Erscheint in Beiträge zum Mathematikunterricht 2013.

Stephan HUSSMANN, Bärbel BARZEL, Timo LEUDERS, Susanne PREDIGER Dortmund/Freiburg

Fachspezifische Differenzierungsansätze für unterschiedliche Unterrichtsphasen

Vor dem Hintergrund einer größer werdenden Heterogenität auf Seiten der Lernenden wird das Differenzieren als Qualitätsmerkmal für Unterricht in den letzten Jahren immer bedeutsamer (Meyer 2004; Helmke 2010). Doch welcher Differenzierungsansatz ist der beste und in welcher Unterrichtsphase eignet sich der eine oder andere Ansatz besser? Darauf lassen sich keine eindeutigen Antworten geben, sie hängen von lernpsychologischen, fachdidaktischen und unterrichtspraktischen Erwägungen ab. Hier zeigen sich insbesondere fachliche Differenzierungsansätze als bedeutsam, da nicht zuletzt fachspezifische Aspekte essentiell für Unterrichtsqualität sind (Seidel & Shavelson 2007; Lipowsky 2009). In diesem Beitrag werden einige zentrale fachspezifische Differenzierungsansätze vorgestellt und hinsichtlich ihrer Eignung in spezifischen Unterrichtsphasen diskutiert (vgl. die ausführliche Darstellung bei Leuders & Prediger 2012)

Differenzierungsansätze können sich auf unterschiedliche Ebenen beziehen, z.B. auf Unterrichtsstrukturen (Bönsch 2004), auf Unterrichtsmethoden (Barzel, Büchter & Leuders 2007) und für den Mathematikunterricht typisch auf Aufgaben (Büchter & Leuders 2005; Hußmann & Prediger 2007). Während die ersten beiden Ebenen stärker allgemeindidaktische Aspekte fokussieren, ist Differenzierung auf Aufgabenebene im Kern fachdidaktisch. Dennoch interagieren die Ebenen miteinander und kein Ansatz lässt sich allein allgemeindidaktisch denken.

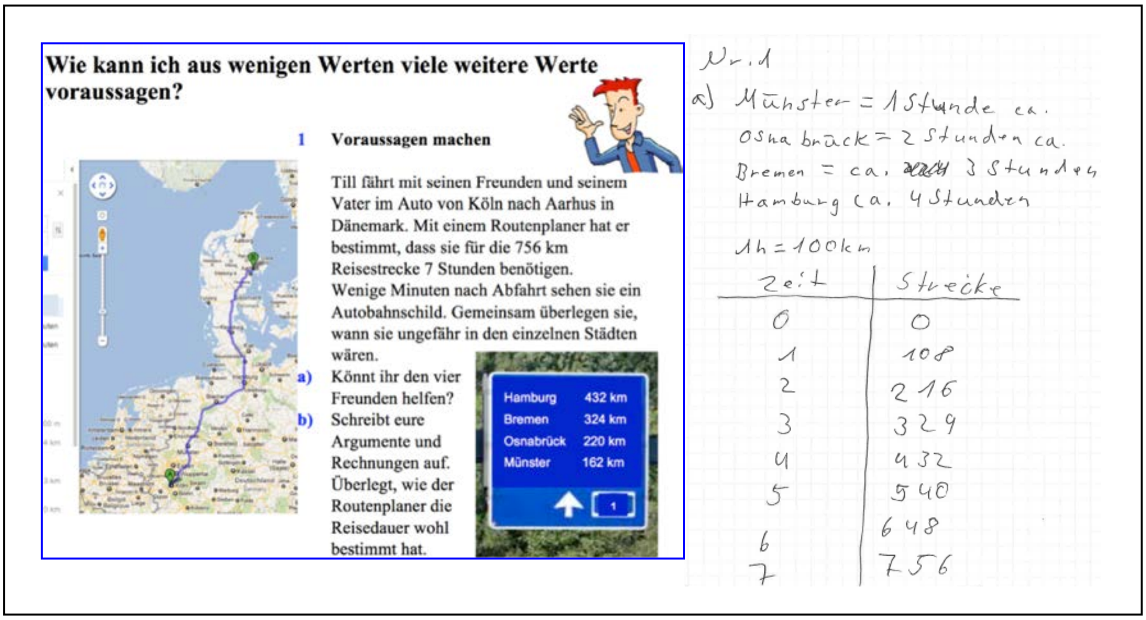
Differenzierungsmaßnahmen auf struktureller Ebene sind beispielsweise Individualisierungen durch selbstorganisiertes Lernen in Lernbüros oder anderen Freiarbeitsphasen, die in einer ‚radikalen' Ausprägung der vollständigen Individualisierung durchaus problematisch sind, da sie spezifische Aspekte von Unterrichtsphasen und Inhalten dahingehend nicht berücksichtigen, dass gewisse fachliche kognitive Prozesse strukturierte Kommunikations- und Interaktionsphasen benötigen. So ist beispielsweise zu Beginn einer Unterrichtseinheit Orientierung für die Lernenden wichtig hinsichtlich Lernzielen und Verstehen des jeweiligen thematischen Zugriffs und in Phasen der Konsolidierung sind Interaktionen mit anderen Lernenden und der Lehrperson zielführend. Mit Differenzierungsmaßnahmen auf methodischer Ebene sind beispielsweise Methoden wie Ich-Du-Wir oder Gruppenzusammensetzungen gemeint, die die Unterschiedlichkeit und die Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler berücksichtigen. Doch auch hier wird der inhaltliche Kern erst durch entsprechende Aufgaben ausgestaltet. Auf allen Ebenen steht die Differenzierung nach bestimmten Aspekten im Vordergrund, z.B. nach Lerntempo, Zugangsweisen, Anspruchsniveaus sowie Lerninhalten und -zielen (zur Übersicht z.B. Hußmann & Prediger 2007). Wie diese auf den verschiedenen Ebenen umgesetzt wird, orientiert sich an der Unterrichtsphase bzw. den Kernprozessen, in denen sie genutzt werden.

Kernprozesse

Es gibt viele Strukturierungsvorschläge, um Unterricht bzw. Lernsituationen zu charakterisieren. Wir lehnen uns an ein Modell von Herbart (1776–1841) an, welches im Rahmen des KOSIMA-Projektes in ein Strukturierungsmodell mit vier *Kernprozessen* übersetzt wurde: Anknüpfen, Erkunden, Ordnen, Vertiefen (Barzel et al. 2011, Prediger et al. 2013). Für drei dieser Kernprozesse werden im Folgenden situationsangemessen Differenzierungsansätze entlang der oben genannten Ebenen/Aspekte vorgestellt.

Differenzierungsansätze in verschiedenen Kernprozessen

Der Prozess des *Erkundens* ist durch ein Anknüpfen an Vorerfahrungen und Vorwissen gekennzeichnet. Dazu dienen problemhaltige, intentionale Situationen (Hußmann 2006; Wittmann 1996; Krauthausen & Scherer 2010), bei denen Begriffsbildungsprozesse als Antworten auf die gestellten Probleme initiiert werden. Dabei wird an Vorerfahrungen integrativ angeknüpft. In dieser Phase bieten sich insbesondere Selbstdifferenzierungsansätze und Differenzierung über Zugangsweisen an.



Mit dem Arbeitsauftrag, aus wenigen Werten weitere Zwischenwerte zu bestimmen (s. Aufgabe 1, Hußmann et al. 2014), lassen sich nicht nur verschiedene Zugangsweisen (tabellarisch, graphisch, sprachlich) initiieren, sondern die Fragestellung lässt sich auch mit unterschiedlichen Rechenwegen bearbeiten (Hoch- und Runterrechnen, schrittweise mit dem Proportionalitätsfaktor rechnen wie im Schülerbeispiel, zeilenweises Addieren).

Statt Terme mit Variablen als Verallgemeinerung von Termen ohne Variable einzuführen, können zur Bestimmung von Zahlen an hohen Stellen einer Zahlenfolge verschiedene Wege ausprobiert werden und der Term unter Verwendung von Variablen sinnstiftend erschlossen werden (Hußmann et al. 2013, vgl. Aufgabe 6).

6 Zahlen an hohen Stellen berechnen

a) Berechne für die Zahlenfolge 6, 8, 10, 12, … möglichst schnell die Zahl an der 50. Stelle. Schreibe auf, wie du die Zahl an der 50. Stelle berechnet hast.

b) Arbeitet nun in Gruppen und findet gemeinsam den besten Weg, Zahlen an hohen Stellen in Zahlenfolgen schnell zu berechnen.

So geht ihr vor:

1. Schritt: Bestimmt auf euren Wegen aus a) die Zahl an der 100. Stelle der Zahlenfolge 6, 8, 10, 12, …
2. Schritt: Überlegt gemeinsam, welcher Weg der schnellste ist.
3. Schritt: Testet euer gemeinsames Verfahren, indem ihr für die Folge 4, 7, 10, 13, … die Zahl an der 100. Stelle bestimmt.
4. Schritt: Schreibt euer Verfahren auf.

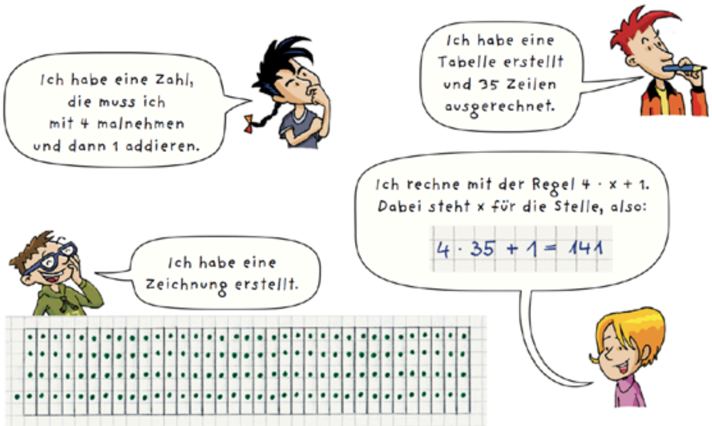
Wählt zum Schluss euren besten Rechner, der gegen die anderen Gruppen antritt.

Hier zeigt sich das große Potential von selbstdifferenzierenden, offenen Arbeitsaufträgen, die auf der einen Seite auf Aufgabenebene differenzieren, deren Zugang in der Klasse aber auch auf methodischer Ebene differenziert werden kann.

Der Prozess des *Ordnens* als aktives Systematisieren und Sichern ist dadurch gekennzeichnet, dass die Erfahrungen aus dem Erkunden vielfältig

5 Hohe Stellen von Zahlenfolgen möglichst geschickt berechnen

Till, Merve, Ole und Pia wollten die 35. Stelle der Zahlenfolge 5, 9, 13, 17, … berechnen.
Dabei sind sie unterschiedlich vorgegangen.



Das nehme ich als Zahl	Das ist mein Ergebnis
1	5
2	9
3	13
4	17
5	21
6	25
7	29
8	33
9	37
10	41
11	45
12	49
13	53
14	57
15	61
16	65
17	69
18	73
19	77
20	81
21	85
22	89
23	93
24	97
25	101
26	105
27	109
28	113
29	117
30	121
31	125
32	129
33	133
34	137
35	141

a) Berechne auch die 50. und die 100. Stelle der Zahlenfolge auf den vier Wegen. Vergleicht und ergänzt eure Ergebnisse im Wissensspeicher.

d) Begründe, warum Pia und Merve schneller zum Ziel kommen als Ole und Till.

reflektiert, konsolidiert und regularisiert werden. In dieser Phase des Ordnens ist wie beim Erkunden ebenfalls die Verwendung vielfältiger Zugangsweisen ein maßgeblicher Differenzierungsansatz, hier geht es jedoch weniger um ein Anregen sondern um eine gezielte vorstrukturierte Auseinandersetzung mit den verschiedenen Zugangsweisen.

Die Aufgabe ‚Hohe Stellen von Zahlenfolgen möglichst geschickt berechnen' ist das systematisierende Pendant zur Erkunden-Aufgabe 6. Gesichert werden alle Zugangsweisen, da jeder Zugang eine andere konzeptionelle Facette beleuchtet. Anders ist es, wenn es mehrere alternative Strategien gibt. Dann werden alle kennengelernt, aber insbesondere die schwächeren Schülerinnen und Schüler müssen nur eine sichern, während stärkere Lernende verschiedene Strategien beherrschen und adaptiv einsetzen können. Aufgrund der Konvergenz und der Lernzielorientierung dieses Prozesses bieten sich jedoch keine selbstdifferenzierenden Aufträge an. In der Phase des Ordnens bieten sich weitere Aufgabenformate an, wie z.B. die Auswahl präferierter Beispiele oder auch individuell bevorzugter Darstellungsarten.

Im Prozess des Vertiefens als produktivem und kognitiv aktivierendem Üben ist Differenzierung für eine gezielte Förderung wichtig. Hier kann das ganze Repertoire der verschiedenen Differenzierungsansätze entfaltet werden. Neben den bereits genannten Ansätzen und hierbei vor allem der Selbstdifferenzierung mit ihrem hohen Differenzierungspotenzial bieten sich beim Vertiefen Aufgabenangebote mit einer Paralleldifferenzierung wie auch solche mit einer Stufendifferenzierung (vgl. Bruder & Reibold 2012) an. Dabei sollte die Differenzierung nicht nur hinsichtlich der technischen Kompliziertheit (z.B. größere Zahl) generiert werden, sondern durch weitere verfügbaren schwierigkeitsgenerierenden Merkmale (Hußmann & Prediger 2007; Leuders 2009): Art der kognitiven Aktivitäten (z.B. Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten nach dem operativen Prinzip, Explorieren, Formulieren, Verallgemeinern, Begründen), Komplexitätsgrad des Lösungswegs, sprachliche Komplexität, Grad der Formalisierung, Vorstrukturiertheit der Lösung, Bekanntheitsgrad der Mittel.

Fazit

Für ein ganzheitliches Unterrichtskonzept, bei dem das Lernen im Gleichschritt aufgelöst werden soll, muss das ganze Repertoire an Differenzierungsmaßnahmen ausgeschöpft werden, um je nach Situation und Zweck die angemessene Art der Differenzierung wählen zu können, denn keiner der Ansätze kann einzeln alle Qualitätsanforderungen zugleich erfüllen.

Literatur

(nur in der elektronischen Fassung des Artikels auf der Webseite: www-ko-si-ma.de)

Barzel, B., Büchter, A., & Leuders, T. (2007). *Mathematik - Methodik - Handbuch für die Sekundarstufe I und II.* Berlin: Cornelsen Scriptor.

Barzel, B., Prediger, S., Leuders, T., & Hußmann, S. (2011). Kontexte und Kernprozesse – Ein theoriegeleitetes und praxiserprobtes Schulbuchkonzept. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 71-74.

Barzel, B., Hußmann, S., Leuders, T., & Prediger, S. (2011b) (Hrsg.). „Das macht Sinn!“ Sinnstiftung mit Kontexten und Kernideen. *Praxis der Mathematik in der Schule* 53(37).

Bönsch, M. (2004). *Intelligente Unterrichtskultur*. Baltmannsweiler: Schneider.

Bruder, R. & Reibold, J. (2012): Erfahrungen mit Elementen offener Differenzierung im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I im niedersächsischen Modellprojekt MABIKOM. In: Lazarides, R., Ittel, A. (Hrsg.): *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 67-92). Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.

Büchter, A., & Leuders, T. (2005). Mathematikaufgaben selbst entwickeln. Lernen fördern – Leistung überprüfen. Berlin: Cornelsen Scriptor

Helmke, A. (2010). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität. Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze: Klett-Kallmeyer.

Hußmann, S. (2003). *Mathematik entdecken und erforschen.* Berlin: Cornelsen.

Hußmann, S. & Prediger, S. (2007). Mit Unterschieden rechnen. Differenzieren und Individualisieren. *Praxis der Mathematik in der Schule*, 49(17),1-8.

Hußmann, S., Greefrath, G., Mühlenfeld, U. & Witzmann, C. (2013): Wer geht es weiter? Zahlen- und Bildmuster erforschen. Erscheint in Prediger, S., Barzel, B., Hußmann, S., & Leuders, T. (Hrsg.): mathewerkstatt. Klasse 6. Cornelsen, Berlin.

Hußmann, S., Mühlenfeld, U., & Witzmann, C. (erscheint 2014). Lineare Funktionen. In: Leuders, T., Prediger, S., Barzel, B. & Hußmann, S. (2014) (Hrsg.): mathewerkstatt 7. Cornelsen, Berlin.

Krauthausen, G., & Scherer, P. (2010). *Umgang mit Heterogenität. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht der Grundschule.* Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen. IPN Kiel.

Leuders, T., & Prediger, S. (2012). „Differenziert Differenzieren“ – Mit Heterogenität in verschiedenen Phasen des Mathematikunterrichts umgehen. In R. Lazarides & A. Ittel (Hrsg.) *Differenzierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht - Implikationen für Theorie und Praxis* (S. 35-66). Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.

Leuders, T. (2009). Intelligent üben und Mathematik erleben. In T. Leuders, L. Hefendehl-Hebeker &. H.-G. Weigand (Hrsg.), *Mathemagische Momente* Berlin: Cornelsen, 130-143.

Lipowsky, F. (2009). Unterricht. In E. Wild & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 73-101). Berlin: Springer.

Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Frankfurt/Main: Cornelsen Scriptor.

Prediger, S., Leuders, T., Barzel, B., & Hußmann, S. (2013). Anknüpfen, Erkunden, Ordnen, Vertiefen – Ein Modell zur Strukturierung von Design und Unterrichtshandeln. *Beiträge zum Mathematikunterricht*

Seidel, T. & Shavelson, R.J. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Past Decade: The Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454-499.

Wittmann, E. Ch. (1996). Offener Mathematikunterricht in der Grundschule – vom FACH aus. *Grundschulunterricht*, 6, 3-7.