



Wie verstehen Wissenschaftler*innen und Schüler*innen die ökosystemische Bedeutung von Pflanzen in Städten? Ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion

Junker, Maren¹ und Dannemann, Sarah¹

¹Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Naturwissenschaftliche Fakultät 1, Didaktik der Biologie

ZUSAMMENFASSUNG

Klimabezogene Veränderungen, die sich beispielsweise in Form von Hitzestress bereits bemerkbar machen, werden von Wissenschaftler*innen als zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts betrachtet. Aus biologischer Perspektive wird Pflanzen eine zentrale Bedeutung für die Klimaregulation zugeschrieben. Für Schüler*innen ist jedoch beschrieben, dass Funktionen von Pflanzen, und damit ihre Bedeutung, beispielsweise für die Klimaregulation, nicht angemessen verstanden werden. Das *Modell der Didaktischen Rekonstruktion* bietet einen Rahmen zur Gestaltung von Bildungsprozessen, die ein verstehendes und bedeutungsvolles Lernen zu klimaregulierenden Funktionen von Pflanzen ermöglichen.

Schlüsselwörter: Schüler*innenvorstellungen, Plant Awareness, Modell der Didaktischen Rekonstruktion, Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens



How do Scientists and School Students conceptualize the Ecosystemic Significance of Plants in Cities? A contribution to Educational Reconstruction

Junker, Maren¹ und Dannemann, Sarah¹

¹Martin-Luther-University Halle-Wittenberg, Faculty of Natural Sciences 1, Biology Education

ABSTRACT

Climate-related changes, which are already becoming apparent, for example, in the form of heat stress, are considered a key challenge of the 21st century. From a biological perspective, plants are considered to play a key role in climate regulation. However, it is described that key functions of plants, and thus their importance for climate regulation, are not adequately understood. The Model of Educational Reconstruction provides a framework for designing educational processes that enable understanding and meaningful learning about the climate-regulating functions of plants.

Key words: students' conceptions, plant awareness model of educational reconstruction, theory of experientialism

1 Einleitung

Klimabezogene Veränderungen werden als zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts betrachtet (IPCC, 2023). Für Städte, in denen die mehrheitliche Weltbevölkerung lebt (United Nations, 2010), werden die Folgen, beispielsweise in Form von Hitze-stress, als in besonderem Maße erfahrbar beschrieben (z. B. Breuste, Haase, Pauleit & Sauerwein, 2016). Für künftige Generationen wird prognostiziert, dass das Ausmaß und die damit verbundene Betroffenheit durch diese klimabezogenen Veränderungen zunehmen werden (z. B. Breuste et al., 2016). Ausgehend von der Annahme, dass der Ursprung aktueller und künftiger Herausforderungen in Mechanismen des Anthropozäns (Waters et al., 2016) liegt, formuliert Niebert (2016) hieraus einen Bildungsauftrag, nämlich „Lernende [zu] befähigen und [zu] ermutigen, die Mechanismen, die das Anthropozän geschaffen haben [,] zu hinterfragen und ein nachhaltiges Anthropozän denkbar [zu] machen“ (S. 91). Das hier skizzierte Projekt soll einen Beitrag zu zweitem leisten. Bofferding und Kloser (2015) zeigen auf, dass Schüler*innen kaum über Handlungswissen darüber verfügen, wie den durch den Klimawandel verursachten Herausforderungen begegnet werden kann. Erst ein fachlich angemessenes Verständnis ökologischer Zusammenhänge kann die Voraussetzung dafür schaffen (Hartley, Wilke, Schramm, D’Avanzo & Anderson, 2011). Die klimaresiliente Gestaltung von Städten betreffend wird Pflanzen aus biologischer Perspektive eine zentrale Bedeutung zugeschrieben (Kadereit, Korner, Nick, Sonnewald und Lay, 2021). Für Schüler*innen ist jedoch beschrieben, dass zentrale Funktionen von Pflanzen, und damit ihre Bedeutung (Beerling, 2017), beispielsweise für die Klimaregulation, nicht angemessen verstanden werden (z. B. Ryplova & Pokorny, 2020). Dies wird auch als *Plant Awareness Disparity* (Parsley, 2020, früher: *Plant Blindness*, Wandersee & Schussler, 1999) beschrieben. Seit dieser Beobachtung, dass Pflanzen und ihre Bedeutung in der Biosphäre unzureichend wahrgenommen werden, wenig Wertschätzung erfahren und ihnen im Vergleich zu Tieren ein geringerer Stellenwert eingeräumt wird (Wandersee & Schussler, 1999), ist für Pflanzen als Lerngegenstand in der biologiedidaktischen Forschung ein erhöhtes Forschungsinteresse zu verzeichnen (Pany, Meier, Dünser, Yanagida, Kiehn & Möller, 2022). Im Zuge

dessen ist von Dünser, Möller, Anđić, Lampert, Bergmann-Gering und Pany (2024a) ein sich noch in der (Weiter-)entwicklung befindliches Konstrukt vorgeschlagen worden, das *Plant Awareness* in die Dimensionen *Aufmerksamkeit*, *Einstellungen* und *Verstehen* (nach Ahi, 2016) in Bezug auf Pflanzen untergliedert (Dünser et al., 2024a).

Ziel des hier skizzierten Forschungsprojekts ist es, zu einem „verstehende[n] und bedeutungsvolle[n] Lernen“ (Dannemann, Heeg & von Roux, 2021, S. 2) zu klimaregulierenden Funktionen von Pflanzen beizutragen, das zur Auseinandersetzung mit der Bedeutung von Pflanzen in Städten befähigt. Mit dem *Modell der Didaktischen Rekonstruktion* (Kattmann, Duit, Gropengießer & Komorek, 1997) (Kapitel 2) als Forschungsrahmen kann dies systematisch verfolgt werden, wobei Vorstellungen von Wissenschaftler*innen und Schüler*innen wechselseitig aufeinander bezogen werden.

Die Studie wurde im Rahmen des EU-Projekts Education for Plant Literacy (Projektnummer: 2021-1-CZ01-KA220-HED-000030213) gefördert.

2 Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion als Forschungsrahmen

Die drei Untersuchungsaufgaben *Fachliche Klärung*, *Analyse der Lernvoraussetzungen* und *Didaktische Strukturierung* erlauben die systematische und strukturierte Relationierung der Perspektiven von Schüler*innen und Wissenschaftler*innen im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion (Duit, Gropengießer, Kattmann, Komorek & Parchmann, 2012, Kattmann, 2007). Nieberts (2016) Erweiterung des Modells (siehe Abb.1) bietet mit dem Anthropozän einen evidenzbasierten Kontext zur Verfolgung des zentralen Ziels dieses Projekts, bedeutungsvolles und verstehendes Lernen zu klimaregulierenden Funktionen von Pflanzen zu ermöglichen.

Für die Analyse der Lernvoraussetzungen (z. B. Vorstellungen, Kompetenzen, Einstellungen, Interessen) bedeutet die Nutzung der Modell-Erweiterung, dass die Lernvoraussetzungen hinsichtlich klimaregulierender Prozesse durch Pflanzen auf das Anthropozän zu beziehen sind (siehe Abb.1; Niebert, 2016). Da Vorstellungen als zentraler Ausgangspunkt für verstehendes und bedeutungsvolles Lernen gesehen werden (Kattmann, 2005), wird

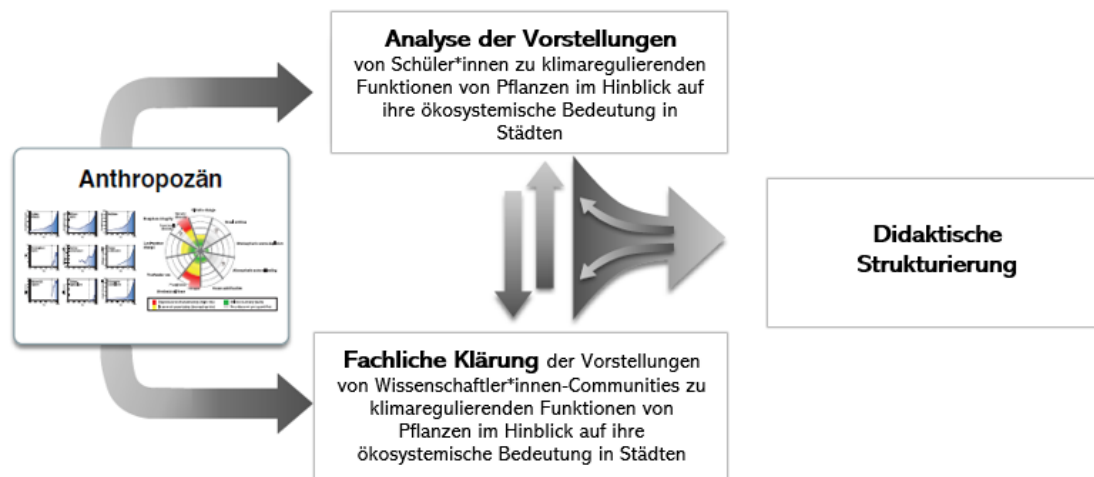


Abbildung 1: Nachhaltigkeit lernen im Anthropozän mit dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion, verändert nach Niebert (2016)

unter den diversen Aspekten, aus denen sich Lernvoraussetzungen zusammensetzen, der Fokus im Rahmen des hier skizzierten Forschungsprojekts auf Vorstellungen gerichtet.

Die angenommene Gleichwertigkeit der Perspektiven von Wissenschaftler*innen und Schüler*innen (Kattmann, 2007) impliziert, dass Fachinhalte nicht als feststehende Zieldimension betrachtet werden können, die unmittelbar und unkritisch für unterrichtliche Zwecke übernommen werden (Duit et al., 2012), sondern, verstanden als gedankliche Konstrukte einer Wissenschaftler*innengemeinschaft (Duit et al., 2012, Kattmann, 2007), für die zielgruppenadäquate Vermittlung einer Aufbereitung bedürfen (Duit et al., 2012). Dies erfolgt im Rahmen der kritischen Fachlichen Klärung (Duit et al., 2012). Bei dieser werden fachwissenschaftliche Erklärungen und Darstellungen als Repräsentationen des Verständnisses von Wissenschaftler*innengemeinschaften (Duit et al., 2012) einer systematischen Analyse unterzogen, sodass auf dieser Grundlage für die Vermittlung geeignete fachlich geklärte Konzepte konstruiert werden können (Kattmann, 2007). Für dieses Forschungsprojekt stellt im Rahmen der Fachlichen Klärungen „insbesondere die Nachhaltigkeitsrelevanz der Unterrichtsinhalte eine bedeutende Frage dar“ (Niebert, 2016, S. 90).

Auf Basis der Ergebnisse der ersten beiden Untersuchungsaufgaben können im Rahmen der Didaktischen Strukturierung die fachlich geklärten Vorstellungen der Wissenschaftler*innen mit den Vorstellungen der Schüler*innen in Beziehung gesetzt werden und die Grundlage für die Entwicklung von Lernumgebungen (z. B. Materialien und Aktivitäten)

bieten, die eine verständnisfördernde Umstrukturierung und Weiterentwicklung von Vorstellungen abzielen (Duit et al., 2012, Kattmann, 2007). Damit sind die Forschungsergebnisse unmittelbar für die Vermittlungspraxis von Relevanz und können in diese einfließen (Kattmann, 2007). Die von Niebert (2016) vorgeschlagene Strukturierung auf curricularer Ebene in Orientierung an den Bildungsstandards ist nicht Gegenstand des hier skizzierten Forschungsprojekts. Aus diesem Grund ist eine Anpassung von Nieberts (2016) Erweiterung des Modells für das hier skizzierte Forschungsprojekt vorgenommen worden.

3 Die Theorie des erfahrungsba-sierten Verstehens

In dem hier skizzierten Projekt wird die Auffassung vertreten, dass verstehendes und bedeutungsvolles Lernen nur ermöglicht werden kann, wenn „subjektivierende [...] Sinnentwürfe des Alltags [...]“ (Combe & Gebhard, 2007, S. 101) und die „objektivierende Aneignung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge“ (Combe & Gebhard, 2007, S. 101) gleichermaßen Berücksichtigung finden. Gemäß der kognitionslinguistischen *Theorie des erfahrungsba-sierten Verstehens* bilden metaphorische Vorstellungen diese Sinnentwürfe, mit denen von Schüler*innen und Wissenschaftler*innen die (biologische) Welt erschlossen wird (Gropengießer, 2007).

Der Ursprung von Vorstellungen liegt dabei in alltäglichen Erfahrungen durch die körperliche Wahrnehmung und Interaktionen mit der Umwelt (Gropengießer, 2007). Diese Vorstellungen werden

daher als verkörpert bezeichnet (Gropengießer, 2007). Sie werden direkt verstanden (Niebert, Rie-meier & Gropengießer, 2013, Gropengießer, 2020). „[A]lles, was nicht lebens-weltlich erfahrbar [...] ist, [...] damit haben wir Ver-stehensschwierigkeiten“ (Gropengießer, 2020, S. 19). Wesentliche, für das Projekt relevante Pro-zesse, die für die klimaregulatorische Wirkung von Pflanzen ursächlich sind, sind nicht erfahrbar. Hier erfolgen Denken und Verstehen imaginativ und me-taphorisch (Gropengießer, 2007), wobei eine Über-tragung der kognitiven Struktur eines aus der Erfah-rung entstammenden konkreten Ursprungsbereichs auf einen abstrakten Zielbereich stattfindet (Gropengießer, 2007). Als Ursprungsbereich wer-den hierbei verkörperte Vorstellungen bezeichnet und weiter in Basiskategorien, Begriffe zu räumli-chen Beziehungen und Schemata unterschieden (Gropengießer, 2007). Imaginative Vorstellungen können als Brücke zwischen direkten Erfahrungen und abstrakten Phänomenen gesehen werden (Niebert et al., 2013).

Sprache und Denken basieren, der Theorie folgend, auf den gleichen kognitiven – überwiegend meta-phorischen – Strukturen (Gropengießer, 2007), wes-halb Sprache durch die Analyse der durch sie reprä-sentierten Metaphern eine Rekonstruktion der zu-grunde liegenden Vorstellungen zulässt (Niebert et al., 2013). Auf diese Weise kann sie einen Zugang zum Denken eröffnen und Fremdverstehen ermögli-chen. Da der Ursprung unseres Denkens erfahrungs-basiert ist, bildet das Stiften von Erfahrungen eine grundlegende Lernmöglichkeit (Gropengießer, 2020). Daneben können Vorstellungen bezeichnet und somit bewusst werden (Gropengießer, 2020) und basale Schemata inszeniert und reflektiert wer-den (Gropengießer, 2020, Niebert et al., 2013).

4 Forschungsbefunde zu Lernen-denvorstellungen und -wissen

Im Feld der Vorstellungsforschung existieren unter den vielfältigen pflanzenbezogenen Studien noch keine Studien, die sich mit Vorstellungen zu klima-regulierenden Funktionen von Pflanzen in Städten befassen. Zur Studienlage im Feld der pflanzenbezo-genen Vorstellungsforschung geben Wynn, Pan, Rueschhoff, Herman und Archer (2017), aber auch Pany et al. (2022) einen hilfreichen Überblick. Im Folgenden werden daher sowohl Forschungs-

befunde zu Vorstellungen zur ökosystemischen Be-deutung von Pflanzen berücksichtigt als auch solche zu Vorstellungen zur Transpiration, da diese für die Klimaregulation einen zentralen Prozess darstellt (siehe Kapitel 8).

Wie Lernende die Bedeutung von Pflanzen in Öko-systemen in den Kontexten *Nahrungsketten* und *Zu-sammensetzung der Atmosphäre* verstehen, unter-suchten Södervik, Nousiainen und Koponen (2021) im Rahmen einer Netzwerkanalyse. Hierbei konnten sie feststellen, dass die Verknüpfung von Prozessen auf der organismischen Ebene mit der ökosystemi-schen Ebene häufig nicht gelingt.

In Cypionkas (2012) Studie im Rahmen des *Modells der Didaktischen Rekonstruktion* zeigt sich, dass Schüler*innen im Hinblick auf die Bedeutung von Pflanzen nicht deren klimaregulierenden Funktionen thematisieren, sondern ästhetische, erholungs- oder versorgungsbezogene Bedeutungsdimensionen in den Vordergrund stellen. Dünser, Möller, Fondriest, Boeckle, Lampert und Pany (2024b) hingegen zeigten, dass Schüler*innen neben ästhetischen Funktio-nen auch regulierende Funktionen (Kühlung durch Schatten, frische Luft) als Begründung für ihre posi-tiven Einstellungen gegenüber Pflanzen, ebenfalls im Kontext Stadt, anführen.

Die einzige Studie, die Lehr-Lern-Prozessen zu kli-maregulierenden Funktionen von Pflanzen ins Zent-rum ihrer Untersuchung stellt, ist die von Ryplova und Pokorny (2020). Hier wird deklaratives Wissen von Lernenden vor und nach einem Lernangebot un-tersucht. Im Rahmen einer offenen Frage nach der Ursache für niedrigere Temperaturen in der Nähe von Pflanzen im Vergleich zu jenen auf gepflaster-ten Flächen wurde der Schattenwurf durch Pflanzen genannt (siehe dazu auch Bofferding & Kloser, 2015 und Dünser et al., 2024b). Ryplova und Pokorny (2020) stellen zudem heraus, dass die bei der Foto-synthese genutzte Menge der Sonnenenergie über-schätzt wird, während die für die Transpiration ge-nutzte Menge unterschätzt wird beziehungsweise großteils unbekannt ist. Nur 1% der Lernenden hat in der Studie von Ryplova und Pokorny (2020) eine Verbindung zwischen der Energiebindung durch Transpiration und der Klimaregulation hergestellt; bei Dünser et al. (2024b) blieb die Transpiration von Schüler*innen unerwähnt.

Nanni und Plakitsi (2013) stellen in Bezug auf die Transpiration fest, dass einzelne Schüler*innen nicht beschreiben, dass ein Gasaustausch zwischen

Pflanzen und ihrer Umwelt stattfindet. Auch weitere Studien zeigen, dass Grundschüler*innen (Hellden, 2004) und Lehramtsstudierende (Thompson, Lotter, Fann & Taylor, 2016) Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und anderen Lebewesen nicht beschreiben. Die Befunde dieser Studien deuten zudem darauf hin, dass verschiedene physiologische Prozesse finalistisch verstanden werden, wobei Pflanzen als Endpunkte betrachtet werden. Bei Schüler*innen der Primar- und Sekundarstufen wurde die Vorstellung identifiziert, dass die Wasseraufnahme durch Laubblätter erfolgt (Mason & Boscolo, 2000; Wandersee, 1983; Wang, 2007).

Die Forschungsbefunde (z. B. von Ryplova & Pokorny, 2020, Nanni & Plakitsi, 2013 und Cypionka, 2012) deuten auf einen großen Bedarf hin, ein verstehendes und bedeutungsvolles Lernen zu klimaregulierenden Funktionen von Pflanzen und damit zu ihrer ökosystemischen Bedeutung in Städten, als Spezifikum des Anthropozäns, zu ermöglichen. Anhand der aufgeführten Befunde wird deutlich, dass es für Lernende verschiedenen Alters herausfordernd ist, Pflanzen in ihren Wechselwirkungen zu anderen Lebewesen zu verstehen. Vorstellungen zum Verhältnis zwischen Transpiration und Klimaregulation sind nicht Gegenstand bisheriger Studien. Bei Ryplova und Pokorny (2020) wird jedoch deutlich, dass die Transpiration nur von wenigen Lernenden überhaupt mit der Klimaregulation in Verbindung gebracht wird. Der überwiegende Teil der Studien nutzt zudem nicht das Modell der Didaktischen Rekonstruktion als Forschungsrahmen und untersucht ausschließlich die Vorstellungen (bzw. deklaratives Wissen) von Lernenden, und nicht auch – wie hier im Kontext der Fachlichen Klärung – jene von Wissenschaftler*innen.

5 Befunde aus den Fachwissenschaften mit Relevanz für die Fachliche Klärung

Im Rahmen aktueller Studien wurde bisher keine Fachliche Klärung zu klimaregulierenden Funktionen von Pflanzen durchgeführt. Daher werden im Folgenden Befunde aus den Fachwissenschaften aufgeführt, für die sich im Hinblick auf die Fachliche Klärung eine Relevanz andeutet.

Die klimaregulierende Wirkung von Pflanzen aufgrund von Transpiration wird in den Fachwissenschaften mit als Maßstab für die Bewertung von

Ökosystemen genutzt, womit der hohe Beitrag zur Klimaregulation durch pflanzenreiche Ökosysteme greifbar wird (Sejak, Pokorny & Seeley, 2018). Indem pflanzenphysiologische Prozesse vor dem Hintergrund ihrer ökosystemischen Auswirkungen betrachtet werden, wäre es denkbar, Bildungsprozesse im Sinne Nieberts (2016) zu gestalten, die die Grundlagen dafür schaffen könnten, sich mit Hitzebelastung als Herausforderung des Anthropozäns auseinanderzusetzen. Hierbei könnten aktuelle Forschungsergebnisse aus der Biologie, wie beispielsweise von Kambach et al. (2024), die die Zusammenhänge zwischen Klimaregulation und Pflanzen verdeutlichen, in den Unterricht einfließen.

Bei der unterrichtlichen Auseinandersetzung mit den benannten ökosystemischen Wechselbeziehungen stellt sich auch die Frage, welche Ökosysteme sich für die exemplarische Thematisierung im Unterricht eignen. In den Fachwissenschaften wird dem recht jungen Feld der Stadtökologie, vor allem in Deutschland, aktuell eine hohe Aufmerksamkeit zuteil (Teixeira & Fernandes, 2020). Für städtische Ökosysteme hat Kowarik (2011) erstmalig die Bezeichnung *novel (urban) ecosystems* genutzt. In zahlreichen Studien, die sich mit klimabezogenen Veränderungen befassen, nehmen sogenannte *novel ecosystems* eine zentrale Rolle ein, wie Teixeira und Fernandes (2020) in ihrem Systematic Review zeigen. Mit der Neuheit soll dabei der das Anthropozän charakterisierende Einfluss adressiert werden, den Menschen auf Ökosysteme nehmen (Teixeira & Fernandes, 2020). Ein einheitliches Verständnis der *novel ecosystems* und ihrer Bedeutung liegt dabei in der Wissenschaftler*innen-Community nicht vor (Teixeira & Fernandes, 2020). An der Bezeichnung von durch den Menschen beeinflussten Ökosystemen als *novel ecosystems* wird beispielsweise kritisiert, dass das Adjektivattribut ‚neu‘ im Sinne von Modernität als etwas Fortschrittliches verstanden werden könnte (Teixeira & Fernandes, 2020). Dies wäre auch für die Vermittlung von Relevanz und bietet Anknüpfungsmöglichkeiten für die Fachliche Klärung. Dadurch, dass in den sogenannten *novel urban ecosystems* bereits klimatische Extreme zu verzeichnen seien (Kowarik, 2011), können sie nach Light, Thompson und Higgs (2013) und Ahern (2016) modellhaft klimaresiliente Gestaltungsmöglichkeiten aufzeigen. Damit können städtische Ökosysteme, hervorgegangen aus dem Anthropozän (Teixeira & Fernandes, 2020), für Schüler*innen,

deren Alltag vor allem in Städten stattfindet (United Nations, 2010), einen im Sinne von Niebert (2016) relevanten, lebensweltlichen Kontext bieten.

6 Forschungsfragen

Für das hier skizzierte Forschungsprojekt stellen sich folgende Forschungsfragen:

1. Wie verstehen Schüler*innen und Wissenschaftler*innen die ökosystemische Bedeutung von Pflanzen in Städten?
 - 1.1. Inwiefern verstehen Schüler*innen und Wissenschaftler*innen Städte als Ökosysteme?
 - 1.2. Wie verstehen Schüler*innen und Wissenschaftler*innen klimaregulierende Funktionen durch Pflanzen?
2. Welche Leitlinien lassen sich für Lernangebote formulieren, die ein verstehendes und bedeutungsvolles Lernen zu klimaregulierenden Funktionen von Pflanzen in Städten ermöglichen?

Zum aktuellen Zeitpunkt wird der Untersuchungsaufgabe der Fachlichen Klärung nachgegangen, die einen Beitrag zur Beantwortung von Forschungsfrage 1 leistet.

7 Design und Methodik

Die Forschungsfragen zielen auf Erkenntnisse zu Denkstrukturen von Wissenschaftler*innen und Schüler*innen ab. Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion als Forschungsrahmen strukturiert die Datengewinnung und -untersuchung gemäß ihrer drei Untersuchungsaufgaben, die iterativ und rekursiv miteinander in Verbindung stehen (Gropengießer, 2007).

Für die Fachliche Klärung werden aktuelle Fachtexte als Repräsentationen des Verständnisses verschiedener Wissenschaftler*innencommunities zur Analyse herangezogen (Gropengießer, 2007). Ausgewählt wurden bisher die Lehrbücher *Stadtökosysteme. Funktion, Management und Entwicklung* (Breuste et al., 2016) und *Strasburger – Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften* (Kadereit et al., 2021). Bei ersterem handelt es sich um das aktuellste deutschsprachige Lehrbuch, das Städte aus einer ökologischen Perspektive betrachtet; zweiteres wurde hinzugezogen, da es sich um das aktuellste

deutschsprachige Lehrwerk der Pflanzenwissenschaften handelt, anhand dessen pflanzenbezogene Prozesse mit klimaregulatorischem Einfluss geklärt werden können. Im Rahmen der kritischen Fachlichen Klärung werden darüber hinaus weitere Fachbücher zur Ausdeutung herangezogen.

Danach werden Aussagen von Schüler*innen im Rahmen videographierter Vermittlungsexperimente (Riemeier, 2005) erhoben. In Bezug auf die Stichprobe ist geplant, dass diese aus Schüler*innen der Sekundarstufe I und II gebildet wird. Bei Schüler*innen zu Beginn der Sekundarstufe I war Ökologie noch nicht Gegenstand des Biologieunterrichts, während Schüler*innen der Sekundarstufe II bereits auf Grundlagen ökologischer Bildung zurückgreifen können.

Zur Auswertung wird die in der Biologiedidaktik etablierte Kombination (siehe z. B. Niebert, 2010) aus *Qualitativer Inhaltsanalyse* nach Gropengießer (2008) und der *Systematischen Metaphernanalyse* nach Schmitt (2017) genutzt. Die Qualitative Inhaltsanalyse ermöglicht eine (induktive) Ordnung und Strukturierung des Materials sowie eine intersubjektiv nachvollziehbare Interpretation und eignet sich insbesondere zur Rekonstruktion der individuellen Perspektiven (Bortz & Döring, 2006). Die Systematische Metaphernanalyse kann Fremdverstehen unterstützen, basierend auf der Annahme, dass Sprache metaphorisch strukturiert ist (Gropengießer, 2007). Die Ergebnisse beider Forschungsaufgaben werden im Rahmen der Didaktischen Strukturierung miteinander in Beziehung gesetzt, um sie für die Entwicklung von Leitlinien für die Vermittlung nutzbar zu machen (Kattmann et al., 1997).

8 Erste Ergebnisse und Ausblick

Aktuell wird die Untersuchungsaufgabe der Fachlichen Klärung am Lehrbuch *Strasburger – Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften* (Kadereit et al., 2021) durchgeführt und die ökosystemische Bedeutung von Pflanzen in Städten erschlossen. Im Hinblick auf das Verständnis der Wissenschaftler*innen zu klimaregulierenden Funktionen von Pflanzen liegen erste Ergebnisse in Form vorläufiger Konzepte vor (siehe Tab.1).

Tabelle 1: *Vorläufige Ergebnisse der Fachlichen Klärung: Vorstellungen von Wissenschaftler*innen zu klimaregulierenden Prozessen durch Pflanzen in Städten (Kadereit et al., 2021)*

Vorläufige Konzepte	Beschreibung	Ankerbeispiele (Hervorhebungen durch die Verfasserin)
Kühlen ist Herabsetzen von Temperaturen		
<i>Pflanzen kühlen</i>	aktives Kühlen durch Pflanzen	„ Pflanzen wirken , abgesehen von der Beschattung, wegen des Energieverbrauchs für die Transpiration wie eine kühlende Klimaanlage .“ (Kadereit et al., 2021, S. 951)
<i>Pflanzen verbrauchen Wärme</i>	Pflanzen besitzen Fähigkeit zum Verbrauch von Wärme durch Transpiration	„ Bäume sind mit ihrer hohen Fähigkeit, Wärme konvektiv mit der Luft auszutauschen und durch Transpirationskühlung zu verbrauchen , bei starker Sonneneinstrahlung ganz offensichtliche „Kühlrippen“ in der Stadt.“ (Kadereit et al., 2021, S. 951)
Kühlen ist Konstanthalten von Temperaturen		
<i>Ausbleibende Erwärmung bei Verdunstung</i>	Pflanzen verhindern ein zusätzliches Erwärmen, das ohne Verdunstungsprozesse stattfinden würde. Die Wärme wird nicht an die Umgebung abgegeben, sondern durch die Transpiration verbraucht. Es wird nicht kühler, sondern <i>bleibt kühl</i> .	„Für die Energiebilanz des ganzen Ökosystems gelten analoge Zusammenhänge. Anstelle der Blatt- oder Bestands- transpiration steht hier die Evapotranspiration (ET), die sich aus der Transpiration, der Evaporation vom Boden (E) und der Evaporation von benetzten Oberflächen (Interzeption, I) zusammensetzt. Die Summe dieser Verdunstungsströme wird auf Ökosystemebene auch als Gesamtverdunstung (V) bezeichnet. In geschlossenen Pflanzenbeständen erreicht die Transpiration der Blätter selbst bei feuchtem Boden mehr als 80 % von ET. Bei hoher Verdunstung bleibt das Ökosystem vergleichsweise kühl , bei geringer erwärmt es sich.“ (Kadereit et al., 2021, S. 950)
		„ Transpirierende Pflanzen beeinflussen die Umgebungstemperatur . Beispielhaft sind drei Situationen dargestellt, in denen durch abnehmenden Bewuchs immer größere Anteile der eingestrahnten Sonnenenergie durch Wärmekonvektion (K) an die Umgebung abgegeben werden müssen. Bei einer geschlossenen Pflanzendecke und feuchtem Boden wird mehr als die Hälfte der Energie durch den Wärmebedarf für die Wasserverdunstung , V, ‚kalt‘ entsorgt; die Luft bleibt kühl [...]. Die Abbildung veranschaulicht auch, warum die Luft in städtischen Grünanlagen kühler ist als in der bebauten, versiegelten Umgebung.“ (Kadereit et al., 2021, S. 951)
Erwärmen ist Temperaturanstieg		
<i>Erwärmung bei ausbleibender Transpiration</i>	Wärme als Gegenüber von Kälte ist hohe Temperatur	Der weitgehende Wegfall der Transpirationskühlung [...] bewirkte regionale Erwärmung und semiarides Klima. Ein Bowen-Verhältnis (β) von etwa 1 hält das Ökosystem links vergleichsweise kühl ($<30\text{ }^{\circ}\text{C}$), ein β von weit über 1

lässt im System rechts die **Temperaturen auf >40 °C steigen**, was starke Thermik und reduzierte Niederschläge nach sich zieht (Kadereit et al., 2021, S. 952)

Bei hoher Verdunstung bleibt das Ökosystem vergleichsweise kühl, **bei geringer erwärmt es sich.**“ (Kadereit et al., 2021, S. 950)

Kadereit et al. (2021) schreiben Pflanzen einen bedeutenden Einfluss auf die Klimaregulation zu (vgl. Tab. 1). Die Bedeutung wird dabei in ihrem großen Anteil an der Ökosystemverdunstung durch die Transpiration gesehen, wobei der Prozess der Verdunstung als kühlend verstanden wird (vgl. Tab. 1). Kühlung wird dabei jedoch unterschiedlich verstanden (vgl. Tab. 1). Einerseits wird Kühlung durch Verdunstung von den Wissenschaftler*innen im Sinne eines Herabsetzens von Temperaturen (*Pflanzen kühlen*, vgl. Tab.1) verstanden, andererseits erklären sie den klimaregulierenden Effekt der Verdunstung als Ausbleiben eines zusätzlichen Erwärmens (*Ausbleibende Erwärmung bei Verdunstung*, vgl. Tab.1), das ohne Verdunstungsprozesse stattfinden würde. Die Kühlung wird zudem mit dem Verbrauch von Wärme begründet (*Pflanzen verbrauchen Wärme*, vgl. Tab.1), wobei Wärme sowohl als Temperaturzustand als auch als Energieform verstanden werden könnte (Fischler & Schecker, 2018). Gleichzeitig deutet sich bei den Wissenschaftler*innen das Konzept *Erwärmen ist Temperaturanstieg* (vgl. Tab.1) an.

Aus den bisherigen Ergebnissen ergibt sich die Frage, welches Verständnis von Kühlung fachlich angemessen ist und wie dies in Vermittlungskontexten verstehbar werden kann. Es deutet sich zudem bereits an, dass hierfür die Klärung des Energieverständnisses von zentraler Bedeutung sein wird (*Pflanzen verbrauchen Wärme*, vgl. Tab.1, siehe Duit et al., 2014). Dies soll in der weiteren Fachlichen Klärung sowie der Analyse von Schüler*innenvorstellungen und der Didaktischen Strukturierung herausgearbeitet werden. Im Hinblick auf Vorstellungen von Schüler*innen zur Kühlung durch Pflanzen finden sich im Rahmen von studentischen Vorstudien Hinweise darauf, dass sie diese in Form eines Herabsetzens von Temperaturen verstehen. Als Ursache hierfür werden allerdings keine pflanzenphysiologischen Prozesse, sondern die (temporäre) Anwesenheit kalten Wassers, das aus den Blättern

austritt, gesehen: „und dann geht das Wasser in die Höhe [zeigt auf den Bereich über den Blättern] und dann ist die Luft um den Blumenkasten ein bisschen kühler, weil das Wasser noch nicht warm ist, sondern noch kalt und das geht dann in die Luft“ (Haenichen, 2024, unveröffentlichte Wissenschaftliche Hausarbeit an der Martin-Luther-Universität-Halle-Wittenberg, S. 75). In Bezug auf das Verständnis von Wärme ist für Schüler*innen beschrieben, dass sie diese häufig als hohe bzw. angenehme Temperatur verstehen (Fischler & Schecker, 2018). Diese ersten Ansätze sind für die Ermöglichung eines verstehenden und bedeutungsvollen Lernens zu klimaregulierenden Funktionen von Pflanzen weiterzuverfolgen, um damit die Grundlage zu schaffen (siehe auch Hartley et al., 2011), dass für Schüler*innen Gestaltungsmöglichkeiten eines nachhaltigen Anthropozäns (Niebert, 2016) denkbar werden können.

Literatur

- Ahern, J. (2016). Novel urban ecosystems: concepts, definitions and a strategy to support urban sustainability and resilience. *Landsc Archit Front* 4(1):10-21.
- Ahi, B. (2016). A study to determine the mental models in preschool Children's conceptualization of a desert environment. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 8(3), 333-350.
- Beerling, D. (2017). *The emerald planet: How plants changed Earth's history*. Oxford University Press.
- Bofferding, L. & Kloser, M. (2015). Middle and High School Students' Conceptions of Climate Change Mitigation and Adaptation Strategies. *Environmental Education Research* 21 (2): 275–294. doi:10.1080/13504622.2014.888401
- Bortz, J., & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler: Mit 156 Abbildungen und 87 Tabellen* (4., überarb. Aufl.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-33306-7>
- Breuste, J., Haase, D., Pauleit, S., & Sauerwein, M. (2016). *Stadtökosysteme: Funktion, Management und Entwicklung*. Springer Spektrum.
- Combe, A., & Gebhard, U. (2007). *Sinn und Erfahrung: Zum Verständnis fachlicher Lernprozesse in der Schule* (1. Aufl., Bd. 20). Budrich.
- Cypionka, R. (2012). *Pflanzen als Lebewesen in Evolution und Entwicklung*. Beiträge zur Didaktischen Rekonstruktion 39. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Dannemann, S., Heeg, J., & von Roux, Y. (2021). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Rahmen und Impulsgeber für die Entwicklung von Fachdidaktik und Unterricht: Einführung in das Themenheft. *HLZ – Herausforderung Lehrer*innenbildung*, 4(2), 1-9. <https://doi.org/10.11576/hlz-4187>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The Model of Educational Reconstruction – a Framework for Improving Teaching and Learning Science. In D. Jorde & J. Dillon (Hrsg.), *Science Education Research and Practice in Europe. Retrospective and Prospective* (S. 13-37). SensePublishers.
- Dünser, B., Möller, A., Anđić, B., Lampert, P., Bergmann-Gering, A., & Pany, P. (2024a). (Re) growing plant awareness: A Delphi study. *Plants, People, Planet*, 7(4), 1055-1069. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10617>
- Dünser, B., Möller, A., Fondriest, V., Boeckle, M., Lampert, P., & Pany, P. (2024b). Attitudes towards plants – exploring the role of plants' ecosystem services. *Journal of Biological Education*, 59(1), 124–138. <https://doi.org/10.1080/00219266.2024.2308293>
- Fischler, H., Schecker, H. (2018). Schülervorstellungen zu Teilchen und Wärme. In: Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., Duit, R. (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_7
- Gropengießer, H. (2007). Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 105-116). Springer.
- Gropengießer, H. (2008). Qualitative Inhaltsanalyse in der fachdidaktischen Lehr-Lernforschung. In Mayring, P. & Gläser-Zikuda, M. (Hrsg.), *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse*. 2. Auflage. Beltz Verlag.
- Gropengießer, H. (2020). Vorstellungen im Fokus: Forschung für verstehendes Lernen und Lehren. In B. Reinisch, K. Helbig & D. Krüger (Hrsg.), *Biologiedidaktische Vorstellungsforschung: Zukunftsweisende Praxis* (S. 9-25). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-61342-9>
- Haenichen, Vivien (2024). Stadtökologie als Thema des Biologieunterrichts? Ein Beitrag zur didaktischen Rekonstruktion am Beispiel der thermoregulatorischen Funktion von Pflanzen. Unveröffentlichte Hausarbeit. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Hartley, L. M., Wilke, B. J., Schramm, J. W., D'Avanzo, C., & Anderson, C. W. (2011). College Students' Understanding of the Carbon Cycle: Contrasting Principle-Based and Informal Reasoning. *Bioscience*, 61(1), 65–75. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.1.12>
- Hellden, G. F. (2004). A study of recurring core developmental features in students' conceptions of some key ecological processes. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4(1), 59–76. <https://doi.org/10.1080/14926150409556597>
- IPCC (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (Hrsg.)]. IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

- Kadereit, J. W., Korner, C., Nick, P., Sonnewald, U., & Lay, M. (2021). *Strasburger Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften* (38. Aufl.). Springer.
- Kambach, S., Attorre, F., Axmanová, I., Bergamini, A., Biurrin, I., Bonari, G., Carranza, M. L., Chiarucci, A., Chytrý, M., Dengler, J., Garbolino, E., Golub, V., Hickler, T., Jandt, U., Jansen, J., Jiménez-Alfaro, B., Karger, D. N., Lososová, Z., Rašomavičius, V., & Bruelheide, H. (2024). Climate regulation processes are linked to the functional composition of plant communities in European forests, shrublands, and grasslands. *Global Change Biology*, *30*(2). <https://doi.org/10.1111/gcb.17189>
- Kattmann, U. (2005). Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? – Ergebnisse von Untersuchungen zur Didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *11*, 165–174.
- Kattmann, U. (2007). Didaktische Rekonstruktion – eine praktische Theorie. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 93-104). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-68166-3_9
- Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion – Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *3*(3), 3-18.
- Kowarik, I. (2011). Novel urban ecosystems, biodiversity, and conservation. *Environmental Pollution*, *159*(8-9), 1974-83. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.02.022>
- Light, A., Thompson, A., Higgs, E.S. (2013). Valuing novel ecosystems. In: R. J. Hobbs, E.S. Higgs & C.M. Hall (Hrsg.), *Novel ecosystems: intervening in the new ecological world order* (S. 257-268). Wiley.
- Mason, L., & Boscolo, P. (2000). Writing and conceptual change. What changes? *Instructional Science*, *28*, 199-226
- Nanni, E., & Plakitsi, K. (2013). Investigating New Paths in the Teaching of Plant Processes in Elementary Schools. *World Journal of Education*, *3*(4), 52-70. <https://doi.org/10.5430/wje.v3n4p52>
- Niebert, K. (2010). *Den Klimawandel verstehen. Eine didaktische Rekonstruktion der globalen Erwärmung*. Didaktisches Zentrum der Universität Oldenburg.
- Niebert, K. (2016). Nachhaltigkeit lernen im Anthropozän. In M. K. W. Schweer (Hrsg.), *Bildung für nachhaltige Entwicklung in pädagogischen Handlungsfeldern* (S. 77-94). Peter Lang GmbH.
- Niebert, K., Riemeier, T., & Gropengießer, H. (2013). The Hidden Hand that Shapes Conceptual Understanding: Choosing Effective Representations for Teaching Cell Division and Climate Change. In D. F. Treagust & C.-Y. Tsui (Hrsg.), *Multiple Representations in Biological Education* (S. 293-310). https://doi.org/10.1007/978-94-007-4192-8_16
- Pany, P., Meier, F. D., Dünser, B., Yanagida, T., Kiehn, M., & Möller, A. (2022). Measuring Students' Plant Awareness: A Prerequisite for Effective Botany Education. *Journal of Biological Education*, 1–14. <https://doi.org/10.1080/00219266.2022.2159491>
- Parsley, K. M. (2020). Plant awareness disparity: A case for renaming plant blindness. *Plants, People, Planet*, *2*(6), 598-601.
- Riemeier, T. (2005). Schülervorstellungen von Zellen, Teilung und Wachstum. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *11*, 41–55.
- Ryplova, R. & Pokorný, J. (2020). Saving Water for the Future via Increasing Plant Literacy of Pupils. *European Journal of Sustainable Development* *9*(3), 313-323. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2020.v9n3p313>
- Schmitt, R. (2017). *Systematische Metaphernanalyse als Methode der qualitativen Sozialforschung*. Springer VS.
- Sejak, J., Pokorný J. & Seeley, K. (2018). Achieving Sustainable Valuations of Biotopes and Ecosystem Services. *Sustainability* *10*(11), 4251.
- Södervik, I., Nousiainen, M., & Koponen, I. T. (2021). First-Year Life Science Students' Understanding of the Role of Plants in the Ecosystem—A Concept Network Analysis. *Education Sciences*, *11*(8), 369. <https://doi.org/10.3390/educsci11080369>
- Teixeira, C. P., & Fernandes, C. O. (2020). Novel ecosystems: a review of the concept in non-urban and urban contexts. *Landscape Ecology*, *35*(1), 23–39. <https://doi.org/10.1007/s10980-019-00934-4>
- Thompson, S. L., Lotter, C., Fann, X., & Taylor, L. (2016). Enhancing Elementary Pre-service Teachers' Plant Processes Conceptions. *Journal of Science Teacher Education*, *27*(4), 439–463. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9469-0>
- United Nations (2010). *World Urbanization Prospects. The 2009 Revision. Highlights*. United Nations.

- Wandersee, J. H. (1983). Students' misconceptions about photosynthesis: A cross-age study. In J. Novak & H. Helm (Hrsg.), *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*, (S. 137-141). Cornell University.
- Wandersee, J. H., & Schussler, E. E. (1999). Preventing plant blindness. *The American Biology Teacher*, 61(2), 82-86. <https://doi.org/10.2307/4450624>
- Wang, J.-R. (2007). Students' Thinking and Alternative Conceptions of Transport Systems in Plants: A Follow-Up Study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 5(2), 307-328. <https://doi.org/10.1007/s10763-006-9038-7>
- Waters, C., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A., Poirier, C., Gałuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E., Ellis, M., Jeandel, C., Leinfelder, R., McNeill, J., Richter, D., Steffen, W., Syvitski, J., Vidas, D., Wargreich, M., Williams, M., & Wolfe, A. (2016). The Anthropocene Is Functionally and Stratigraphically Distinct from the Holocene. *Science*, 351(6269). <https://doi.org/10.1126/science.aad2622>
- Wynn, A. N., Pan, I. L., Rueschhoff, E. E., Herman, M. A. B., & Archer, E. K. (2017). Student Misconceptions about Plants - A First Step in Building a Teaching Resource. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 18(1). <https://doi.org/10.1128/jmbe.v18i1.1253>

Kontakt

Maren Junker
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Weinbergweg 10
06120 Halle (Saale)
E-Mail: maren.junker@biodidaktik.uni-halle.de

Zitationshinweis:

Junker, M. & Dannemann, S. (2026). Wie verstehen Wissenschaftler*innen und Schüler*innen die ökosystemische Bedeutung von Pflanzen in Städten? Ein Beitrag zur Didaktischen Rekonstruktion. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen*, 31(2), 36-48. doi: 10.11576/zdb-8144

Veröffentlicht: 20.05.2026



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung 4.0 International zugänglich (CC BY 4.0 de). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. URL <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>