

Geographische Kompetenzen langfristig verfügbar machen

Potenziale einer adaptiven Lernumgebung zur Auswertung und Interpretation von Klimadiagrammen

Carolin Schackert & Ulrike Ohl

1. Problemstellung

In zahlreichen Bundesländern werden geographische Inhalte nicht in allen Jahrgangsstufen vermittelt, so etwa in Bayern, wo die Stundentafel für das Fach Geographie im neunjährigen Gymnasium in der Sekundarstufe I nur noch die Jahrgänge 5, 7 und 10 ausweist (ISB, 2020). Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten über derart lange Zeiträume zu erhalten, stellt sowohl die Lehrkräfte als auch die Lernenden vor besondere Herausforderungen.

Dabei stellt sich die Frage, wie bereits erworbene Kompetenzen im Unterrichtsalltag im Sinne eines kumulativen Kompetenzaufbaus wiederholt fruchtbar gemacht, aktiv genutzt und zielführend erweitert werden können, sodass eine „sinnstiftende, nachhaltige Aneignung“ (Streller, Bolte, Dietz & Noto La Diega, 2019, S. 91) stattfinden kann und die Lernenden „flexibel transferierbare Kenntnisse und Fähigkeiten“ (ebd.) erwerben können. Genau hier setzt das im Folgenden vorgestellte geographiedidaktische Forschungsprojekt an. Es widmet sich der Frage, wie ein adaptives Lernarrangement mit kompetenzorientierten Aufgaben konzipiert sein muss, um den Lernenden einen kumulativen Kompetenzaufbau im Bereich *Klimadiagramme auswerten und interpretieren* zu ermöglichen.

2. Formatives Assessment und kompetenzorientierte Aufgaben in einem adaptiven Geographieunterricht

Lernprozesse werden als kumulativ bezeichnet, wenn Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht ausschließlich additiv erweitert, sondern neue Lerninhalte im bereits bestehenden Kompetenzfundament verankert und systematisch mit bereits vorhandenen verknüpft werden (Freimann, 2001; Streller et al., 2019). Kumulativer Kompetenzaufbau verläuft demnach im Idealfall als Lernprozess, in dem fachspezifische Kompetenzen systematisch aufeinander aufbauend angebahnt, erworben, verankert, vertieft, erweitert, ausdifferenziert, angewendet und nachgewiesen werden (Harms & Bündler, 1999). Der Lernzuwachs wird

nach dieser Auffassung nachhaltiger im Langzeitgedächtnis verankert, wenn das bereits Gelernte stets in einem abgewandelten oder neuen Kontext (Nachweiskontext) auf neue Aufgabenstellungen angewendet wird (Leisen, 2006).

Sollen fachbezogene Kompetenzen in diesem Sinne anknüpfend an die bereits vorhandenen Fähigkeiten und Fertigkeiten aufgebaut und erweitert werden, so ist die Berücksichtigung der individuellen Lernvoraussetzungen der Schüler*innen in hohem Maße bedeutsam (Streller et al., 2019). Vielversprechend ist hierbei eine adaptive Vorgehensweise, also eine bestmögliche und wiederholte Abstimmung der Handlungen der Lehrkraft auf die Lernvoraussetzungen und damit auf die (leistungsbezogene) Heterogenität der Lernenden (Leiss & Topper, 2014). Kommt dabei eine aktive Reaktionsform zum Einsatz, so wird für die gesamte Klasse, d. h. auf der Makroebene, ein binnendifferenzierter Unterricht ohne individualisierte Angebote durchgeführt (Weinert, 1997). Besonders erfolgversprechend erscheint jedoch eine proaktive Reaktionsform, bei der die Lehrkraft Möglichkeiten der individuellen Unterstützung in Still- und Übungsphasen schafft, einhergehend mit unterschiedlichen Zielen auf der Mikroebene, d. h. auf der Ebene des Individuums. Bisherige Evaluationsstudien zeigen günstige bis neutrale Effekte einer solchen proaktiven Form adaptiven Unterrichts (Hartinger, Grygier, Ziegler, Kullmann & Tretter, 2014). Individuelle Unterstützung und Rückmeldung im Sinne von Feedback erwiesen sich dabei als bedeutsame Gelingensbedingungen.

Eine sehr gute Möglichkeit zur Realisierung eines adaptiven Unterrichts bietet das Rahmenkonzept des formativen Assessments zur Förderung schulischen Lernens. „Formatives Assessment“ meint die lernprozessbegleitende Beurteilung von Leistungen mit dem Ziel, diese diagnostischen Informationen zu nutzen, um Unterricht und individuelles Lernen zu verbessern (Black & Wiliam, 1998). Grundlegende Merkmale von formativem Assessment sind – ganz im Sinne der Adaptivität – die Klärung von Lernzielen, die Diagnose der individuellen Leistung sowie eine darauf basierende Rückmeldung und Förderung (Harks, 2013; Schütze, Souvignier & Hasselhorn, 2018). In bisherigen Studien zeigte sich, dass neben leistungsfähigen vor allem auch leistungsschwächere Lernende von formativer Leistungsmessung profitieren (Dunn & Mulvenon, 2009; Kingston & Nash, 2011, 2015).

Wiliam (2015) beschreibt drei zentrale Dimensionen für die Umsetzung des formativen Assessments:

- (1) Feed-Up: Das Ziel des Lernprozesses wird der Lerngruppe offen dargelegt. Es soll relevant und herausfordernd erscheinen.
- (2) Feed-Back: Den Lernenden wird verdeutlicht, wo sie in Relation zum Lernziel aktuell stehen.
- (3) Feed-Forward: Die Lernenden erhalten zur individuellen Förderung ein auf die diagnostischen Informationen abgestimmtes Lernangebot (vgl. auch Black & Wiliam, 2009; Ruiz-Primo & Furtak, 2007).

Bei der praktischen Umsetzung dieses Ansatzes im Geographieunterricht kommt kompetenzorientierten Aufgaben eine zentrale Rolle zu, die als „an Lernzielen orientiertes, pädagogisch-didaktisches Instrument ein gelenkt-entdeckendes, problemorientiertes und selbstständiges Lernen“ (Reinfried, 2016, S. 6) ermöglichen sollen. Im hiesigen Kontext sind insbesondere Aufgabenformate relevant, mit deren Hilfe sich der Lernstand der Schüler*innen so treffend wie möglich erfassen lässt, und durch die die Lernenden gezielt beim weiteren Kompetenzaufbau gefördert werden können. Dies trifft auf Diagnoseaufgaben und auf individuell fördernde Aufgaben zu, denen auch im Diskurs über die sog. „neue“ (nämlich kompetenzorientierte) Aufgabenkultur (Hieber, 2011) ein großer Stellenwert eingeräumt wird.

Diagnoseaufgaben zielen auf die bestmögliche Klärung des aktuellen individuellen Kompetenzstandes der Lernenden ab und bilden damit die Grundlage für die Ermittlung weiterer potenziell lernförderlicher Schritte. Gute Diagnoseaufgaben lassen sich durch die Attribute „trennscharf, aussagekräftig, valide und begleitend“ (Hieber, 2011) charakterisieren. Aufgrund dieser spezifischen Eigenschaften in der Ausrichtung auf definierbare Anforderungen lassen sie sich häufig auch eindeutig einer spezifischen Komplexitätsstufe zuordnen (Bernholt & Parchmann, 2016). Eine praktikable Unterscheidung unterschiedlicher Anforderungsniveaus orientiert sich dabei an der Bloom'schen Taxonomie und damit an den Anforderungsbereichen (AFB) *Reproduktion* (AFB 1), *Reorganisation und Transfer* (AFB 2), *Reflexion und Problemlösung* (AFB 3) (Lenz, 2015).

Individuell fördernde Aufgaben knüpfen gezielt an die diagnostizierten individuellen Lernvoraussetzungen an und fordern die Lernenden kalkuliert heraus, um ihnen eine weiterführende Kompetenzentwicklung zu ermöglichen (Leisen, 2006). Dabei können unterschiedliche Aufgabentypen (offene und geschlossene Aufgaben auf verschiedenen Anforderungsniveaus) zum Einsatz kommen, die z. B. einen lernprozessförderlichen kognitiven Konflikt erzeugen oder Problemlöseprozesse initiieren können (Lipowsky, 2009; Hieber, 2011).

In der Geographiedidaktik liegen bisher kaum erprobte, auf bestimmte geographische Themen bezogene Sets von Diagnose- und individuell fördernden Aufgaben vor, die in einem kumulativen Geographieunterricht fruchtbar gemacht werden können. Auch für den Umgang mit Klimadiagrammen existieren noch keine empirisch überprüften Diagnose- und Förderansätze oder Kompetenzstrukturmodelle. Diesbezügliche Anstrengungen erscheinen jedoch insbesondere vor dem Hintergrund von Beobachtungen in der alltäglichen Unterrichtspraxis gewinnbringend, zeigt sich dort doch immer wieder ein unsicherer Umgang der Lernenden mit dem aus geographischer Perspektive sehr bedeutsamen Medium Klimadiagramm.

3. Auswertung und Interpretation von Klimadiagrammen als bedeutsame geographische Kompetenzen

Ein kompetenter Umgang mit Klimadiagrammen ist im Geographieunterricht von elementarer Bedeutung, dienen diese doch jahrgangsstufenübergreifend als wichtige Informationsquelle bei unterschiedlichen klimarelevanten Fragestellungen. Kein Medium veranschaulicht das Zusammenspiel der Temperatur- und Niederschlagsverhältnisse eines Ortes im Jahresverlauf prägnanter als das Klimadiagramm.

Für einen versierten Umgang mit Klimadiagrammen sind unterschiedliche Kompetenzen erforderlich. Während ein empirisch validiertes Kompetenzmodell noch nicht existiert, hat Hieber (2009) theoriegeleitet ein Stufenmodell zur Arbeit mit Klimadiagrammen erstellt. Es beinhaltet die folgenden Niveaustufen, beginnend mit der niedrigsten: *Lesen* (z. B. Ablesen von Daten), *Beschreiben* (z. B. Versprachlichung in Aussagesätzen), *Interpretieren* (z. B. Einordnung einer Klimastation in die globale klimatologische Systematik) und *argumentative Nutzung* (z. B. Erklärung und Begründung klimabezogener kausaler Zusammenhänge).

Lenz (2015) hat, ebenfalls theoriegeleitet, ein differenzierteres Kompetenzraster in Form einer Matrix entwickelt, welche die „Kompetenzbereiche“ *Klimadiagramme zeichnen*, *Klimadiagramme auswerten* und *Klimadiagramme interpretieren* ausweist. Hinsichtlich dieser Kompetenzbereiche, die als Kompetenzdimensionen verstanden werden können, werden im Sinne eines Kompetenzstrukturmodells jeweils unterschiedliche Niveaustufen als „Ich-kann-Formulierungen“ benannt. Für die Dimension *Klimadiagramme auswerten* lauten sie beispielsweise: „Ich kann aus einem Klimadiagramm einzelne Werte ablesen und in eine vorgegebene Tabelle eintragen; aus einem Klimadiagramm selbstständig wichtige Klimadaten entnehmen; auf der Grundlage der Klimadaten aride und humide Monate unterscheiden sowie Vegetationszonen ableiten“. Die Dimension *Klimadiagramme interpretieren* enthält die folgenden Niveaustufen: „Ich kann zu vorgegebenen Klimabeschreibungen das passende Klimadiagramm zuordnen; einen Zusammenhang zwischen Klima und landwirtschaftlicher Nutzung aufzeigen; ein Klimadiagramm einer Vegetations- oder Klimazone zuordnen und diese charakterisieren“. Dabei gilt: „Kompetenzen der niedrigeren Niveaustufen sind in den höheren Niveaustufen immer enthalten“ (Lenz, 2015, S. 280), was dem angestrebten Ziel eines kumulativen Kompetenzerwerbs sehr gut entspricht. Wengleich das Modell noch nicht empirisch validiert ist, bietet es aufgrund seiner trennscharfen Ausdifferenzierung im hier vorgestellten Forschungsvorhaben eine gewinnbringende Grundlage für die Konzeption von Diagnose- und Förderaufgaben unterschiedlicher Anforderungsniveaus und damit für die präzise Erfassung der jeweiligen Lernausgangslagen und eine gezielt daran anknüpfende Förderung gemäß dem Ansatz des formativen Assessments.

In der Praxis zeigt sich, dass die Lernenden häufig Schwierigkeiten haben, auf die in vorangegangenen Jahrgangsstufen trainierten Kompetenzen im Umgang mit Klimadiagrammen zurückzugreifen. Gezielte Anstrengungen zur Förderung eines kumulativen Kompetenzaufbaus erscheinen vor diesem Hintergrund sehr lohnenswert.

4. Forschungsfragen und forschungsmethodisches Vorgehen

Die übergeordnete Hauptforschungsfrage lautet vor den geschilderten Hintergründen: Wie muss ein adaptives Lernarrangement mit kompetenzorientierten Aufgaben konzipiert sein, um den Lernenden einen kumulativen Kompetenzaufbau im Bereich *Klimadiagramme auswerten und interpretieren* zu ermöglichen? Diese zentrale Fragestellung zielt auf eine Designlösung für prototypische Diagnoseaufgaben und individuell fördernde Aufgaben im Unterricht ab. Dabei sind zwei Teilfragen relevant: (1) Wie kann der Ansatz des formativen Assessments als Steuerungsinstrument zielführend umgesetzt werden? Und: (2) Wie müssen die kompetenzorientierten Diagnose- und individuell fördernden Aufgaben gestaltet werden?

Da für den Bereich *Klimadiagramme auswerten und interpretieren*, wie bereits erwähnt, noch keine Konzeptionen für den adaptiven und kumulativen Erwerb geographischer Kompetenzen existieren, kommt ein Ansatz der Designforschung zum Einsatz, der die forschungsgeleitete Entwicklung einer solchen Konzeption ermöglicht. Zielführend erscheint hierbei der Ansatz *Design-Based Research (DBR)*, der die fachdidaktische Theorie mit empirischer Forschung für die schulische Praxis verknüpft. DBR ist immer dann ein geeigneter Ansatz, wenn innovative Konzeptionen entwickelt werden sollen und es dazu, wie im hier relevanten Kontext, noch keine expliziten Vorarbeiten gibt (Feulner, Ohl & Hörmann, 2015; Krüger, 2010).

Dies geschieht in einem iterativen Prozess, wie er in Abb. 1 dargestellt ist.

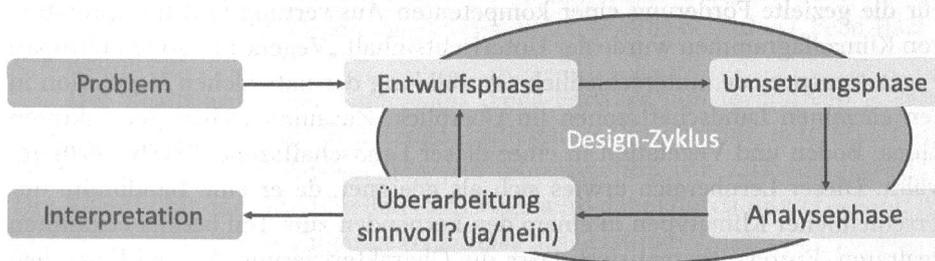


Abbildung 1: Idealtypischer Verlauf eines DBR-Prozesses (aus: Hiller, 2017, S. 97)

In bisherigen DBR-Studien erwies sich in Fällen, in denen es keinerlei konzeptionelle Vorarbeiten gab, eine ausführliche Explorationsphase vor dem ersten Hauptzyklus (d. h. vor Beginn des „Design-Zyklus“, s. Abb. 1) als gewinn-

bringend (Feulner, 2021). Die (gerade abgeschlossene) Explorationsphase des hier beschriebenen Forschungsprojekts diente der Entwicklung des Prototyps der Lernumgebung. Bei der Erprobung erster theoriegeleitet entwickelter Diagnose- und individuell fördernder Aufgaben mit Schüler*innen kam die Forschungsmethode der teilnehmenden Beobachtung zum Einsatz. Dabei lag die Annahme zugrunde, „dass durch die Teilnahme an face-to-face-Interaktionen bzw. die unmittelbare Erfahrung von Situationen Aspekte des Handelns und Denkens beobachtbar werden, die in Gesprächen und Dokumenten – gleich welcher Art – über diese Interaktionen bzw. Situationen nicht zugänglich wären“ (Lüders, 2001, S. 151). So erfolgte eine systematische Beobachtung der Lernenden durch Studierende und die Forscherin. Eine kriteriengeleitete qualitative Analyse der Beobachtungsnotizen ermöglichte die Identifikation lernförderlicher Elemente wie auch auftretender Hürden im Lernprozess als Basis für die weitere Optimierung der Lernumgebung.

Einer noch differenzierteren Analyse der Lernprozesse sollen in der Hauptstudie sog. Design-Experimente dienen. Dabei handelt es sich um „diagnostische Lehr-Lernsituationen [...], in denen Lernumgebungen mit Kleingruppen oder Paaren von Schüler*innen erprobt werden“ (Prediger & Link, 2012, S. 32, unter Bezug auf Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer & Schauble, 2003). Zur videogestützten Beforschung der Lernprozesse kommen hierbei evozierende Frage-techniken wie auch gezielte Impulse der Versuchsleiterin zum Einsatz (Prediger & Link, 2012). Eine qualitative Analyse transkribierter Video-Mitschnitte soll darüber Aufschluss geben, „welche Vorstellungen und Strukturierungen die Lernenden während der Arbeit in der Lernumgebung entwickeln, und welche Hürden dabei auftauchen“ (Prediger & Link, 2012, S. 32).

5. Design des Prototyps der adaptiven Lernumgebung zur Auswertung und Interpretation von Klimadiagrammen

Für die gezielte Förderung einer kompetenten Auswertung und Interpretation von Klimadiagrammen wurde der Unterrichtsinhalt „Vegetationszonen Europas: Vegetationsperiode, unterschiedliche Ausbildung der natürlichen Vegetation in den einzelnen Landschaftszonen im Überblick, Zusammenschau der Faktoren Klima, Boden und Vegetation in einer dieser Landschaftszonen“ (ISB, 2020) gewählt. Dieser Lernbereich erwies sich als geeignet, da er eine Bandbreite unterschiedlicher Klimatypen in einem den Lernenden zum Teil bereits bekannten Realraum, Europa, thematisiert. Dass die Charakterisierung dieser Klimatypen sinnvollerweise unter Einsatz entsprechender Klimadiagramme geschieht, erlaubt die gezielte Förderung der auf Klimadiagramme bezogenen Auswertungs- und Interpretationskompetenzen durch den Einsatz vielfältiger kompetenzorientierter Aufgaben unterschiedlicher Niveaustufen (s. Abschnitt 3).

Bei der Entwicklung des Prototyps der Lernumgebung kam, wie in Abschnitt 2 dargelegt, u. a. der Realisierung des Merkmals *Adaptivität* als übergeordnetem Leitprinzip eine zentrale Bedeutung zu. Darauf bezogene Umsetzungsprinzipien lauten beispielsweise: *Diagnoseaufgaben sollen die jeweilige Lernausgangslage der Lernenden zu Beginn der adaptiven Unterrichtsintervention sichtbar machen; durch darauf abgestimmte individuell fördernde Aufgaben sollen die verfügbaren Kompetenzen der Lernenden gezielt erweitert werden.*

Das in Abb. 2 dargestellte theoriegeleitet konzipierte Design zum Einsatz von Diagnoseaufgaben und individuell fördernden Aufgaben zielt auf die Umsetzung dieser Prinzipien und damit auf die systematische Realisierung eines adaptiven Lernwegs im Sinne des formativen Assessments ab.

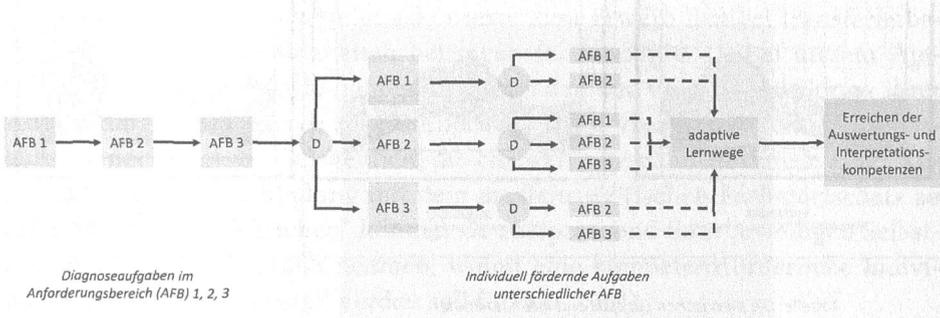


Abbildung 2: Theoriegeleitet erstelltes Design zum systematischen Einsatz kompetenzorientierter Aufgaben als adaptive Lerngelegenheit (Explorationsphase im Rahmen des DBR-Prozesses) (eigene Darstellung)

Zunächst bearbeiten die Lernenden auf die Auswertung und Interpretation von Klimadiagrammen abzielende Diagnoseaufgaben aus den Anforderungsbereichen 1, 2 und 3 entsprechend der unterschiedlichen Niveaustufen nach Lenz (2015). Die Formulierung der Aufgaben erfolgt mithilfe der in den Bildungsstandards im Fach Geographie (DGfG, 2020) aufgeführten Operatoren. Die Auswertung dieser Diagnoseaufgaben gibt dann Aufschluss über die jeweiligen Lernausgangslagen, d. h. Lernende und Lehrende erfahren dadurch, auf welcher Niveaustufe (AFB 1, 2, 3) sich die Schüler*innen jeweils befinden („Feed-Back“, s. Abschnitt 2).

Der Realisierung der Dimension „Feed-Forward“ im formativen Assessment dienen gezielt auf diese Eingangsdiagnose abgestimmte individuell fördernde Aufgaben zur Auswertung und Interpretation von Klimadiagrammen. Die Adaptivität der individuellen Lernwege wird dabei durch immer wieder erfolgende diagnostische Zugänge (Diagnose des Leistungsstandes auf Grundlage der bearbeiteten Aufgaben) sichergestellt. Diagnostizieren und Fördern verstehen sich hier also als zirkulärer Prozess (Uphues, 2010), welcher entsprechend der drei Dimensionen des Rahmenkonzepts des formativen Assessments umgesetzt wird (s. Abschnitt 2).

Die adaptive Vorgehensweise lässt sich an folgendem Beispiel verdeutlichen:

Eine auf die Kompetenzdimension *Klimadiagramme auswerten* (Lenz, 2015) bezogene Diagnoseaufgabe des entwickelten Prototyps der Lernumgebung, die alle Lernenden in der Jahrgangsstufe 7 im Rahmen der Eingangsdiagnose bearbeiten, zeigt Abb. 3:

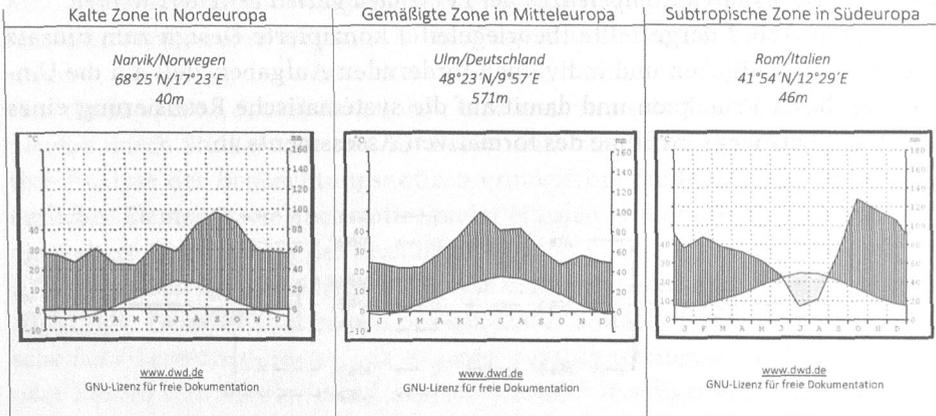


Tabelle: Die Klimazonen Europas und ihre Merkmale

	Kalte Zone	Gemäßigte Zone	Subtropische Zone
Lage			
Jahresmitteltemperatur			
Jahresniederschlagssumme			
Verteilung humider und arider Monate			
Temperaturminimum			

Abbildung 3: Diagnoseaufgabe zur Kompetenzdimension *Klimadiagramme auswerten* (eigene Darstellung)

Klimadiagramme enthalten regelmäßig spezifische grafische und verbale Elemente, u. a. Fachbegriffe, hinter denen wiederum bestimmte Fachkonzepte und fachmethodische Verfahren stehen. Beispiele hierfür, wie sie im Rahmen der Eingangsdiagnose in der Tabelle aufgegriffen werden, sind Temperaturminimum, -maximum, Temperaturamplitude, Jahresmitteltemperatur, Jahresniederschlagssumme oder die Verteilung humider und arider Monate. Diese Fachbegriffe wurden bereits im Vorfeld eingeführt; eine Mischung aus Plenumsunterricht und aufgabengesteuerten Übungsphasen hat sich hierfür in der Praxis als zielführend erwiesen. Die o. g. Aufgabe für die Eingangsdiagnose entspricht der Kompetenzstufe I „Ich kann aus einem Klimadiagramm einzelne Werte ablesen und in eine vorgegebene Tabelle eintragen“ der Kompetenzdimension

Klimadiagramme auswerten (Lenz, 2015) und zielt damit auf grundlegendes Fachwissen und fachmethodische Kompetenzen hinsichtlich der Auswertung von Klimadiagrammen ab.

Je nach Eingangsdiagnose erhalten die Lernenden im adaptiven Lernweg unterschiedliche Formate individuell fördernder, materialgestützter Aufgaben, welche gezielt hinsichtlich Aufgabentypus und Anforderungsniveau differenzieren. Zeigt die Diagnose beispielsweise größere Lücken bezüglich der Anwendung der klimadiagrammspezifischen Fachsprache, kommt eine individuell fördernde Aufgabe, wie sie in Abb. 4 dargestellt ist, zum Einsatz.

Abb. 5 zeigt das zur individuell fördernden Aufgabe gehörende Material.

Im Sinne eines kumulativen Kompetenzerwerbs sollen unterschiedliche Aufgabentypen und Anwendungskontexte zum Erwerb flexibel transferierbarer Kenntnisse und Fähigkeiten beitragen (s. Abschnitt 1). Bei diesem Aufgabenbeispiel (Abb. 4 u. 5) haben die Lernenden zur Weiterentwicklung ihrer Auswertungskompetenzen in Anknüpfung an die vorangegangene Diagnoseaufgabe nochmals die Gelegenheit, die charakteristischen Merkmale eines Klimadiagramms in Verbindung mit dem medienspezifischen Fachwortschatz zu erfassen. Die „Tippkärtchen“ können sie entsprechend ihrer jeweiligen Selbsteinschätzung in Anspruch nehmen, womit eine kompetenzförderliche Individualisierung gewährleistet werden soll (Eckert, 2004).

Nachdem die Grundfertigkeiten für die Auswertung von Klimadiagrammen durch diese erste individuell fördernde Aufgabe gefestigt wurden, ermöglicht eine weiterführende Aufgabe einer höheren Niveaustufe, diese zu vertiefen. Für Lernende, die bereits über weitgehend fundierte fachliche und medienspezifische Kompetenzen im Bereich *Klimadiagramme auswerten* verfügen, hießt sich im adaptiven Lernweg die in Abb. 6 dargestellte Aufgabe an.

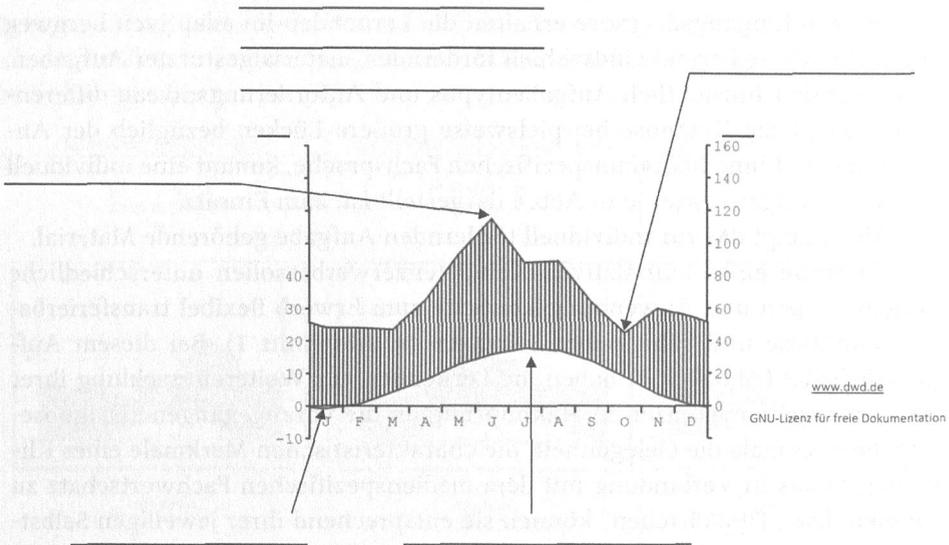
Abb. 7 zeigt das zur individuell fördernden Aufgabe gehörende Material.

Die Lernenden wenden ihre Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten hinsichtlich der Auswertung von Klimadiagrammen hier auf zwei konkrete Beispiele an. Im o. g. Kompetenzraster entspricht dies der Niveaustufe 2 „Ich kann aus einem Klimadiagramm selbstständig wichtige Klimadaten entnehmen“.

Die Arbeit mit den „klassischen“ Operatoren (s. o.) stellt die Lernenden, wie sich in der Explorationsphase zeigte, oftmals zunächst vor größere Herausforderungen. Deshalb erhalten sie hier im Sinne individuell wahrnehmbarer Unterstützungsangebote nicht nur ein „Tippkärtchen“ mit einer Anleitung zum schrittweisen Vorgehen bei der Auswertung von Klimadiagrammen, sondern auch hilfreiche Erläuterungen zum hier relevanten Operator „vergleichen“.

Diese Vorgehensweise bei der Gestaltung von Diagnose- und individuell fördernden Aufgaben, die im Rahmen dieses Beitrags nur für die Kompetenzdimension *Klimadiagramme auswerten* aufgezeigt werden kann, findet im Gesamtdesign ebenso Anwendung für die Dimension *Klimadiagramme interpretieren*.

Aufgabe: Hier siehst du ein noch unbeschriftetes Klimadiagramm von Augsburg. Ordne die Begriffe aus dem Wortspeicher dem Klimadiagramm zu und schreibe diese auf die vorgegebenen Linien.



Niederschlagsmaximum	Name der Station	
Niederschlagsminimum		
Temperaturmaximum	Lage im Gradnetz	°C
mm		
Angabe der Höhenmeter		
Temperaturminimum		



Wenn du Schwierigkeiten bei der Zuordnung der Begriffe hast, findest du auf den zur Verfügung stehenden Kärtchen kurze Infotexte, die dir helfen sollen, die Zuordnung der Begriffe vorzunehmen. Entscheide selbst, wieviel Hilfe du in Form der Kärtchen in Anspruch nehmen möchtest.

Abbildung 4: Individuell fördernde, materialgestützte Aufgabe der Kompetenzstufe I „Ich kann aus einem Klimadiagramm einzelne Werte ablesen und in eine vorgegebene Tabelle eintragen“ der Kompetenzdimension Klimadiagramme auswerten (eigene Darstellung)

6. Diskussion

Das Konzept des formativen Assessments und dessen Realisierung durch das Zusammenspiel von Diagnoseaufgaben und individuell fördernden Aufgaben hat sich in der Explorationsphase des hier beschriebenen Forschungsprojekts

TIPPKÄRTCHEN

mm
mm ist die Abkürzung von Millimeter. Millimeter ist die Einheit der Niederschlagsmenge.

Lage im Gradnetz
Die Lage im Gradnetz wird mit Koordinaten angegeben und sagt aus, wo sich die Klimastation befindet.

Temperaturminimum
In diesem Monat ist es am kältesten.

Niederschlagsminimum
Der Monat, in dem es am wenigsten Niederschlag gibt.

°C
°C ist die Abkürzung für Grad Celsius. Grad Celsius ist eine Maßeinheit der Temperatur.

Niederschlagsmaximum
Der Monate, in dem der meiste Niederschlag fällt.

Temperaturmaximum
Dieser Monat erreicht die höchsten Temperaturen.

Lage der Station
Die Lage der Station gibt den Ort an, zum Beispiel in welcher Stadt die Klimastation steht.

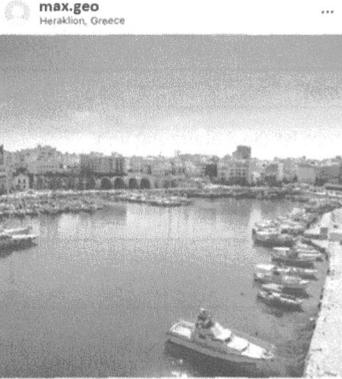
Humide (= feuchte) und aride (= trockene) Monate
In den Monaten, in welchen die Niederschlagskurve über der Temperaturkurve verläuft, werden als humid bezeichnet. Verläuft die Niederschlagskurve unter Temperaturkurve im Diagramm, spricht man von ariden Monaten.

Temperaturamplitude
Sie ist die Differenz zwischen dem Temperaturmaximum und Temperaturminimum und gibt Aufschluss über die Lage eines Standorts.

Abbildung 5: „Tippkärtchen“ für eine kompetenzförderliche Individualisierung (eigene Darstellung)

Aufgabe: Du bist häufig auf Instagram, denn es bereitet dir Freude, die tollen Bilder der unterschiedlichen Reiseziele deiner Klassenkameraden während der Ferien online zu verfolgen. Vor allem die Aufnahmen von Max aus Iraklion in Griechenland ziehen dich in ihren Bann. Du schreibst einen Kommentar unter dein Lieblingsbild und fragst ihn, wie sich das Klima hier bei dir in Augsburg von dem in Griechenland unterscheidet. Welche Informationen sollte die Antwort von Max auf deine Frage beinhalten? Werte dazu die Klimadiagramme von Iraklion und Augsburg aus und vergleiche die Ergebnisse deiner Auswertung.

Instagram



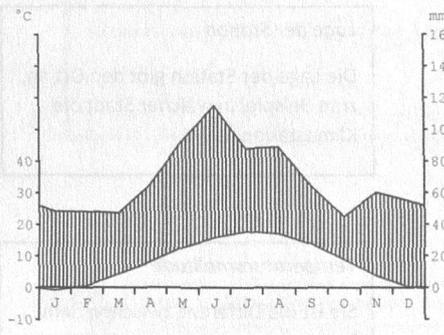
2 likes
 max.geo Iraklion

#holidays #sunshine #sea

leon.07 Sieht sehr schön aus! Wie unterscheidet sich das Klima in Griechenland von dem bei uns zu Hause in Augsburg?

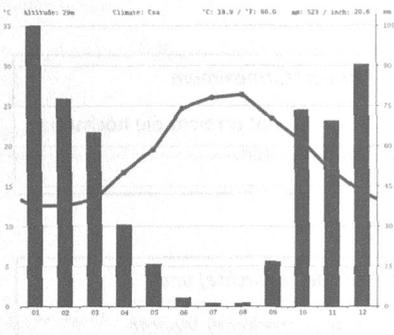
eigene Darstellung, www.instagram.com
 Bild: https://de.wikipedia.org/wiki/Datet:Iraklion_haven_R02.jpg, Marc Ryckaert (MJB)
 Creative-Commons-Lizenz

Augsburg/Deutschland
 48°25'N/10°56'E
 482m



www.dwd.de, GNU-Lizenz für freie Dokumentation

Iraklion/Griechenland
 35°21'N/25°8'E
 29m



www.dwd.de, GNU-Lizenz für freie Dokumentation



Weißt du noch, was die Operatoren „auswerten“ und „vergleichen“ bedeuten und wie du dabei vorgehen musst? Falls du dir gerade unsicher bist, findest du hier Kärtchen mit Tipps, die dir schrittweise bei der Lösung der Aufgabe helfen.

Abbildung 6: Individuell fördernde, materialgestützte Aufgabe der Kompetenzstufe II „Ich kann aus einem Klimadiagramm selbstständig wichtige Klimadaten entnehmen“ zur Kompetenzdimension Klimadiagramme auswerten (eigene Darstellung)

TIPPKÄRTCHEN**AUSWERTEN**

- 1) Orientiere dich zunächst! Wo die Klimastation liegt, verrät dir die „Überschrift“ des Klimadiagramms.
- 2) Bestimme dann die mittlere Jahrestemperatur. Hierzu musste du die Monatsdurchschnittstemperaturen zusammenzählen und dann durch die Anzahl der Monate teilen.
- 3) Ermittle anschließend den kältesten sowie wärmsten Monat und berechne die Temperaturamplitude, indem du die Differenz der beiden Werte bildest.
- 4) Rechne danach die Jahresniederschlagsmenge zusammen und ermittle auch hier die Monate mit dem höchsten und geringsten Niederschlag.
- 5) Beschreibe dann den Verlauf der Temperatur- und Niederschlagskurven.
- 6) Bestimme die Anzahl der ariden und/oder humiden Monate und ordne der Klimastation begründend eine Vegetations- und Klimazone zu.
- 7) Anhand deiner Ergebnisse in den Schritten 1 bis 6 kannst du nun die klimatischen Verhältnisse an der Station beschreiben.

VERGLEICHEN

Suche dir ein bestimmtes Kriterium, zum Beispiel die Jahresdurchschnittstemperatur, aus und schaue dann nach, welches Ergebnis du hier für Augsburg und welches du für Iraklion ermittelt hast. Sind diese gleich oder unterscheiden sie sich? Wie stark unterscheiden sich diese?

Das machst du nun mit allen Kriterien, die du in den Klimadiagrammen finden kannst!

Abbildung 7: Tippkärtchen für eine kompetenzförderliche Individualisierung (eigene Darstellung)

als zielführender unterrichtlicher Ansatz für die Realisierung des Leitprinzips der Adaptivität erwiesen.

Die Gestaltung gestufter Aufgabenformate ist für den Erfolg der Lernumgebung von elementarer Bedeutung, da nur durch sie eine Lernprogression ermöglicht und ein gezielter Kompetenzaufbau unter Berücksichtigung von Adaptivität und Kumulativität realisiert werden kann. Das Kompetenzraster von Lenz (2015), welches Kompetenzdimensionen (bei Lenz: „Kompetenzbereiche“) und -stufen beinhaltet, bietet für die Gestaltung der gestuften Diagnose- und individuell fördernden Aufgaben eine sehr gewinnbringende Basis. Die Explorationsphase hat jedoch gezeigt, dass eine noch stärkere Ausdifferenzierung der einzelnen Niveaustufen für die Gestaltung der gestuften Aufgabenformate

erforderlich ist. So sollte sich beispielsweise eine Niveaustufe der Dimension *Klimadiagramme auswerten* auf die angemessene Anwendung des klimadiagrammspezifischen Fachvokabulars beziehen.

Vielversprechend hinsichtlich einer solchen weiteren Ausdifferenzierung der Niveaustufen auf empirischer Grundlage erscheint das Konstrukt der sog. *Learning Progressions*. Learning Progressions beschreiben potentielle Wege der systematischen Entwicklung von fachlichen Kompetenzen und damit eine bestimmte Abfolge von Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von den Lernenden innerhalb eines bestimmten Zeitabschnitts erworben werden können und sollen (Celik & Walpuski, 2017). Hierfür werden Zielvorgaben hinsichtlich der gewünschten Kompetenz formuliert. Mögliche Stufen des Kompetenzerwerbs werden sodann ausgehend von der Entwicklung der Lernenden im Lernprozess abgeleitet. Learning Progressions beschreiben also – ganz im Sinne des hier formulierten Anliegens – Stufen der Kompetenzentwicklung von einer weniger zu einer stärker ausgeprägten Kompetenz. Damit sollen sie als theoretische Basis für den Kompetenzerwerb einerseits und die Entwicklung entsprechender Instruktionen für einen gestuften Kompetenzerwerb andererseits fungieren (Bernholt, Neumann & Sumfleth, 2018). So kristallisiert sich als Element des vorgestellten Forschungsprojekts die Entwicklung empirisch erprobter Learning Progressions mit dazugehörigen Sets von Diagnoseaufgaben und individuell fördernden Aufgaben heraus.

Wenngleich die Methode der teilnehmenden Beobachtung die Entwicklung eines Prototyps im Rahmen der DBR-Explorationsphase sehr gut ermöglichte, sind in der Hauptstudie noch detailliertere Analysen der Lernprozesse der Schüler*innen erforderlich. Der forschungsmethodische Zugang der Design-Experimente (s. Abschnitt 4) erscheint dabei zielführend. Zwar erfassen diese „nur einen Teil der Realität sozialen Lernens“ (Prediger & Link, 2012, S. 32), da sie nicht im Rahmen alltäglichen Unterrichts, sondern in einer eher laborähnlichen Interaktion von Lernenden und Lehrenden zum Einsatz kommen, doch erlauben sie besonders fundierte Einblicke in die Lernprozesse der Schüler*innen und die dabei auftretenden Hürden und Gelingensbedingungen.

Im Zuge des iterativen Forschungsansatzes DBR soll so ein gewinnbringendes, theoretisch begründetes und empirisch fundiertes Förderkonzept für die Entwicklung von Kompetenzen im Umgang mit Klimadiagrammen generiert werden, von dem möglichst viele Lernende in der alltäglichen Unterrichtspraxis profitieren können, und das Lehrkräfte darin unterstützt, zielführend in heterogenen Lerngruppen zu agieren.

Literatur

- Bernholt, S., Neumann, K. & Sumfleth, E. (2018). Learning Progressions. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 209–225). Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum.
- Bernholt, S. & Parchmann, I. (2016). Aufgaben als Brücken zwischen Lebenswelt und Fachunterricht. In S. Keller & C. Reintjes (Hrsg.), *Aufgaben als Schlüssel zur Kompetenz: Didaktische Herausforderungen, wissenschaftliche Zugänge und empirische Befunde* (S. 41–51). Münster: Waxmann.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy, and Practice*, 5(1), 7–74.
- Black, P. & William, D. (2009). Developing the Theory of Formative Assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5–31.
- Celik, K. N. & Walpuski, M. (2017). *Learning Progressions – Erwerb von fachlichen Kompetenzen im Fach Chemie*. Verfügbar unter: https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2018/TB2018_134_Celik.pdf (15.07.2020)
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9–13.
- DGfG – Deutsche Gesellschaft für Geographie (2020). *Bildungsstandards im Fach Geographie für den mittleren Schulabschluss mit Aufgabenbeispielen* (10., aktualisierte und überarbeitete Aufl.). Bonn: Selbstverlag DGfG.
- Dunn, K. E. & Mulvenon, S. W. (2009). A critical review of research on formative assessment: The limited scientific evidence of the impact of formative assessment in education. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 14(7), 1–11.
- Eckert, E. (2004). Individuelles Fördern. In H. Meyer (Hrsg.), *Was ist guter Unterricht?* (S. 86–103). Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Feulner, B., Ohl, U. & Hörmann, I. (2015). Design-Based Research – ein Ansatz empirischer Forschung und seine Potenziale für die Geographiedidaktik. *Zeitschrift für Geographiedidaktik*, (3), 205–231.
- Feulner, B. (2021). *SpielRäume – eine DBR-Studie zum mobilen ortsbezogenen Lernen mit Geogames*. Dortmund: readbox unipress (= Geographiedidaktische Forschungen, Bd. 73).
- Freimann, T. (2001). Kumulatives Lernen im Biologieunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften – Biologie in der Schule*, 50(7), 1–2.
- Harks, B. (2013). *Kompetenzdiagnostik und Rückmeldung – zwei Komponenten formativen Assessments*. Frankfurt am Main: Goethe-Universität.
- Harms, U. & Bündler, W. (1999). *Zuwachs von Kompetenz erfahrbar machen: Kumulatives Lernen*. Verfügbar unter: <https://www.schulportal-thueringen.de/get-data/26634e9f-e013-4747-bb69-04cb3c03d937/modul5.pdf> (14.07.2020).
- Harteringer, A., Grygier, P., Ziegler, F., Kullmann, H. & Tretter, T. (2014). Individuelle Förderung beim naturwissenschaftlichen Lernen im Sachunterricht der Grundschule. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 6(2), 102–114.
- Hieber, U. (2009). Klimadiagramme. *Geographie heute*, (271/272), 46–53.
- Hieber, U. (2011). (Sich) geographische Aufgaben stellen. *Geographie heute*, (291/292), 2–9.
- Hiller, J. (2017). *Die Unternehmensfallstudie als Unterrichtsmethode für den Geographieunterricht. Eine Design-Based-Research-Studie*. Ludwigsburg: Pädago-

- gische Hochschule Ludwigsburg. Verfügbar unter: https://www.uni-muenster.de/imperia/md/content/geographiedidaktische-forschungen/pdfdok/gdf_67_hiller.pdf (15.07.2020).
- ISB – Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung München (2020). *LehrplanPLUS*. Verfügbar unter: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/7/geographie> (15.07.2020).
- Kingston, N. & Nash, B. (2011). Formative assessment: A meta-analysis and a call for research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 30, 28–37.
- Kingston, N. & Nash, B. (2015). Erratum. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 34(2), 55.
- Krüger, M. (2010). *Das Lernszenario VideoLern: Selbstgesteuertes und kooperatives Lernen mit Vorlesungsaufzeichnungen. Eine Design-Based-Research Studie*. München: Universität der Bundeswehr. Verfügbar unter: <http://athene-forschung.unibw.de/doc/88469/88469.pdf> (15.07.2020).
- Leisen, J. (2006). Aufgabenkultur im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht (MNU)*, 59(5), 260–266.
- Leiss, D. & Tropper, N. (2014). *Umgang mit Heterogenität im Mathematikunterricht*. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Lenz, T. (2015): Lernprozesse begleiten – Leistungen bewerten. In S. Reinfried & H. Haubrich (Hrsg.), *Geographie unterrichten lernen. Die Didaktik der Geographie* (S. 277–308). Berlin: Cornelsen.
- Lipowsky, F. (2009). Unterricht. In E. Wild & A. Krapp (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 73–102). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Lüders, C. (2001). Teilnehmende Beobachtung. In R. Bohnsack, W. Marotzki & M. Meuser (Hrsg.), *Hauptbegriffe Qualitativer Sozialforschung* (S. 151–153). Opladen: utb.
- Prediger, S. & Link, M. (2012). Fachdidaktische Entwicklungsforschung – ein lernprozessfokussierendes Forschungsprogramm mit Verschränkungen fachdidaktischer Arbeitsbereiche. In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Rothgangel, L.-H. Schön, H. J. Vollmer & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Formate Fachdidaktischer Forschung* (S. 29–46). Münster: Waxmann.
- Reinfried, S. (2016). Kompetenzorientierte Lernaufgaben – mehr als alter Wein in neuen Schläuchen? *Geographie aktuell und Schule*, 223(38), 4–14.
- Ruiz-Primo, M. A. & Furtak, E. M. (2007). Exploring teachers' informal formative assessment practices and students' understanding of scientific inquiry. *Journal of Research in Science and Teaching*, 44(1), 57–84.
- Schütze, B., Souvignier, E. & Hasselhorn, M. (2018). Stichwort – Formatives Assessment. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21, 697–715.
- Streller, S., Bolte, C., Dietz, D. & Noto La Diega, R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen. Anregungen für die Unterrichtspraxis*. Berlin/Heidelberg: Springer Spektrum.
- Uphues, R. (2010). Gute Theorie ist praktisch. Kompetenzorientiert Unterrichten im Fach Geographie. *Terrasse. Klett-Magazin Geographie*, 3, 8–12.
- Weinert, F.E. (1997). Notwendige Methodenvielfalt. *Friedrich-Jahresheft*, (15), 50–52.

Wiliam, D. (2015). *Embedding Formative Assessment. Practical Techniques for K-12 Classrooms*. London: Solution Tree Press.