

Marco Forster und Rolf Sigrist

Erfolg im Rechnen

Mit dem Einsatz moderner Technologien können mathematische Stärken und Schwächen von Primarschülerinnen und -schülern ermittelt und erfasst werden. Die beiden Autoren berichten hier über die Internet-Anwendung «MatheFacts», welche entstanden ist aus der Motivation, «un-erkannte» Rechenschwächen (oder -stärken) frühzeitig erkennen und die Leistungen im Rechnen steigern zu können.

Die Idee einer PC-basierten Anwendung zur Erkennung von Rechenschwäche und zur Vertiefung von mathematischem Wissen hatten wir bereits anfangs der 90er Jahre. Auslöser war die unerkannte Rechenschwäche eines Kindes in unserem Bekanntenkreis. Wir fragten uns, wie man mit neuen Technologien dieses Problem früher und besser erkennen könnte.

Vor gut einem Jahr stellten wir zu unserem Erstaunen fest, dass sich seit damals nichts Grundlegendes verändert hat. Angespornt durch die Lernerfolge der eigenen Kinder mit computergestützten Hilfsmitteln, fassten wir den Entschluss einen Prototyp zu bauen. Nach ausführlichem Studium der aktuellen Fachliteratur und diversen Treffen mit ausgewiesenen Spezialisten und Spezialistinnen für Dyskalkulie wurde MatheFacts entwickelt.

Übersicht

Rechenstörung, Rechenschwäche, Dyskalkulie, Akalkulie, Arithmastenie etc. – es gibt in der Praxis viele Begriffe mit feinen Abgrenzungsunterschieden, welche aber im Wesentlichen folgenden Sachverhalt beschreiben:

«Kann nicht gut rechnen».

Diese Aussage, so ungenau und undifferenziert sie auch sein mag, beschreibt den Kern des Problems. Die betroffene Person hat Schwierigkeiten, Rechnungen richtig und in vernünftiger Zeit zu lösen oder mathematische Zusammenhänge zu verstehen.

Die Früherkennung von Stärken und Schwächen beim Rechnen ist eine wichtige, wenn nicht sogar die wichtigste Komponente bei der Förderung und Behandlung. Je früher desto besser – allerdings mit den heutigen Mitteln eine schwierige Aufgabe für Lehrpersonen mit Klassengrössen von bis zu 25 Schülerinnen und Schülern.

Dyskalkulie ist heute in der pädagogischen Fachwelt ein anerkanntes und auch wissenschaftlich erforschtes Problem. Obwohl in der Gesellschaft die Akzeptanz dafür zunimmt, bleiben noch viele Rechenschwächen unerkannt.

Analyse einer Rechenschwäche

Um eine Rechenschwäche zu diagnostizieren, bedarf es zuverlässiger Testverfahren. Obwohl Intelligenz- und Rechentests nicht unumstritten sind, sind sie zur Diagnose notwendig, um das Ausmass und die Bereiche der Probleme festzustellen.

Wir stellten aber fest, dass viele der angewandten Rechen- und Diagnosetests Defizite aufweisen:

- spezifische Wahrnehmungsbereiche bleiben oft unberücksichtigt
- primär Ergebnis orientiert (nur richtig oder falsch) – Prüfung des Verständnisses ist oft sekundär
- Systematik der Fehler und Lösungswege schwer erkennbar

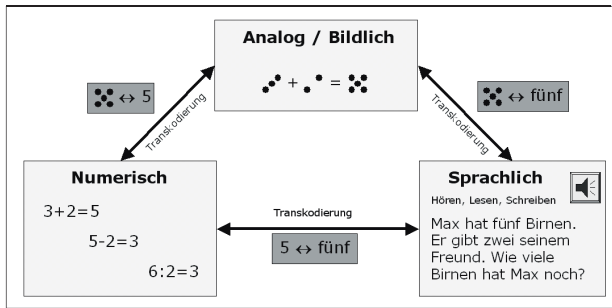


Abb. 1: «Triple-Code»-Modell nach Stanislas Dehaene (1999)

- Testniveau schwer auf unterschiedliche Stufen anpassbar – selten über 2. Klasse-Niveau
- Gesamtbetrachtung des Kindes verdeckt spezifische Problembereiche
- verursachen von «Prüfungsstress»
- Durchführung und Auswertung zeitaufwändig, hohes Fachwissen erforderlich

Unsere Analyse ergab, dass ein Hilfsmittel fehlt, welches:

- individuell, dem Niveau des Kindes angepasste Übungs- und Test-Aufgaben stellt;
- den Lernerfolg überwacht und darstellt;
- sowie mögliche Problembereiche hervorhebt.

Mit der Entwicklung der Internet-Anwendung MatheFacts besteht nun ein Hilfsmittel, welches diese Lücke füllt.

Der Einsatz von Computern mit entsprechenden Anwendungsprogrammen ermöglicht ein gezieltes Analysieren der falsch gelösten Rechenaufgaben. Diese Analyse macht Lehrpersonen und Eltern viel früher auf Stärken und Schwächen des Kindes aufmerksam und eine gezielte Förderung oder Behandlung kann rechtzeitig eingeleitet werden.

Konzept

Im Gegensatz zur Sprache besitzt der Mensch fürs Rechnen im Hirn kein «Rechenzentrum». Ein gutes Modell zur Erklärung der Rechenvorgänge im menschlichen Hirn wurde von Stanislas Dehaene (1999) mit dem «Triple-Code»-Modell entwickelt (vgl. Abbildung 1, oben). Demnach wird eine Mathematikaufgabe, je nach Repräsentation, in einem oder mehreren Hirnbereichen wahrgenommen und verarbeitet.

Zur gezielten Suche nach Stärken und Schwächen werden in MatheFacts die Mathematikaufgaben so gegliedert und gezielt gestellt, dass eine Auswertung der Fehler in den verschiedenen Bereichen möglich wird. Dabei wird nach folgenden Aspekten gegliedert:

- Wahrnehmungsbereich: analog-bildlich, numerisch, sprachlich
- Operation: zählen, addieren etc.
- Darstellungsform: Zahlenstrahl, Text etc.
- Abstraktion: abstrakt, symbolisch etc.

Durch das behutsame Steigern des Schwierigkeitsgrades bei den Aufgaben fördert MatheFacts das aktiv-entdeckende Lernen. Weiter wird durch das regelmässige Üben von relativ vielen verschiedenen Aufgaben bereits Gelerntes automatisiert.

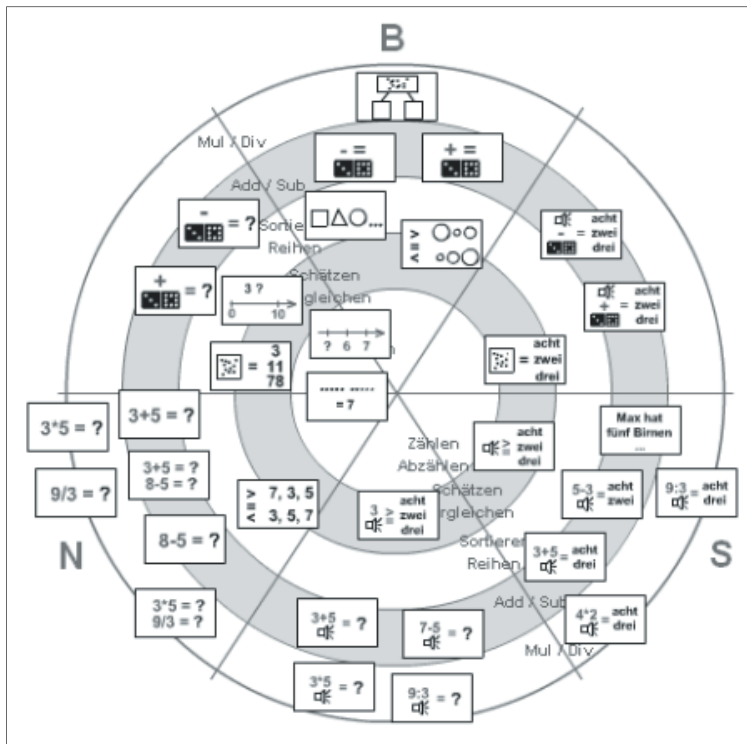


Abb. 2:
Das edex-Modell

Das edex-Modell

Eine Herausforderung stellte die Darstellung dieser gegliederten Aufgaben dar. Basierend auf Dehaenes Triple-Code, entwickelten wir ein neuartiges Modell. Es eignet sich ideal, die gegliederten Mathematikaufgaben den entsprechenden Wahrnehmungsbereichen zuzuordnen. Wir nennen es, entsprechend dem Namen unserer Firma, das edex-Modell (siehe Abbildung 2, oben).

Die Kreissegmente stellen die Wahrnehmungsbereiche und deren Schnittstellenbereiche dar. Die konzentrischen Kreise repräsentieren die verschiedenen mathematischen Operationen. Ein Aufgabentyp («Komponent» = rechteckiges Symbol, z.B. zählen mit dem Zahlenstrahl) beinhaltet bis zu 25 Aufgaben. Durch die entsprechende Positionierung der Komponenten, sowie deren Symbolik, ist eine einfache visuelle Erfassung von Wahrnehmungsbereich, Operati-

on und Darstellungsform auf einen Blick möglich.

MatheFacts – das Produkt

Die Internet-Anwendung MatheFacts besteht im Wesentlichen aus den zwei Teilen *MatheClick* und *MatheCheck*. Weiter stehen umfangreiche Administrations- und Demonstrations-Funktionen zur Verfügung.

MatheClick – Aufgaben lösen

Zur Bestimmung der mathematischen Stärken und Schwächen werden von der Schülerin oder vom Schüler, je nach MatheFacts-Anwendung, zwischen 250 bis 600 Aufgaben gelöst. Dabei müssen nicht alle Aufgaben auf einmal gelöst werden, sie können über mehrere Tage verteilt werden.

MatheFacts stellt die Aufgaben entsprechend dem Können der oder des Lernenden. Der Schwierigkeitsgrad wird laufend ange-

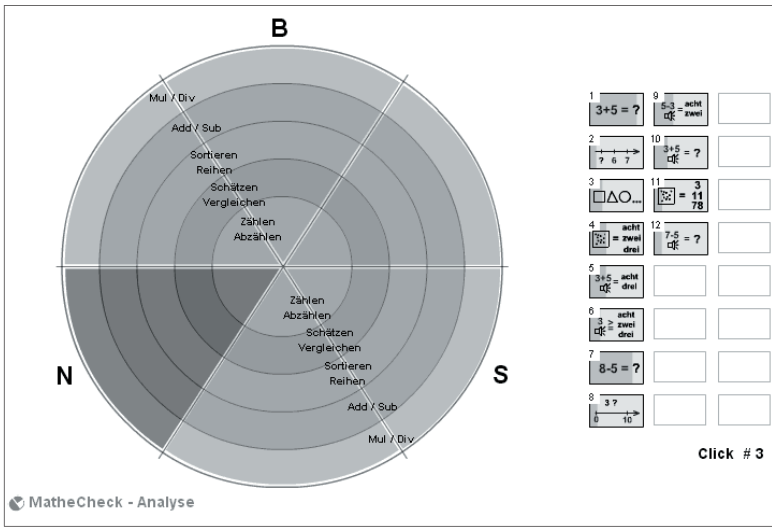


Abb. 3: Resultateübersicht mit dem edex-Modell

passt, das heisst, wenn die Fehlerhäufigkeit steigt, wird der Schwierigkeitsgrad gesenkt. Wird aber eine Reihe von Aufgaben richtig gelöst, wird der Schwierigkeitsgrad erhöht.

MatheCheck – Resultate

Die Resultate werden von MatheFacts analysiert und ein detailliertes Fehlerprofil erstellt. Das edex-Modell ermöglicht eine Präsentation der Stärken und Schwächen auf einen Blick, es gibt Auskunft über die Stärken und Schwächen der Schülerin oder des

Schülers in den jeweiligen Wahrnehmungsbereichen und den ausgeführten Komponenten (vgl. Abbildung 3, oben).

Ein Mausklick auf einen Komponenten führt zur Detailübersicht (vgl. Abbildung 4, unten).

Hier kann jede gelöste Aufgabe nochmals bis ins Detail angeschaut werden. Zeitbedarf, Gliederungstyp, Fehleranalyse, Schwierigkeitsgrad und -verlauf sowie weitere Angaben werden übersichtlich dargestellt.

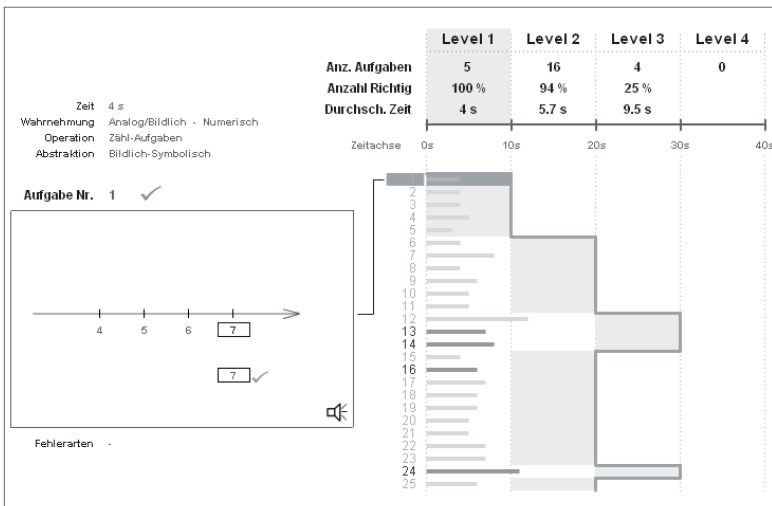


Abb. 4: Detailübersicht der Resultate

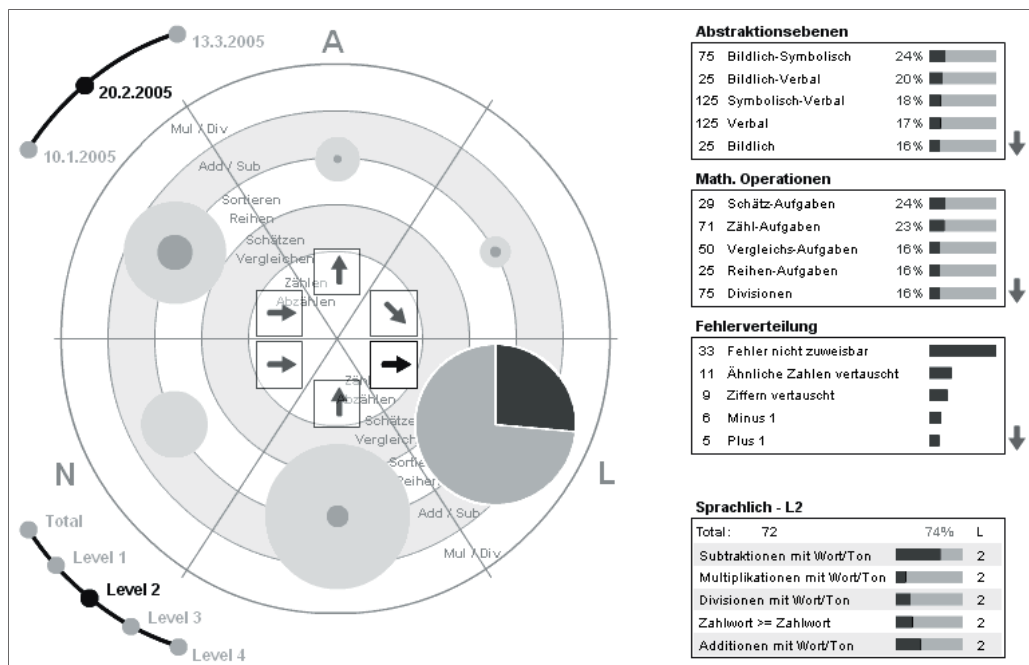


Abb. 5: Überblick über die gesamte Analyse

Die Detailübersicht ist ideal, um mit der Schülerin oder dem Schüler die Aufgaben zu besprechen.

Eine andere Darstellung ermöglicht die Analyse einer ganzen Anwendung (vgl. Abbildung 5, oben).

Dargestellt werden Anzahl der gelösten Aufgaben und Fehlerraten in den Wahrnehmungs- und Abstraktionsbereichen sowie den mathematischen Operationen. Weiter werden Angaben zur Häufigkeit der gefundenen Fehlertypen gemacht. Quervergleiche zu vorherigen Anwendungen und Filterung nach Schwierigkeitsgrad sind ebenso möglich.

Besonderheiten des Programms

MatheFacts ermittelt die besonderen mathematischen Stärken und Schwächen von Kindern im Alter von 6 bis 12 Jahren. Durch die automatische Anpassung des Schwierigkeitsgrades und der Aufgabentypen fördert

und fordert es die Lernenden auf ihrem individuellen Niveau.

Grosse Aufmerksamkeit wurde bei der Entwicklung auf eine einfache, gezielte Darstellung gelegt. Diese erleichtert den Kindern die Konzentration auf das Wesentliche und hilft beim Erkennen von mathematischen Abstraktionen und Mustern.

Der Vergleich der aktuellen Resultate mit den vorherigen erlaubt eine einfache Lernerfolgskontrolle und somit die gezielte Förderung von Stärken und Schwächen. Frei definierbare Anwendungs- und Aufgabenkonfigurationen bieten die Möglichkeit der Anwendung für spezielle Anforderungen.

Da die Anwendung internetbasiert ist, kann das Programm überall und jederzeit benutzt werden. Dies z.B. im Klassenverband, zu Hause und auch in der Therapie. Die Anwendung erlaubt weiter, die Daten eines Schülers oder einer Schülerin tempo-

rär, z.B. für einen Heilpädagogen, zur Abklärung freizuschalten. MatheFacts läuft auf jedem Computer mit Internet-Anschluss und kann mehrsprachig eingesetzt werden. Die deutsche und englische Version sind bereits realisiert. Die französische, italienische und spanische Version folgen nächstens.

Erste Resultate

Das Feedback von bereits durchgeführten Präsentationen für Fachleute war sehr positiv und die ersten Tests mit Kindern sehr Erfolg versprechend. Wir machten dabei folgende Beobachtungen:

- Die Kinder konnten MatheFacts nach sehr kurzer Instruktionszeit selbstständig benutzen.
- Die gestellten Aufgaben wurden sehr schnell und mit wenigen Rückfragen verstanden.
- Da MatheFacts immer mit Schwierigkeitsgrad 1 beginnt, herrschte oft anfänglicher Übermut («ist ja einfach!»). Dieser wich sehr schnell aufmerkamer Konzentration, wenn MatheFacts den Schwierigkeitsgrad erhöhte.
- Die audiovisuellen Komponenten und Schätzaufgaben, welche mit der Maus gelöst werden, sind sehr beliebt.
- Das Ausbleiben von Fehlermeldungen führte erst zu Erstaunen, dann zu einem unverkrafteten, zügigen Lösen der Aufgaben.

Kritische Betrachtungen

MatheFacts wurde nach den aktuellen Kenntnissen der Pädagogik und Hirnforschung entwickelt. Obwohl die Anwendung von MatheFacts oft zu erstaunlich guten Resultaten führt, darf nicht vergessen werden, dass es sich hier nur um ein Hilfsmittel handelt, das die Fachperson nicht ersetzen kann. Aus diesem Grund bietet MatheFacts auch keine «pfannenfertige» Diagnose, son-

dern beschränkt sich auf das Aufzeigen von Stärken und Schwächen. Bei einer Dyskalkulie wird Hilfe von einer Fachperson, welche sich mit Rechenstörungen auskennt, benötigt. MatheFacts kann in einer Therapie sehr hilfreich sein, darf aber keinesfalls als alleinige Lösung des Problems betrachtet werden.

Ausblick

Obwohl MatheFacts schon ein vollständiges Produkt ist, sehen wir noch enorme Erweiterungsmöglichkeiten. Speziell in den Bereichen

- Computer unterstützte Fehleranalyse,
 - Aufzeigen und Aufzeichnen von Lösungswegen,
 - gemeinsames Besprechen von Aufgaben,
 - und intelligente Textaufgaben
- sehen wir noch viel Potential, um die Anwendung noch nützlicher zu machen.

Den Kindern das Erfolgserlebnis und die Freude am Rechnen zurückzubringen ist unsere Vision!

Marco Forster und Rolf Sigrist

edex-Synapsys AG

Altenbachstrasse 16c, 8832 Wollerau

info@edex.ch

Literatur

Dehaene, S. (1999). *Der Zahlensinn oder warum wir rechnen können*. Basel: Birkhäuser Verlag.