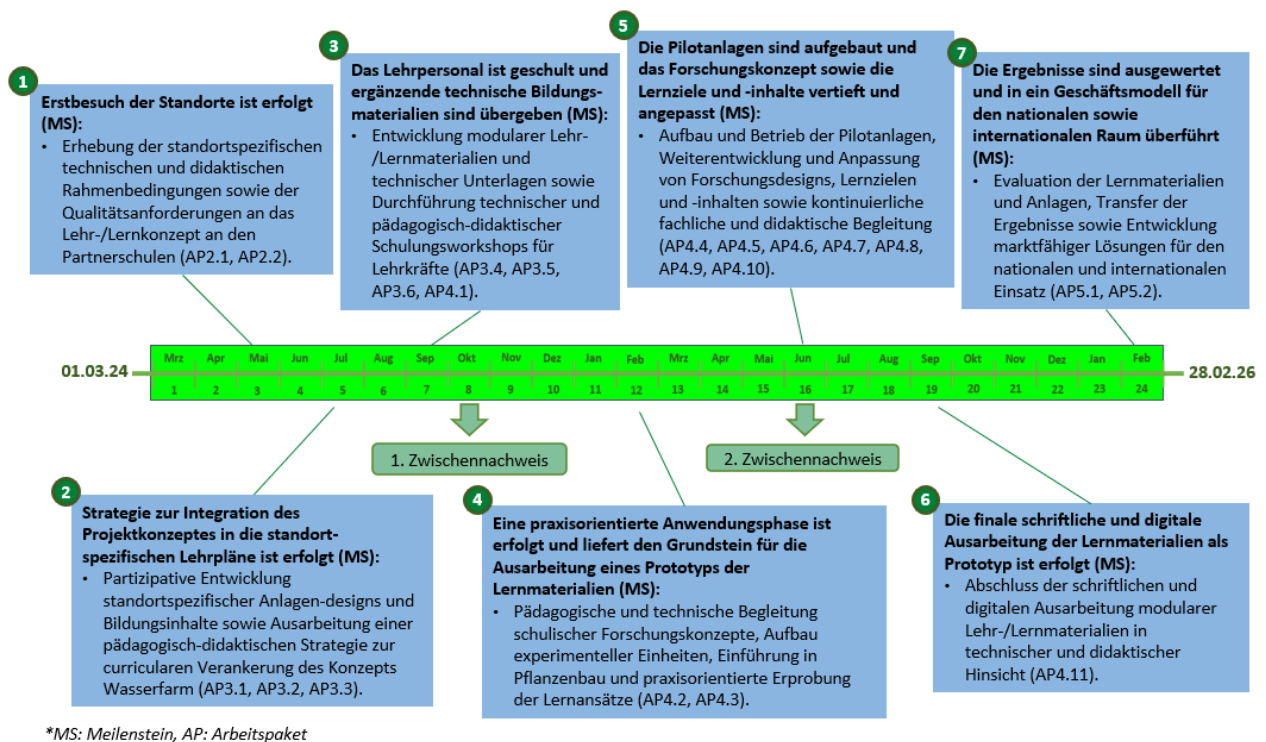


Abbildung 2: Projektmeilensteine mit zugehörigen Arbeitspaketen in der Projektlaufzeit 01.03.2024 bis 28.02.2026.

1. Erstbesuche

Die bei den in Kapitel 2.1 beschriebenen Schulbesuchen gewonnenen Informationen zum Anlagenbau an den Schulen und zur pädagogischen Umsetzung des Projekts wurden in Schulsteckbriefen dokumentiert (AP 2.2). Insgesamt wurden **drei Schulstandorte** erhoben und entsprechend **drei Schulsteckbriefe** erstellt.

2. Strategie zur Integration

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben wurde eine Strategie zur Einbindung der „WasserFarm“ in die standortspezifischen Lehr- und Lernpläne (AP 3.3) erarbeitet. Dabei wurden auch die Erfahrungen aus den Einführungsworkshops zum Anlagenbau (AP 4.1) sowie Recherchen zu relevanten Inhalten in den Rahmenlehrplänen der Bundesländer berücksichtigt. Diese Strategie wurde beständig im Austausch mit den Schulen weiterentwickelt und angepasst. Parallel dazu wurde die „WasserFarm“-Toolbox mit Lehr-Lernmaterialien sowie Leitfäden/Handouts bestückt (AP 3.4) und den beteiligten Lehrkräften und Schüler:innen zur Verfügung gestellt. Als Ergebnis wurde die curriculare und organisatorische Anschlussfähigkeit in **drei unterschiedlichen Schulformaten** praktisch hergestellt (siehe dazu 2.3 - projektbasiertes Schülerformat / AG-Format / Unterricht bzw. VLZ).

3. Schulung des Lehrpersonals

Zu Beginn des Schuljahres 2024/25 wurden, wie in Kapitel 2.3 beschrieben, an allen drei Pilotschulen jeweils halbtägige, praxisorientierte Trainingsworkshops durchgeführt (AP 4.1). Insgesamt wurden im Rahmen der Workshops an den Pilotschulen **13 Lehrkräfte** geschult.

Die Trainingsworkshops bildeten zugleich den Einstieg in die pädagogisch-didaktische sowie technisch-fachliche Begleitung der schulspezifischen Forschungskonzepte (AP 4.2 und AP 4.3). Parallel dazu

wurden standortspezifisch abgestimmte Materialien und Komponenten bereitgestellt, um die eigenständige Umsetzung im Schulalltag zu ermöglichen (AP 4.3 und AP 4.4). Dazu gehörten insbesondere **drei Experimentierpakete** mit Modellanlagen, Bauplänen und Zubehör (Versand zwischen November 2024 und Januar 2025). In allen Schulen wurden Vorzucht- und Einstiegsformate umgesetzt (u. a. Kulturpflanzenauswahl, Start der Vorzucht, Aufbau kleiner Experimentationseinheiten und Etablierung grundlegender Mess-/Dokumentationsroutinen - AP 4.3.1, AP 4.3.2, AP 4.3.3, AP 4.4).

4. Überarbeitung und Modularisierung der Lehr-Lernmaterialien

Wie im Kapitel 2.3 beschrieben wurden in enger Rückkopplung mit den Lehrkräften der Pilotschulen Lehr-Lerneinheiten entwickelt. Zum Zeitpunkt des Projektabschlusses stehen den Lehrkräften **25 Lehr-Lerneinheiten** und **vier unterrichts begleitende Leitfäden** über den Login-Bereich der Projektwebsite (wasserfarm.org) zur Verfügung. Die Materialien beinhalten technische Anleitungen (botanisches und anlagentechnisches Hintergrundwissen, Aufbau, Inbetriebnahme, Monitoring, Fehlerbehebung) und werden ergänzt durch Impulse für Nährstoffexperimente, Einheiten zur Geschichte der Hydroponik und deren Einordnung in die Landwirtschaft sowie kreative Elemente (Hydroponik-Bingo, „WasserFarm“-Detektivspiel).

Auf Basis der Rückmeldungen aus den zum Halbjahreswechsel durchgeführten Interviews (siehe Kapitel 2.3) wurde ein Sequenzplan mit einer begleitenden, direkt im Unterricht einsetzbaren Powerpointpräsentation entwickelt, der die Materialien in sechs Doppelstunden bündelt: Beginnend mit vorbereitenden Aspekten und Motivation, über grundlegende Funktionsweisen und Systemkomponenten, über Pflanzenwachstumsfaktoren und Versuchsplanung, Aufbau und Inbetriebnahme von Hydroponiksystemen bis hin zu Monitoring, Fehlerdiagnose sowie Reflexion ökologischer und ökonomischer Bewertungen.

Die Fokusgruppeninterviews ergaben, dass Schülerinnen an Schulen mit eigenverantwortlichen MINT-Initiativen durch das forschende, entdeckende Arbeiten an selbst aufgebauten Anlagen praxisnahe Einsichten in Pflanzenanbau und Nährstoffbedarf erlangen. Diese Erfahrungen korrespondierten mit Wahrnehmungen der Lehrkräfte, die betonten, dass Hydroponik-Projekte ökologische Zusammenhänge und Nachhaltigkeitsfragen adressieren, die im regulären Lehrplan nur begrenzt behandelt werden. Die Rückmeldungen zeigten zudem zeitliche und organisatorische Herausforderungen auf, die durch die Sequenzierung und Modularisierung der Einheiten abgemildert werden können. Auf dieser Grundlage wurden die Materialien nicht nur technisch und inhaltlich validiert, sondern auch so strukturiert, dass Lehrkräfte einen klaren Ablauf zur Hand haben, der den Aufwand planbar macht und zugleich Raum für schulspezifische Anpassungen (auch für weniger auf den MINT-Bereich spezialisierte und entsprechend ausgestattete Schulen) lässt. Die Lehr-Lernmaterialien wurden in deutscher und englischer Sprache bereitgestellt. Auch sind darüber hinaus bereits erste Gespräche mit weiteren Schulen in den Bundesländern Berlin, Sachsen und Nordrhein-Westfalen geführt worden. Insgesamt dokumentieren die fusionierten Ergebnisse aus der Entwicklung der Lehr-Lernmaterialien und den Fokusgruppeninterviews, dass die Projektmaßnahmen in enger Abstimmung mit den Lehrkräften zu praxisgerechten, modular aufgebauten Einheiten geführt haben. Diese Strukturierung auf Basis direkter Rückmeldungen gewährleistet, dass die Materialien im schulischen Kontext anwendbar sind und zugleich die im Projekt gesetzten Lernziele erreichen.

5. Pilotanlagen im Einsatz

Basierend auf den Informationen aus Fokusgruppeninterviews und teilnehmenden Beobachtungen (siehe Kapitel 2.3) lernten Schüler:innen im Projektverlauf vor allem selbständiges Arbeiten, Grundlagen wissenschaftlicher Vorgehensweise und konnten näher an Themen der Nahrungsmittelproduktion und Nachhaltigkeit herangeführt werden. Insgesamt wurden im

Projektverlauf bis zu **97 Schüler:innen** erreicht (abhängig vom jeweiligen schulischen Umsetzungskonzept und der variierenden Teilnahme in AG-Formaten).

6. Finalisierung der Lehr-Lernmaterialien

Im Abschlusszeitraum wurden die Lehr-Lernmaterialien gezielt weiter konkretisiert und schulfreundlich aufbereitet, um den Einsatz im Unterricht sowie in Fortbildungsformaten zu erleichtern. Dazu wurde ein **neues Corporate Design** entwickelt (weiterentwickeltes Logo, Farbsystem und Typografie) und in professionelle Vorlagen/Templates für Word und PowerPoint überführt; bestehende Unterlagen wurden in dieses Design überführt. Zusätzlich wurden die Materialien vollständig in eine **englische Version** übertragen, um die internationale Anschlussfähigkeit zu stärken. Inhaltlich wurde das Materialpaket um zwei Rahmendokumente erweitert, die Hydroponik im Schulkontext explizit mit Bewertungsdimensionen verbinden: die Handreichung **„Ökologischer Fußabdruck der Hydroponik“** sowie die Vorlage **„Hydroponik Business Plan“** als Grundlage für ökologische und ökonomische Bewertungen sowie Entrepreneurship-Bezüge im Unterricht. Ergänzend wurden Sticker mit dem neuen „WasserFarm“-Logo erstellt und an Demonstrations-, Experimentier- und Leihmodellen angebracht, um Sichtbarkeit und Wiedererkennbarkeit der „WasserFarm“ im Schulalltag zu erhöhen.

7. Ergebnistransfer und die Entwicklung marktfähiger Lösungen für den nationalen und internationalen Raum

Zur Vorbereitung marktfähiger Lösungen wurden im Projektkontext Dienstleistungspakete und Produktsets definiert, die Schulen je nach Ausgangslage kombinieren können. Dazu zählen erstens Begleitformate (z. B. Einführungsworkshops, digitale Beratung/Sprechstunden, Vor-Ort-Unterstützung bei Aufbau, Betrieb und Troubleshooting), zweitens die Lehr-Lernmaterialien (Unterrichtseinheiten, Handouts, Spiele, Sequenzplan und Präsentationen) als didaktisches Kernpaket, drittens modulare System- und Materialsets (z. B. Startkits mit Substraten, Netztöpfen, Saatgut und Zusatzmaterialien sowie Baukastensysteme wie DWC/NFT und Vorzucht-/Bewässerungskomponenten) und viertens ein „WasserFarm“-Koffer als Demonstrations- und Experimentierset, der anschauliche Komponenten und Mess-/Testmaterialien bündelt. Für diese Komponenten wurden im Projektverlauf Optionen diskutiert, die sowohl Kauf- als auch Miet-/Leihmodelle ermöglichen, um unterschiedliche finanzielle und organisatorische Rahmenbedingungen an Schulen abzubilden. Als Ergebnis des Projektabschlusses liegt zudem eine Unternehmungsmatrix (Kosten-/Leistungs- und Preisstruktur) vor, die die Preisgestaltung der Produkt- und Dienstleistungspakete fachlich unterlegt und die Überführung in ein wirtschaftlich tragfähiges Vermarktungskonzept unterstützt. Die im Projekt entwickelten Schulmaterialien, Demonstrationsmodelle sowie skalierbare Praxismodelle (z. B. Hydroponik A-Frame für Schulgartenkontexte) wurden als konkrete Angebotsbestandteile definiert und als Kauf-/Leihoptionen über die „WasserFarm“-Kommunikationskanäle bzw. die Projektwebsite sichtbar gemacht. Über die Pilotschulen hinaus wurden als unmittelbare Anschluss-Outcomes nach Projektende weitere Anwendungsfelder angebahnt: Es bestehen Kontakte/Projektanbahnungsmöglichkeiten zu weiteren Schulen in Brandenburg, Berlin, Nordrhein-Westfalen und Sachsen zur möglichen Implementierung des WasserFarm-Konzepts im Schulkontext sowie nationale und internationale Kontakte zur Einbindung in außerschulische Bildungsformate (Sommer-/Ferienaktivitäten, experimentelles Lernen/BNE).

Ein konkreter Transferbaustein war die Durchführung einer offiziellen Lehrkräftefortbildung „Experimentelles Lernen mit Hydroponik – Das „WasserFarm“-Konzept“ im **Januar 2026**. Die Fortbildung fand als offizielle Lehrkräftefortbildung in Kooperation mit dem Landesinstitut Brandenburg für Schule und Lehrkräftebildung (LIBRA) statt und adressierte Lehrkräfte, die Hydroponik als praxisnahen Ansatz für forschendes, interdisziplinäres Lernen im Sinne der BNE in ihren Unterricht

integrieren möchten. Im Rahmen dieses Angebotes konnten sechs Lehrkräfte geschult werden, von denen zwei am LIBRA aktiv sind. Die Internationalisierung des Konzepts wird vorbereitet. Die Überführung zentraler Projektbausteine in ein internationales Setting soll angestoßen werden, mit dem Ziel, ein flexibles Hydroponikmodul für die Lehrkräfteausbildung zu entwickeln, in Hochschulkontexten zu testen und so aufzubereiten, dass es transdisziplinär in unterschiedlichen internationalen Lehr-/Lernsettings eingesetzt werden kann. Dabei ist vorgesehen, die im „WasserFarm“-Projekt entwickelten Lehr-Lernmaterialien als Ausgangsbasis zu nutzen und für die internationale Lehrkräftebildung zu adaptieren. Zudem wurden perspektivische Verwertungspfade adressiert, etwa die Bereitstellung von Modellsystemen, Druckanleitungen und „WasserFarm“-Koffern für beteiligte Institutionen.

4. Diskussion

4.1 Inwieweit wurden die verfolgten Ziele erreicht?

Die Projektziele wurden in allen Punkten erreicht. Alle im Projekt vorgesehenen Meilensteine (MS 1–7) wurden erfolgreich abgeschlossen. Das „WasserFarm“-Konzept konnte an drei Pilotschulen in zwei Bundesländern in unterschiedliche schulische Formate integriert und praktisch erprobt werden (Schülerprojekt, AG-Format sowie Unterricht/VLZ). Der Erstbesuch der Standorte und die Erfassung der technischen sowie didaktischen Voraussetzungen (MS 1) wurden umgesetzt und in Schulsteckbriefen dokumentiert. Auf dieser Basis wurde eine Strategie zur Integration des Projektkonzeptes in standortspezifische Lehr- und Lernpläne entwickelt und im Austausch mit den Schulen weitergeführt (MS 2).

Durch die Trainingsworkshops zu Schuljahresbeginn (AP 4.1) sowie die anschließende pädagogisch-didaktische und technisch-fachliche Begleitung (AP 4.2–4.3) wurden Lehrkräfte und Lernende in die Lage versetzt, Hydroponiksysteme eigenständig aufzubauen, in Betrieb zu nehmen, zu warten und Monitoringroutinen (pH, Leitfähigkeit, Wachstumsparameter) umzusetzen; damit wurden Schulung und Übergabe ergänzender technischer Bildungsmaterialien realisiert (MS 3). Die darauf aufbauende praxisorientierte Anwendungsphase im Schulbetrieb lieferte die Grundlage für die prototypische Ausarbeitung und Weiterentwicklung der Lehr-Lernmaterialien (MS 4). Im weiteren Verlauf wurden die Pilotanlagen aufgebaut, die Forschungskonzepte sowie Lernziele und -inhalte in der konkreten Umsetzung vertieft und standortspezifisch angepasst (MS 5).

Ein zentrales Ergebnis ist die finale schriftliche und digitale Ausarbeitung eines modularen Lehr-Lernpakets als Prototyp (MS 6), einschließlich Sequenzplan und begleitender Unterrichtspräsentation, die Umsetzung im Schulalltag strukturiert und planbar macht. Die Materialien liegen in deutscher und englischer Sprache vor (25 Materialien) und unterstützen damit sowohl die Verstetigung an den Pilotschulen als auch die Übertragbarkeit auf weitere Standorte. Abschließend wurden die Projektergebnisse ausgewertet und in ein Transfer- und Verwertungskonzept überführt (MS 7). Der Ergebnistransfer wurde u. a. durch eine offizielle Lehrkräftefortbildung in Kooperation mit dem Landesinstitut Brandenburg für Schule und Lehrkräftebildung (LIBRA) praktisch erprobt und damit als skalierbarer Verbreitungsweg bestätigt.

Als wesentlicher Bestandteil der Zielerreichung ist auch die Verwertungsperspektive zu bewerten. Im Projektverlauf wurden die entwickelten Ergebnisse so aufbereitet, dass sie über die Pilotschulen hinaus nutzbar und in standardisierbare Angebotsformate überführbar sind. Dazu zählt die Bündelung der Lehr-Lernmaterialien (inkl. Sequenzplan) sowie der technischen Komponenten zu modularen Produktsets (u. a. Modell-/Startkits und „WasserFarm“-Koffer) und ergänzenden Dienstleistungspaketen (z. B. Einführungsworkshops, digitale Beratung/Sprechstunden und Vor-Ort-Unterstützung bei Aufbau, Betrieb und Troubleshooting). Die Bündelung wurde als wiederholbares Angebotsmodell (Produkte + Dienstleistungen) konzipiert, das unterschiedliche Einstiegstiefen abbildet und damit eine schrittweise Markteinführung ermöglicht. Damit liegt eine belastbare Grundlage für eine schrittweise Markteinführung und Skalierung vor, die sowohl niedrigschwellige Einstiege für Schulen als auch vertiefende Begleitangebote abbildet und die im Projekt identifizierten Umsetzungsbedingungen (Zeit, Wartung, Hygiene, Kapazitäten) gezielt berücksichtigt.

Wie in Kapitel 3 dargestellt, wurden die hierfür zentralen wirtschaftlichen Outputs im Projektabschluss konkretisiert (u. a. Unternehmungsmatrix zur Preisgestaltung sowie die Bündelung in Produkt- und Dienstleistungspakete) und erste Anschluss-Outcomes (Anbahnungen in schulischen und außerschulischen Kontexten) initiiert, sodass die in MS 7 angelegte Geschäftsanbahnung über die Projektlaufzeit hinaus operativ weitergeführt werden kann.

4.2 Woraus ergeben sich die Abweichungen der erhaltenen Ergebnisse (aufgetretene Probleme, Veränderungen bezüglich Strategie oder angewandter Methoden)?

Abweichungen ergaben sich aus standortspezifischen Rahmenbedingungen und der Dynamik schulischer Abläufe. In einzelnen Formaten (insbesondere AG-Strukturen) schwankte die Teilnahme der Schülerinnen und Schüler aufgrund von Stundenplanlogik, personellen Engpässen und kurzfristigen Ausfällen, was sich auf Kontinuität und Umfang von Messreihen und Dokumentation auswirkte. In mindestens einem Fall führten Ferienzeiten dazu, dass Vorzuchten teilweise eingingen und kurzfristig über alternative Pflanzenmaterialien (vegetative Ableger) ersetzt werden mussten.

Auf technischer Ebene traten typische Herausforderungen hydroponischer Systeme im Schulbetrieb auf, u. a. Algenbildung (insbesondere bei transparenten Komponenten), pH-Schwankungen, Reinigungsaufwand und die Frage nach geeigneter Modularität zur Wartung. Diese Punkte beeinflussten die Zeitplanung und führten teilweise zu Anpassungen in der Vorgehensweise (z. B. stärkere Fokussierung auf robuste Systemtypen oder auf vereinfachte Versuchsdesigns). Methodisch ergab sich aus der Evaluation zudem die Notwendigkeit, die zunächst stark modulare Materialstruktur stärker zu sequenzieren. Daraus resultierte die Entwicklung des 6-Wochen-Sequenzplans als Anpassung der didaktischen Strategie, um einen klaren Ablauf und planbare Unterrichtseinheiten zu gewährleisten.

Die genannten Praxiserfahrungen wurden zugleich als Anforderungsparameter für die Weiterentwicklung von Systemdesign, Betrieb/Wartung und begleitenden Supportformaten genutzt (u. a. Fokus auf wartungsarme, reinigungsfreundliche Varianten, klar beschriebene Betriebsroutinen sowie abgestufte Unterstützungsoptionen).

4.3 Wie gestaltet sich die Arbeit mit den unterschiedlichen Kooperationspartnern (Institute, Firmen, Kommunen, Länder)?

Die Zusammenarbeit im Projektkonsortium verlief sehr strukturiert und zielorientiert. Die Projektkoordination erfolgte über regelmäßige Online-Meetings und eine klar abgestimmte Arbeitsteilung zwischen technischer Entwicklung/Anlagenkomponenten und pädagogisch-didaktischer Umsetzung/Materialentwicklung. Die Kooperation mit den Pilotschulen war durch Kooperationsvereinbarungen, feste Ansprechpersonen und standortspezifische Kommunikationswege abgesichert. Die Rückkopplungsschleifen mit Lehrkräften (Workshops, Sprechstunden, Interviews) ermöglichten eine praxisnahe Weiterentwicklung der Materialien und Vorgehensweisen und lieferten zugleich belastbare Hinweise zur Ausgestaltung realistischer Einstiegs- und Verstetigungspfade (Material, System, optional Begleitung) für weitere Schulen. Die Kooperationen erfüllten damit nicht nur eine Umsetzungsfunktion, sondern bildeten zugleich eine Grundlage für Transfer- und Verwertungswege, da Anforderungen und Bedarfe potenzieller Anwender frühzeitig in Angebotsformate übersetzt werden konnten.

Als wiederkehrendes Querschnittsthema zeigte sich jedoch – sowohl im laufenden Projektzeitraum als auch im Rahmen der Transfer- und Multiplikationsaktivitäten – eine strukturelle Begrenzung auf Schulseite: Lehrkräfte berichteten konsistent, dass die Lehrpläne zeitlich sehr eng getaktet sind und kaum Puffer für zusätzliche Projekte lassen. Obwohl im fächerübergreifenden Teil des brandenburgischen Rahmenlehrplans BNE als eines der Ziele der Schulbildung festgelegt ist, wurde von teilnehmenden Lehrkräften angemerkt, dass die Rahmenpläne kaum Zeit lassen, um sich mit Themen wie Klimakrise oder Biodiversitätsverlust zu beschäftigen, die von der „WasserFarm“ transportiert werden. Die Integration von Hydroponik in den regulären Fachunterricht ist daher häufig nur eingeschränkt möglich und wurde an mehreren Standorten eher in projektorientierten Formaten, Wahlpflicht-/Ganztagsangeboten, AG-Strukturen oder im Rahmen einzelner Seminar- bzw. Facharbeiten umgesetzt. Neben dem Faktor Zeit wurden zudem wiederholt begrenzte finanzielle

Mittel, fehlende Materialien sowie personelle Kapazitäten als zentrale Hürden benannt. Gleichzeitig wurde Hydroponik inhaltlich als attraktiv und grundsätzlich anschlussfähig bewertet – insbesondere dort, wo Schulen über geeignete Projektstrukturen verfügen oder wo thematische Anbindungen (z. B. Ernährung/Gesundheit, BNE, MINT-Projektarbeit) gezielt genutzt werden können. Für die Gewinnung weiterer Schulen, wie z.B. Startchancen-Schulen, ist diese Rückmeldung wesentlich, da sie die Notwendigkeit unterstreicht, das Angebot modular, niedrigschwellig und mit realistischen Implementierungspfaden zu gestalten (z. B. Einstieg über kompakte Projektformate, Projektstage oder -wochen, einzelne Unterrichtssequenzen oder Wettbewerbs-/Arbeitsformate statt sofortiger Vollintegration in den Regelunterricht).

Besonders relevant für den Transfer war die Zusammenarbeit mit dem Landesinstitut Brandenburg für Schule und Lehrkräftebildung (LIBRA), über das eine offizielle Lehrkräftefortbildung umgesetzt werden konnte. Die Rückmeldungen aus diesem Kontext bestätigten die hohe fachliche und didaktische Qualität sowie die Praxistauglichkeit der vermittelten Grundlagen und Demonstrationen, machten jedoch zugleich die genannten Rahmenbedingungen (Zeit, Kosten, Kapazitäten) als limitierende Faktoren deutlich. Auch auf institutioneller Ebene bestehen Restriktionen: Für eine regelmäßige Wiederholung entsprechender Formate sind bei den Fortbildungsstrukturen zusätzliche Ressourcen und längere Planungsvorlaufzeiten erforderlich. Insgesamt liefert die Kooperation mit den schulischen und institutionellen Partnern damit nicht nur fachliche Rückkopplung zur Material- und Systementwicklung, sondern auch eine klare Einschätzung der Bedingungen, unter denen eine Skalierung in weitere Regionen realistisch erfolgen kann. Diese Einschätzung wurde im Projektverlauf genutzt, um Transfer- und Angebotslogiken als abgestufte Einstiegswege zu konzipieren (z. B. Einstieg über Sequenzplan/Materialpaket, anschließende Systembereitstellung, optional ergänzende Begleitung), sodass Schulen mit unterschiedlichen Ressourcenlagen adressiert werden können.

5. Öffentlichkeitsarbeit

5.1 Wie werden die Ergebnisse veröffentlicht?

Gleich zu Projektbeginn wurde die zweisprachige Website www.wasserfarm.org erstellt. Über diese Projektplattform wurden zentrale Informationen zum Vorhaben, Projektfortschritte sowie ausgewählte Materialien strukturiert bereitgestellt. Durch regelmäßige Blogbeiträge auf der Website, die zusätzlich über LinkedIn verbreitet wurden, wurde fortlaufend über den Projektverlauf berichtet, um Erfahrungen und Zwischenergebnisse transparent zu dokumentieren und den Austausch mit Schulen und weiteren Interessierten zu fördern. Ergänzend wurden Ergebnisse und Inhalte auch über die Unternehmenswebseiten bzw. Kommunikationskanäle der Projektpartner veröffentlicht. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse flossen zudem systematisch in die erstellten Lehr-Lerneinheiten ein und wurden damit in didaktisch aufbereiteter Form für die schulische Praxis dokumentiert und weitergegeben. Damit wurden neben Transparenz und fachlichem Austausch zugleich Voraussetzungen für eine übertragbare Verbreitung geschaffen, indem die entwickelten Bausteine (Materialien, Systeme, Begleitformate) konsistent dokumentiert und adressatengerecht sichtbar gemacht wurden. Im Zuge der Verstetigungs- und Verwertungsplanung wurde die Projektkommunikation zudem genutzt, um Angebotsoptionen (z. B. Materialien, Demonstrationsmodelle, Praxismodelle und Leihformate) als Transferpfad für interessierte Schulen und Einrichtungen sichtbar zu machen.

5.2 Wer partizipiert an den Ergebnissen?

Primäre Nutznießerinnen und Nutznießer der Projektergebnisse sind die drei Pilotschulen, da die dort geschulten Lehrkräfte und beteiligten Schülerinnen und Schüler die entwickelten Systeme und Materialien unmittelbar im Schulalltag einsetzen und weiterführen können. Darüber hinaus partizipieren weitere Schulen und Lehrkräfte, die über die öffentlich zugängliche Projektkommunikation (Website/LinkedIn) auf das Vorhaben aufmerksam werden sowie über Transferformate (z. B. Lehrkräftefortbildungen) in die Lage versetzt werden, Hydroponik im Schulkontext zu erproben. Auf Ebene der schulischen Öffentlichkeitsarbeit werden Ergebnisse zudem durch die Pilotschulen selbst verbreitet, etwa über schulinterne und externe Kanäle (Schulwebseiten, Social Media, Projektplakate, Schülerzeitungen) sowie durch die Darstellung von Projektarbeiten in Wettbewerbs- und Präsentationsformaten (z.B. Jugend forscht). Damit wird ein erweiterter Wirkungskreis adressiert, der neben Lehrkräften und Lernenden auch Schulleitungen, Eltern, außerschulische Bildungspartner und die interessierte Öffentlichkeit umfasst. Für die weitere Verbreitung ist zudem relevant, dass über diese Kanäle insbesondere Lehrkräfte, Schulleitungen und Multiplikator:innen erreicht werden, die als zentrale Entscheidungs- und Umsetzungsakteure für eine Übernahme der entwickelten Bausteine fungieren.

5.3 Wird das Vorhaben über die Projektlaufzeit hinaus weitergeführt?

Die Verstetigung der „WasserFarm“ wurde im Projektverlauf aktiv vorbereitet. Alle drei Pilotschulen haben signalisiert, die Hydroponik-Aktivitäten langfristig weiterzuführen und die Anlagen sowie Materialien weiter zu nutzen. Für die vertiefende Begleitung durch das „WasserFarm“-Konsortium konnten den Pilotschulen unterschiedliche, aufeinander abgestimmte Unterstützungsformate unterbreitet werden, die sich derzeit in einer fortgeschrittenen Phase der inhaltlichen Prüfung sowie der weiteren Abstimmung befinden. Auf Konsortiumsebene wurden Anschluss- und Skalierungspfade entwickelt, die sowohl die nationale Ausweitung (u. a. über Lehrkräftefortbildungen und Beratung) als auch eine internationale Perspektive einschließen. Die dafür definierten Bausteine umfassen insbesondere modular einsetzbare Lehr-Lernmaterialien, begleitende Workshop- und Beratungsformate sowie Produktsets (Modellsysteme, Startkits, „WasserFarm“-Koffer), die Schulen je nach Bedarf erwerben oder nutzen können. Parallel werden Optionen zur Internationalisierung beider Partner (z.B. Kenia und Namibia) vorbereitet, um zentrale Projektinhalte (v. a. Hydroponik-Module für die Lehrkräfteausbildung) in afrikanische Kontexte und tiefer in die Lehrkräfteausbildung zu

übertragen. Insgesamt ist die Weiterführung damit sowohl über die Pilotschulen als auch über Transfer- und Verwertungsansätze des Konsortiums angelegt. Die wirtschaftliche Verstetigung wird dabei über standardisierte, kombinierbare Angebotsbausteine (Materialpaket/Sequenzplan, Demonstrations- und Praxismodelle, Startkits, „WasserFarm“-Koffer sowie begleitende Dienstleistungen) umgesetzt, deren Preis- und Leistungslogik durch die im Projektabschluss erarbeitete Untersetzungsmatrix unterlegt ist. Die im Ergebnissteil dargestellten Anschlusskontakte dienen hierbei als konkrete Ansatzpunkte zur Übertragung der „WasserFarm“ in weitere schulische und außerschulische Bildungssettings.

6. Fazit

6.1 Hat sich die Vorgehensweise bewährt? (evtl. veränderte Lösungsansätze, Ideen usw.)?

Die gewählte Vorgehensweise hat sich insgesamt bewährt. Insbesondere die Kombination aus standortspezifischer Bedarfsanalyse, praxisorientierten Trainingsworkshops, anschließender pädagogisch-didaktischer sowie technisch-fachlicher Begleitung und einer iterativen Materialentwicklung mit systematischer Evaluation erwies sich als überaus geeignet, um Hydroponik als fächerübergreifendes Gestaltungselement im Schulkontext zu integrieren. Die frühe Erhebung der technischen und didaktischen Voraussetzungen und die anschließende Anpassung an unterschiedliche Schulformate (Unterricht/VLZ, AG, projektbasiertes Schülerformat) erhöhten die Anschlussfähigkeit des Konzepts deutlich. Gleichzeitig hat sich gezeigt, dass die iterative Rückkopplung mit dem realen Schulbetrieb neben der didaktischen Passung auch die wirtschaftliche Anschlussfähigkeit stärkt, weil Anforderungen an Wartung, Hygiene, Materiallogistik und Zeitbedarf früh in System- und Supportgestaltung einfließen. Mit Blick auf die Zeit nach Projektende wurde diese Anschlussfähigkeit in eine belastbare Angebotslogik überführt (Produkt-/Dienstleistungspakete, abgestufte Einstiegspfade), sodass die Verwertung nicht nur als Perspektive, sondern als konkret vorbereiteter Weiterführungsprozess vorliegt.

Als wesentlich hat sich zudem der Ansatz herausgestellt, die Lehr-Lernmaterialien modular aufzubauen und auf Basis der Rückmeldungen aus Interviews/Fokusgruppen um eine klar strukturierte Unterrichtssequenz (Sequenzplan mit begleitender Präsentation) zu ergänzen. Dadurch wurde eine zentrale Hürde im Schulalltag adressiert: der Bedarf nach einem „Fahrplan“, der Zeitaufwand, Vorbereitung und Durchführung planbar macht. Auch die Entscheidung, technische Inhalte nicht isoliert, sondern fächerübergreifend, konsequent mit BNE- und MINT-Bezügen sowie projektorientierten Forschungsfragen zu verknüpfen, hat die Motivation und die inhaltliche Tiefe der Umsetzung erhöht.

Als veränderte bzw. geschärfte Lösungsansätze lassen sich insbesondere die stärkere Fokussierung auf umsetzungsfreundliche Einstiegsformate (kurze Sequenzen, AG-/Projektformate statt unmittelbarer Vollintegration in den Regelunterricht) sowie die Betonung von Wartungs- und Hygienethemen (z. B. Reinigungsfähigkeit/Modularität, Algenmanagement, Stabilisierung von Wasserparametern, Schädlinge in der Hydroponik) benennen. Diese Aspekte wurden im Projektverlauf stärker gewichtet, da sie sich als entscheidend für die nachhaltige Nutzbarkeit der Anlagen im Schulbetrieb herausgestellt haben.

6.2 Werden Änderungen der Zielsetzung notwendig?

Grundsätzlich ist keine grundlegende Änderung der Zielsetzung erforderlich; die übergeordneten Ziele (BNE-orientierte, praxisnahe Hydroponikbildung, Aufbau von Gestaltungskompetenzen und MINT-Anknüpfung durch forschendes Lernen) bleiben fachlich und didaktisch stimmig. Anpassungsbedarf ergibt sich jedoch auf Ebene der Operationalisierung und Skalierung: Für eine Ausweitung auf weitere Schulen musste die Zielsetzung stärker in realistische Implementierungspfade übersetzt werden, die den engen Zeitrahmen schulischer Lehrpläne und begrenzte Ressourcen berücksichtigen.

Daraus folgte im Projektverlauf, dass klar zwischen Mindest- und Ausbauzielen unterschieden wurde. Als Mindestziel wurde ein niedrigschwelliger Einstieg über ein kompaktes Unterrichtsmodul bzw. eine projektorientierte Sequenz definiert, während als Ausbauziel eine längerfristige Anlagenbetreuung mit kontinuierlichem Monitoring und darauf aufbauenden Forschungsvorhaben umgesetzt bzw. vorbereitet wurde. Ergänzend wurde die Zielsetzung zur Verbreitung und Verwertung konsequent an Multiplikationsstrukturen gekoppelt (z. B. Fortbildungen, Landesinstitute, zentrale Materialbereitstellung) und die dafür relevanten Rahmenbedingungen (Zeit, Finanzierung, Materialzugang, Betreuungskapazitäten) in der Ausgestaltung der Materialien und Transferformate

berücksichtigt. Insgesamt bedeutete dies keine inhaltliche Neuausrichtung, sondern eine Präzisierung der Zielarchitektur und Umsetzungslogik, um Übertragbarkeit und Verstetigung über den Projektzeitraum hinaus zu erhöhen. In der Konsequenz wurden die Projektbausteine so ausformuliert, dass sie als standardisierte Produkt- und Servicepakete (Systemsets/Startkits, Demonstrations-/Experimentierkoffer sowie Schulung/Beratung/Support) in weitere Schulen übertragen und wirtschaftlich angeboten werden können. Die im Ergebnisteil dokumentierte Unternehmungsmatrix unterstützt hierbei die Operationalisierung der Geschäftsanbahnung, indem sie die Zielsetzung „Verwertung/Markteinführung“ in konkret kalkulierbare Leistungs- und Preisbausteine überführt.

Darüber hinaus wurde die Zielsetzung im Projektabschluss um eine klare Perspektive auf langfristige Verantwortlichkeiten ergänzt. Hierzu zählen insbesondere Regelungen zur Betreuung und Pflege der Systeme über Ferienzeiten, Strategien zur internen Wissensweitergabe (z. B. Mentor:innenmodelle, Übergabe an Folgejahrgänge) sowie geeignete Formen der Sichtbarmachung von Ergebnissen, um Motivation, Legitimation und Anbindung im Kollegium zu sichern. Diese Punkte wurden als entscheidend identifiziert, damit Hydroponik als Lerninnovation dauerhaft in schulische Routinen überführt werden kann und nicht nach Projektende nur punktuell weiterläuft. Insgesamt wurde die Zielsetzung damit in Richtung einer „nachhaltig implementierbaren Schulroutine“ geschärft, mit modularen Einstiegen, klaren Supportoptionen und einer Transferstrategie, die schulische Realbedingungen konsequent abbildet.

Literaturverzeichnis

- WBGU. (2011). *Wissenschaftlicher Beitrag der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen*.
Abgerufen am 26. 02 2026 von
https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2011/pdf/wbgu_jg2011.pdf
- WBGU. (2012). *Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen*.
Abgerufen am 26. 02 2026 von
https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/factsheets/fs5_2012/wbgu_fs5.pdf

Bilddokumentation



Abschlussbesuch der WasserFarm Pilotschule C in Brandenburg am 07.07.2025.



Pilotanlage zum Schuljahresende der WasserFarm Pilotschule C in Brandenburg.



Abschlussbesuch der WasserFarm Pilotschule A in Schleswig-Holstein am 03.09.2025.

Montag, 15. September 2025 Lokales SEITE 20

Ausgezeichnete Talentförderung

Internat Lousenlund wird zur „Jugend forscht“-Schule des Jahres

Sebastian Kaler

oder Wie können Pflanzen mit weniger Wasser auszuwachsen? Oder wie findet man Weiblingsmotten am Grund der Ostsee? Aktuelle Fragen, die nicht nur das Land und die Wissenschaft beschäftigen, sondern auch die Schüler des Internats in Lousenlund. Wie Malin und Lena, die mithilfe eines speziellen Bewässerungsgeräts untersuchen, wie Pflanzen ressourcenschonend mit Nährstoffen versorgt werden können. Auch die Effekte unterschiedlicher Wasserqualitäten untersuchen die beiden: etwa den Unterschied zwischen Leitungswasser und dem aus der Schale. Mit ihrem Projekt haben sie im vergangenen Jahr bereits den dritten Platz der Regionalrunde beim „Jugend forscht“-Wettbewerb belegt. Mit einem Exkursionsplan im Gepäck wollen sie dieses Jahr erneut antreten.

Seit zehn Jahren bietet die Internat Lousenlund gemeinsam mit fünf weiteren Internaten in Deutschland das „plus-Mint“-begleitende Förderprogramm an. „Mint“ steht für Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und

Malin und Lena sind Teil des „plus-Mint“-Programms in Lousenlund. Mit ihrem Projekt zur ressourcenschonenden Aufzucht von Pflanzen waren sie bereits im vergangenen Jahr beim Wettbewerb Jugend forscht.

sagt der Programmkoordinator Christopher Tropp. „Rund 18 Schüler werden jedes Jahr in das dreiwöchige Programm aufgenommen. Ihr Stundenplan sehe neben den regulären Fächern auch die

dafür“, sagt Tropp – und das erfolgreich. Seit 2019 sei die Schule jedes Jahr beim Bundeswettbewerb vertreten. Für ihr Engagement und ihre Förderung im Mint-Bereich erhält die Schule nun

den Preis

den die Schüler zu unterstützen und ihnen dabei zu helfen, die richtigen Fragen zu stellen, um nicht eine Antwort zu erarbeiten. Seit Beispiel: Denny und Keren, die gemeinsam an

das da, die Schüler zu unterstützen und ihnen dabei zu helfen, die richtigen Fragen zu stellen, um nicht eine Antwort zu erarbeiten. Seit Beispiel: Denny und Keren, die gemeinsam an

verfahren ermitteln, in dem neben Leitungswasser auch Initiative, Ideen und Gruppendynamiken beurteilt werden. Wer es durch den Auswahlprozess schafft, sei automatisch für Schüler-Büro be-

die Förderung ist keine Frage des Geldes

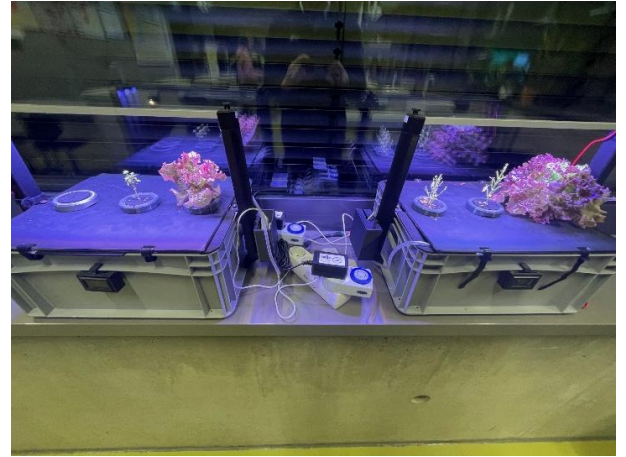
Ein Angebot wie plus-Mint verstehe er auch als Teil der Aufgabe des Internats, gerade weil es ein Programm sei, das an öffentlichen Schulen in dieser Form nicht umzusetzen sei. „Ich freue mich wirklich, dass wir mit unserem Angebot einen Beitrag zur Schullandschaft leisten können“, sagt Stiftungsgleiter Kriener.

Wer in dem Programm teilnehmen kann, sei über keine Frage des Geldes, sagt Kriener. Die Schüler, die an plus-Mint teilnehmen dürfen, würden über ein mehrstufiges Auswahlverfahren ermittelt, in dem neben Leistung auch Initiative, Ideen und Gruppendynamiken beurteilt werden. Wer es durch den Auswahlprozess schafft, sei automatisch für Schüler-Büro be-

WasserFarm Pilotschule A wird Jugend forscht Schule 2025.



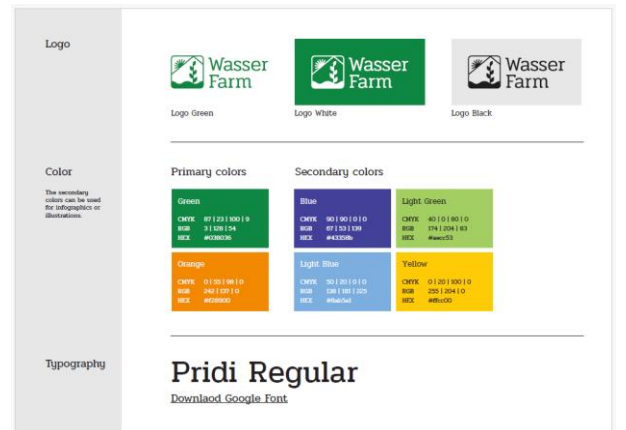
Lehrkräfte Fortbildungs-Workshop in den Räumlichkeiten der WasserFarm Pilotschule C und in Kooperation mit dem LIBRA am 15.01.2026.



Pilotanlage zum neuen Schuljahr 2026 der WasserFarm Pilotschule C in Brandenburg.



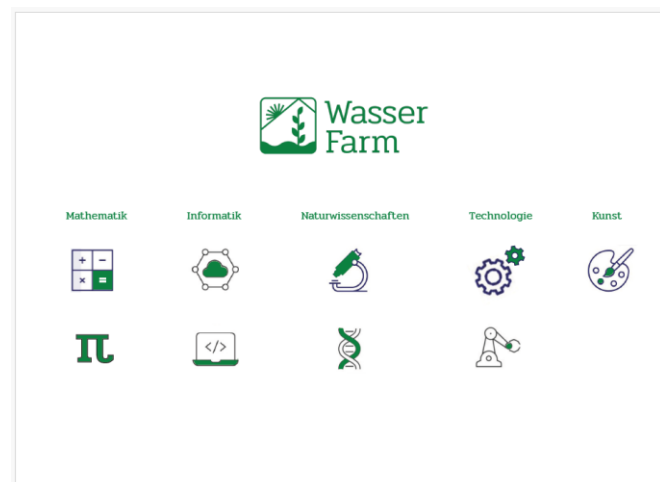
Abschlussmeeting des WasserFarm-Konsortiums unter Beteiligung der Geschäftsführungen von Terra Urbana und RiLL im Februar 2026.



ReDesign der WasserFarm Corporate Identity durch externes Berliner Design Büro.



ReDesign der WasserFarm Lehrmaterial-Vorlagen durch externes Berliner Design Büro.



Entwurf von MINT-Icons durch externes Berliner Design Büro zur Verwendung in den Lehrmaterialien.

Wasser Farm 2
Anhang | Schulmaterial

Der ökologische Fußabdruck – eine Grundlage

Der ökologische Fußabdruck beschreibt, wie viele natürliche Ressourcen benötigt werden - sichtbar und unsichtbar, vom Rohstoff bis zur Entsorgung - um ein bestimmtes Produkt herzustellen. Bei Lebensmitteln umfasst der ökologische Fußabdruck mehrere Aspekte, die zusammen betrachtet werden müssen. Dazu gehören der Wasserverbrauch, der Flächenbedarf, der Energieeinsatz, die entstehenden CO₂-Emissionen sowie der Einsatz von Pestiziden oder von anderen Chemikalien.

Wasserverbrauch	Beim Wasserverbrauch geht es nicht nur um das sichtbare Gießwasser, sondern auch um sogenanntes „virtuelles Wasser“, also Wasser, das indirekt in der Produktion verbraucht wird z. B. Trinkwasser, Bewässerung, indirektes Wasser in Futtermitteln.
Landverbrauch	Der Landverbrauch beschreibt, wie viel Fläche für den Anbau benötigt wird und welche Folgen dies für Böden, Ökosysteme und Biodiversität hat, z. B. Fläche für Anbau, Futtermittel, Infrastruktur.
Energieverbrauch	Der Energieverbrauch umfasst den Einsatz von Maschinen, Pumpen, Beleuchtung, Wärme- bzw. Heizsystemen und Transport.
CO₂-Emissionen	Aus dem Energieverbrauch entstehen CO ₂ -Emissionen (Ausstoß von Kohlendioxid durch Energieverbrauch, Verkehr und Produktion. Vergleichbar mit Abgasen beim Autofahren), die zum Klimawandel beitragen, z. B. Energieverbrauch, Transport, Produktion von Düngemitteln.
Pestizide & Chemikalien	Schließlich spielen auch Pestizide und Düngemittel eine Rolle, da sie für Böden, Gewässer und Lebewesen eine Umwelt- und Gesundheitsbelastung darstellen können.

Der ökologische Fußabdruck hilft dabei, verschiedene Systeme und Anbaumethoden miteinander zu vergleichen. Er macht sichtbar, dass eine Methode in einem Bereich Vorteile haben kann, während sie in einem anderen Bereich Nachteile aufweist.

Beispiel Unterrichts-Dokument: “Ökologischer Fußabdruck der Hydroponik”

Wasser Farm 1
Anhang | Schulmaterial

Pests & Beneficial Insects

Plant Pests in Hydroponics

Cultivating plants in hydroponic systems offers many advantages, such as precise control of nutrient supply and often reduced pest pressure compared to outdoor cultivation. Nevertheless, pests can also occur in hydroponic systems and negatively affect growth and yield. This handout summarizes key information on the most common pests, their identification, preventive measures, and environmentally friendly control strategies.

Common Pests in Hydroponics

Even in a controlled indoor system, the following pests may occur:

Aphids
Aphids are small, usually green, black, or yellowish insects that appear in groups on young shoots, the undersides of leaves, or flower buds. They suck plant sap from the vascular tissue, weakening the plant. Typical signs of infestation include curled or deformed leaves and sticky residues on plant surfaces, known as honeydew. This can promote the growth of sooty mold fungi. Aphids are often clearly visible upon close inspection and reproduce particularly quickly under warm conditions.



Aphids on Swiss chard

Beispiel Unterrichts-Dokument in englischer Sprache: “Pests & Beneficial Insects in Hydroponics”



Demonstrationsanlage: Hydroponik A-Frame.



WasserFarm Webdesign und Blogbeiträge.