



CHEMIE

Fachdidaktik Chemie

Titel/Thema

Was ist inklusiver Chemieunterricht?

Verfasser(innen)

Prof. Dr. Michael A. Anton

Erstellungsdatum

September 2018



Was ist inklusiver Chemieunterricht?

Zusammenfassung

Die aktuellen Herausforderungen an die Schule gipfeln zurzeit in der Übernahme von Verantwortung für den Lehrlernprozess für immer mehr Heterogenität in den Schulklassen. Insbesondere die sprachliche Ebene ist hiervon betroffen, da im Fach Chemie auch eine eigene Fachsprache erlernt werden muss. Im Kontext praktischer Arbeit mit Gerätschaften und Stoffen, die im Alltag des Schülers meist keine Entsprechung finden, werden diagnostische, didaktische und mathetische Qualitäten der Lehrkräfte einer anspruchsvollen Belastung unterworfen. Dies bedeutet aber kein Additum der Lehrarbeit, vielmehr stellt es einen Impuls für die so notwendige Weiterentwicklung des Chemieunterrichts dar.

Stichworte: Heterogenität – Adaptivität – Inquiry learning

Mit den Bestimmungen zur Inklusion an Schulen haben sich deutlich unterschiedliche Vorstellungen von den damit abzuleitenden Vorgehensweisen entwickelt. Eine besteht in der Annahme, dass Inklusion eine Aufgabe beschreibt, die zusätzlich zu den ohnehin schwierigen Unterrichtsbedingungen von jeder Lehrkraft zu leisten wäre, ganz analog zu den schon lange bestehenden Erziehungsaufträgen „Drogen- und Gewaltprävention“. Um ein solches Killerargument ad absurdum führen zu können, gilt es, die Integrierbarkeit von inklusiven Lehr- und Lernstrategien in das schon bestehende Wirken der Lehrerinnen und Lehrer aufzuzeigen und die dabei erforderlichen und möglichen Varianten auf die Probe zu stellen.

Alle guten und erfolgreichen, gewissenhaften und expertiseorientierten Lehrpersonen richten sich bei Planung und Umsetzung ihres Fachunterrichts, hier im Fach Chemie oder in einem `Integrationsfach´ mit Chemie (Naturwissenschaften, Naturwissenschaften und Technik, Science) nicht nur nach der Fachsystematik, Verstehenslogik und den technischen Rahmenbedingungen, sondern stets auch nach den vorunterrichtlichen „Mitbringeln“ ihrer Schülerschaft. Die Herausforderung besteht hier in der besonderen Berücksichtigung dessen, was schon immer Bestandteil des Schulunterrichts gewesen ist, nämlich die ausgeprägte **Heterogenität der Schülerschaft**. Trautmann und Wischer (2011) sprechen vom „heterogenitätssensiblen Unterricht“ (S. 122).

Diese Präkonzepte werden ermittelt und es wird mit ihnen sinnvoll umgegangen, so dass konstruktivistische Lehrlertheorien zum Tragen kommen. **Jeder lernt mit dem, was er weiß. Wer viel weiß, kann gut und viel lernen. Weinert nennt diese Regel „Matthäus-Prinzip“, wonach `jedem gegeben wird, der schon hat!´** Zugleich sei erwähnt, dass es keine Unterrichtsmethode gibt, welche in gleichem Maße die Schüler zu kognitiven Höchstleistungen führt und deren Lernfreude erhält bzw. steigert. Allein diese Lehrlerkriterien lassen es als notwendig erscheinen, die methodische Vielfalt zwischen direkter Instruktion und offenem Lernen auszuschöpfen und den Lernenden die damit verbundenen Erfolgchancen anzubieten und offenzuhalten.

Mit den inklusiven Anforderungen wird dieser Teil der Unterrichtskonzeption deutlich anspruchsvoller. Und das in mehrfacher Hinsicht. Zunächst gilt es, die zunehmende Variabilität innerhalb der Schülerschaft zu diskriminieren. Neben den bisher selbstverständlich erwartbaren Unterschiedlichkeiten in den Alltagserfahrungen und Vorkenntnissen sowie den qualitativ und quantitativ differenzierten schulischen Leistungen (Notenstreuung innerhalb jeder Klasse einer Jahrgangsstufe) kommen nun Verhaltens-, Sprach-, Kultur- und Behinderungsvielfalt hinzu. Mit der Migration und den sehr stark streuenden Lernvoraussetzungen wird dieses Faktum augenscheinlich und erfordert dezidierte bildungspolitische, jedoch noch viel mehr didaktische wie mathetische Maßnahmen. **„Das, was ausgeschlossen wurde, wird nun einbezogen. Die Schule bewegt sich damit von einem System der Selektion hin zu einem System der Inklusion“** (Rumpold, 2015, S. 271).

Durch sie werden Lehrkräfte in ihren Qualifikationen an Leistungs- und Verantwortlichkeitsgrenzen geführt, die sich keinesfalls durch rasch nachgeschobene Fortbildungen überwinden lassen. Ganz im Gegenteil. Die Lehramtsausbildung und die Lehrerfortbildung müssen gänzlich neu gedacht werden. Stundentafeln und Lehrpläne bedürfen einer grundsoliden Überarbeitung, schulische Infrastrukturen müssen neuen Anforderungen gerecht gemacht werden. Auch das gesellschaftlich relevante Menschenbild muss auf den Prüfstand.

Da solche globalen Anpassungen keinesfalls schnell erfolgen können, weil dies mit Bedacht geschehen muss, gilt es, dort konkret zu werden, wo die Problemstellung unmittelbar manifest wird und mit den Mitteln zu arbeiten, die unmittelbar zur Verfügung stehen. D. h. es kommt auf den Lehrer und die Lehrerin an, die kraft ihrer Profession als erstes gefordert sind. Damit kann Inklusion mit Arndt und Werning (2015) als „ein (aktueller) Anlass zur Unterrichtsentwicklung gefasst werden“ (S. 511). Es zeigt sich nämlich, dass die Bemühungen um die Erstellung inklusionsunterrichtlicher Formate keinesfalls ein Additum der bisherigen Lehrerarbeit darstellen, sondern eher als **Verbesserung der Verstehbarkeit chemischer Lerninhalte für ALLE SchülerInnen** zu sehen ist¹. Die Verfügbarkeit von Materialien ist die eine Sache, die Gestaltung des Rede- und Kommunikationsprozesses die andere. Der Unterricht muss sich noch expliziter um die sprachliche Kompetenz beim Schüler kümmern, damit fachliche Kommunikation (vgl. Kompetenzbereich der NBS) gefördert werden kann (Pietsch, 2017). Das wiederum bedarf des Vorbilds durch den Lehrer, der insbesondere beim „Verwörtlichen“ der Modellebene entsprechende Muster („patterns of variation“) anbieten muss und diese anhaltend einübt (Abb. 1): „The teacher ... gave examples of qualitative differences between macroscopic and sub-microscopic ways of describing a solution as well as the difference between everyday language² and scientific language. In that way, the teacher created patterns of variation that made it possible for students to discern what it meant to answer at a molecular level“ (Vikström et al., 2013, S. 36).

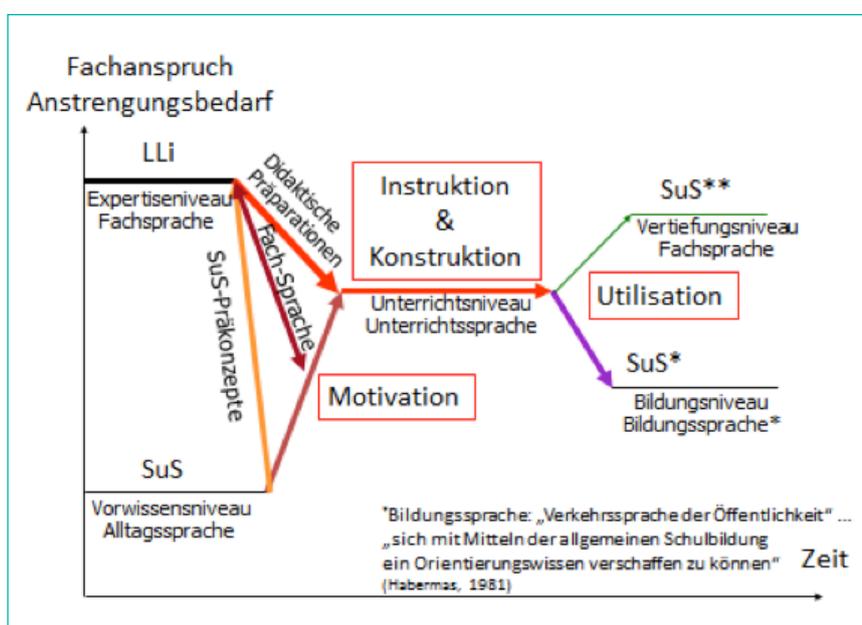


Abb. 1: Am Aktivierungsmodell des Unterrichts lassen sich die wichtigen Ergänzungen bezüglich der Vorbereitungsfaktoren darstellen

¹ Die Bedeutung einer Hinwendung zu diesem wesentlichen Faktor für Unterrichtsqualität findet allerdings nicht uneingeschränkter Zuspriechung. So zeigt sich an Untersuchungen an Lehrkräften in England und Nordirland (Vgl. Avramidis et al., 2000), „dass unter denjenigen, die naturwissenschaftliche Fächer studieren, eine größere Skepsis gegenüber Inklusion besteht, als unter denen, die kein naturwissenschaftliches Fach studieren“ (Stroh, 2015, S. 111). Stroh diskutiert hierzu die Polarisierung einer Fachdidaktik, die sich einmal eher am Fach und eine solche, die sich mehr am Individuum orientiert. Dieses Missverständnis von Fachdidaktik rührt her von der traditionellen Namensgebung. Besser und eindeutiger ist sicher die Subsumierung von Didaktik (Inhaltsorientierung) und Mathematik (Individuumsorientierung) unter „Lehrern- oder Vermittlungswissenschaft“. Sie hat die Aufgabe, aus den „Polen“ (Materiale Bildung vs. Formale Bildung; Wissensvermittlung vs. eigenes Forschen; Sachorientierung vs. Subjektorientierung; Fachsystematik vs. freies Forschen) eine jeweils angemessene Gleichgewichtseinstellung abzuleiten. Diese zwingt dann eben nicht zu einer Entscheidung, sondern vielmehr zu einer jeweils anspruchsgerechten Aufeinanderabstimmung von inhaltlichen Ansprüchen und methodischen Leistbarkeiten bis hin zu individuellen Lehrplänen für Schüler (Vgl. EVONIK-Magazin 3/2016: Die Zukunft der Arbeit, S. 43).

² „When something is dissolved, it is so small that we can't see it anymore, and nothing is left on the bottom or at the surface of the beaker“ (S. 34)

Aber die Berücksichtigung von Sprachhindernissen beginnt schon früher. Achtet man auf die Wörter in der Abb. 2, linke Skizze, so erkennt man, dass es sich mehrheitlich um zusammengesetzte Substantive, sogenannte **Komposita** handelt. In den Sprachen osteuropäischer Länder gibt es dergleichen nicht oder nur ausnahmsweise. Kinder aus entsprechenden Migrantenfamilien könnten demnach bereits hier am Verstehensprozess scheitern. Aus Glas und Trichter folgt eben nicht automatisch das Gerät, welches hier erforderlich ist. Das gilt auch für den Alltag. Man nehme nur das Beispiel "Parkscheinautomat" oder "Fußgängerquerungshilfe" oder „Grünwaldkopfbahn“ (in den Tauern). Da man diese grammatikalische Qualität der deutschen Sprache nicht ändern kann und auch nicht soll, muss nach hilfreichen Vorgehensweisen gesucht werden.

Am folgenden Beispiel aus dem Chemieanfängsunterricht (schon ab der Grundschule: Schmidt-Hönig, 2015) soll ein Perspektivenwechsel beschrieben werden, der einer Art Paradigmenwechsel in der Instruktionsform entsprechen könnte. Abb. 2 zeigt links die durchaus übliche Form einer Versuchsanleitung, welche sich für den Anfänger als eine sichere und geradlinig zum Erfolg führende „Rezeptologie“ erweist. Das Trennen von Gemischen gelingt auf diese Weise sehr fachmännisch und arbeitstechnisch wie auch zeitlich gut kalkulierbar. Als Hürde erweist sich die **Begrifflichkeit**. Die Fachbegriffe besitzen keine Alltagsrelevanz, ebenso die Gerätschaften. Allein die Protokollierung wird hierdurch erschwert. Zudem sind die Geräte vorgegeben, was sich auf kreatives Hypothesenbilden nicht gerade stimulierend auswirkt. Anders ist das bei der Vorgehensweise, wie sie auf der rechten Seite von Abb. 2 beschrieben wird. Hier spielt die Nomenklatur eine untergeordnete Rolle und die kreativen Varianten ersetzen eine Musterlösung. Damit spielt die Fachsprache nicht mehr die Hauptrolle, ebenso die chemiespezifischen Gefäße und Arbeitsmittel. Für den Lehrer bedeutet das eine umfangreichere Vorarbeit hinsichtlich der Bereitstellung von möglichen Arbeitsutensilien. Allerdings ermöglicht diese Form der Problemlösung fast automatisch das entdeckende Lernen und letztlich die wissenschaftspropädeutische Hinführung zur empirischen Erkenntnisgewinnung. Abb. 3. zeigt diese Gegenüberstellung.

Unterrichtsziele

Reagenzglas mit Suspension

Faltenfilter Rückstand

Glasrichter

Erlenmeyerkolben Filtrat

Baue die Geräte nach Vorschrift zusammen und führe die Trennung durch! Beschreibe Deine Beobachtungen und deutesie!

Glas mit schmutzigem Wasser

In einem Glasgefäß findest Du Wasser mit Verschmutzungen. Denke Dir ein Verfahren zur Trennung der einzelnen Bestandteile aus und suche nach passenden Geräten für die Durchführung. Fertige eine Protokoll an, das Deine Überlegungen und Handlungen so darstellt, dass sie andere nachmachen können.

Abb. 2: Gegenüberstellung zweier Versuchsvarianten zur Stofftrennung. Links: Anleitung mit allen Details; rechts: Aufgabenstellung mit variantenreichen Lösungsmöglichkeiten, auch hinsichtlich des Geräteeinsatzes.

Sehr deutlich lässt sich mit diesem Wechsel in der Vorgehensweise zeigen, dass inklusive Maßnahmen eben nicht nur die Schüler unterstützen, welche sich mit den sprachlichen Bedingungen des Fachunterrichts besonders auseinandersetzen müssen, sondern für alle Schülerinnen und Schüler einen Lern- und Verstehensvorteil mit sich bringen, sie also keine unbillige Zusatzaufgabe für die Lehrkraft darstellen, sondern eine grundsätzlich Minimierung von (traditionellen) Schwierigkeiten.

„Inklusive Momente im Bildungsprozess entstehen in solchen Lehr-Lern-Situationen, in denen teilhaben und beitragen für alle Schülerinnen und Schüler erfahrbar werden“ (Heimlich, 2017, S. 7). Das ist mit der in Abb. 2 rechts beschriebenen Fassung eher möglich als in der links stehenden. Daneben sei bemerkt, dass die rechte Variante deutlich dem entdeckenden Lernen entspricht, also einer sehr relevanten Zielsetzung des wissenschaftspropädeutischen Unterrichts in den Naturwissenschaften.

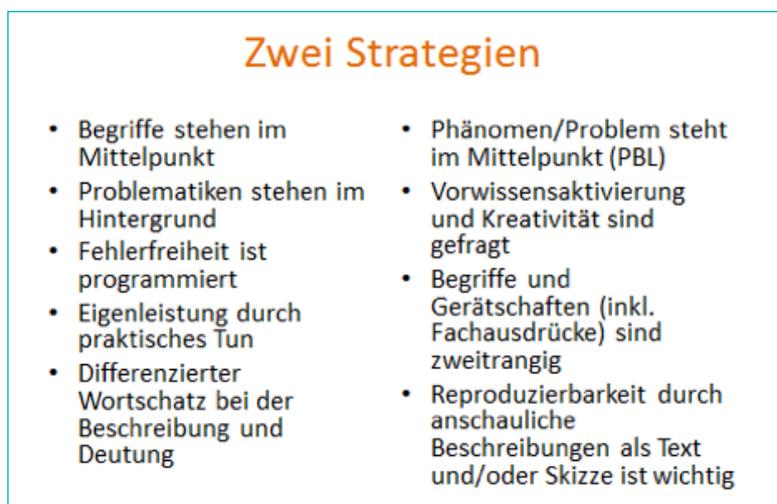


Abb. 3: Schwerpunkte im Vergleich: Einmal die direkte Instruktion und zum anderen die offene Problemlösung.

Als weiteres Beispiel für die Auseinandersetzung mit Problemstellungen, welche sich auf Inklusion beziehen, jedoch grundlegend für ein verbessertes chemisches Verständnis sein können, stellt die **chemische Fachsprache** dar. Hier werden traditionell nicht alle Schwierigkeiten in ihrer vollen Tiefe erkannt. Allein die fachsprachliche Analyse eines Textbeispiels aus dem Schulbuch zeigt, wie stark die chemische Fachsprache von der Alltagssprache abweichen kann:

Um schulrelevante Fachinhalte für die alltägliche Anwendung dennoch leichter verfügbar zu machen, was speziell im Fall der naturwissenschaftlichen Fächer nötig ist, müssen wenige fachspezifische Lehrplaninhalte, die durch Herstellen von Beziehungen gut verstanden sind, in der Schulphase in ihrer alltagstauglichen Anwendbarkeit für alle Schülerinnen und Schüler erfolgreich erlebbar gemacht werden.

Unter Berücksichtigung von Lern-, Sprachentwicklungs- und sozial-emotionalen Entwicklungsstörungen soll dieser Problemstellung insbesondere chemiedidaktisch vermehrte Aufmerksamkeit zuteilwerden. Hierzu sind wiederum diagnostische Fähigkeiten erforderlich, welche auch in der Lehreraus- und Lehrerfortbildung Eingang finden müssen. Grundsätzlich reichen aber Beobachtung und explizite Vorgehensweisen aus, um damit rechnen zu können,

- dass bei Schülerinnen und Schülern mit Lernstörungen die „Kompetenz des Nichtwissens“ eingeschränkt und dieses Erkennen Unsicherheit und letztlich auch Stress auslöst,
- dass bei Kindern mit Sprachentwicklungsstörung eine Fragehaltung weniger leicht ausgelöst werden kann und
- bei emotionalen Entwicklungsstörungen kausale Zusammenhänge nicht ohne weiteres entdeckt werden.

In Aussicht gestelltes Neues verursacht also nicht grundsätzlich Freude, insbesondere, wenn Strukturierungen, also Sicherheiten fehlen, die es auch vom Lehrer zu vermitteln gilt!

Auf der Basis einer engen Verknüpfung von Lernen, Verhalten und Sprache (**Lernen induziert Verhaltensänderungen und Denken strukturiert sich über Sprache**), ist es eine pädagogisch-didaktische Aufgabe bzw. eher Herausforderung, den entstandenen „Problemraum“ zu strukturieren (Abb. 5). Hiermit kann es gelingen, den Schülerinnen und Schülern

- Orientierung in Raum und Zeit (Verortung in der Realität versus phantasierte Gefahr) zu vermitteln,
- die Anforderungen explizit zu verdeutlichen und
- die ihnen eigenen Möglichkeiten zum Erreichen eigener Ziele bewusst und attraktiv zu machen.

Die Abb. 4 stellt eine Schematisierung der lernpsychologisch relevanten Behinderungen dar, deren Beeinträchtigung oder Fehlen zur Unüberwindlichkeit einer „Verstehenslücke“ führen kann.

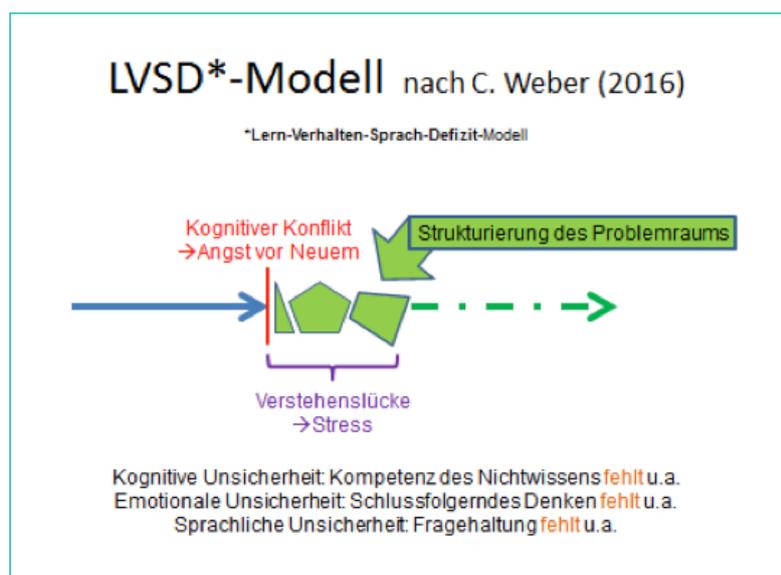


Abb. 4: Mit der Problembearbeitung gehen kognitive Konflikte einher. Unter den „normalen“ Bedingungen stehen Strategien zur Verfügung, auf die im Einzelfall zurückgegriffen werden kann. Unter erschwerten Bedingungen, d.h. ohne Routinen, wird helfend versucht, das Problem zu portionieren und über Hinterfragung und Erprobung möglicher Antworten das Problem sukzessive zu lösen.

Die **Strukturierung des Problemraums** und damit die Problemlösung überhaupt folgen einfachen Regeln (Vgl. auch Klieme et al., 2001; Neber, 2007; Ram, 1999):

1. Anfangszustand
2. Endzustand; Ziel (Vgl. hierzu: Anton, 2008, S. 96)
3. Routinen fehlen!
4. Schwierigkeitenanalyse (Fragen)
5. Schrittweise Veränderung der Problemsituation (Transformation: *Hypothesenfindung, -prüfung*)
6. Problemlösung

Durch diese Orientierung entsteht subjektiv das Gefühl von Sicherheit, der Anteil des Nichtwissens wird subjektiv überschaubarer, die innere Bereitschaft für das Aushalten des Zustands des Nichtwissens wird gesteigert und die Bewältigung der „Lücke“ kommt mental in den Bereich des Erreichbaren, was die Anstrengungsbereitschaft deutlich erhöht. Es ist also wichtig, den Neugierimpuls als Triebfeder für die Überwindung der Lücke wieder zugänglich zu machen. Das ist wiederum eine besondere Chance, die der Chemieunterricht bietet und die auch genutzt werden sollte. Mit der so zunehmenden Sicherheit ließe sich die mentale Hinwendung des Schülers in Richtung Problemlösung unterstützen und ein Meideverhalten verringern (C. Weber, Sonderpädagogik, LMU: Persönliche Mitteilung, 23.2.2016).

Eine der Möglichkeiten, von Beginn an Hemmschwellen bei der Konfliktlösung zu erniedrigen, ist das sukzessive Vereinfachen und sodann zunehmend anspruchsvoller werden lassen der sprachlichen Formulierungen, z.B. beim experimentellen Arbeiten. Hierzu liefert Rolletschek (2012) sehr konkrete Vorschläge, die sich im Grundschulbereich genauso einsetzen lassen wie in den weiterführenden Schulen.

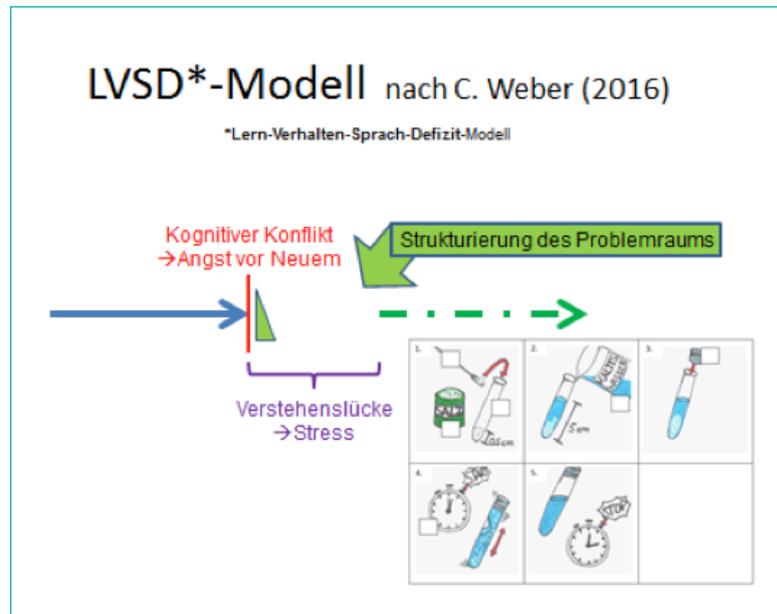


Abb. 5: Um Lern-, Verhaltens- und Sprachunsicherheiten zu nehmen bzw. gar nicht erst entstehen zu lassen, müssen Problemräume gegliedert und in einzelnen Stationen bearbeitet werden. Dies muss auf emphatischem Wege und explizit geschehen, etwa durch eine von vielen möglichen anschaulichen Zerlegungen von Handlungsabläufen (hier: über Skizzenfolgen).

Selbstverständlich ergeben sich **Aufgaben für die Lehrkräfte**, die sich für die Entwicklung von Unterricht unter inklusiven Bedingungen bereiterklären und die folgenden Kriterien dabei im Auge haben:

1. Adaptivität in der Abstimmung von Lernleistung, Inhalt und Methode
2. Individualisierung mit Blick auf das Spannungsfeld zwischen Einzel- und Gemeinschaftslernen
3. Diagnostik
4. kooperative Lernformen auf der Basis von fünf Kriterien: `Individuelle Verantwortlichkeit, positive Interdependenz³ („Angewiesen-sein auf andere bei gemeinsamen Aufgaben“), direkte Interaktion, Training sozialer Kompetenzen, Gruppenreflexion
5. Individuelle Feedbacks (Vgl. Arndt & Werning, 2015).

Bezüglich der **Kooperationen zwischen Lehrkräften**, die sich in der Unterrichtsführung gegenseitig unterstützen wollen, werden von Friend et al. (2010; zit. nach Arndt & Werning, 2015, S. 519-520; Schemata bei Lütje-Klose, 2014, S. 28-29) folgende Varianten angeführt:

1. „one teach, one assist“: 1 Lehrkraft unterrichtet, die andere hilft einzelnen Schülerinnen und Schülern
2. „one teach, one observe“: 1 Lehrkraft unterrichtet, die andere beobachtet und zeichnet auf
3. „alternative teaching“: (2 Gruppen einer Klasse werden auf unterschiedlichem Niveau zeitgleich unterrichtet)
4. „Parallel teaching“: (2 Gruppen einer Klasse werden zum gleichen Inhalt zeitgleich unterrichtet)
5. „station teaching“: (mehrere Gruppen werden an Stationen von einzelnen Lehrkräften betreut)
6. Teaming“ („team teaching“): 2 Lehrkräfte unterrichten einen Inhalt unter verschiedenen Aspekten (Experimentdarstellung, Theorieausarbeitung).

³ Das Begriffspaar (Antonyme) „independent“ und „interdependent“ findet sich auch beim Kulturenvergleich, wobei ersterer mit `analytisch und sich eher persönlich abgrenzend` verbunden wird, letzterer mit einer mehr holistischen und auf gemeinschaftliches Aufgabenlösen Weltsicht bzw. einem solchen Selbstkonzept (Weigmann, 2016).

In dieser Gegenüberstellung zeigt sich u.a., dass **Kooperation auf Lehrer- und auf Schülerebene sowohl Voraussetzung als auch Folge einer Entwicklung zum inklusiven Unterricht** darstellt. In einem Fach wie Chemie lässt sich dies besonders deutlich umsetzen, da im Theorie-, Praxis- und Reflexionsfeld sehr unterschiedliche Kooperationsformen erprobt und eingesetzt werden können. Aus diesen Überlegungen lassen sich zudem weitere klare Schlussfolgerungen für den Unterricht im Fach Chemie ziehen:

- Frühe, anfangs spielerische Auseinandersetzung mit Chemikalien und Gerätschaften
- einfaches Ausprobieren dieser Erfahrungen zum Finden und Beantworten von Fragen (Forschungspropädeutik)
- Erfüllen von Versuchsanleitungen, Variation derselben
- Selbstentwurf von Experimentieranleitungen
- Protokollierung der eigenen Tätigkeiten, der Begründungen und der Effekte (Datenerhebung)
- Ordnung der Fakten unter Verwendung von Lehr- und Lernmaterialien
- Fragen, Vermuten (Hypothesenbildung), Prüfen und
- kritisch mit den Ergebnissen umgehen
- Grenzen der empirischen Erkenntnisgewinnung spüren und reflektieren
- den eigenen Wissenszuwachs erleben, genießen und daran selbstbewusst und bescheiden werden
- nach praktischen Anwendungen Ausschau halten

In einer vorläufigen logischen Konsequenz heißt dies auch, dass der Lehrer sich stets zu Beginn des Unterrichtens einer Klasse deutlich einbringen muss, Instruktionen, vor allem bei der Überführung von komplexen Fachstrukturen in Lernstrukturen, klar strukturiert anbietet und der Klasse mit ausgeprägter Diagnosekompetenz begegnet:

Beim „discovery learning“ geht „guided discovery“ (oder „Guided-Scientific-Inquiry“; Hof & Mayer, 2009) vor „pure discovery“ (Mayer, 2004; zitiert aus Sander & Ferdinand). Erst dann und sukzessive kann sich die Lehrkraft moderierend zurücknehmen. Man kann den Unterricht keinesfalls mit dem ‚Zurücknehmen‘ beginnen⁴.

Fallweise gipfelt dieses Missverständnis der Lehrerrolle aktuell darin, dass der Begriff „Lehrer“ vollständig ersetzt wird durch den des „Lernbegleiters“ und auf den Terminus „Lehren“ zugunsten von „Lernen“ völlig verzichtet wird!⁵ Denn „Kindern letztendlich primär die Verantwortung für ihre Bildung zu überantworten, muss fachlich und ethisch hinterfragt werden“ (Fthenakis, 2013, S. 47). Demnach bietet es sich an, beim heutigen Lehrernverständnis eher von einer „**ko-konstruktiven“ Gestaltung der Bildungsprozesse** zu sprechen. Dieser Argumentation folgt auch Wernke (2016): „Selbstregulation stellt ein Ziel von Unterricht dar und darf nicht einfach vorausgesetzt werden. Die Gelingensbedingungen müssen erst geschaffen werden, um Lernende nicht zu überfordern“ (S. 111).

In diesem Zusammenhang sei auch auf die nicht weit verbreitete Erkenntnis verwiesen⁶, dass es schwächeren Schülern nicht von Hause aus leicht fällt, hinter komplexen Alltagserscheinungen der Chemie die jeweils zutreffenden chemischen Sachverhalte und Prinzipien zu entdecken. Vielmehr muss dies vom Lehrer exemplarisch geleitet werden, was sich besonders bei chemischen Innovationen als durchaus schwierige didaktische Aufgabe zu erkennen gibt (Tausch, 2013). **Die sogenannte ‚Alltagschemie‘** (Woest, 1996; vgl. auch Themenheft PdN-ChiS 61 (2012) 8: „Chemie – Allgemeinbildung und Alltagsbezug“) **stellt keinesfalls den grundsätzlich einfacheren Weg dar, Chemieanfänger für Chemie zu begeistern.**

Das bedeutet wiederum, dass gerade bei inhaltlichen und medialen Neuerungen die **Lernfähigkeit** des Schülers (aus Begabung, Lernumwelt, Entwicklungsstand und Lebensentwurf) als limitierender Faktor beachtet werden muss.

⁴ Bei Hotarek (2013) findet sich eine prägnante Übersicht zur „Begriffsvielfalt ‚Selbstständiges Lernen‘“

⁵ Vereinbarungen (2012) innerhalb von Arbeitsgruppen des „Österreichischen Zentrums für Persönlichkeitsbildung und soziales Lernen“ (ÖZEPS)

⁶ Untersuchungen des MPI für Bildungsforschung (Berlin) an Mathematikschülern der Jgst. 2 (GS) zeigten, dass diejenigen SuS besonders geringe Lernfortschritte machten, deren Unterricht „alltagsnah“ gestaltet war (Schmidkunz, 2005). Um diesen Effekt zu verringern, sollte am Ende einer Unterrichtseinheit bevorzugt auf alltagsrelevante Anwendungsmöglichkeiten des Gelernten eingegangen werden.

Möglichst vielen Schülern zum Lernerfolg zu verhelfen, hieße demnach besser, auf Strukturierungen und Lenkung großen Wert zu legen (Blaes et al., 2012). Bei besonders Begabten⁷ müsste man zudem gerade durch offene Lernsituationen sowie durch eine anspruchsvoll gestaltete Gruppenarbeit⁸ (Sennebogen & Neuhaus, 2012) mit mehreren Erfolgsoptionen besonderen Fortschritt erzeugen können, u. a. auch deshalb, weil hier die Korrelation zwischen Intelligenz und Lernerfolg signifikant zum Tragen kommt und sich diese (bei sehr schwierigen Aufgaben) in der Erhöhung der Hirnaktivität widerspiegelt⁹.

In diesen Beziehungen treten zwei lehrlernpsychologische Konzepte zutage: Die „**Aptitude-Treatment Interaktion (ATI)**“, wonach der Effekt der Lehrmethode moderiert wird durch die mitgebrachten Fähigkeiten des Lerners und die „**Cognitive Load Theory (CLT)**“, wonach bei sehr hoher kognitiver Belastung des Arbeitsgedächtnisses die höher Begabten besser und die mäßig Begabten weniger lernen. Auch der „**big-fish-little-pond-effect (BFLPE)**“ (Marsh, 1987) kann hier Anwendung finden. Nach ihm führen Leistungsgruppierungen zu psychosozialen Effekten: Von zwei leistungsgleichen Schülern entwickelt der eine in der niedrigeren Leistungsebene ein höheres Selbstkonzept als der andere in der höheren Leistungsgruppe. Zugleich profitieren die Schüler der unteren Leistungsebene mehr im psychosozialen Bereich als im kognitiven, vermutlich weil die Kräfte für das kognitive Gegenhalten bei Konkurrenz mit besseren Mitschülern umorientiert werden können (Köller et al., 2000).

Allerdings muss berücksichtigt werden, dass neben der Intelligenz auch andere Persönlichkeitsmerkmale Einfluss auf den Lernerfolg haben, wie z. B. andere Begabungen oder Minderbegabungen, Lernstrategien und Bewältigungsstrategien (vgl. hierzu auch: Klauer & Leutner, 2007, S. 266-302) sowie die Integration emotional-affektiver Information (Dicke & Roth, 2008, S. 65).

Alles Lernen strebt nach einer Erprobung des Erlernten bezüglich seines Nutzens, auch im Sinne einer mental-ökologischen Einnischung und Vorteilsicherung mit der Herstellung bestmöglicher (Über-) Lebensbedingungen (Haber, 2010). So mündet die Lern- in eine Prüfungsleistung oder –auf den Sport bezogen- dem Training folgt der Wettbewerb bzw. in der Musik, wo das Üben der Aufführung vor Publikum vorausgeht. Lernleistung findet auf unterschiedlichen Ebenen statt, wobei auch unterschiedliche Strategien eingesetzt werden, um zum Lernerfolg zu kommen. Die fallbezogene Anwendung von Strategien wird als Lernkompetenz bezeichnet (Lind & Sandmann, 2003, Ruffo, 2010).

Neber (1993) unterscheidet zwei Arten epistemischer Prozesse:

- Wissensgenerierende zur Herstellung von Wissensstrukturen¹⁰ ('Wie erklärt sich ...?') und
- prozessregulierende zur metakognitiven Regulation dieser Konstruktion ('Was muss ich unternehmen, damit ...?'). Darunter versteht man „Wissen in Form von Anmutungen, Intuitionen, Heuristiken und Routinen, wie man am besten lernt“ (Weinert, 1998, S. 14).

Zeyer (2010) differenziert zudem nach **Denkstrategien**. Dabei unterscheidet er zwischen den **Systematisierern** (gehen einer Sache systematisch auf den Grund) und den **Empathen**¹¹ (können sich gut in die Gedanken- und Gefühlswelt anderer Mitmenschen hinein versetzen). In seinen Untersuchungen fand er signifikante Korrelationen zwischen der Motivation, Naturwissenschaften zu studieren und der Fähigkeit zum Systematisieren. Das Geschlecht spielt dabei keine Rolle (Zeyer, 2012).

⁷ „Eine hochbegabte Person hat das Potenzial, sich schnell inhaltliches und prozedurales Wissen anzueignen. Sie kann dieses Wissen in vielen unterschiedlichen Situationen wie Schule, Familie, Freizeit, Ausbildung und Beruf effektiv nutzen, um neue Probleme, die sich ihr stellen, zu lösen. Sie ist fähig, rasch aus den dabei gemachten Erfahrungen zu lernen. Und sie erkennt auch, auf welche neuen Situationen und Problemstellungen sie ihre gewonnenen Erkenntnisse übertragen kann und wann eine solche Übertragung nicht statthaft ist. All das kann sie weit besser als ein Großteil ihrer Vergleichsgruppe, also zum Beispiel die Gleichaltrigen“ (Rost, 2008, S. 44).

⁸ Die Autoren nennen hierzu „fünf Basiselemente“: positive Abhängigkeit, individuelle Verantwortung, face-to-face Interaktion, Förderung von Sozial- und Teamkompetenzen, Reflexion des Gruppenprozesses

⁹ Das kann durch eine Entdeckung des Psychologen Eckhard Hess (1965) und die daran anschließenden Forschungen von Kahneman (2012) bestätigt bzw. sichtbar gemacht werden. Die Pupillengröße eines Menschen verändert sich in Abhängigkeit von den mentalen Anstrengungen. Je größer die Arbeitsgedächtnisbelastung, desto weiter werden die Pupillen. Geringe Anstrengung hat auf die Pupillenerweiterung keinen Einfluss. Sobald die Lösung zu einem besonders schwierigen Problem gefunden ist, verkleinert sich die Pupille; sie tut das aber auch, wenn der Proband resigniert aufgibt!

¹⁰ Neber differenziert zwischen Fakten, Konditionen und Funktionen als höchste Qualität des Wissenseinsatzes (Neber, 1993). Beim Übergang von der einen zur nächst höheren Stufe kann von „Wissenskompilierung“ gesprochen werden

¹¹ An der PH Heidelberg lief ein Forschungsprojekt (2011-2013) als Videostudie mit der Frage „Sind 4-6-jährige schon Systematisierer oder Emphatisierer?“ (Leitung: Prof. Dr. Manuela Welzel-Breuer)

Die Reflexion des eigenen Lernprozesses soll Denk- und Lernstrategien offenlegen und sie auch veränderbar, optimierbar machen. Schweder (2012) spricht hier vom „Rückbesinnungsprinzip“, Aebli (1976) von „Auffassungstätigkeit“ und „Arbeitsrückschau“, Oser et al. (1997) im Rahmen seiner „Basismodelle des Unterrichts“ wiederum von „Metakognitiven“ („Lernen von Strategien“; S. 14). Die Metakognition soll aber auch dazu beitragen, das Fähigkeitsselbstkonzept (Fsk) in seiner Ausformung erlebbar und das Selbstbewusstsein sowie das Selbstwertgefühl im Sinne eines neuerlichen Motivationschubs spürbar werden zu lassen (Konrad, 1997; Stotz et al., 2011) (vgl. auch Möller & Köller, 1996).

Konrad (2006) nennt metakognitive prompts und die Erstellung von concept maps „zentrale Bestimmungstücke des individuellen Wissenserwerbs“ (S. 188).

Zu den nichtkognitiven Lernstrategien von Schülern zählen auch die orientierungsabhängigen **Bewältigungsstrategien**:

- **Sach-, Aufgabenorientierung (Lernzielorientierung)** als Problemanalyse (Was benötige ich zur Aufgabenlösung? – Learning Goal)
- **Abhängigkeitsorientierung als Lehrerabsichtsanalyse** (Was will der Lehrer von mir hören?)¹²
- **Ichorientierung (Leistungszielorientierung) als Egoeffektanalyse** (Welchen Nutzen ziehe ich aus der Aufgabenlösung? – Performance Goal)

Die **Lernzielorientierung** impliziert, dass Begabung und Intelligenz veränderbar sind und sich die Anstrengung sozusagen lohnt, die **Leistungszielorientierung** geht davon aus, dass die eigenen Fähigkeiten nur unwesentlich beeinflussbar sind. Lernzielorientierte Lerner zeigen den Aufgaben gegenüber eher ein meisterndes Verhalten, wohingegen die Leistungsziellerner bei einem niedrigen Begabungskonzept eher resignativ reagieren. „Gute Lernstrategien reduzieren in Leistungssituationen die `cognitive demands` und erhöhen somit die Schwelle, oberhalb derer sich angstbedingte aufgabenirrelevante Kognitionen leistungsmindernd auswirken können“ (Tobias, 1985).

Nach Stiensmeier-Pelster et al. (1996) zeigen „Versuchspersonen mit niedrigem Begabungskonzept und Leistungszielorientierung den geringsten Leistungszuwachs, die geringste Steigerung des Anspruchsniveaus und ... ein negatives Attributionsmuster“ (S. 169).

Sparfeldt et al. (2007) differenzieren nach „**Lernziele, Annäherungs-Leistungsziele** (=Zeigen eigener Kompetenz), **Vermeidungs-Leistungsziele** (=Verbergen eigener Inkompetenz) und **Arbeitsvermeidung**“ und gehen dabei von `relativ bereicherspezifischen motivationalen Merkmalen` aus.

Lehtinen (1994) unterscheidet bei den Bewältigungen drei vergleichbare Versionen:

- **Sachorientierung** (Probleme sind Herausforderungen und wollen gelöst werden, die dazu nötigen Kenntnisse wollen erworben werden; Schüler profitiert deutlich vom Schulunterricht),
- **soziale Abhängigkeitsorientierung** (intellektuelle Verantwortung für das Verstehen wird an den Lehrer delegiert; Schüler hat große Schwierigkeiten beim selbstständigen Lernen)
- **Ich-bezogene Orientierung** (Misserfolgserebnisse führen zur Vermeidung von Situationen, in denen neue Misserfolge zu erwarten sind und zum Aufsuchen von solchen, in denen Lehrererwartungen erfüllbar sind) (S. 156).

Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Sachorientierung besonders dann in ihrer Ausprägung unterstützt wird, wenn schon am Beginn der Schulzeit das Lesenlernen erfolgreich verläuft. Dies wiederum verstärkt das gründliche Verstehen des mündlichen und schriftlichen Diskurses, also die Sachorientierung und die prüfungs- und lehrerunabhängige (Bewältigungsstrategie 2 und 3) Ausbildung von mentalen Modellen (Generalisierung) von Textinhalten.

Wild und Schiefele (1994) unterscheiden innerhalb der **Wissensgenerierung** zwischen Elaborations- oder Oberflächenstrategien (Verknüpfungen neuer Informationen mit vorhandenem Wissen) und Orientierungs- oder Tiefenstrategien (Aufbereitung von Informationen in verarbeitungsfreundliche Formen). Besteht ein deutlich positiver Zusammenhang zwischen der Nutzung von Tiefen- und metakognitiven Strategien, so schließt die Nutzung von Oberflächenstrategien ein tiefergehendes und metakognitives

¹² Hierzu heißt es bei Kuhl (1993), der sich mit der „spielorientierten Didaktik“ des Physikdidaktikers von Aufschnaiter (1986) auseinandersetzt: „Für eine spielorientierte Didaktik steht im Vordergrund, Lernsituationen konsequent für Schüler in Spielsituationen umzuwandeln, weil nur so gewährleistet ist, dass die Schüler überhaupt bereit sind, eigene Handlungsziele zu verfolgen und nicht darauf spielen, welche Antworten der Lehrer wohl erwarte. Angst, so scheint es, ist der Hauptfaktor bei der Verhinderung von sachbezogenem Lernen“ (S. 42).

Lernen aus (Großschedl & Harms, 2011). Dies lässt den Schluss zu, dass **Lehrleistung u.a. vorrangig darin besteht, neue Informationen übersichtlich (u.a. in Form von Concept maps, Tabellen, Schemata), vorwissensbezogen, geclustert und mit Anregungen zur metakognitiven Kontrolle, etwa als „creative stop-points“ (CSP) insbesondere beim experimentellen Arbeiten (Wirth et al., 2008) aufzubereiten**, was wiederum zur Entlastung des Working Memory führt bzw. dort die gleichzeitige Bearbeitung von größeren Chunks (Sinneinheiten) erleichtert und damit die Intelligenzentwicklung fördert (Neubauer & Stern, 2007).

Aus der Forschungsrichtung der „**Embodied Cognition**“ („Embodiment“=„verkörpertes Denken“), in der untersucht wird, wie kognitive Leistungen durch körperliche Prozesse in Form von gezielten Bewegungen beeinflusst werden, lassen sich interessante Argumente für ein Lernen herleiten, welches von sinnentsprechenden Bewegungen, gezielten Handlungen begleitet wird (Weigmann, 2013). **So kann das ausführlich in Stufen bewusst gemachte Filtrieren einer Suspension und das anschließende Eindampfen des Filtrats nicht nur als eine gewusste Trennmethode ins Gedächtnis eingespeichert werden, sondern zusätzlich als erlebter konsistenter Handlungsablauf**, der sich in einer sicheren Feinmotorik (insbesondere im Kindesalter) äußert. Damit werden mehrere Hirnareale miteinander verknüpft und der Vorgang des Filtrierens mehrfach codiert (Macedonia, 2013) und damit besser erinnerbar. Oftmals werden die so genannten „einfachen“ Handlungen dem `impliziten Lernen´ anvertraut (Neuweg, 2000, Neuweg, 2002; Oerter, 2000), was in solchen konkreten Fällen wie Bedienen eines Bunsen-, Teclu- oder Kartuschenbrenners, Unterscheiden einer Kerzen- von einer Gasbrenner-, Feuerzeug- oder Öllampenfamme keinesfalls zielführend ist. Diese müssen explizit erarbeitet werden.

Alle aufgeführten Strategien zum Denken und Handeln stehen – wie schon mehrfach erwähnt - in einem direkten Zusammenhang zur Sprache. Argumente, Experimentbeschreibungen, Reflexionen des Erlebten und Verursachten müssen ausgedrückt werden können, denn **„Was die Forscher `Denken´ nennen, ist offenbar in Wirklichkeit eine Ansammlung linguistischer und nichtlinguistischer Prozesse. Demnach dürfte es beim Erwachsenen kaum Denkvorgänge geben, bei denen die Sprache keine Rolle spielt“** (Boroditsky, 2012). „Lautes Denken“ und „Selbstgespräche“ bestätigen dies nur allzu deutlich.

Inklusiver Chemieunterricht ist ein adaptiver Unterricht, mit dem Minder-, Normal- und Hochbegabungen zusammen mit unterschiedlichen Lernhintergründen und Interessenslagen so berücksichtigt werden, dass sich individuelle Lernerfolge zu langfristigen Bildungseffekten veredeln lassen.

→ Guter Unterricht ist immer auch inklusiv und präventiv!

Literatur:

- Aebli, H. (1976). Psychologische Didaktik. Stuttgart: Klett
- Anton, M. A. (2008). Kompendium Chemiedidaktik. Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Arndt, A.-K., & Werning, R. (2015). Inklusion als Anlass zur schulweiten Unterrichtsentwicklung. In H.-G. Rolff (Hrsg.). Handbuch Unterrichtsentwicklung (S. 511-524). Weinheim: Beltz
- Aufschnaiter, S. v. (1986). Lernziele im Visier. *physica didactica* 13, 7-13
- Avramidis, E.; Bayliss, P. I., & Burden, R. (2000). Student teachers' attitudes towards the inclusion of children with special educational needs in the ordinary school. *Teaching and Teacher Education* 16 (3), 277-293
- Blaes, K.; Anus, S.; Kallweit, I.; Naeve, S., & Melle, I. (2012). Individuelle Förderung im Chemieunterricht. *MNU* 65 (5), 293-300
- Boroditsky, L. (2012). Wie die Sprache das Denken formt. *Spektrum der Wissenschaft* 4, 30-33
- Dicke, U., & Roth, G. (2008). Evolution der Intelligenzen. *Gehirn & Geist* 3, S. 58-65
- Fthenakis, W. F. (2013). Auf Spurensuche. *didacta* 1, 42-48
- Großschedl, J., & Harms, U. (2011). Concept mapping: Förderung der Metakognition oder metakognitiver Förderbedarf? In H. Bayrhuber et al.. *Empirische Fundierung in den Fachdidaktiken*. S. 115-130. Münster: Waxmann
- Haber, W. (2010). Die unbequemen Wahrheiten der Ökologie – Eine Nachhaltigkeitsperspektive für das 21. Jahrhundert. München: Oekom
- Heimlich, U. (2017). Inklusive Momente im Bildungsprozess. *Päd. Rundschau* 71 (2), 171-186
- Hof, S., & Mayer, J. (2009). Förderung von wissenschaftsmethodischen Kompetenzen durch Forschendes Lernen. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* 7, 69-84
- Hotarek, I. (2013). Begriffsvielfalt „Selbstständiges Lernen“. *IMST-NL* 12, 39,
- Kahneman, D. (2012). *Schnelles Denken – Langsames Denken*. München: Siedler
- Klauer, K. J., & Leutner, D. (2007). *Lehren und Lernen – Einführung in die Instruktionspsychologie*. Weinheim: Beltz
- Klieme, E.; Funke, J.; Leutner, D.; Reimann, P., & Wirth, J. (2001). Problemlösen als fächerübergreifende Kompetenz – Konzeption und erste Resultate aus einer Schulleistungsstudie. *Z. f. Päd.* 47 (2), 179-200
- Kölller, O.; Schnabel, K. U., & Baumert, J. (2000). Der Einfluss der Leistungsstärke von Schulen auf das fachspezifische Selbstkonzept der Begabung und das Interesse. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 32, 2, S. 70-80
- Konrad, K. (1997). Wie Metakognitionen das Lernverhalten beeinflussen: Handlungstheoretische Analysen selbstgesteuerter Lernprozesse bei Studierenden. *Empirische Pädagogik* 11 (4), 467-495
- Konrad, K. (2006). Reflexion in interaktiven Lernumgebungen: Können (meta)kognitive prompts und concept maps reflexive Aktivitäten optimieren? *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 53 (3), 188-200.
- Kuhl, A. M. (1993). Soll die Didaktik konstruktivistisch werden? *Pädagogische Korrespondenz* 12, 36-55
- Lind, G., & Sandmann, A. (2003). Lernstrategien und Domänenwissen. *Zeitschrift für Psychologie* 211 (4), 171-192
- Lehtinen, E. (1994). Institutionelle und motivationale Rahmenbedingungen und Prozesse des Verstehens im Unterricht. In M. Weyeneth (Hrsg.). *Verstehen – Psychologischer Prozeß und didaktische Aufgabe* (S. 143-162). Bern: H. Huber
- Lütje-Klose, B. (2014). Kooperation in multiprofessionellen Teams. *Friedrich Jahresheft* (2014) 26-29
- Macedonia, M. (2013). Mit Händen und Füßen. *Gehirn & Geist* 1/2, 32-36
- Marsh, H. W. (1987). The big-fish-little-pond effect on academic self-concept. *Journal of Educational Psychology* 79, 280-295
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist* 59, 14-19
- Möller, J.; Kölller, & O. (Hrsg.) (1996). *Emotionen, Kognitionen und Schulleistung*. Weinheim: Beltz
- Neber, H. (1993). Training der Wissensnutzung als objektgenerierende Instruktion. In K. J. Klauer (Hrsg.). *Kognitives Training* (S. 217-243). Göttingen: Hogrefe
- Neber, H. (2007). Problemlösen. In K.-H. Arnold, U. Sandfuchs, J. Wiechmann. *Handbuch Unterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt
- Neubauer, A., & Stern, E. (2007). *Lernen macht intelligent*. München: DVA
- Neuweg, G. H. (2000). Mehr lernen, als man sagen kann: Konzepte und didaktische Perspektiven impliziten Lernens. *Unterrichtswissenschaft* 28 (3), 197-217
- Neuweg, G. H. (2002). Lehrerhandeln und Lehrerbildung im Lichte des Konzepts des impliziten Wissens. *Zeitschrift für Pädagogik* 48 (1), 10-29
- Oerter, R. (2000). Implizites Lernen beim Sprechen, Lesen und Schreiben. *Unterrichtswissenschaft* 28 (3), 239-256
- Oser, F. K.; Patry, J.-L.; Elsässer, T.; Sarasin, S., & Wagner, B. (1997). *Choreographien unterrichtlichen Lernens. Schlussbericht an den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung*. Freiburg: Päd. Institut der Universität Freiburg
- Pietsch, A. (2017). Muss ich in Chemie auch noch Deutsch unterrichten? *Chemie&Schule* 32 (2), 10-12
- Rost, D. H. (2008). Hochbegabung – Fakten und Fiktionen. *Gehirn & Geist* 3, 44-50
- Ruffo, E. (2010). *Das Lernen angehender Lehrpersonen – Eine empirische Untersuchung an der Pädagogischen Hochschule Zürich*. Frankfurt: P. Lang
- Sander, E., & Ferdinand, P. (2013). Empirische Befunde und pädagogische Chancen im Kontext selbstgesteuerten, experimentellen Lernens in den Naturwissenschaften. *Empirische Päd.* 27 (1), 47-85
- Schmidkunz, H. (2005). Das vortragend-darstellende Unterrichtsverfahren. *PdN-ChiS* 54 (8), 18-22
- Stolz, M.; Wittek, T.; Marks, R., & Eilks, I. (2011). "Doping" für den Chemieunterricht. *MNU* 64 (8), 472-479
- Stroh, M. (2015). Inklusion im naturwissenschaftlichen Unterricht – Beschreibung eines Spannungsfeldes. In C. Siedenbiedel; C. Theurer, (Hrsg.). *Grundlagen inklusiver Bildung Teil 1 Inklusive Unterrichtspraxis und –entwicklung* (S. 110-121). Immenhausen: Prolog

- Ram, P. (1999). Problem-Based Learning in Undergraduate Education. *Journal of Chemical Education* 76 (8), 1122-1126
- Rumpold, V. (2015). Ein Ziel sucht seinen Weg – die Vorbereitung angehender Lehrkräfte auf Inklusion. In C. Siedenbiedel, C. Theurer, (Hrsg.). *Grundlagen inklusiver Bildung Teil 2 Inklusive Unterrichtspraxis und –entwicklung* (S. 270-281). Immenhausen: Prolog
- Schweder, S. (2012). Forschendes Lernen strukturiert planen und durchführen – Die Potentiale eines Forschungsplans als Unterstützungsinstrument. *Pädagogik* 7/8, 70-74
- Sennebogen, S., & Neuhaus, B. (2012). Wann wird Gruppenarbeit zu guter Gruppenarbeit? *MNU* 65 (5), 260-266
- Sparfeldt, J. R.; Buch, S. R.; Wirthwein, L., & Rost, D. H. (2007). Zielorientierungen: Zur Relevanz der Schulfächer. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 39 (4), 165-176
- Stiensmeier-Pelster, J.; Balke, S., & Schlangen, B. (1996). Lern- versus Leistungszielorientierung als Bedingungen des Lernfortschritts. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie* 28 (2), 169-187
- Tausch, M. W. (2013). Curriculare Innovationsforschung in der Chemiedidaktik. *PdN-ChiS* 62 (4), 38
- Tobias, S. (1985). Text anxiety: Interference, defective skills, and cognitive capacity. *Educational Psychologist* 20, 135-142
- Trautmann, M., & Wischer, B. (2011). *Heterogenität in der Schule. Eine kritische Einführung*. Wiesbaden: VS
- Vikström, A.; Billström, A.; Fazeli, P.; Holm, M.; Jonsson, K.; Karlsson, G., & Rydström, P. (2013). Teacher's solutions: a learning study about solution chemistry in Grade 8. *International Journal for Lesson and Learning Studies* 2 (1), 26-40
- Weigmann, K. (2013). Die Intelligenz des Körpers. *Gehirn & Geist* 1/2, 26-31
- Weigmann, K. (2016). Eine Frage der Kultur. *Gehirn & Geist* 6, 58-62
- Weinert, F. E. (1998). Guter Unterricht ist ein Unterricht, in dem mehr gelernt als gelehrt wird. In J. Freund, H. Gruber, W. Weidinger (Hrsg.). *Guter Unterricht – Was ist das? Aspekte von Unterrichtsqualität* (S.7-18). Wien: ÖBV Päd. Verlag
- Wernke, S. (2016). Selbstregulation durch Fremdregulation?! – Gelingensbedingungen für offene Lehr-Lernformen. *Friedrich-Verlag Jahreshft* S. 110-111
- Wild, K.-P., & Schiefele, U. (1994). Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragenbogens. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*. 15 (4), 185-200
- Woest, V. (1996). *Alltagsorientierter Unterricht*. Bremen
- Zeyer, A. (2010). Motivation to Learn Science and Cognitive Style. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education* 6 (2), 121-128
- Zeyer, A. (2012). Brain type or Sex Differences. A Structural Equation Model of the Relation between Brain type, Sex, and Motivation to Learn Science. *International Journal of Science Education* 34 (5), 779-802



CV:

Prof. Dr. Michael Anton war nach 20 Jahren Lehrtätigkeit für Chemie und Biologie am Gymnasium in Bayern ab 1994 bis 2016 Leiter der „Didaktik und Mathematik der Chemie“ an der Ludwig-Maximilians-Universität in München. Er war Vorstandsmitglied der GDGP sowie Sprecher der Bayerischen Chemiedidaktiker und der Fachdidaktiken der LMU. Mit Lehrauftrag an der LMU, als Privatdozent an der Universität zu Köln und als Honorarprofessor der Universität Wien engagiert er sich durch Lehre, Forschung und Bildungspolitik weiterhin für die Chemiedidaktik.

Professor Dr. Michael A. ANTON i. R. · Blombergstr. 2 c · 82054 Sauerlach
Email: michaelanton48@web.de