

01/2020

RUHRFUTUR

# FU TU R:

**MATHEMATIK AUF  
SCHRITT UND TRITT**

**→ VON DER FRÜHKINDLICHEN  
BILDUNG BIS ZUM  
BERUFSEINSTIEG**



## Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser,

wir leben in einer Zeit, in der Mathematik – oder zumindest ihre Teildisziplin Statistik – eine schon fast unerhörte Präsenz hat. Seit Jahresbeginn verfolgen wir gebannt die Infektionszahlen, setzen sie in Relation zu weiteren Daten wie verfügbaren Krankenhausbetten und sehen sie zusammengefügt in Zeitreihen. Diese Zahlen sprechen keineswegs für sich; stets müssen wir sie in Kontexte bringen, damit sie interpretierbar und handlungsleitend sind.

In dem Beispiel kommen ganz sicher nicht die freudvollen Seiten der Mathematik zum Ausdruck, aber es zeigt, dass die Beschäftigung mit Zahlen nicht allein etwas für Spezialist\*innen ist. Analog dazu geht die Relevanz des Faches Mathematik weit über sich selbst hinaus. Wenn Sprache als Schlüssel zur Bildung gilt, dann ist dies sicher nicht minder für Mathematik der Fall. Und umgekehrt: Wenn der Zugang zu Mathematik und ihr sicheres Beherrschen nicht gelingen, dann wird sie zu einer Hürde für Bildungserfolg.

Tatsächlich zeigen die großen Schulleistungsuntersuchungen wie PISA für Deutschland deutliche, häufig herkunftsbedingte Unterschiede. So erreicht am Gymnasium mehr als ein Drittel der Fünfzehnjährigen eine der beiden höchsten Kompetenzstufen in Mathematik, während an den weiteren Schulformen ein Drittel kaum mehr als die grundlegendsten Kenntnisse besitzt. Auch wenn Deutschland insgesamt überdurchschnittliche Werte erzielt, offenbaren diese Studien einen besorgniserregenden rückläufigen Trend.

Der Handlungsbedarf ist somit groß, und ähnlich wie für Sprache bieten sich eine frühe Diagnostik und unterstützende Maßnahmen über die gesamte Bildungsbiografie an. Bereits in der früh-



kindlichen Bildung können mathematische Vorläuferkompetenzen wie das Mengenverständnis gestärkt werden. In der Schule gewinnt Mathematik fortlaufend an Bedeutung, um beispielsweise komplexere natur- und sozialwissenschaftliche Sachverhalte erfassen und beschreiben zu können. Entsprechend zentral sind mathematische Kompetenzen schließlich für ein erfolgreiches Studium, auch wenn dies vielfach zu Beginn unterschätzt wird.

Bei RuhrFutur engagieren wir uns in vielfältiger Form und entlang der gesamten Bildungskette dafür, dass Mathematik für erfolgreiche Bildungsbiografien keine Hürde mehr darstellt. Die vorliegende FUTUR: dokumentiert dies umfassend und vielfach auch unterhaltsam.

Sicherlich ist dies alles auch ein Resultat davon, dass die Beschäftigung mit Zahlen quasi in der DNA von RuhrFutur liegt. Wir laden Sie ein, auf den folgenden Seiten eine Reise in die faszinierende Welt der Zahlen zu unternehmen und viele Menschen kennenzulernen, die sich ihnen verschrieben haben.

Herzliche Grüße  
Ihr

Dr. Oliver Döhrmann, Geschäftsführer

**4**  
**„Mathematik ist wie ein Rätsel lösen“**  
Hochschulpräsidentin Susanne Staude erzählt von ihrem Werdegang

**8**  
**Von Daten zu Taten**  
Interview mit Julia Balke und Markus Küpker von RuhrFutur

**12**  
**Vom Zählen zum Zerlegen**  
Wie der Erwerb mathematischen Wissens verläuft

**14**  
**Rechenschwierigkeiten vorbeugen**  
Von der Theorie in die Praxis

**16**  
**Der etwas andere Familienausflug: Family Math Nights**  
Ein Gastbeitrag von Anne Sliwka und Britta Klopsch

**20**  
**Gemeinsam den Übergang gestalten**  
„Mathe aus einem Guss“

**22**  
**Studienstart ohne Stolpersteine**  
Mathe und Beratung: Unterstützungsangebote im Übergang von der Schule zur Hochschule

**26**  
**Mathematik auf Schritt und Tritt**  
Ein Gastbeitrag von Albrecht Beutelspacher

**30**  
**Interaktion statt Popcorn-Kino!**  
Interview mit Frajo Ligmann über digitalen Unterricht

**34**  
**Mathematik öffnet Türen**  
Individuelle Förderung am Berufskolleg Ostvest in Datteln

**39**  
**RuhrFutur**  
Impressum und Bildnachweis

## „Mathematik ist wie ein Rätsel lösen“

Ich komme aus einer mathematisch vorbelasteten Familie. Mein Großvater war Mathelehrer, meine Großmutter und meine Mutter haben Mathe und Musik unterrichtet und mein Vater war Physikprofessor. Mathematik nicht zu können, ist in unserer Familie sozusagen keine Option.

Gleichzeitig war Mathematik bei uns nie ein großes Thema. Für meine Eltern war es selbstverständlich, dass meine Brüder und ich uns mit Zahlen beschäftigt haben. Wir wurden zum Einkaufen geschickt und mussten das Wechselgeld zählen. Ich erinnere mich, dass mein jüngster Bruder als Dreijähriger Zahlen im Tausenderraum nach ihrer Größe sortieren konnte. Förderung hieß: Wenn wir Interesse zeigten oder Fragen hatten, haben wir in der Familie darüber gesprochen – mehr nicht.

Ich bin in den 70er-Jahren groß geworden – ganz im Sinne der antiautoritären Erziehung. Meine Eltern waren durch die 68er geprägt und schickten uns in einen Kinderladen. Dort schaute man vor allem, woran wir Spaß hatten. Wir waren viel draußen im Wald, wo ich gerne geklettert bin. Zu Hause haben meine Eltern uns ganz viel vorgelesen – nicht explizit, um das Lesen zu fördern, sondern weil es dazugehörte. Genauso selbstverständlich gehörte die Mathematik dazu.

Auf meinem Einschulungsfoto sind an der Tafel im Hintergrund Wörter zu sehen, die ich noch nicht lesen konnte; das fand ich doof. In den ersten Schultagen war ich irritiert, dass wir nicht sofort zu schreiben und zu rechnen begannen, sondern ausmalen, schneiden und kleben mussten. Ich war sehr lernbegierig, aber meine Eltern haben nicht mit mir vorgeübt.

Insgesamt war ich gut in der Schule. Ich bin aber keine Perfektionistin; meine Schrift ist krakelig und beim Rechnen war ich nicht geduldig genug um sicherzustellen, dass immer alles



1976, erstes Schuljahr: „An der Tafel sind Wörter zu sehen, die ich noch nicht lesen konnte; das fand ich doof.“

richtig war. Erst in der Oberstufe hatte ich in Mathe mal eine Eins. Da bin ich mit Fragen in Mathe und Physik manchmal zu meinem Vater gegangen. Ansonsten haben meine Eltern mich nicht großartig unterstützt oder Hausaufgaben kontrolliert; es gab auch keinen Leistungsdruck.

Ich bin immer gerne zur Schule gegangen. Mein Lieblingsfach war Mathe, später habe ich auch gerne Spanisch gemacht. Physik fand ich gut, Bio und Chemie eher nicht, das war mir zu viel Auswendiglernen. Insgesamt fiel mir das Lernen nicht schwer. Meine Lehrerin hat mich manchmal ermahnt, weil ich meinem Sitznachbarn etwas erklärt habe, während sie noch sprach. Jetzt denke ich, dass sie mich hätte bitten sollen, es der ganzen Klasse zu erklären. Als ich älter war, habe ich auch gegen Bezahlung Nachhilfe gegeben, hauptsächlich in Mathe.

Ob ein Fach Spaß macht oder nicht, hängt aus meiner Sicht viel von der Lehrkraft ab. Ich hatte einen Mathelehrer, der immer Geschichten um die Mathematik erzählte – zum Beispiel, wie die Brüder Binomi die binomischen Formeln erfanden. Das vergisst man nie wieder! Auf die Klausuren malte er Comics. Da war so viel Spaß drin!



Nach dem Abi wollte ich zunächst gar nicht studieren, sondern etwas von der Welt sehen. Ich ging nach London und habe dort gejobbt – vor allem im Hotel und in der Gastronomie, was man so machen kann ohne Ausbildung. Zwischendurch habe ich Deutsch als Fremdsprache unterrichtet. Irgendwann beschloss ich, doch zu studieren. Ich dachte an Psychologie, weil ich ein gutes Einfühlungsvermögen habe und etwas machen wollte, das mit Menschen zu tun hat und sinnvoll ist. Mathe kam nicht infrage: viel zu abstrakt und zu wenig verbunden mit dem Leben. Mir fehlte das „Wozu?“. Eine Freundin in London brachte mich dann auf Umwelttechnik – „Special Environmental Engineering“, wie es dort hieß. Umweltbewegt war ich schon immer, sozialisiert durch die Anti-Atomkraft-Bewegung in den späten 70er-Jahren. In den 80ern kam der saure Regen und 1992 die Klimakonferenz in Rio mit dem Beschluss, den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren.

Im Studium der Umwelttechnik stehen der Nachhaltigkeits- und Umweltgedanke im Vordergrund: Es geht darum, ein Produkt so zu entwerfen, dass es in der Produktion und später im Gebrauch möglichst wenig negative Umwelteinflüsse hat. Das war damals völlig neu und es hat mich absolut angesprochen. Seit meinem Abitur waren fünf Jahre vergangen. Mein Gehirn war wie ausgetrocknet und ich habe wie ein Schwamm alles aufge-

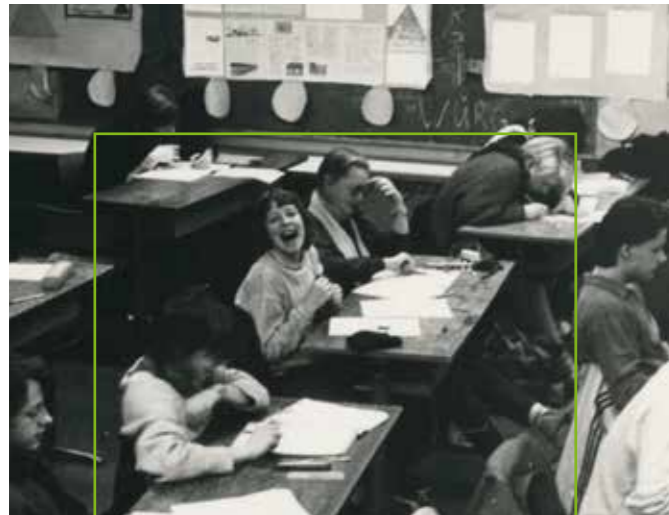
saugt. Es war allerdings nicht einfach, weil ich anfangs die englischen Fachbegriffe nicht verstand und meine Mathekenntnisse aus der Schulzeit teilweise vergraben waren. Bei einem Besuch wiederholte mein Vater mit mir den Stoff, den er schon vor dem Abitur mit mir gemacht hatte. Er konnte es nicht fassen, dass ich mich an nichts erinnern konnte.

Ich hatte große Lust zu lernen. Mathematik ist wie ein Rätsel lösen: Man weiß, dass es eine Lösung gibt und man nur den Trick finden muss, um sie herauszukriegen. Regeln anwenden, Muster und Zusammenhänge erkennen – das ist es, was mich an Mathe fasziniert. Kopfrechnen macht mir keinen Spaß. Insgesamt erscheint mir Mathematik nicht sinnvoll und anwendungsbezogen genug, um mich ernsthaft damit zu beschäftigen. Das ist wie in einem Escape Room: Zwei Stunden lang macht es Spaß, aber man möchte sein Leben nicht dort verbringen. Wenn ich hingegen ein Produkt so entwickle, dass es umweltfreundlich ist, hat das für mich einen Sinn.

In die Fachrichtung Thermodynamik bin ich eher zufällig gerutscht. Der Professor erzählte so begeistert von den Strömungsverhältnissen in der Nase des Menschen, dass ich dachte: Das muss doch ein cooles Fach sein! So bin ich zur Thermodynamik gekommen und mit dem Fach in die Automoto-

bilindustrie. Durch ein Praxissemester ergab sich ein interessantes Vorstellungsgespräch bei einer Firma in Shoreham an der englischen Südküste. Die Firma war in der Motorenentwicklung tätig. Da habe ich nach dem Studium als Entwicklungsingenieurin angefangen. Verbrennungsmotoren sind unglaublich spannende Maschinen! Es gibt sie seit über hundert Jahren, und immer noch sind zum Beispiel die Verbrennungsabläufe nicht vollständig verstanden. Dafür konnte ich mich eine Zeit lang begeistern, obwohl ich mich nie für Autos interessiert habe.

Durch eine Entsendung unseres Arbeitgebers sind mein Mann und ich nach Deutschland zurückgekehrt. Wir hatten mittlerweile einen Sohn und ich wollte Teilzeit arbeiten. Das war – und ist – als Ingenieurin besonders schwierig. Irgendwann habe ich mir eingestanden, dass ich aus der Automobilindustrie raus musste, weil mir der Sinn abhandengekommen war. Ich fand es zwar gut, Autos umweltfreundlicher zu machen, wollte aber eigentlich, dass man gar keine Autos mehr benutzt.



1984, Mathearbeit: „Regeln anwenden, Muster und Zusammenhänge erkennen – das ist es, was mich an Mathe fasziniert.“

Wenn man eine Weile in der Industrie war, ist es nicht so leicht, sich komplett umzuorientieren. Bildung erschien mir als sinnvolle Alternative. So bin ich an die Hochschule gekommen – zunächst als wissenschaftliche Mitarbeiterin an die Fachhochschule in Köln. Ich wollte schauen, ob es etwas für mich wäre, Lehrende an einer Hochschule zu sein. Als Assistentin im Dekanat habe ich mich um die Umstellung von Diplom auf Bachelor und Master gekümmert. Es hat mir viel Spaß gemacht, mich mit der Organisation und Strukturierung von Studiengängen zu beschäftigen und meine Erfahrungen aus England einzubringen. In der Zeit habe ich meine Tochter bekommen. Und mir wurde klar, was mein berufliches Ziel war: Professorin an einer Fachhochschule!

Mein damaliger Chef hat mich sehr gefördert. Er nahm mich jedes halbe Jahr zur Seite und sagte: „Frau Staude, was machen wir mit Ihrer wissenschaftlichen Weiterqualifikation?“ An der Fachhochschule ist es nicht so einfach mit einer Promotion, deshalb habe ich mich extern umgeschaut. Ich bewarb mich auf mehrere Promotionsstellen, wurde aber abgelehnt. Mein Lebenslauf war ja auch skurril. Wer sollte glauben, dass ich mit Mitte dreißig noch promovieren kann? Mein Vater riet mir, das nächste Mal einfach anzurufen und um ein persönliches Gespräch zu bitten, und das hat dann auch funktioniert. Ich sagte ganz ehrlich, dass ich Spaß an dem Forschungsthema hätte, aber nicht wüsste, ob ich experimentelles Geschick hätte.

„Ich wusste nicht, ob ich experimentelles Geschick habe.“



Letztlich hat mir beides viel Spaß gemacht. Ich habe geforscht und in der Lehre mitgeholfen. Dann wurde ich schwanger mit meinem dritten Kind. Das hat auch meine Forschung verändert: Ich stand weniger im Labor und habe dafür stärker an Simulationsmodellen gearbeitet.

Eine Begegnung auf einer Tagung des Deutschen Ingenieurinnenbundes half mir bei dem nächsten Schritt auf dem Weg zur Professur: Eine Ingenieurin, die gerade eine Professur angetreten hatte, erklärte mir den Bewerbungsprozess und machte mir Mut. Ich bewarb mich in Düsseldorf, allerdings ohne Erfolg. Ein Bekannter schickte mir schließlich die Stellenausschreibung aus Bottrop: eine Professur für Thermodynamik und Fluidenergiermaschinen. Im Februar 2010 habe ich mich mit Erfolg beworben, bis September die Promotion größtenteils geschrieben und dann ein halbes Jahr lang an der Hochschule Ruhr West schon Lehre gemacht, während ich die Promotion beendet und meine Disputation vorbereitet habe. Für die Promotion musste ich noch Prüfungen nachholen und dazu meine Mathekenntnisse auffrischen ... und all das mit drei Kindern. Das war eine anstrengende Zeit!

## Prof. Dr. Susanne Staude

Susanne Staude ist in Frankfurt geboren. Als Kleinkind lebte sie mit ihrer Familie in Oxford (Großbritannien) und Dortmund, ihre Schulzeit verbrachte sie in Bremen. Nach dem Abitur lebte Susanne Staude in London und studierte an der Brunel University Special Environmental Engineering. Nach ihrem Studienabschluss war sie in England und Deutschland als Entwicklungsingenieurin in der Automobilindustrie tätig, bevor sie als Dekanatsassistentin an die Fachhochschule Köln wechselte. An der Universität Duisburg-Essen war die dreifache Mutter wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Thermodynamik und promovierte dort zur Doktor-Ingenieurin. Seit 2011 ist Susanne Staude Professorin für Thermodynamik und Fluidenergiermaschinen am Institut Energiesysteme und Energiewirtschaft der Hochschule Ruhr West in Mülheim an der Ruhr. 2019 wurde sie zur Präsidentin der Hochschule gewählt.

beratung, denn oftmals sind Schwierigkeiten im Studium kein Matheproblem; vielmehr zeigen sich in Mathe die Probleme, die man allgemein hat: Wenn ich es nicht schaffe, mich zum Lernen hinzusetzen, zeigt sich das in Mathe, weil man in diesem Fach lernen muss. Das heißt aber nicht, dass ich Mathe nicht kann. Das Gute an Mathe ist, dass man schnell Erfolgserlebnisse hat. Wenn eine Aufgabe richtig ist, kann man das gut selbst erkennen. Es gibt nur richtig oder falsch – anders als bei einer Deutscharbeit.

Auf meinem Weg bin ich immer wieder auf das Vorurteil gestoßen, dass Mädchen oder Frauen Mathe nicht so gut können. Früher war das noch expliziter, aber auch heute ist diese Haltung noch da. Wenn mein Mann und ich zum Beispiel zur Bank gehen und über einen Kredit verhandeln, wird von meinem Mann viel eher erwartet, dass er mit Zahlen jonglieren kann. Wenn ich die Fragen stelle, ernte ich oft konsternierte Blicke. Diese Vorurteile herrschen auch in Kindergärten und Schulen – und das ist meiner Meinung nach fatal!

**Protokoll: Martina Biederbeck**

Für meine Doktorarbeit habe ich an Flammen geforscht und daran, wie bestimmte Zusätze die Flammengeschwindigkeit verändern. Das hat mich sehr gefesselt, aber irgendwann hätte ich mir vermutlich wieder die Frage gestellt: Wo liegt der Sinn? Da ist es schon sehr viel interessanter, hier Professorin zu sein und sich zu fragen: Was müssen die Studis wissen, damit aus ihnen gute Ingenieurinnen und Ingenieure werden? In jedem Fall braucht man dafür ein mathematisches Grundverständnis. Ansonsten hängt es sehr davon ab, in welche Richtung man geht. Wenn ich hauptberuflich Lehrende geblieben und nicht ins Präsidium gegangen wäre, hätte ich mich fachlich in Richtung Wärmeübertragung weiterentwickelt. Dafür braucht man eine kompliziertere Mathematik.

Ich selbst habe Mathe immer nur als Werkzeug eingesetzt. Mathematik hilft, Muster zu erkennen, zu abstrahieren, nicht immer im Detail zu bleiben, sondern Gesamtzusammenhänge zu sehen. Auch in meiner jetzigen Rolle als Hochschulpräsidentin ist Zahlenverständnis wichtig, zum Beispiel das Gefühl für eine Größenordnung. Wann sind fünf Millionen viel und wann wenig? Es geht darum, Zahlen abschätzen zu können, und um das überschlägige Rechnen. Ich glaube, das können die meisten Menschen lernen. Oft fehlt es an der Lust zu üben und nicht am Grundverständnis für Zahlen.

Mathe hat allgemein ein negatives Image – auch bei vielen unserer Studierenden. Das Problem ist: Wenn ich denke, Mathe ist schwer, bin ich auch nicht so gut. Die Mathefähigkeit wird von vielen Dingen beeinflusst. Wenn ich von vornherein abschalte, kann es nichts werden. Mathematik hat zwei Komponenten: Die eine sind Fertigkeiten, die man immer wieder üben muss. Regeln kann ich nur erkennen, wenn ich sie gut verinnerlicht habe. Die andere Komponente ist die Fähigkeit zur Abstraktion. Für ein Ingenieurstudium braucht man beides. Die Grundlogik ist notwendig, um abstrahieren zu können. Was haben fünf Äpfel mit der Zahl Fünf zu tun? Das ist total abstrakt. Die grundsätzliche Fähigkeit, abstrahieren zu können, brauche ich später als Ingenieurin. Mathe ist eine Möglichkeit, diese Fähigkeit zu trainieren, aber man macht das in ganz vielen Fächern.

Vor dem Studienstart bieten wir unseren Studienanfängerinnen und -anfängern Vortests, damit sie sehen können, wo sie in Mathematik stehen. Daraufhin bekommen sie ein Angebot. Parallel zu den Mathevorlesungen gibt es bei uns digitale Übungen. Mathe lässt sich sehr gut mit digitaler Unterstützung trainieren. Auch Schlittschuhlaufen muss man üben; man kann nicht aufs Eis gehen und sofort losfahren. Über unser „Lernzentrum upgrade“ bieten wir den Studierenden viel Unterstützung an, zum Beispiel das Mathe Help Desk, das wir mit Unterstützung von RuhrFutur und in Zusammenarbeit mit der TU und FH Dortmund eingerichtet und weiterentwickelt haben. Man kann einfach hinkommen, seine Aufgaben erledigen und wenn man eine Frage hat, wendet man sich an die studentischen Tutorinnen und Tutoren. Das Angebot ist verbunden mit der Studien-

## Von Daten zu Taten

Verlässliche Daten und gründliche Analysen bilden die Grundlage, um das Bildungssystem verbessern zu können. Dr. Markus Küpker verantwortet gemeinsam mit Julia Balke das Handlungsfeld Daten und Analyse bei RuhrFutur. Im Interview erläutern sie, welche Daten entlang der Bildungsbiografie Auskunft über mathematische Kompetenzen geben und wie regionales Bildungsmonitoring funktioniert.

### Das Arbeitsmaterial für Ihre Analysen sind Daten. Woher stammen diese Daten und wie gelangen sie zu RuhrFutur?

**Küpker:** Wenn man sich mit Bildungsmonitoring beschäftigt, schaut man auf die gesamte Bildungsbiografie. Daher sind es ganz unterschiedliche Situationen und Institutionen, mit denen man zu tun hat. Sie alle produzieren Daten, verwalten sie aber auf unterschiedliche Art und Weise. Das heißt: Es gibt nicht einen Ort, an dem die Daten liegen; es gibt auch nicht nur eine Form von Daten.

**Balke:** Wir arbeiten zum Beispiel mit amtlichen Daten, die wir überwiegend vom Statistischen Landesamt NRW, aber auch vom Statistischen Bundesamt und von der Bundesagentur für Arbeit bekommen. Zum Teil bekommen wir Auswertungen, weil wir die Daten nicht haben dürfen. Das ist bei den Schuleingangsuntersuchungen der Fall. Im Falle der Studierendenbefragungen haben wir Zugang zu den Daten, stimmen aber die Auswertungen mit den Hochschulen ab.

### Warum sind diese Daten wichtig für die Arbeit der Bildungsinitiative?

**Küpker:** RuhrFutur hat den Auftrag, das Bildungsmonitoring für die Region zu unterstützen. Wie in der Wirtschaft, so sind Daten auch in der Bildung ein zentraler Faktor. Wenn Sie gute Bildung „produzieren“ wollen, sollten, ja müssen Sie auf jeden Fall Daten heranziehen. Daten versetzen uns in die Lage, Folgen von Interventionen empirisch statt aus dem Bauch heraus beurteilen zu können.

### Nehmen wir mal ein Beispiel. In den letzten Jahren haben Sie groß angelegte Studierendenbefragungen an den RuhrFutur-Hochschulen durchgeführt. Was war der Ausgangspunkt dafür?

**Balke:** Einige Hochschulen hatten schon einmal Befragungen durchgeführt und wollten mehr wissen über ihre Studierenden. Andere Hochschulen, die ihre Studierenden noch nicht befragt hatten, hatten die Möglichkeit, sich erstmals damit zu befassen. Die Art von Daten, die wir bei den Studierendenbefragungen sammeln, hatten die meisten Hochschulen noch nicht. Es sind Daten, die Studierende freiwillig geben.

Julia Balke (links) und  
Dr. Markus Küpker (rechts) im  
Gespräch mit Martina Biederbeck



**Küpker:** Welche Daten eine Hochschule sammeln darf, wird durch Gesetze geregelt. Es sind Informationen, die eine Hochschule benötigt, um ihre Aufgabe zu erfüllen – zum Beispiel die Adresse oder die Art und Note der Hochschulzugangsberechtigung. Fragen nach der Studienfinanzierung oder Gründen für den Studienverzug gehören nicht dazu. Deswegen gibt es Bereiche, in denen Hochschulen gar nicht viel über ihre Studierenden wissen. Indem wir Studierende auf freiwilliger Basis befragen, gelangen wir an diese Daten. Sie sollen helfen zu verstehen, welche Problemlagen bei Studierenden möglicherweise vorliegen, auf die man reagieren kann. Die Hochschulen haben die Befragungsinstrumente gemeinsam mit uns entwickelt und wir werten sie gemeinsam aus. Es gibt eine Studieneingangsbefragung im ersten und eine Studienverlaufsbefragung im fünften Fachsemester.

### Das klingt nach einem arbeitsintensiven Prozess. Was haben die Hochschulen davon?

**Balke:** Sie bekommen die Möglichkeit, ein solches Befragungsinstrument an ihrer eigenen Hochschule zu etablieren und dabei auf den Erfahrungen der anderen aufzubauen. Sie können gemeinsame Aspekte einbringen – zum Beispiel das Thema Stipendienkultur –, aber auch Schlüsse aus ihren eigenen Daten ziehen.

### Und wo liegt der Mehrwert aus der Sicht von RuhrFutur?

**Küpker:** RuhrFutur blickt auf die Region und ihre Hochschullandschaft als Ganzes. Wir möchten die Kollaboration der Hochschulen untereinander, aber auch mit anderen Bildungsakteuren – Kommunen, dem Land oder Begabtenf rderungswerken – unterstützen und auf strukturelle Veränderungen für mehr Chancengleichheit hinwirken. Die gemeinsamen Daten der Hochschulen sind eine ideale Grundlage dafür, von- und miteinander zu lernen und von dort ausgehend gemeinsame Prozesse der Qualitäts- und Hochschulentwicklung zu starten. Gemeinsam ist es möglich, auf der Grundlage von Daten Strukturen zu verändern. Von Daten zu Taten – das ist wohl der wichtigste Aspekt!

**Schauen wir einmal auf das Thema, mit dem wir uns in diesem Magazin beschäftigen: auf die Mathematik. Gibt es dazu interessante Daten aus den Studierendenbefragungen – zum Beispiel, ob es einen Zusammenhang gibt zwischen Schwierigkeiten mit dem Fach und Studienabbruch bzw. -verzug?**

**Küpker:** Studienverzug und Studienabbruch sind zwei verschiedene Themen. Zum Studienabbruch können wir gar nichts sagen, weil wir keine Studienabbrecher\*innen befragt haben, sondern Studierende, die an einer Hochschule eingeschrieben sind. Beim Thema Studienverzug haben wir gefragt, ob die Studierenden momentan mit dem Studium gegenüber dem Studienverlaufsplan in Verzug sind. Hier ist die Bewertung ohne tiefergehende Analyse schwierig: Vielleicht holen einige Studierende diesen Verzug ja auf oder der Verlaufsplan ist zu ambitioniert für die durchschnittlichen Studierenden.

**Balke:** Dass Mathematik sehr anspruchsvoll ist, kann individuell so wahrgenommen werden. Studierende der Ingenieurwissenschaften werden das auch eher als Grund angeben als Geisteswissenschaftler\*innen. Und ob das Studium am Ende länger gedauert hat und wie stark es sich verzögert hat, wissen wir nicht – und die Fünftsemester zum Zeitpunkt der Befragung auch nicht. Man muss die Daten differenziert und mit fortgeschrittenen statistischen Verfahren auswerten, um zu validen Erkenntnissen zu gelangen.

**Wie verläuft der Auswertungsprozess in der Regel?**

**Küpker:** Wenn erste Auswertungen interessante Ergebnisse für bestimmte Themen liefern – beispielsweise zu Mathematikschwierigkeiten und Studienverzug – dann können die Hochschulen gemeinsam beschließen, hier weiter auszuwerten. Diese Ergebnisse könnten dann den Anlass bilden, Personen aus den Hochschulen in den Austausch zu bringen, die mit dem beobachteten Phänomen zu tun haben. Stellt sich das Phänomen in der Praxis tatsächlich so dar? Gibt es Unterschiede zwischen Hochschulen, Hochschultypen oder Fächergruppen? Letzten Endes geht es im Optimalfall darum, über die Daten in die konkrete Zusammenarbeit und zu strukturellen Veränderungen zu kommen.

**RuhrFutur beschäftigt sich mit der gesamten Bildungsbiografie. An welcher Stelle werden erstmals verlässliche Daten über mathematische Kenntnisse und Fähigkeiten erhoben?**

**Balke:** Das geschieht bei den Schuleingangsuntersuchungen, also am Übergang von der frühen Bildung in die Grundschule. Die Gesundheitsämter der Kommunen testen dabei jedes Kind auch im Bereich Zählen und Mengenvorwissen. Weil diese Tests normiert sind, liefern sie sehr aussagekräftige Daten, die auch Vergleiche zwischen den Kommunen erlauben.

**Küpker:** Die Daten aus den Schuleingangsuntersuchungen sind allerdings streng geschützt. Wir haben für den Bildungsbericht Ruhr eng mit dem Landeszentrum Gesundheit (LzG) zusammengearbeitet. Das LzG bekommt diese Daten auf rein freiwilliger Basis von den Gesundheitsämtern und macht für uns Auswertungen daraus, die von den Kommunen genehmigt sind; die Daten selbst bekommen wir gar nicht zu Gesicht. Die Auswertungen sind für das Verständnis der Vorgänge an Kitas und Grundschulen sehr erhellend.



**Was lässt sich daran zum Beispiel zeigen?**

**Küpker:** Wenn Sie umfangreiche und aussagekräftige Daten aus unterschiedlichen Bereichen zur Verfügung haben, können Sie Phänomene differenzierter betrachten. Ist die Entwicklung eines Kindes beispielsweise im Bereich Sprache nicht altersgemäß, so kann das natürlich Ursachen in der körperlichen Entwicklung haben, für die das Kind eine besondere Förderung erhalten sollte. Wir können aber auch sehen, dass es offenbar einen Zusammenhang mit „externen“, sozioökonomischen Merkmalen gibt: Armut ist ein Entwicklungsrisiko für Kinder. Die Bildung der Eltern hat ebenfalls einen Einfluss: Je höher die Bildung der Eltern ausfällt, desto häufiger verfügen die Kinder über eine altersgerechte Sprachentwicklung. Aus der Kenntnis solcher Zusammenhänge bieten sich Ansatzpunkte für Maßnahmen.

**Welche Zusammenhänge können Sie ganz konkret erkennen?**

**Balke:** Zum Beispiel zeigten bei den Schuleingangsuntersuchungen 15 Prozent der Kinder im Ruhrgebiet im Auswertungszeitraum 2017 Auffälligkeiten im Bereich Zahlen und Mengen; das sind zwei Prozentpunkte mehr als in Gesamt-NRW. Innerhalb des Ruhrgebiets gibt es sogar einzelne Kommunen, die bei über 30 Prozent liegen.

**Küpker:** Hier besteht ein deutlicher Zusammenhang mit der Sprachentwicklung. Das gilt übrigens für deutschsprachige und anderssprachige Kinder gleichermaßen. Es bedeutet aber auch: Liegt keine altersgerechte Sprachkompetenz vor, dann können nur drei von fünf Kindern problemlos Objekte und Formen erkennen und zeichnen und nur zwei von drei Kindern sind in der Lage, altersgerecht mit Zahlen und Mengen umzugehen. Wenn Sie die Sprachbildung stärken, könnten Sie damit zugleich den altersgerechten Umgang der Kinder mit Zahlen und Mengen verbessern und perspektivisch auch die Mathematikleistungen in späteren Bildungsabschnitten. Es ist wichtig, diese Komplexität zu verstehen. Daher gilt: Je mehr Daten man hat, desto genauer lassen sich Zusammenhänge und Wirkungen erkennen.

**Wie entstehen aus den Daten und Analysen die Maßnahmen im Rahmen von RuhrFutur?**

**Balke:** Wir sitzen nicht am Tisch und denken uns eine Maßnahme aus. Das machen die Kommunen und Hochschulen. Wir bringen sie zusammen und unterstützen sie dabei. Institutionen wie Jugendämter und Kindertageseinrichtungen haben die Zahlen bei ihrer täglichen Arbeit im Blick und entwickeln gemeinsam Ideen für neue Maßnahmen oder Ansätze, um bewährte Programme zu übertragen.

**Küpker:** Uns geht es beim Bildungsmonitoring um die Frage: Was können wir sehen und was bedeutet das, was wir sehen? Viele der Herausforderungen in dieser Region sind keine Privatangelegenheit einer Kommune, sondern betreffen alle. Wir bemühen uns, Handlungsbedarfe empirisch zu identifizieren,



und wir sorgen dafür, die Befunde gemeinsam zu betrachten und zu interpretieren. Das bedeutet nicht, dass wir direkt Handlungsempfehlungen aussprechen können. Dafür sind wir keine Expert\*innen, das muss zusammen mit Menschen aus der Wissenschaft oder aus der Praxis geschehen.

**Wie kann es gelingen, durch Bildungsmonitoring mehr Chancengleichheit zu schaffen?**

**Küpker:** Indem wir auf viele Daten im Bildungssystem gucken, können wir Dinge identifizieren, die man an diesem System im Hinblick auf mehr Chancengleichheit ändern kann. Schwierigkeiten mit dem Fach Mathematik im Studium haben womöglich nicht unbedingt etwas mit dem Individuum zu tun, sondern mit dem System: weil man einen bestimmten Weg durch das Bildungssystem genommen hat oder weil es Probleme mit der Studienfinanzierung gibt. Man muss sondieren, wer etwas daran ändern kann. Dafür ist der Kontakt zwischen den Institutionen wichtig.

**Für den Bildungsbericht Ruhr 2020 haben Sie Akteure aus unterschiedlichen Institutionen zusammengebracht und in Workshops relevante Themen identifiziert. Wozu dient dieses aufwendige Prozedere?**

**Küpker:** Anders als der erste, 2012 erschienene Bildungsbericht, dessen Themen und Inhalte von einem zwanzigköpfigen wissenschaftlichen Konsortium bestimmt worden waren, sollte der jetzige Bericht „aus der Region für die Region“ entstehen. Wir haben den Bericht deshalb von Anfang an als partizipativen Prozess betrachtet und mit zentralen Akteuren des Bildungssystems im Ruhrgebiet erarbeitet. Der Bildungsbericht, den wir jetzt herausbringen, ist zudem der Anfang eines auf Dauer angelegten Prozesses, nämlich einer regionalen Bildungsberichterstattung, die auf einem kontinuierlichen Monitoring aufbaut. Genauso wie den Bildungsbericht wollen wir das Bildungsmonitoring auch in Zukunft gestalten: transparent, partizipativ und kollaborativ. Es war ein Wagnis, alle Beteiligten mitzunehmen; es hat aber unterm Strich gut funktioniert und schon jetzt viele positive Aspekte gebracht.

**Balke:** Durch das wiederholte Zusammenkommen vertiefen sich zum Beispiel die Beziehungen. Die Beteiligten erleben, dass sie ein ernsthaftes Anliegen miteinander teilen. Ein Bildungsbericht kann noch so gute Ergebnisse liefern, aber ebenso wichtig ist, dass er auch gelesen und ernst genommen wird. Wenn die Kommunen den Bericht auch als ihren Bericht wahrnehmen, ist es uns gelungen, diese Akzeptanz zu schaffen.

**Welche Ziele verfolgen Sie noch mit dem Bericht?**

**Küpker:** Neben dem gemeinsamen Wirken geht es auch um datenbasierte Steuerung. Kooperation hilft, Kirchturmdenken zu überwinden. Kooperation eröffnet Handlungsspielräume, ermöglicht Abstimmung zum Beispiel in der Schulentwicklungsplanung oder darüber, wie man Matching-Prozesse bei der Studien- und Berufswahl verbessern kann. Wenn Bildungsakteure sich stärker als Akteure für das Ruhrgebiet verstehen, kann das zu gemeinsamen Bildungsstrategien führen.

**Sie wollen das Bildungsmonitoring fortsetzen. Gibt es schon Pläne für den nächsten Bildungsbericht?**

**Küpker:** Auf der Basis dessen, was während der Arbeit an diesem Bericht gewachsen ist, kann man viel schneller auf aktuelle Entwicklungen reagieren und in höherer Frequenz Berichte herausbringen, die von allen getragen werden. Ich würde mir wünschen, dass wir schon Ende 2021 ein Update hätten, das die Effekte von Corona abbildet. Was wir jetzt veröffentlichen, ist der letzte Stand vor der Pandemie. Wir wissen, dass die Pandemie wie ein Brennglas Schwächen des Bildungssystems sichtbar macht und Bildungsdisparitäten vergrößert; daher ist es wichtig, genau zu schauen, wo diese Effekte auftreten und wie sie im Einzelnen aussehen.

**Frau Balke, Herr Küpker: Herzlichen Dank für das Gespräch.**



## Vom Zählen zum Zerlegen

Mathematisches Wissen baut systematisch aufeinander auf. Das bedeutet, dass Kinder neue Lerninhalte an bereits bestehende anknüpfen und diese vernetzen. Dabei können sie einzelne Lernschritte nicht überspringen; sie müssen die Lerninhalte nach und nach erwerben. Warum das so ist, erklären Wissenschaftler\*innen der Universität Duisburg-Essen anhand eines Entwicklungsmodells.

Wenn Kinder einen bestimmten Lernschritt noch nicht bewältigt haben, der Unterricht jedoch fortgesetzt wird, können Lücken zwischen ihrem Vorwissen und dem aktuellen Lerngegenstand entstehen. Sie können dem Unterricht meist nicht mehr folgen und bauen ihr Wissen nur oberflächlich und wenig nachhaltig auf. Vor diesem Hintergrund sind Rechenschwierigkeiten als verzögerte Entwicklungsverläufe zu betrachten: Da Kinder ihr Vorwissen nicht dem Lerninhalt anpassen können, muss der Lerninhalt an ihr Vorwissen angepasst werden. Dabei hilft die Kenntnis typischer Lernverläufe, wie Entwicklungsmodelle sie beschreiben.

Das Entwicklungsmodell arithmetischer Konzepte beschreibt, wie Kinder im Alter von vier bis acht Jahren arithmetische Konzepte entwickeln. Es basiert auf einer umfassenden Theoriegrundlage und ist empirisch validiert. Das Modell umfasst sechs verschiedene Levels, die hierarchisch aufeinander aufbauen, jedoch nicht gänzlich voneinander abgegrenzt sind. Wie überlappende Wellen sind einzelne Leistungen eines späteren Levels bisweilen auch schon früh verfügbar, ohne dass das ganze Konzept entwickelt worden sein muss (Abb. 1).

### In die Wiege gelegt

Der Erwerb mathematischen Wissens beginnt nicht erst mit der Einschulung. Wenn Kinder in die Grundschule kommen, besitzen sie bereits viele wichtige Konzepte. Einige davon haben sie im Vorschulalter erworben, einige sind angeboren. Das angeborene mengenspezifische

Wissen ist in zwei Kernsysteme gegliedert: Das OTS („object tracking system“) und das ANS („approximate number system“). Zentrale Eigenschaft beider Systeme ist, dass sie Anzahlen vergleichen können, ohne auf Zählprozessen



zu beruhen. Das OTS ermöglicht es, kleine Mengen von bis zu vier Elementen präzise zu unterscheiden. Das bedeutet, dass Kinder zum Beispiel ohne zu zählen ein Bild mit zwei Punkten von einem Bild mit drei Punkten unterscheiden können. Demgegenüber erlaubt das ANS die unpräzise Unterscheidung größerer Mengen, sofern deren Verhältnis klein genug ist (zum Beispiel 2:3). Empirische Studien konnten diese Kernsysteme bereits bei sechs Monate alten Säuglingen nachweisen.

Um auch größere Mengen präzise miteinander vergleichen zu können, nutzen wir Menschen ein beeindruckendes Werkzeug: das Zählen. Dieses setzt sprachliche Fertigkeiten voraus. Wie eine Vielzahl empirischer Studien zeigt, sind sprach-

Prof. Dr. Annemarie Fritz-Stratmann und Dr. Moritz Herzog von der Universität Duisburg-Essen machen die wissenschaftlichen Erkenntnisse für die Praxis nutzbar.



liche und mathematische Entwicklung eng verwoben. Kinder lernen Zahlworte und können diese oftmals bereits im jungen Alter in der korrekten Reihenfolge reproduzieren. Allerdings geht mit dem sprachlichen Wissen nicht zwingend ein numerisches Verständnis einher.

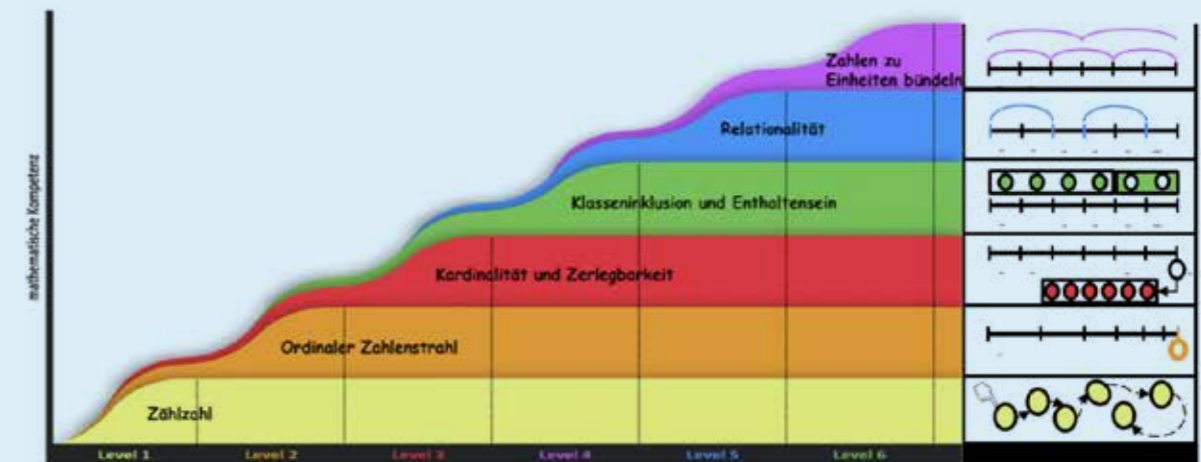


Abbildung 1: Entwicklungsmodell arithmetischer Konzepte

#### Level I: Zählzahl

Zählen zu lernen bildet das erste Level des Entwicklungsmodells. Auf diesem Level können Kinder kleine Mengen bis etwa zehn sicher aus- und abzählen: Auf Nachfrage können sie eine bestimmte Anzahl Objekte geben oder eine gegebene Menge bestimmen. Kinder erwerben Zählfertigkeiten sukzessive. Zu Beginn ihrer Entwicklung lernen sie, ein Objekt sicher zu geben; nach größeren Zahlen gefragt, geben sie zufällig eine beliebige Zahl außer eins. Dann lernen sie bis zwei sicher zu zählen: Auf Nachfrage geben sie ein bzw. zwei Objekte sicher; nach größeren Zahlen gefragt, produzieren sie erneut beliebige Zahlen außer eins und zwei. Dieses Schema wiederholt sich nachweisbar für die Zahlen bis fünf. Studien zeigen, dass es im Durchschnitt über ein Jahr dauert, bis Kinder sicher vier oder mehr Objekte abzählen können. Dies verdeutlicht die enorme konzeptuelle Lernleistung, die hinter dem Zählenlernen steht.

#### Level II: Ordinaler Zahlenstrahl

Auf dem zweiten Level erkennen Kinder, dass Zahlen eine Orientierung besitzen: Je später sie in der Zahlwortreihe auftauchen, umso größer sind sie. Kinder können Zahlen nun hinsichtlich ihrer Größe („Welche Zahl ist größer: die 6 oder die 5?“) und ihrer Position („Welche Zahl kommt vor der 4?“) vergleichen. Dies geschieht grundsätzlich zählend. Auf diesem Level können Kinder auch einfache Rechenaufgaben wie  $3 + 4$  zählend lösen, indem sie erst die eine Menge (3), dann die andere Menge (4) abzählen und mit Fingern oder Material repräsentieren und schließlich die Gesamtmenge (7) auszählen. Dieses sogenannte zählende Rechnen gilt als zentrales Merkmal und als Ursache für Rechenschwierigkeiten. Während zählende Rechenstrategien im Vorschulalter grundsätzlich altersangemessen und typisch sind, muss das anhaltende zählende Rechnen in der Schuleingangsphase als Risikofaktor für Rechenschwierigkeiten betrachtet werden.

#### Level III: Kardinalität und Zerlegbarkeit

Auf Level III begreifen Kinder, dass Zahlen auch Mengen repräsentieren können. Damit erhalten Zahlen die mengenbeschreibende („kardinale“) Eigenschaft, eine bestimmte Anzahl Objekte zu bezeichnen. Als Mengen aufgefasst werden Zahlen zerlegbar (zum Beispiel 8 in 3 und 5). Dadurch können Kinder effektivere Rechenstrategien verstehen wie etwa Zerlegungsstrategien ( $7 + 8 = 7 + 3 + 5 = 10 + 5 = 15$ ) oder dezimale Strategien ( $12 + 17 = 12 + 10 + 7 = 22 + 7 = 29$ ). Zudem fassen Kinder, die das dritte Level bereits erworben haben, Operationen anders auf: Addition und Subtraktion verweisen nun nicht mehr zwingend auf Zählhandlungen, sondern auf zwei Mengen, die vereinigt werden (Addition) bzw. eine Menge, die zerlegt wird (Subtraktion). Der Grundstein für das Verständnis von Teil-Teil-Ganzes-Beziehungen ist gelegt.

#### Level IV: Konzept des Enthaltenseins und der Klasseninklusion

Die Zerlegung einer Zahl führt zu einer Gleichung mit drei Mengen: der Ausgangsmenge (Gesamtmenge) und den beiden Teilmengen. Teilmengen und Gesamtmenge bilden zusammen eine fest definierte Beziehung, in der die Teilmengen äquivalent zur Gesamtmenge sind. Bei der Addition und Subtraktion wird diese Äquivalenz durch das Gleichheitszeichen ausgedrückt. Wenn Kinder diese Beziehung zwischen den Teilmengen und der Gesamtmenge verstanden haben, können sie auch Additions- und Subtraktionsaufgaben lösen, bei denen nicht nur nach der Endmenge ( $4 + 2 = ?$ ) sondern auch nach der Austausch- ( $4 + ? = 6$ ) oder der Ausgangsmenge ( $? + 2 = 6$ ) gefragt wird.

#### Level V: Konzept der Relationalität

Die Zahlenstrahlvorstellung, die auf Level II erworben wird, ist noch unpräzise. Für die Kinder wichtig ist lediglich die Abfolge der Zahlen; die Abstände zwischen den Zahlen berücksichtigen sie noch nicht. Erst wenn das ordinale Wissen um die Abfolge der Zahlen mit dem kardinalen Wissen um die Mengen, die von Zahl zu Zahl um + 1 größer werden, verbunden wird, wird deutlich, dass auch die Abstände zwischen aufeinander folgenden Zahlen auf dem Zahlenstrahl je gleich groß sind (+ 1). Damit bekommen die Kinder ein Messinstrument in die Hand, das es ihnen erlaubt, unabhängig von der Null Abschnitte auf dem Zahlenstrahl zu bestimmen (von 3 bis 8), Beziehungen zwischen Zahlen herauszufinden (Karl ist 8 Jahre, Emil ist 5 Jahre älter) und Differenzen zwischen Mengen zu bestimmen (Anna hat 5 Stifte, Lars hat 9 Stifte; Lars hat 4 Stifte mehr als Anna).

#### Level VI: Konzept des gleichmächtigen Bündelns von Zahlen

Lernen Kinder auf Level IV, dass Zahlen flexibel zerlegt werden können (8 in 3 und 5 und 2 und 6), so wird mit dem Wissen um die Gleichabständigkeit zwischen den Zahlen klar, dass auf dem Zahlenstrahl Abschnitte gleicher Größe bzw. gleicher Abstände abgebildet bzw. Zahlen in Teilmengen gleicher Größe zerlegt werden können (8 in 4 und 4 oder 8 in 2 und 2 und 2 und 2). Diese Bündel werden zu neuen abstrakten, zusammengesetzten Einheiten. Dieses Konzept ist wichtig, um Multiplikation und Division zu verstehen, aber auch um die „Bündel“ zu je 10 Einzelnen als Bündelheit „Zehner“ zu begreifen, eine entscheidende Voraussetzung für das Verständnis des dekadischen Stellenwertsystems.

# Rechenschwierigkeiten vorbeugen

Auf der Basis des beschriebenen Entwicklungsmodells arithmetischer Konzepte haben die Psychologin Prof. Dr. Annemarie Fritz-Stratmann und ihr Team von der Universität Duisburg-Essen Tests und Trainings für Kitas und Grundschulen entwickelt. Sie helfen, das Niveau der mathematischen Fähigkeiten eines Kindes zu ermitteln und individuell zu fördern.



In einer von RuhrFutur unterstützten Fortbildungsreihe lernen pädagogische Fachkräfte aus Kitas und Schulen, diese Tests und Trainings in ihren Einrichtungen einzusetzen. Zudem erfahren sie, wie Kinder mathematische Kompetenzen erwerben, woran Rechenschwierigkeiten schon früh zu erkennen sind und wie sich mit gezielter Förderung gegensteuern lässt. Die Fortbildungsreihe läuft unter dem Titel „Rechenschwierigkeiten – vorbeugen, früh erkennen und früh fördern“; sie ist 2018 als Pilotprojekt in Essen gestartet.

„Früherkennung ist wichtig, denn die Frustration wächst schnell, wenn ein Kind im Unterricht nicht mehr mitkommt“, sagt Meryem Sönmez, Projektmanagerin im Handlungsfeld Frühkindliche Bildung bei RuhrFutur. Doch Hilfe suchen Eltern und Erziehende oft erst im dritten Schuljahr, wenn die mathematische Entwicklung eines Kindes verzögert ist. Weil diese Problematik in Fachkreisen bekannt ist, haben Akteur\*innen aus drei verschiedenen Institutionen – Kompetenzteam Essen, Regionale Schulberatung der Stadt Essen und Universität Duisburg-Essen – mit der Fortbildungsreihe gemeinsam eine Lösung erarbeitet.

## Den Übergang erleichtern

„Kinder lernen anders als Erwachsene“, erklärt Meryem Sönmez. „In der frühkindlichen Entwicklung ist zum Beispiel das Lernen durch Spielen von großer Bedeutung.“ Zudem erwerben schon Babys und Kleinkinder in Alltagssituationen wichtige Vorläuferkenntnisse für die Schule. Daher ist es förderlich, dass bei der Fortbildungsreihe Erziehende und Lehrende aus Kita und Schule miteinander ins Gespräch kommen. „Alle, die im Bildungsbereich agieren, sollten für das Thema sensibilisiert werden und erfahren, wie man mit den wissenschaftlich erprobten Diagnoseinstrumenten und Fördermaterialien arbeitet“, wünscht sich Delia Temmler, Leiterin des Handlungsfelds Frühkindliche Bildung bei RuhrFutur. Ein gemeinsames Verständnis erleichtere die Zusammenarbeit und den Übergang des Kindes von der einen Institution in die andere.

Delia Temmler ist überzeugt, dass präventive Maßnahmen Wahrnehmungsstörungen entgegenwirken können. „Rechenschwierigkeiten resultieren oft aus Wahrnehmungsstörungen. Eine Rechenschwäche kann sich zum Beispiel darin zeigen, dass ein Kind in der Kita oder zu Hause bestimmte Spiele meidet.“ Manchmal genüge es, die alltagsintegrierte Förderung zu verstärken: Messer und Gabeln zählen beim Tisch decken, Hüpf- oder Kartenspiele machen, nach Farben und Formen sortieren. In anderen Fällen bedürfe es einer Therapie. „Optimal wäre es, wenn in den Kitas multiprofessionelle Teams mit Fachkräften aus der Heilpädagogik und der Ergotherapie arbeiten würden.“

Aus Gesprächen mit Erziehenden und Lehrenden weiß Delia Temmler, dass Kinder, die spielerisch ihre Wahrnehmung und ihre Sinne schulen und im Alltag viele Begegnungen mit der Mathematik haben, sich mit dem Rechnen leichter tun. Auch Bewegung ist wichtig, denn sie unterstützt die Verknüpfung der Gehirnhälften. Eltern können ihre Kinder fördern, indem sie Gesellschaftsspiele mit ihnen machen und dem Nachwuchs Freude an Bewegung vermitteln. Denn eines ist klar: „Kinder wollen lernen“, sagt Meryem Sönmez, „und diese Motivation kann ihnen die Tür zur Welt der Mathematik öffnen.“

Delia Temmler,  
Leiterin des Handlungsfelds  
Frühkindliche Bildung  
bei RuhrFutur,  
und Meryem Sönmez,  
Projektmanagerin im  
Handlungsfeld



In Kürze erscheint bei RuhrFutur ein Handbuch zum Projekt „Rechenschwierigkeiten vorbeugen“. Dank der positiven Resonanz auf das Pilotprojekt in Essen wurde die Fortbildungsreihe bereits in Mülheim an der Ruhr adaptiert. Weitere Kommunen sollen folgen.



## Der etwas andere Familienausflug: Family Math Nights

Ottawa, in einer Schule am Rande der Innenstadt, um 18 Uhr abends: Gelöste Stimmung, Kinder und Eltern sitzen in der Aula an runden Tischen, auf denen Bauklötze liegen. Drei verkleidete Lehrerinnen spielen eine lustige Szene von einer Oma vor, die Kekse backt. In der Geschichte geht es immer wieder um Mathematik. An den Tischen, wo jeweils zwei bis drei Familien zusammensitzen, wird mithilfe der bunten Klötze eifrig diskutiert und gerechnet.

So beginnt eine „Family Math Night“ – eine im englischsprachigen Ausland, insbesondere in Kanada, den USA und Australien, an vielen Schulen genutzte Form der Zusammenarbeit mit Eltern. Die „Family Math Nights“ – manchmal auch als „Math Morning Tea“ angeboten – wollen auf die große gesellschaftliche Bedeutung von Mathematik aufmerksam machen und bildungsnah wie -ferne Eltern gewinnen, an den mathematischen Lernprozessen ihrer Kinder teilzunehmen und diese aktiv zu unterstützen.

Der eingangs beschriebene Abend in Ottawa klingt gesellig mit dem „Pot Luck“ aus, einem gemeinsamen Essen. Jede Familie steuert etwas zum Buffet bei, die Schule stellt die Getränke.

### Mathematik gemeinsam entdecken

Das Konzept der „Family Math Night“ ist ursprünglich an der Universität von Kalifornien in Berkeley entstanden, um Lehrkräfte darin zu unterstützen, Ideen und Übungsmaterialien für Eltern und Kinder zu erarbeiten. Daraus hat sich ein Programm entwickelt, das Eltern anleitet, gemeinsam mit ihren Kindern mit konkreten Materialien Mathematik zu entdecken und zu erleben – nicht als trockenes und schwieriges Schulfach, sondern vielmehr als spannenden Weltzugang (vgl. Stenmark, Thompson & Cossey, 1986).

Im Mittelpunkt jeder „Family Math Night“ steht daher die gemeinsame Beschäftigung mit Mathematik. Groß und Klein sollen Freude an der Mathematik entwickeln und erkennen, wie wichtig sie für den Alltag ist. Eltern sollen Einblicke erhalten, was die Kinder in Mathematik an der Schule lernen und warum sie dieses tun. Auf diesem Weg werden sie in das Schulleben ihrer Kinder einbezogen und verstehen, wie wichtig ihr Interesse an schulischen Inhalten für das Lernen ihrer Kinder ist (Furner 2018).

Insbesondere Schulen mit heterogener Schülerschaft profitieren sehr von den gemeinsamen „Family Nights“. Das liegt unter anderem daran, dass Eltern, denen das Lernen im Allgemeinen oder das Erlernen von Mathematik selbst schwergefallen ist, positive Zugänge zu Lernprozessen ihrer Kinder erhalten (Knowles, Harris & Van 2017). Die Familien haben gemeinsam positive Erlebnisse in der Schule, öffnen sich gegenüber dem Lernen und bekommen Einblicke in die schulische Arbeit, die ihnen sonst verwehrt bleiben. Das schulische Engagement lässt sich auf diese Weise ebenso deutlich erhöhen wie das Engagement, das die Eltern zu Hause in die Unterstützung der Kinder einbringen. Durch die Einladung in die Schule und die gemeinsame Mathematik-erfahrung setzen sich Eltern mit ihrer eigenen Einstellung gegenüber der Mathematik auseinander. Ihre Sicht auf das Lernen beeinflusst die fachbezogene Selbstwirksamkeit ihrer Kinder in hohem Maße (Mohr Schröder et al., 2017). Daher lässt sich durch eine positive Atmosphäre in der „Family Night“ die Leistungsbereitschaft der Kinder nachhaltig verändern (Maloney et al., 2015).

### Was geschieht bei einer „Family Math Night“?

Bei der „Family Math Night“ steht das mathematische Lernen im Vordergrund, das in unterschiedliche Aktivitäten und Spiele eingebettet ist. Die „Family Math Night“ ist somit ein besonderes Ereignis, bei dem es nicht nur um fachliches Üben, sondern auch um spielerisches Lernen zusammen mit den Familienmitgliedern und anderen Familien geht. In einer „Nacht“, die am späten Nachmittag beginnt und in der Regel 45 bis 90 Minuten dauert, bearbeiten die Familien an mehreren Stationen unterschiedliche mathematische Problemstellungen und Herausforderungen.

In Victoria, Australien, werden „Family Nights“ beispielsweise stets als „gemeinsame Bewältigung mathematischer Herausforderungen“ beschrieben. Sie zeigen, wie mathematische Fähigkeiten, mathematisches Verständnis und mathematische Heran-



Mathematik entdecken und erleben  
– nicht als trockenes und schwieriges  
Schulfach, sondern vielmehr als  
spannenden Weltzugang

gehensweisen helfen können, Probleme in den Themenfeldern Design, Bauwesen, Schiffstechnik, Luftfahrt und Navigation zu lösen. Die Herausforderungen dienen nicht nur dazu, sich in der reinen Mathematik zu üben; sie haben Bezug zur Lebenswelt und machen klar, in wie vielen Berufsfeldern Mathematik eine Rolle spielen und dazu beitragen kann, künftige Probleme zu bewältigen\*. Häufig finden sich an den Stationen neben einfacheren Aufgaben auch solche, die als „Herausforderung“ zu sehen sind. Letztere erfordern gemeinsames Knobeln und eine vertiefte Auseinandersetzung, die auch das Durchhaltevermögen, die Selbstregulation sowie die Kooperation der Teilnehmenden trainiert. Diese Differenzierung der Aufgaben motiviert die Kinder und ihre Familien, tiefer in die Themengebiete einzusteigen.

### Probleme verstehen und Lösungen finden

Die bei der „Family Night“ geförderten Fähigkeiten beschränken sich nicht nur auf das klassische Rechnen, sondern beinhalten auch das Sprechen und gemeinsame Abwägen über das Vorgehen, das Reflektieren von Herangehensweisen sowie das gemeinsame Bewältigen von Aufgaben. Ferner können an den einzelnen Stationen unterschiedliche überfachliche Kompetenzen gefördert

werden, etwa das Verstehen und Lösen von Problemen, das Argumentieren, das strategische Nutzen von Hilfsmitteln oder das exakte Erledigen von Aufgaben (vgl. Taylor-Cox & Diaz Cassi, 2018).

Zwei Grundsätze prägen die „Family Math Night“: die handlungsorientierte Auseinandersetzung mit Aufgaben durch die Nutzung so genannter „manipulatives“ und die aktive Aufforderung an die Schüler\*innen, über Mathematik zu sprechen. „Manipulatives“ sind in diesem Zusammenhang Objekte, durch deren Manipulation ein Lernender ein mathematisches Konzept wahrnehmen kann. Sie helfen Kindern und Jugendlichen, Konzepte durch entwicklungsgerechte praktische Erfahrungen wahrzunehmen und zu verstehen, abstrakte mathematische Konzepte mit Bedeutung zu versehen, neue Konzepte kennenzulernen und bereits bekannte miteinander zu verknüpfen. Die Materialien können darüber hinaus als Hilfestellung genutzt werden, wenn Schüler\*innen ihre Vorgehensweisen verdeutlichen möchten, oder als Ausgangspunkt für Gespräche über Mathematik dienen. Der zweite Grundsatz der „Family Math Night“, das Gespräch mit Kindern über Mathematik, ihre Bedeutung für den Alltag und ihre Anwendung, wird in den Fragestellungen der Stationen sichtbar. Die Fragen sollen alle Familienmit-



\*<https://www.education.vic.gov.au/about/events/vmc/Pages/default.aspx>

glieder dazu anregen, mathematisch zu denken und produktive mathematische Diskussionen anzustoßen. Dies soll dazu beitragen, dass sie auch außerhalb der „Family Math Night“, in den Austausch über mathematische Themen kommen, eigene Ansichten und Herangehensweisen formulieren sowie mit neuen Informationen umgehen können.

#### Wissen richtig anwenden

Wie in Deutschland sind auch die Bildungspläne der Länder, in denen die „Math Night“ populär ist, nach Kompetenzen aufgebaut (z. B. [www.corestandards.org/Math](http://www.corestandards.org/Math)). Diese Kompetenzorientierung bezieht sich auf ein tieferes Verständnis von Mathematik, das nicht nur die Anwendung von bestimmten Rechenoperationen umfasst, sondern auch die Anwendung des Wissens und die damit verbundenen Konzepte. Die Kompetenzen für die jeweiligen Klassenstufen beschreiben, was die Schüler\*innen verstehen, analysieren, modellieren und anwenden sollen. Bei der „Family Night“ ist oftmals für jede Station ein anderer mathematischer Schwerpunkt vorgesehen, zum Beispiel Verhältnisse und proportionale Beziehungen (Klasse 6–7); das numerische System (Klasse 6–8), Ausdrücke und Gleichungen (Klasse 6–8), Geometrie (Klasse 1–8) oder Statistik und Wahrscheinlichkeit (Klasse 6–8) (vgl. Taylor-Cox & Diaz Cassi, 2018).

#### Bildungspartnerschaften stärken

Bei der „Family Math Night“ nimmt die Lehrkraft keine grundsätzlich andere Rolle ein als im regulären Unterricht. Sie sollte Lernprozesse anleiten, unterstützen und soziale sowie zwischenmenschliche Beziehungen gestalten (vgl. Gudjons 2006, Klopsch 2019). Wenngleich die ersten beiden Rollen hauptsächlich in der Strukturierung der Aufgaben und deren Organisation bestehen – zum Beispiel dafür zu sorgen, dass an jeder Station stets die Verbrauchsmaterialien zur Verfügung stehen –, so müssen manche Stationen womöglich näher erläutert oder auch begleitet werden, je nachdem, wie die einzelnen Familien damit zurechtkommen.

Die Rolle der Lehrkraft besteht also zunächst darin, die mathematischen Erfahrungen der Lernenden und ihrer Eltern zu erleichtern. Daneben sollte sie die Familien an den einzelnen Stationen besuchen und stets dazu ermuntern, Dialoge über die Aufgabenstellungen zu führen und mathematisch zu denken. Auf diese Weise kann die Lehrkraft nicht nur die zwischenmenschliche Beziehung in den Familien stärken, sondern auch dazu beitragen, dass zwischen Schule und Eltern ein vertrauensvolles Verhältnis entsteht, das weit über die „Family Math Night“ hinaus Wirkung entfaltet.

#### Fazit

Es ist bekannt, dass das Fach Mathematik nicht nur bei einem Teil der Kinder, sondern auch bei Eltern mehr als andere Fächer Ängste weckt. Oft erschließt sich Lernenden nicht, wofür Mathematik überhaupt gut und wichtig ist. Mit den „Family Math Nights“ hat sich ein Format entwickelt, das Kinder und Eltern gemeinsam spielerisch an Mathematik heranzuführt, Berührungspunkte mit dem Fach abbaut, in anschaulichen und spielerischen Lernsituationen zeigt, dass Mathematik überall in unserer Lebenswelt vorkommt, für das Lösen vieler Probleme unerlässlich ist und richtig Spaß machen kann. Auf diese Weise wird nicht nur bei den Kindern, sondern auch bei ihren Familien, insbesondere den bildungsfernen, das Interesse an Mathematik gestärkt. Das ist eine wichtige Voraussetzung, um das mathematische Lernen mit Freude und Zuversicht zu unterstützen und zu begleiten.

#### Literatur

- Furner, J. M. (2018). Planning a Family Math Night-The How To's: A Checklist for Success, *Transformations*: Vol. 4 (1), <https://nsuworks.nova.edu/transformations/vol4/iss1/2>
- Gudjons (2006). *Neue Unterrichtskultur – veränderte Lehrerrolle*. Kinkhardt Verlag.
- Klopsch, B. (2019). *Quereinstieg leicht gemacht: Unterricht planen und gestalten*. Persen Verlag.
- Knowles, C., Harris, A., & Van Norman, R. (2017). Family Fun Nights: Collaborative Parent Education Accessible for Diverse Learning Abilities. *Early Childhood Education Journal*, 45(3), 393–401.
- Maloney, E. A., Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2015). Intergenerational Effects of Parents' Math Anxiety on Children's Math Achievement and Anxiety. *Psychological Science*, 26(9), 1480–1488.
- Mohr Schroeder, M. J., Jackson, C., Cavalcanti, M., Jong, C., Craig Schroeder, D., & Speler, L. G. (2017). Parents' Attitudes Toward Mathematics and the Influence on Their Students' Attitudes toward Mathematics: A Quantitative Study. *School Science and Mathematics*, 117(5), 214–22.
- Stenmark, J.K., Thompson, V., Cossey, R., & Hill, M. (1986). *Family Math*. Berkeley, CA: Lawrence Hall of Science, University of California.
- Taylor-Cox, J., & Diaz Cassi, M. (2018). *Family Math Night 6-8: Common Core State Standards in Action*: Vol. Second edition. Routledge.

#### Die Autorinnen:



#### Prof. Dr. Anne Sliwka

Die Erziehungswissenschaftlerin Anne Sliwka hat die Professur am Institut für Bildungswissenschaften mit dem Schwerpunkt Schulpädagogik an der Universität Heidelberg inne. Sie absolvierte ein Lehramtsstudium in Bonn und promovierte in Oxford zum interkulturellen Transfer von Bildungskonzepten. Anne Sliwka forscht über Schul- und Schulsystementwicklung sowie Lehrerprofessionalität in international-vergleichender Perspektive. Neben ihrer Lehrtätigkeit hat sie an Studien für die EU und die OECD mitgewirkt. Sie ist Mitglied im Fachbeirat von RuhrFutur.

#### Prof. Dr. Britta Klopsch

Die Erziehungswissenschaftlerin Britta Klopsch ist Professorin für Schulpädagogik am Institut für Berufspädagogik und allgemeine Pädagogik am Karlsruher Institut für Technologie. Sie absolvierte ein Lehramtsstudium, arbeitete im Schuldienst und in der Lehrerbildung und promovierte in Heidelberg zu der Erweiterung von Lernumgebungen durch Bildungspartnerschaften. Britta Klopsch forscht zur Lehrerprofessionalisierung und zur Schul- sowie Unterrichtsentwicklung.





Prof. Dr. Stephan Hußmann, Prof. Dr. Marcus Nührenbörger, Prof. Dr. Florian Schacht (v.l.n.r.) haben das Programm „Mathe aus einem Guss“ entwickelt.

## Gemeinsam den Übergang gestalten

Drei Mathematikdidaktiker – der eine forscht und lehrt im Bereich Primarstufe, die beiden anderen in der Sekundarstufe. Was sie verbindet, ist das gemeinsame Interesse am Übergang von einer Schulform in die andere. Was sie antreibt, ist der Wunsch, Unterricht weiterzuentwickeln. Gemeinsam haben sie das Programm „Mathe aus einem Guss“ entwickelt und bilden damit im Rahmen von RuhrFutur Lehrkräfte fort.

„Wir betrachten Mathematikunterricht aus unterschiedlichen Perspektiven“, berichtet Prof. Dr. Stephan Hußmann von der TU Dortmund. „Darüber sind wir miteinander ins Gespräch gekommen.“ Zu dem „Wir“ zählen neben Hußmann Prof. Dr. Marcus Nührenbörger, ebenfalls von der TU Dortmund, und Prof. Dr. Florian Schacht von der Universität Duisburg-Essen sowie deren Teams. Doch der wissenschaftliche Diskurs allein macht den Übergang von der Grundschule in die weiterführende Schule für Kinder nicht einfacher; er räumt auch nicht jene Vorbehalte aus, die manche Lehrende der einen Schulform gegenüber Kolleg\*innen der anderen Schulform hegen. „Daher haben wir beschlossen, nicht nur uns zusammenzubringen, sondern auch die Lehrkräfte“, erklärt Stephan Hußmann, „und zwar über das Fach Mathematik.“

Das Projektteam wollte jenseits der bereits existierenden allgemeinen Austauschformate auf der Fachebene Netzwerke zwischen Grundschulen und weiterführenden Schulen etablieren. „Wir haben in unserer Zusammenarbeit selbst erfahren, wie wertvoll der Blick aus der anderen Perspektive ist“, sagt

Marcus Nührenbörger. Diese bereichernde Erfahrung wollten sie Lehrkräften ermöglichen und sie als Expert\*innen mit ins Boot nehmen.

### Wie gelingt der Anschluss?

Dass es beim Übergang von einer Schulform in eine andere Schwierigkeiten geben kann, ist wissenschaftlich erforscht; ferner weiß man, dass diese zum Teil auf mangelnde Kooperation der Lehrenden zurückzuführen sind. „Dazu gibt es viele Studien“, bestätigt Florian Schacht. „Was allerdings fehlt, ist die fachbezogene Konkretisierung.“ Wie sieht die Anschlussfähigkeit fachlich aus? Was passiert eigentlich im Mathematikunterricht an der Grundschule und wie kann man in der Sekundarstufe sinnvoll daran anknüpfen? Genau das sind wesentliche Leitfragen der Fortbildungsreihe, die das Team aus Dortmund und Essen konzipiert hat. Das Programm adressiert nicht nur Lehrende, sondern auch Lernende: Die begleitende Forschung sieht neben Fragen zur Professionalisierung von Lehrkräften auch Interviews mit Schüler\*innen des vierten und fünften Jahrgangs vor, um zu prüfen, was inhaltlich bei ihnen ankommt.



Mit ihrer Projektskizze stießen die Mathematikdidaktiker bei RuhrFutur auf offene Ohren. „Doreen Barzel und ihr Team brachten noch eigene Vorstellungen ein und begleiten uns nun schon seit der Planungsphase“, freut sich Stephan Hußmann. Gemeinsam entwickelte man Fortbildungsinhalte und Materialien für Lehrkräfte der Klassen 4 und 5 und überlegte, wie man den Wissensstand und die Potenziale von Schüler\*innen sichtbar machen kann.

### Theorie und Praxis im Wechsel

Im Februar 2020 ging es dann an die Umsetzung: Teams aus fünf Dortmunder und acht Essener Schulen trafen sich zum ersten Fortbildungstag an der TU Dortmund. Um die Kooperation zwischen Grundschulen und weiterführenden Schulen zu stärken, bildete man für beide Städte sogenannte Qualitätszirkel: schulförmig gemischte Netzwerke, in denen sich die Lehrkräfte fachbezogen austauschen konnten. Diese Teams sollten zunächst Lerngelegenheiten entwickeln, dann in den Unterricht gehen und diese erproben, um beim nächsten Fortbildungstermin gemeinsam ihre Erfahrungen zu reflektieren. Vier Treffen sollten bis zu den Sommerferien erfolgen und drei danach, um die Lehrkräfte ganz konkret in der Phase der Übergangsgestaltung begleiten zu können. Die Corona-Pandemie hat

diese Planung, wie so vieles im schulischen Bereich, verändert: Seit März werden die Fortbildungen statt in Präsenz nun zunächst per Videokonferenz durchgeführt und der ursprüngliche Zeitplan wurde an die aktuelle Situation angepasst.

„Die Lehrkräfte sind durch die Hygienemaßnahmen jetzt stark herausgefordert“, berichtet Stephan Hußmann wenige Wochen nach dem Start des Schuljahres 2020/2021. „Und wir müssen schauen, wie wir mit den Online-Formaten noch näher an den Unterricht herankommen.“ Die Lehrenden gewöhnen sich an den Austausch per Videokonferenz, auch wenn dies zunächst eine Umstellung war, erklärt Marcus Nührenbörger, und Florian Schacht fügt hinzu, dass auch der Zeitrahmen für ein Online-Format anders gesteckt werden müsse als für eine Fortbildung vor Ort: „Länger als zwei Stunden eine Videokonferenz konzentriert zu verfolgen ist sehr anstrengend, zumal die Lehrkräfte virtuell auch zusammenarbeiten und Unterrichtsmaterialien weiterentwickeln.“

### Weiter trotz Widrigkeiten

Auch wenn der neue Fahrplan einige Änderungen für das Projektteam mit sich bringt, ist klar: Die Fortbildungsreihe geht weiter – zunächst mit den aktuellen Netzwerken aus Dortmund und Essen und ab 2021, sofern die Rahmenbedingungen es zulassen, zusätzlich mit weiteren Netzwerken. Die Nachfrage war schon beim Ankündigen der ersten Fortbildungsreihe Ende 2019 groß – ein deutliches Signal für die Relevanz des Themas an den Schulen. Die positive Resonanz der bisher rund 30 Teilnehmenden zeigt, dass nicht nur das Thema stimmt, sondern auch das Konzept. „Wir geben Impulse und zeigen den fachlichen Hintergrund auf“, fasst Marcus Nührenbörger zusammen. „Dadurch finden die Lehrkräfte Anregungen, um miteinander ins Gespräch zu kommen. Gerade dieses fachliche Gespräch – so berichten sie uns – hat ihnen zuvor gefehlt.“

Zustimmung gibt es auch seitens der Schulämter. Vertreterinnen der Kompetenzteams Essen und Dortmund nehmen an den Fortbildungen teil, um ihr Wissen anschließend in ihrem Wirkungskreis zu teilen. Genau das ist es, was die Initiatoren anstreben, um die Nachhaltigkeit über das Programm hinaus zu sichern: Moderator\*innen der staatlichen Lehrerfortbildung weiterqualifizieren, die sich für ein kooperatives und anschlussfähiges Unterrichten einsetzen – das ist Mathe aus einem Guss!

## Studienstart ohne Stolpersteine



Nie wieder Mathe! Wer nach dem Abitur glaubt, einen endgültigen Strich unter das Kapitel Mathematik ziehen zu können, irrt womöglich: In vielen Studiengängen kommt es zu einem Wiedersehen mit der „alten Bekannten“. Um böse Überraschungen zu vermeiden, haben drei Hochschulen eine Maßnahme entwickelt, die fachliche Unterstützung mit Beratung verbindet: Dortmunder Zentrum Studienstart und Lernzentrum upgrade – eine Gemeinschaftsinitiative der TU Dortmund, FH Dortmund und HRW: „DZS upgrade“.

Nicht nur angehende Ingenieur\*innen brauchen Mathematik; auch wer Grundschullehramt studiert, muss sich an der Hochschule erneut mit dem Fach beschäftigen. Für Studierende der Psychologie, Sozial- und Kommunikationswissenschaft sind Statistikurse Pflicht. „Wer sich für ein Studienfach entscheidet, weiß oft nicht, ob und inwieweit dafür Mathematikkenntnisse erforderlich sind“, sagt Tanja Helmig, Leiterin des Handlungsfelds Hochschule bei RuhrFutur. „An Hochschulen wie der Fachhochschule Dortmund oder der Technischen Universität Dortmund, die relativ MINT-lastig sind, setzen rund 90 Prozent der Studiengänge Mathematikkenntnisse voraus – zum Teil auf einem recht hohen Niveau.“

Mit den beiden Dortmunder Hochschulen gründete RuhrFutur 2015 das „Dortmunder Zentrum Studienstart“ (DZS) – eine Maßnahme, die Unterstützungsangebote zur Verbesserung mathematischer Fähigkeiten in der Übergangsphase von der

Schule zur Hochschule mit allgemeinen Beratungsangeboten rund ums Studium verknüpft. Dazu gehört unter anderem ein Workshop, der sich an Schüler\*innen in der Phase der Studienorientierung richtet. Er heißt „Braucht man dafür Mathe?“ und hilft herauszufinden, ob die persönlichen Interessen und Fähigkeiten zu den Anforderungen und Inhalten des bevorzugten Studiengangs passen. Ein kleiner Test zeigt zudem, wie es um die eigenen Mathematikkenntnisse steht und wo es möglicherweise der Unterstützung bedarf. Entsprechende Förderangebote helfen dann, individuelle Lücken zu schließen.

### Curricula nicht abgestimmt

„Im Fach Mathematik gibt es häufig Probleme, weil die Curricula von Schulen und Hochschulen nicht aufeinander abgestimmt sind“, weiß Tanja Helmig. „Wenn Schülerinnen und Schüler das System wechseln, erfüllen sie oft nicht die Anforderungen, um ein Studium erfolgreich zu absolvieren.“ Eine gute Lösung für dieses Problem sei noch nicht gefunden; daher unterstütze RuhrFutur den Lückenschluss mit der Maßnahme DZS bzw. DZS upgrade, wie das Programm mittlerweile heißt.

Nicht immer sind die Schwierigkeiten in der Studieneingangsphase fachlicher Natur: Mitunter fehlt es, wie Tanja Helmig berichtet, auch an Motivation und Leistungsbereitschaft. „Wer frisch aus der Schule kommt, ist es manchmal noch nicht gewohnt, Stoff intensiv nachzubereiten oder sich auf Veranstaltungen vorzubereiten.“ Gute Mathenoten in der Schulzeit seien keine Garantien für den Studienerfolg: „In der Regel sind die Mathekenntnisse aus der Schule schon nach wenigen Wochen an der Hochschule überholt.“ Die Bringschuld sieht die Bildungsexpertin jedoch nicht nur bei den Schüler\*innen: Auch Lehrende müssten im Bereich Didaktik qualifiziert werden, damit sie jenseits des fachlichen Vermitteln besser auf die Studierenden eingehen könnten.

### Mathe als kritisches Fach

Ausschlaggebend für den Verlauf des Studiums sind meist die ersten drei Semester. Beim Planen der gemeinsamen Maßnahmen nahmen die Partner daher vor allem die kritischen Themen in der Studieneingangsphase in den Blick. „Wir haben Mathe relativ schnell als kritisches Fach identifiziert; nur jeder dritte Studierende schafft auf Anhieb mathematische Prüfungen und fehlende Mathematikkenntnisse führen sehr häufig zum Abbruch des Studiums“, erklärt Tanja Helmig. Die Idee, Mathematik mit Beratung zu verknüpfen, kam von den beiden Dortmunder Hochschulen. Dort hatte sich gezeigt, dass es Studierenden beim Übergang in die Hochschule häufig an Kompetenzen wie Zeitmanagement, Selbstorganisation und -reflexion fehlte. „Das sind Punkte, die man genauso flankieren muss wie das Nachholen von Mathekenntnissen.“ Daher spielt Beratung in der Maßnahme eine ebenso große Rolle wie die Mathematik.“



## Das sagen Studierende

„Durch die Hilfe im Help Desk habe ich meinen Angstgegner Mathe besiegt und die Prüfung schließlich bestanden. Ich bin den Mitarbeiter\*innen des Lernzentrums sehr dankbar und würde das Angebot jederzeit weiterempfehlen.“  
**Marvin Jackisch, Studierender Bauingenieurwesen an der HRW**

„Meine Kommilitonen und ich sind uns einig, dass die Themen-Specials eine essenzielle Stütze darstellen! Ich für mich kann behaupten, dass ich den Stoff dadurch nochmal um einiges besser verinnerlicht habe und auch abrufen bzw. anwenden kann.“  
**Simon Claus, Studierender der Fahrzeugentwicklung an der FH Dortmund**

„Mathematik ist fürs Studium in vielen Fällen wichtiger, als es den meisten Studieninteressierten bewusst ist.“  
**Aus den Feedback-Bögen der TU Dortmund zum Workshop „Braucht man dafür Mathe?“**

Tanja Helmig leitet bei RuhrFutur das Handlungsfeld Hochschule. Sie koordiniert unter anderem die Netzwerkpartner des „DZS upgrade“.



Das Unterstützungsangebot gliedert sich in elf Einzelmaßnahmen. Nicht alle sind komplett neu; zum Teil entwickelte man vorhandene Angebote wie Mathe-Vorkurse weiter oder passte sie an den Bedarf der Studierenden an. Vortragsreihen wie „Von Anfang an richtig“ helfen, das eigene Lernen zu organisieren, seine Zeit richtig einzuteilen und gezielt Lernstrategien zu nutzen. Ein weiteres Beratungsangebot hinterfragt, ob das gewählte Studienfach wirklich das richtige ist oder ob eine Ausbildung der bessere Weg sein



Im Jahr 2018 hat das Magazin FUTUR: eine Ausgabe dem Dortmunder Zentrum Studienstart (DZS) gewidmet.

könnte. Um zweifelnden Studierenden Alternativen zu zeigen und Ansprechpersonen zu vermitteln, werden Netzwerkpartner der Bundesagentur für Arbeit sowie der Industrie- und Handelskammer einbezogen.

#### Niederschwellig helfen

Zu den erfolgreichsten Angeboten des DZS upgrade zählt der Mathe Help Desk: ein offener Lernraum, in dem Tutor\*innen aus unterschiedlichen Fachbereichen und Semestern zu festen Zeiten als Ansprechpersonen zur Verfügung stehen. Einige Hochschulen haben bereits mehrere Help Desks eröffnet. „Das Angebot ist sehr niedrigschwellig“,

sagt Tanja Helmig. Das findet sie wichtig: „Wir haben es in der Ruhrregion häufig mit Erstakademikerinnen und Erstakademikern zu tun, also Studierenden, die nicht aus einem akademischen Elternhaus kommen. Sie trauen sich häufig nicht, Lehrende mit ihren Fragen anzusprechen, weil sie fürchten, negativ aufzufallen.“ Im Umgang mit den fast gleichaltrigen Tutor\*innen haben diese jungen Menschen deutlich weniger Berührungspunkte.

Angebote wie den Mathe Help Desk zu entwickeln, war eines der Ziele der ersten Förderphase der Maßnahme von 2015 bis 2017. In dieser Zeit ging es auch darum, den Erfahrungsaustausch zwischen der TU und der FH Dortmund zu intensivieren und an beiden Hochschulen die interne Kooperation zwischen Lehrenden und zentralen Einrichtungen wie der Studienberatung zu stärken. Da es sich bei den Partnern um zwei verschiedene Hochschultypen mit sehr unterschiedlichen Strukturen handelte, war es nicht möglich, die Angebote schablonenartig zu übertragen. „Man musste einzelne Elemente herausgreifen, die funktionierten“, berichtet Tanja Helmig. „Transfer im Rahmen des gemeinsamen Wirkens bedeutet nicht, Maßnahmen eins zu eins zu übertragen, sondern diese an die Gegebenheiten vor Ort anzupassen.“

## Das sagen Mitarbeitende des DZS upgrade

*„Wir haben das Gefühl, dass sich die Studierenden bei uns im Mathe Help Desk trauen, Fragen zu stellen, die ihnen in der Vorlesung unangenehm wären, und wir dadurch dazu beitragen, dass sie den Anschluss nicht verlieren.“*

**Leska Sauder und Tobias Baust, HRW Lernzentrum upgrade**

*„Unsere Themen-Specials sind oft ausgebucht. Dank digitaler Flipboards können Studierende jetzt auch per Livestream teilnehmen. Das ist hilfreich in Zeiten von Corona, aber wir werden auch künftig zweigleisig fahren, um noch mehr Studierende zu erreichen.“*

**Nimet Sarikaya, FH Dortmund, Handlungsfeld Mathematik**

*„Studieninteressierte haben oft noch gar keinen Überblick, wie die Anforderungen in bestimmten Studiengängen aussehen. Unser Workshop ‚Braucht man dafür Mathe?‘ wirkt als Wegweiser durch die vielfältigen Informationen über Prüfungsordnungen, Module, Leistungspunkte etc. Er zeigt auch, dass ein und derselbe Studiengang an zwei verschiedenen Hochschulen unterschiedliche Schwerpunkte haben kann und wie man diese erkennt.“*

**Magdalena Thöne, Fakultät für Mathematik der TU Dortmund**

#### Transfer und Austausch

Der Transfer war ein wesentliches Element der zweiten Förderphase (2018–2020). Es galt, weitere Partner ins Boot zu holen. Die erst 2009 gegründete Hochschule Ruhr West (HRW) schien mit ihrer technischen Ausrichtung gut ins Konzept der Maßnahme zu passen. Die Hochschulleitung hatte Interesse signalisiert, in die Bildungsinitiative einzusteigen. „So haben wir die drei Hochschulen zusammengebracht und den Antrag für die zweite Förderphase gemeinsam entwickelt“, erinnert sich Netzwerkerin Tanja Helmig. Der Transfer sollte nicht nur einseitig von den erfahreneren Hochschulen in Richtung der neu hinzugekommenen HRW verlaufen, sondern auch umgekehrt, denn auch die HRW hatte in ihrem „Lernzentrum upgrade“ bereits gut funktionierende Angebote. Etwas sperrig und kompliziert geriet nur die Namensgebung: Dortmunder Zentrum Studienstart und Lernzentrum upgrade – eine Gemeinschaftsinitiative der TU Dortmund, FH Dortmund und HRW.

Die Zusammenarbeit hingegen verlief fruchtbar. Man griff Impulse der HRW auf, entwickelte die Angebote weiter und überlegte, in welchen Bereichen noch Handlungsbedarf bestand. Die Erkenntnis: Vor allem die akademische Integration stellt gerade für Erstakademiker\*innen eine große Herausforderung dar. Mit diesem Wissen entwickelten die Partner des DZS upgrade eine weitere Maßnahme: AWiDA, Akademische Integration, wissenschaftliches Denken und Agieren. „AWiDA ist ein weiterer

Baustein, um im Rahmen von RuhrFutur die Studieneingangsphase zu stärken“, erläutert Tanja Helmig. „Beide Bausteine haben wir nun unter dem Dach ‚Studienstart Ruhr‘ verortet; das ist eine Maßnahme, die Anfang 2020 mit dem Ziel gestartet ist, die Studieneingangsphase zu systematisieren und Studierende in dieser Zeit noch besser zu unterstützen.“ Zwar habe diese Entwicklung nicht unbedingt etwas mit Mathematik zu tun, doch sie sei das Ergebnis einer intensiven und fruchtbaren Zusammenarbeit der Hochschulen. Denn in Studienstart Ruhr fließen die Ergebnisse und Erfahrungen ein, die in den letzten Jahren mit den RuhrFutur-Maßnahmen sowie anderen Projekten der sieben beteiligten Partnerhochschulen gesammelt wurden. Um den Transfer auf andere Hochschulen und Kommunen zu fördern, arbeitet Tanja Helmig zurzeit mit den Partnerhochschulen an Steckbriefen zu den einzelnen Maßnahmen des DZS upgrade. Sie sollen helfen, die Erfahrungen und das Wissen aus der sechsjährigen Förderperiode anderen interessierten Hochschulen zugänglich zu machen. Auf diesem Wege will RuhrFutur möglichst vielen Schüler\*innen und Studierenden gute Chancen für einen gelungenen Studienstart und -verlauf sowie einen erfolgreichen Studienabschluss verschaffen.

# Mathematik auf Schritt und Tritt

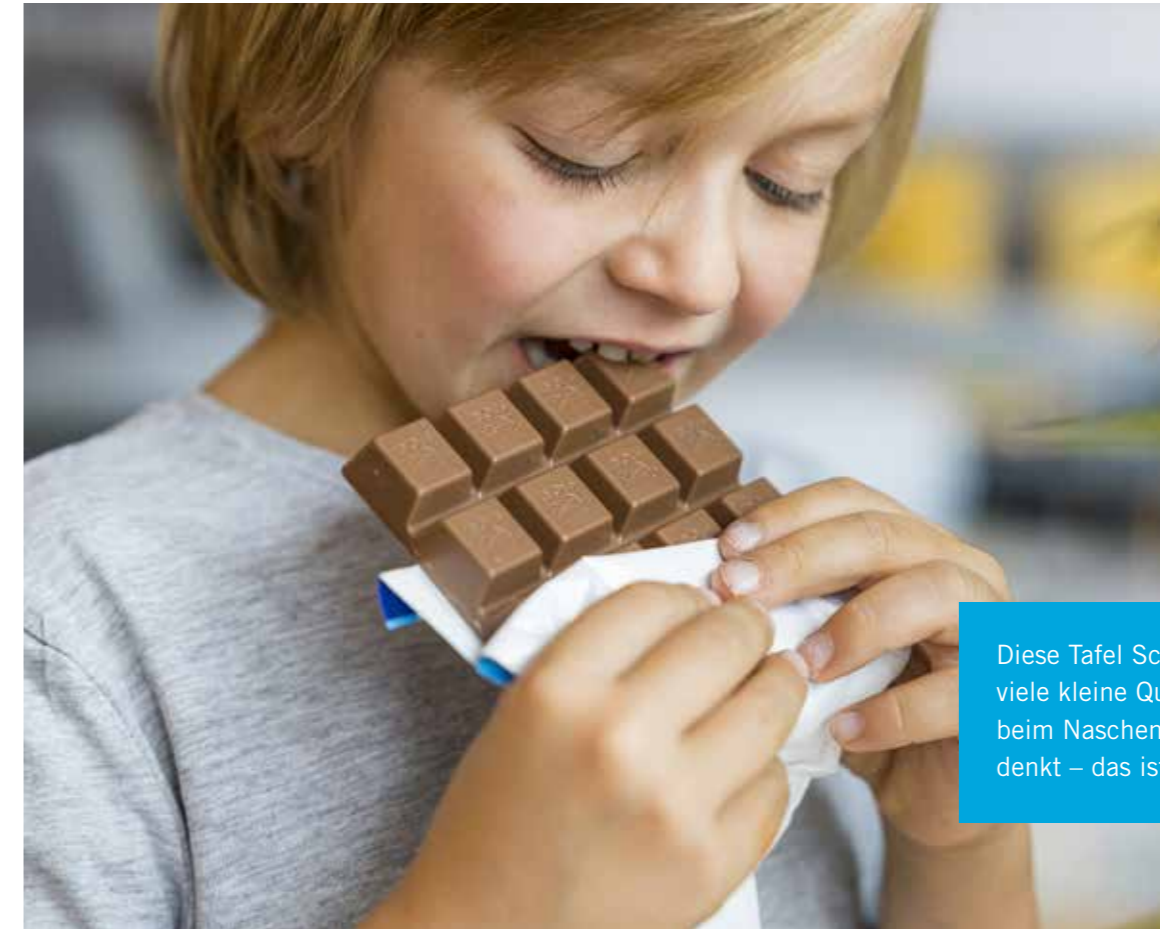
Egal, ob wir heute durch die Stadt gehen oder unsere Vorfahren vor Tausenden von Jahren durch die Steppe streiften, ob wir gebildet sind oder weder lesen noch schreiben können: Auf unseren Wegen sehen wir Formen und Figuren – Häuser, Bäume, Straßenschilder. Meist nehmen wir ihre Formen und Abfolge nur intuitiv wahr; die Mathematik hilft uns, sie zu erkennen und zu nutzen.



Wenn wir ein Objekt als besonders schön empfinden, versuchen wir, es anhand von Größe, Farbe und Form zu beschreiben. Diese Eigenschaften helfen, Objekte zu unterscheiden. Wir unterscheiden Rundes und Eckiges, Dreiecke von Vierecken, wir nehmen ebene Figuren und räumliche Körper wahr. Alltagssprachliche Begriffe und daraus entwickelte Fachbegriffe helfen uns, Formen und Figuren noch präziser zu sehen und noch besser unterscheiden zu können. Wir können beschreiben, warum wir etwas als schön empfinden – zum Beispiel, weil eine Figur regelmäßig erscheint, mit gleich langen Seiten, gleich großen Winkeln und gleich großen Teilflächen.

Im nächsten Schritt können wir Beziehungen zwischen Eigenschaften untersuchen: den Zusammenhang zwischen Seitenlängen und Flächeninhalt, zwischen Seitenlängen und Winkelgrößen. Wir stoßen darauf, dass die Summe der Winkel eines Dreiecks stets gleich ist, und erkennen, dass manche Figuren gut zusammenpassen, während andere nichts miteinander zu tun haben. Kurzum: Unser Leben ist geprägt davon, dass wir Formen erkennen und nutzen.

Um geometrische Figuren präzise erfassen und beschreiben zu können, brauchen wir Zahlen. Wir messen Längen und Winkel und rechnen mit diesen Größen; wir ermitteln die Summe zweier Seiten eines Dreiecks und wundern uns womöglich, dass diese stets größer ist als die dritte Seite. Die Beschreibung mit Zahlen verwandelt die Geometrie in ein universell einsetzbares Präzisionsinstrument, mit dem wir uns in der Welt zurechtfinden und sie beherrschen können. Wie das geht, zeigen die folgenden Beispiele.



Diese Tafel Schokolade lässt sich in viele kleine Quadrate teilen. Ob man beim Naschen daran oder ans Teilen denkt – das ist Geschmackssache.

## Dreiecke: Die Entdeckung der Gestalt

Das Einmaleins der Geometrie beginnt mit Punkten, Strecken, Geraden und Kreisen. Das sind Objekte, die jeweils gleich aussehen: Zwei Punkte kann man nicht unterscheiden, eine Gerade ist wie die andere. Strecken und Kreise können zwar verschieden groß sein, sehen aber immer gleich aus. Bei Dreiecken wandelt sich das schlagartig. Es gibt nicht nur große und kleine Dreiecke; sie können auch ihre Gestalt verändern: Manche Dreiecke haben drei gleich lange Seiten, bei manchen sind



zwei Seiten gleich lang und die dritte ist kurz oder alle Seiten haben unterschiedliche Längen.

Angesichts der unterschiedlichen Gestalten von Dreiecken rücken fast zwangsläufig die Winkel in den Blick. Ein Dreieck kann große und kleine Winkel haben. Das Zusammenspiel von Seiten und Winkeln generiert die ersten mathematischen Sätze, zum Beispiel: Wenn alle Seiten eines Dreiecks gleich lang sind, sind auch alle Winkel gleich groß. Ebenso gilt: Wenn zwei Seiten eines Dreiecks gleich lang sind, dann sind auch zwei Winkel gleich groß. Noch differenzierter beschreiben die sogenannten Kongruenzsätze die Gestalt eines Dreiecks: Durch drei Angaben, etwa die Länge einer Seite und die Größe zweier Winkel, ist das Dreieck eindeutig bestimmt.

## Vierecke: So finden wir uns in der Welt zurecht

Vermutlich haben Menschen sich schon immer an den Himmelsrichtungen orientiert: jenen markanten, allerdings auch variablen Orten, an denen die Sonne

aufgeht oder untergeht. Feste Richtungen geben der Sonnenhöchststand in der Mittagszeit vor und in der Nacht der Polarstern. Diese Beobachtungen führten dazu, die vier Himmelsrichtungen Osten und Westen, Süden und Norden festzulegen und sich daran zu orientieren.

Die Vierheit zeigt sich nicht nur am Himmel, sondern auch – wie der Namen schon sagt – im Viereck. Besonders präsent ist sie im Quadrat, das vier gleich lange Seiten und vier gleich große Winkel besitzt. Quadrate haben die wunderbare Eigenschaft, dass sie auf ganz natürliche Weise zusammenpassen. Aus gleich großen Quadraten lassen sich größere herstellen: Sie bestehen dann aus vier, neun, 16 oder mehr kleinen Quadraten.

Diese Patchwork-Eigenschaft ermöglicht es ferner, beliebig große Flächen zu überdecken. So wurde das Quadrat zum bevorzugten Mittel, um Flächen zu messen. Die Frage ist stets: Mit wie vielen Einheitsquadraten lässt sich eine gegebene Fläche überdecken? Diese Zahl ist der Flächeninhalt. Auch wenn sich nicht jede Fläche hundertprozentig mit



Einheitsquadraten abdecken lässt, ist immer alles auf Quadrate zurückzuführen. Sie bilden die Grundsteine der Flächenmessung.

Vierecke spielen auch noch in anderer Hinsicht eine zentrale Rolle, nämlich bei der „Vermessung der Welt“. Die Wissenschaftler im antiken Griechenland hatten schon erkannt, dass die Erde eine Kugel ist. Es war Eratosthenes, der eine Karte der damaligen Welt anfertigte und diese durch Längen- und Breitengrade in Quadranten einteilte. Mit dieser im Laufe der Jahrhunderte perfektionierten Methode lässt sich jeder Punkt der Erde bestimmen. Heute kennen wir diese Daten auch als „GPS-Koordinaten“.

#### **Fünfecke: Unerwartete Zusammenhänge**

Schon lange vor einer irgendwie gearteten wissenschaftlichen Mathematik erfreuten sich die Menschen – bewusst oder unbewusst – an Fünfecken. Denn die allermeisten Blüten haben eine fünfzählige Symmetrie: In ihnen lässt sich ein Fünfeck oder ein Pentagramm erkennen.

Stellen wir uns ein reguläres Fünfeck vor, also ein Fünfeck, das gleich lange Seiten und gleich große Winkel hat. Wenn man benachbarte Ecken nicht verbindet, sondern jeweils eine Ecke überspringt, dann erhält man einen fünfzackigen Stern, das sogenannte Pentagramm.

Das Pentagramm scheint für uns Menschen der Stern an sich zu sein. Jedenfalls nutzen wir oft Pentagramme, um etwas Besonderes, Repräsentatives zu kennzeichnen. Die Sterne auf vielen Flaggen – etwa der Europäischen Union, der USA, der Türkei – sind Pentagramme; Hotelsterne und Weihnachtssterne ebenso.

Das Fünfeck enthält aber noch ein Geheimnis von nicht zu überschätzender geistesgeschichtlicher und mathematischer Bedeutung: Am Fünfeck wurde die erste irrationale Zahl entdeckt! Am Anfang der Zahlen stehen die so genannten natürlichen Zahlen 1, 2, 3, ... Doch wir benötigen auch Zahlen zwischen den natürlichen Zahlen: die Bruchzahlen („rationale Zahlen“). Für alle praktischen Zwecke reichen diese. Aber es gibt noch mehr, nämlich die sogenannten irrationalen Zahlen. Sie lassen sich am Pentagramm entdecken: Wenn man eine der einspringenden Ecken betrachtet, stellt man fest, dass diese jede der durch sie verlaufenden Diagonalen in zwei Abschnitte teilt, einen kurzen und einen

langen. Griechische Mathematiker konnten vor 2500 Jahren hieb- und stichfest nachweisen, dass das Längenverhältnis des kurzen und des langen Abschnitts keine rationale Zahl ist, also nicht als Bruch ausgedrückt werden kann.

#### **Sechsecke: Das Zusammenspiel von Rundem und Eckigem**

Jede Bienenwabe zeigt uns Sechsecke in vollkommener Regelmäßigkeit und Schönheit. Die Zellen sind ausnahmslos Sechsecke, die perfekt zusammenpassen. Die Frage ist: Wie machen Bienen die Sechsecke? Zählen sie auf Sechs? Sicher nicht; es muss ein Prozess sein, der gewissermaßen automatisch abläuft. Schauen wir uns dazu die Ecke eines

Waben-Sechsecks an. Sie grenzt an insgesamt drei Sechsecke und von der Ecke gehen drei Kanten aus. Diese drei Kanten sind ganz regelmäßig angeordnet; die Winkel, die je zwei bilden, sind alle gleich groß, nämlich 120 Grad.

Diese Situation (drei Kanten, die drei gleichgroße Winkel bilden) entsteht ganz natürlich: Wenn man drei Stücke aus formbarem Material wie Knete oder Teig zu einer Art Dreieck legt und dann zusammendrückt, entstehen zwischen je zwei Teilen gerade Trennflächen. Von oben sehen sie aus wie Kanten; die Winkel zwischen diesen Kanten sind gleich groß. Zurück zu den Bienen. Sie bauen zunächst halbrunde Waben (Halbkugeln), die sie aneinandersetzen. Anschließend

wird das Wachs erhitzt; dadurch verbinden sich die halbrunden Waben und ergeben die sechseckige Struktur.

Nun kennen Sie das Geheimnis der Bienen und ihrer Wabenbaukunst. Wenn Sie demnächst einmal das typische Summen vernehmen, werden Sie womöglich an das Sechseck denken. Und wer weiß – vielleicht entdecken Sie bei Ihren Spaziergängen durch Straßen, Wald und Wiesen noch ganz andere Formen und Figuren. Mathematik ist schließlich überall!



#### **Mathematik zum Anfassen**

Prof. Dr. Albrecht Beutelspacher ist Gründer und Direktor des „Mathematikums“ in Gießen. Das Mitmach-Museum bietet mathematische Experimente und Exponate für große und kleine Besucher\*innen ([www.mathematikum.de](http://www.mathematikum.de)). Der Mathematiker macht seine Wissenschaft auch als Kolumnist und Moderator in verschiedenen Medien populär.

## Interaktion statt Popcorn-Kino!

Frajo Ligmann ist Lehrer für Mathematik und Informatik am Gymnasium Würselen. Als Medienkoordinator begleitete er dort die Einführung von iPad-Klassen – ein ambitioniertes Vorhaben, das erst im zweiten Anlauf glückte. Im Interview berichtet er über Chancen und Herausforderungen von digitalem Lehren und Lernen.

Frajo Ligmann unterrichtet gerne, doch zurzeit ist er in anderer Mission unterwegs: Mit seiner Expertise im Bereich Digitalisierung engagiert er sich in der Referendar\*innenausbildung sowie in der Lehrkräftefortbildung und arbeitet an zahlreichen Projekten mit.



**Herr Ligmann, Sie haben Mathematik studiert und vermutlich eine recht große Begeisterung für das Fach. Wie erleben Sie Ihre Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht?**

**Frajo Ligmann:** Erst einmal ist Mathematik ein Fach, das sie ernst nehmen. Das ist schon mal eine gute Voraussetzung. Wir haben in der Mathematik das Problem, dass die Fertigkeiten aufeinander aufbauen. Wenn ich irgendwo eine Lücke habe, ist es nicht so einfach, wieder den Anschluss zu bekommen. Zudem ist Mathematik abstrakter und nicht so lebensnah. Das macht es schwieriger für Schülerinnen und Schüler.

**Wie kann man Mathematik greifbarer, anschaulicher machen?**

Wir haben an unserem Gymnasium vor einigen Jahren begonnen, andere Lernkanäle zur Verfügung zu stellen und nicht nur diesen „Wir-rechnen-das-jetzt-mal-durch“-Weg zu gehen. Man muss zwei Dinge unterscheiden: Zum einen das allgemeine Bewusstsein darüber, wie Lernen funktioniert, und das Mathematik-Spezifische. Ich mache Dinge in meinem Unterricht, die man genauso auf andere Fächer transportieren kann. Lernen ist dann effektiv, wenn man Schülerinnen und Schüler in die Aktivität bringt. Mir ist es im Unterricht wichtig, dass wir wegkommen vom dozierenden Lehren hin zum entdeckenden Lernen.

**Wie gelingt das mit digitalen Werkzeugen wie Tablets, die Sie an Ihrer Schule einsetzen?**

Über digitale Werkzeuge bedienen wir nicht nur einen Lernkanal, sondern bringen Lernende in die Produktion. Sie lernen durch Lehren: Ich kann Schülerinnen und Schüler in die Lage bringen, mir etwas zu erklären, zum Beispiel mit einem selbst produzierten Lernvideo. Da passiert so viel mehr, als wenn ich es ihnen erkläre. Das ist sehr effektives Lernen. Den Jugendlichen macht es Spaß, weil das Video ihre Lebenswelt bedient. Sie können sich auf diesem Wege der Mathematik anders nähern als auf dem formalen, abstrakten Weg.

**Produzieren Sie auch selbst Lernvideos oder nutzen Sie vorhandenes Material auf Plattformen wie YouTube?**

Manchmal gebe ich ein Video, das ich selbst produziert habe, in die Klasse. Wenn ich vorhandene Lernvideos in die Klasse gebe, bestücke ich sie immer mit Interaktivitäten. Von den vielen Lernvideos im Internet bin ich grundsätzlich gar nicht so begeistert, weil sie Schülerinnen und Schüler in der Passivität lassen.

Wenn Kinder wie beim Popcorn-Kino nur zuschauen, ist das ausgelagerter Frontalunterricht. Dann ist das Wissen ganz schnell wieder weg.

**Wie gestalten Sie den Mathematikunterricht interaktiv?**

Wir nutzen eine Plattform, bei der wir mitten ins Video Impulsfragen einbauen können. Die Schülerinnen und Schüler kommen dann in ihrem individuellen Tempo an diese Stelle und müssen nun zum Beispiel selbst etwas rechnen und eine Antwort eingeben, die ich sehen kann. Erst wenn diese Aufgabe gelöst ist, geht das Video weiter. Dadurch sind die Lernenden gezwungen, aktiv und aufmerksam zuzuhören und selbst etwas zu tun. Darin steckt der Gewinn – nicht im bloßen Betrachten eines Lernvideos. Durch die Interaktion bekomme ich als Lehrkraft eine Rückmeldung darüber, wo die einzelnen Schülerinnen und Schüler stehen, und kann individuelles Material zusammenstellen.

**Wie kamen Sie überhaupt dazu, Lernvideos im Unterricht einzusetzen?**

Vor etwa vier Jahren habe ich das „Flipped-Classroom-Prinzip“ kennengelernt. Es sagt: Immer dann, wenn ich etwas frontal an der Tafel erklären muss, wird das zum Kampf. Egal, wie langsam und gründlich ich es tue – ein Drittel der Klasse kann nicht folgen. Diese Schülerinnen und Schüler machen ihre Hausaufgaben nicht, weil ich sie mit dem Schwierigsten, was zu tun ist – der Anwendung dessen, was sie im Unterricht nur halb verstanden haben –, allein lasse. Das Flipped-Classroom-Prinzip dreht das Ganze um. Man verlagert das Erarbeiten des neuen Stoffs nach Hause oder in die Lernzeiten und die Lehrkraft ist beim schwierigen Teil, dem Bewältigen der Probleme, unterstützend dabei. Dieses Prinzip hat viel Wert für mich – aber dennoch hatte ich immer das Gefühl, dass ein Lernvideo ein Lehrervortrag ist und bleibt. Erst als wir die Form der interaktiven Lernvideos entdeckt haben, bekam das Ganze für mich eine neue Qualität.

**Gibt es außer Lernvideos noch andere Möglichkeiten für den individualisierten Unterricht mit digitalen Medien?**

Im Matheunterricht nutze ich interaktive Arbeitsblätter, die zum Beispiel ein Video, interaktive Elemente oder Selbstkontrollen enthalten. Ich verlange mitten im Arbeitsblatt eine Antwort von den Schülerinnen und Schülern und sehe auf meinem Gerät



„Lernen verändert sich, und das müssen wir gestalten. Wichtig ist, dass wir in die Diskussion kommen, statt alles abzulehnen – auch wenn es mit Anstrengung, Frustration und Widerständen verbunden ist“, empfiehlt Frajo Ligmann.



den Lernstand von jedem einzelnen. Wenn ich sehe, dass jemand auf dem falschen Weg ist, kann ich individuell unterstützen. Dadurch habe ich plötzlich eine andere Rolle: Ich bin nicht mehr derjenige, der an der Tafel steht, sondern einer, der mittendrin sitzt.

**Wie gewinnen Sie Ihre Kolleginnen und Kollegen für dieses neue Rollenverständnis und die konsequente Digitalisierung?**

Das ist harte Arbeit. Wir haben immer noch 20 Prozent, die weiterhin sabotieren oder boykottieren, aber es werden weniger – auch, weil die Rückmeldungen der Kinder und der Eltern sehr positiv sind. Der Widerstand geht meist von denjenigen aus, die sich nicht wirklich mit dem Thema beschäftigen. Es geht eigentlich gar nicht um Werkzeuge wie Tablets, sondern um eine Vorstellung davon, wie Lernen im 21. Jahrhundert funktioniert. Ein Tablet ist ein gutes Werkzeug, das mich bei den Dingen unterstützt, um die es eigentlich geht. Erst wenn wir verstanden haben, dass wir heute andere Kompetenzen im Leben, Lernen und Arbeiten brauchen als noch im 20. Jahrhundert, dass Bildung sich verändert hat, können wir gemeinsam ein Ziel definieren.

**An welche Kompetenzen denken Sie?**

Das 4K-Modell des Lernens nennt als Kernkompetenzen Kommunikation, Kollaboration, Kreativität und kritisches Denken. Zwei der wichtigsten Kompetenzen dieses Modells – Kommunikation und Kollaboration – finden allerdings in unserem Bildungssystem in Prüfungssituationen überhaupt nicht statt. Wir müssen also über Prüfungsformate sprechen, über unsere Haltung zu Bildung und überlegen, wie das Erlernen dieser Kompetenzen funktioniert. Und wir müssen darüber sprechen, dass die Digitalisierung mittlerweile ein Teil unseres Lebens ist. Unser erstes Informationsmedium ist nicht mehr das Buch, sondern das Internet. Damit lernen wir komplett anders als mit Büchern; wir basteln uns Wissen aus unterschiedlichen Teilen zu einem Ganzen zusammen, haben ständigen Zugriff auf Informationen und müssen uns fragen, was wir überhaupt noch im Kopf behalten müssen.

**Welche Schritte sollten Schulen konkret gehen, um ins digitale Zeitalter zu kommen?**

Erst einmal ist die Rolle der Schulleitung sehr wichtig. Wenn die Kolleginnen und Kollegen keine Unterstützung bekommen, weil die Digitalisierung keine Leitlinie der Schule ist, nützt eine

Fortbildung in diesem Bereich wenig. Wir brauchen am Anfang eine Vorstellung davon, was guter Unterricht ist: Wo wollen wir hin und welche Technik unterstützt uns bei diesem Vorhaben? Das ist ein langer Schulentwicklungsprozess.

**Meist wird im Zusammenhang mit der Digitalisierung zunächst der Ruf nach WLAN laut.**

Für viele Kolleginnen und Kollegen ist Digitalisierung tatsächlich gleich WLAN. Aber um zum Beispiel Lernvideos zu produzieren, brauche ich kein WLAN. Wir brauchen Endgeräte, die Schülerinnen und Schüler auch zu Hause nutzen können. Eine verantwortungsbewusste Nutzung können sie nur lernen, wenn sie ein eigenes Gerät haben. Aber auch die technische Ausstattung ist letztlich nur eine Voraussetzung; am Ende brauchen wir Lehrkräfte, die verstehen, worum es geht und eine Vision von zeitgemäßem Unterricht mitentwickeln. Sonst bewegt sich nichts.

**Hat Ihnen Ihr Vorsprung in Sachen Digitalisierung am Gymnasium Würselen in der Coronakrise bei der Umstellung auf Distanzunterricht geholfen?**

Die Erfahrungen damit haben wir gerade aufgearbeitet. In der Tat geben jene Lehrkräfte, die mit ihren Schülerinnen und Schülern schon zuvor mit digitalen Werkzeugen gearbeitet haben, vielfach positive Rückmeldungen. Sie haben zum Beispiel kleine Projekte aufgegeben und gemeinsam an Texten gearbeitet oder ein Video produziert, das man miteinander teilt und weiterentwickelt. So haben sie schon vorher gearbeitet und das hat auch im Distanzunterricht funktioniert. Andere arbeiten noch so, dass das digitale Gerät nur ein Ersatz ist für das analoge Tun – zum Beispiel, indem sie ein Arbeitsblatt digital verschicken.

**Seit Beginn der Corona-Pandemie haben Sie im Auftrag von RuhrFutur schon viele Lehrkräfte fit gemacht für den digitalen Unterricht. Was vermitteln Sie in Ihren Webinaren?**

Die Inhalte dieser Veranstaltungen sind sehr dicht, so dass man letztlich nur eine Idee mitgeben kann. Es ist toll, mit



**Lehrkräfte brauchen praxisnahe Unterstützungsangebote**

Seit 2014 bietet RuhrFutur praxisnahe Fortbildungsangebote in Form von Workshops, Seminaren oder Fachtagungen für Lehrkräfte an. Aufgrund der besonderen Situation in der Corona-Pandemie ergänzen seit April 2020 eine Vielzahl an monatlichen Webinaren das Angebot. Die Themen reichen von digitalem Unterricht und digitalen Tools bis zu übergreifenden Themen wie Selbstgesteuertes Lernen oder Datenschutz. In diesen praxisorientierten Webinaren wird zum Beispiel gezeigt, wie man interaktive Arbeitsblätter erstellt oder wie Lehrkräfte mit ihren Schüler\*innen an gemeinsamen Dokumenten arbeiten können. Die Teilnehmenden machen dabei live von zu Hause aus mit. An ihren eigenen Tablets oder Laptops kommen sie direkt ins Tun, und falls etwas mal nicht klappt, stehen die Referent\*innen sofort mit Rat und Tat zur Seite. Doreen Barzel, Leiterin des Handlungsfelds Schule bei RuhrFutur, dazu: „Wir können insbesondere durch digitale Fortbildungsformate viele Lehrkräfte gleichzeitig erreichen und ihnen Ideen vermitteln, wie sie ihren Unterricht zeitgemäß weiterentwickeln können. Die Akzeptanz digitaler Fortbildungsangebote ist groß; sogar in den Sommerferien haben sich rund 600 Lehrkräfte in dieser Form fortgebildet.“

Die rund 4.000 Teilnehmenden der bisherigen Webinare sind begeistert: „Die Veranstaltungen sind wirklich sehr gelungen. Toll, wie RuhrFutur auf die derzeitige Situation reagiert hat und nun Webinare zu wichtigen Themen anbietet. Ich bin sehr begeistert von dem Angebot und dankbar für die Möglichkeit, sich auf diesem Wege fortzubilden“, berichtet Bernadette Thomas, die schon mehrere RuhrFutur-Webinare besucht hat.

einem Webinar zum Teil 250 hochmotivierte Teilnehmende zu erreichen. Wir greifen in den Webinaren immer einzelne Aspekte heraus, die wir dann möglichst konkret vorstellen. Wir haben zum Beispiel darüber gesprochen, dass beim Distanzlernen vielerorts in erster Linie Arbeitsblätter verschickt werden und die einzige Sozialform die Einzelarbeit ist. Dazu haben wir eine einfach zu nutzende Alternative vorgestellt, für die man nur ein Smartphone benötigt.

**Welche digitalen Möglichkeiten im Fach Mathematik begeistern einen Experten wie Sie?**

Eine schöne Sache ist die „Augmented Reality“. Wir können sie nutzen, um unsere Wahrnehmung von Realität zu erweitern und dem Vorstellungsvermögen auf die Sprünge zu helfen. Es gibt eine App, die Gegenstände wie einen Würfel in meiner Hand dreidimensional darstellen kann. Diesen Gegenstand kann ich mir von allen Seiten ansehen und bekomme so ein realistisches Bild davon. In der klassischen Mathematik sind Sie immer gehandicapt, wenn Sie etwas mit dreidimensionalen Körpern machen. Das Einzige, was Sie zeigen können, sind Zeichnungen auf Papier. Dann muss man sich vorstellen, wie das dreidimensional aussehen würde. Aber dieses Vorstellungsvermögen fehlt manchen Schülerinnen und Schülern. Auch ich habe eine Schwäche im Dreidimensionalen. Hier macht die digitale Technik Mathematik viel greifbarer.

**Herzlichen Dank für das Gespräch, Herr Ligmann!**

# Mathematik öffnet Türen

Ortstermin am Berufskolleg Ostvest in Datteln. Fünf Mathematiklehrende an einem Tisch – fünf Menschen mit unterschiedlichen Biografien und beruflichen Schwerpunkten. Doch eine Botschaft liegt ihnen allen am Herzen: Mathematik verdient mehr Anerkennung in der Öffentlichkeit!

„Wenn man auf einer Party sagt, man kenne Goethe oder Shakespeare nicht, schütteln alle den Kopf und sagen: Was für ein ungebildeter Mensch! Aber wenn man sagt, man könne kein Mathe, heißt es oft: Ich auch nicht!“ Diesem Kokettieren will Schulleiterin und Mathematiklehrerin Juliane Brüggemann am Berufskolleg (BK) Ostvest keinen Raum geben. Denn das Fach sei bedeutsamer fürs Leben als allgemein angenommen. Mit ihren Kollegen zählt sie eine ganze Reihe von Argumenten auf: Mathematik trainiere das Durchhaltevermögen und das genaue Arbeiten, sie fördere die Kreativität sowie die Fähigkeit, Probleme zu lösen, und illustriere das Prinzip des logischen Schließens. „Kein anderes Fach bringt wichtige Botschaften ohne Schnörkel so auf den Punkt“, vervollständigt Juliane Brüggemann die Positivliste.

Sie und ihr Team haben die Erfahrung gemacht, dass Mathematik weit über die Schulzeit hinaus von Bedeutung ist: „Die Mathematiknote spielt im Bewerbungsprozess eine wichtige Rolle“, weiß Dr. Dennis Michaels, der neben Mathematik auch Wirtschaftswissenschaft unterrichtet. In fast allen Eignungstests gebe es einen mathematischen Teil oder einen Bereich, in dem das logische Denken geprüft wird. „Von diesen Kenntnissen schließt man auch auf andere Qualitäten der Kandidatin oder des Kandidaten“, ergänzt Claus Wiesmann, Lehrer für Ma-

thematik, Physik und Philosophie. Und wer sich nach dem Schulabschluss für ein Hochschulstudium entscheide, benötige für eine große Zahl von Studienfächern mathematische Kenntnisse auf unterschiedlichen Niveaus.

## Vom Pflichtfach zur Kür

Am BK Ostvest mit seinen Schwerpunkten auf Technik, Wirtschaft und Informatik ist Mathematik nicht nur lästige Pflicht, sondern ein wichtiges Kernfach. Um junge Menschen mit unterschiedlichen Voraussetzungen auf den Berufseinstieg oder ein Studium vorzubereiten, stehen verschiedene Bildungsgänge zur Wahl. Während es für einige Schülerinnen und Schüler erst einmal darum geht, Schulabschlüsse aus der Sekundarstufe I zu erwerben, absolvieren andere bereits eine Ausbildung und besuchen begleitend die Berufsschule am BK Ostvest. Wieder andere verfolgen das Ziel, praxisnah die Fachhochschulreife zu erlangen. Dafür bietet ihnen zum Beispiel der neue zweijährige Bildungsgang „Fachoberschule für Informatik“ eine abwechslungsreiche Mischung aus Schule und Praxis in einem IT-Betrieb, wie Dr. Daniel Kobe, Fachlehrer für Mathematik und Informatik, erläutert. Wer die Allgemeine Hochschulreife erwerben möchte und ein Faible für Mathematik hat, ist gut beraten mit dem Gymnasialzweig („Berufliches Gymnasium



Informatik“); er führt innerhalb von drei Jahren mit den Leistungsfächern Mathematik und Informatik zum Abitur.

In diesem Bildungsgang ist die Motivation sehr hoch, wie Jörg Rösener, Lehrer für Mathematik, Informatik und Sport, feststellt: „Die Schülerinnen und Schüler wollen das wirklich!“ Die fachlichen Inhalte sind anspruchsvoll und reichen in vieler Hinsicht über das hinaus, was an Gymnasien und Gesamtschulen vermittelt wird. „Wir sehen, dass unsere Absolven-

Hohe Mathematikkompetenz am Berufskolleg Ostvest in Datteln: v.l.n.r. Schulleiterin Juliane Brüggemann (Mathematik, katholische Theologie) mit den Lehrern Claus Wiesmann (Mathematik, Physik, Philosophie), Dr. Daniel Kobe (Mathematik, Informatik), Dr. Dennis Michaels (Mathematik, Wirtschaftswissenschaft) und Jörg Rösener (Mathematik, Informatik, Sport)



Am Berufskolleg Ostvest ist Mathematik nicht nur lästige Pflicht, sondern ein wichtiges Kernfach.



Das Konzept des BK Ostvest lautet: mit individueller Förderung einer heterogenen Schülerschaft begegnen.

tinnen und Absolventen später im Studium gut klarkommen“, berichtet Juliane Brüggemann, „und das bei erfahrungsgemäß sehr hohen Abbrecherquoten in technisch und mathematisch geprägten Studiengängen.“

#### Mit dem Euro klappt das Rechnen

Im Bildungsgang „Ausbildungsvorbereitung“ des BK Ostvest spielt Mathematik ebenfalls eine große Rolle, wenn auch eine ganz andere. Hier geht es darum, das Fach praxisnah anzuwenden. Im Schülercafé lernen Schülerinnen und Schüler, Preise für die dort angebotenen Snacks und Getränke zu kalkulieren und den Gewinn zu ermitteln. Der berufliche Kontext steigert die Motivation. „Wenn der Euro hinter der Zahl steht, funktionieren die Rechenarten plötzlich“, bemerkt Lehrer Dennis Michaels. Die Defizite im Fach Mathematik seien beim Eintritt in das Berufskolleg teilweise groß. „Wir stellen häufig fest, dass bereits viele Grundlagen fehlen und es deshalb schwerfällt, neuen Stoff zu erarbeiten“, bemängelt Daniel Kobe. „Das kann nicht nur an der Pubertät liegen.“ Daher nutze man im Beruflichen Gymnasium des Berufskollegs die Jahrgangsstufe 11, um Defizite zu beheben und unterschiedliche Niveaus anzugleichen.

„Wir wissen mit Heterogenität umzugehen“, sagt Claus Wiesmann. Am Dattelner Berufskolleg ist er Experte für individuelle Förderung im Fach Mathematik.

Hier setzt man als Diagnoseinstrument den „Mathe-meistern-Test“ ein. Das Ergebnis zeigt den Lernenden, an welchen Bereichen sie gezielt arbeiten sollten; den Lehrkräften wiederum hilft es, individuelle Förderpläne zu erstellen. Lernpfade eröffnen Schülerinnen und Schülern zudem unterschiedliche Zugänge, sich Wissen anzueignen. An Lerntheken stehen ihnen Materialien zum Vertiefen des Unterrichtsstoffs und zum Schließen von Lücken zur Verfügung. Zurzeit baut das Kollegium ein Selbstlernzentrum auf, das allen Schülerinnen und Schülern offenstehen soll, denn klar ist: „Mathematik ist auch Hinsetzen und Üben – wie beim Vokabellernen“, sagt Jörg Rösener.

#### Mathe-Blockaden auflösen

Falls es trotz aller Anstrengung und Unterstützung seitens der Schule nicht klappen will oder ein geeigneterer fachlicher Schwerpunkt gefunden wird, ist der Wechsel in einen anderen Bildungsgang eine Option. „Umtopfen“ nennt man das am BK Ostvest, wenn Lernende von einem Bildungsgang in einen anderen verpflanzt werden. Um die Durchlässigkeit des Systems zu gewährleisten, beginnen alle neuen Schülerinnen und Schüler in Mathematik mit Stochastik. „Das Thema eignet sich, um die ‚Ich-kann-kein-Mathe-Blockade‘ aufzulösen“, erklärt die Schulleiterin. Manchmal sei das ein langwieriger Prozess. Sie erinnert sich an eine Schülerin, bei der der Knoten erst kurz vor dem Abitur platzte – nach viel gutem

Zureden und intensiver Vorbereitung. „In der mündlichen Prüfung hatte sie dann plötzlich eine Zwei!“

Die individuelle Begleitung und Förderung der Schülerinnen und Schüler ist im Ergebnis effektiv, in der Vorbereitung jedoch zeitraubend. „Ich wünschte, wir könnten uns für die Reflexion unseres Unterrichts einmal so viel Zeit nehmen wie für die Vorbereitung“, sagt Juliane Brüggemann. In Zusammenarbeit mit anderen Schulen will man künftig mehr Synergieeffekte nutzen, Materialien und Erfahrungen austauschen. Das gemeinsame Thema ist das Ermöglichen von individuellem Lernen. Die Corona-Pandemie machte einen Strich durch die erste Fachtagung, doch die Partner bleiben am Ball. „Wir alle beschäftigen uns mit ähnlichen Problemen“, sagt Daniel Kobe. „Daher ist ein Austausch sinnvoll.“ Die Ergebnisse dieser Zusammenarbeit will man auch anderen Schulen zugänglich machen.

## Das RuhrFutur-Programm „Schul- und Unterrichtsentwicklung“

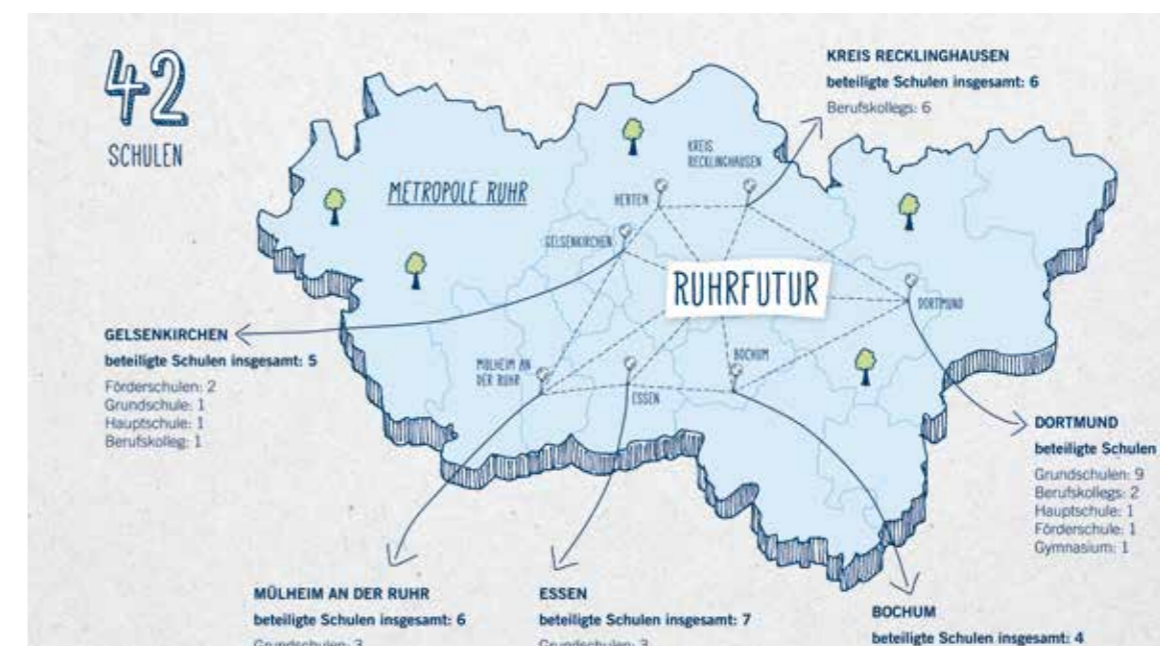
Das BK Ostvest ist Teil des Programms „Schul- und Unterrichtsentwicklung“ von RuhrFutur, in dem seit 2014 Schulen bei ihrer Schul- und Unterrichtsentwicklung unterstützt und begleitet werden. An den verschiedenen Programmphasen haben bislang 110 Schulen teilgenommen. Das Programm umfasst die Qualifizierung von schulischen Steuergruppen, die einzelschulische Beratung und eine bedarfsorientierte fachliche Qualifizierung. Gefördert werden auch der Austausch der Schulen untereinander und das Lernen voneinander. „Wir sind überzeugt davon, dass neue Unterrichtskonzepte nur dann erfolgreich und nachhaltig umgesetzt werden, wenn sie in einen ganzheitlichen Schulentwicklungsprozess eingebunden sind. Um solch einen Prozess dauerhaft an der Schule zu etablieren, stellen wir in unserem Programm das nötige theoretische Wissen für die schulischen Steuergruppen zur Verfügung und unterstützen bei der praktischen Umsetzung“, führt Doreen Barzel, Leiterin des Handlungsfelds Schule, aus.

In der aktuellen Programmphase (2019–2021) nehmen 42 Schulen aus den RuhrFutur-Partnerkommunen teil. Aufgrund der Pandemie werden Teile der Qualifizierung seit April 2020 digital angeboten. „Uns war es wichtig, dass der begonnene Schulentwicklungsprozess auch in diesen Krisenzeiten nicht abreißt. So haben wir in Windeseile die Präsenz-Angebote auf digitale Formate umgestellt und sehr gute Erfahrungen damit gemacht“, so Anja Gottlob, stellvertretende Leiterin im Handlungsfeld.

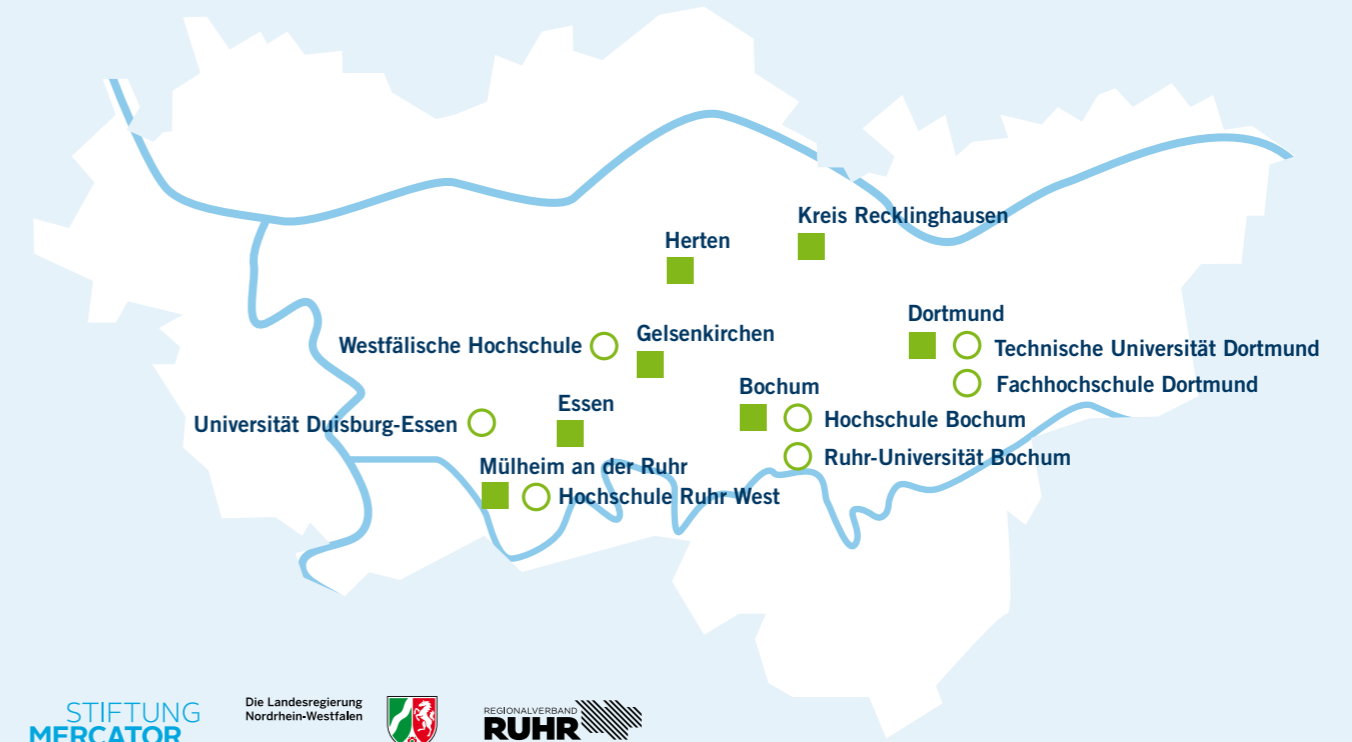
Das Programm wird 2021 in eine weitere Phase starten, diesmal mit dem Schwerpunkt Digitalisierung. „Bei der Digitalisierung von Schulen geht es um viel mehr als um digitale Endgeräte“, erläutert Doreen Barzel. Zentral für Erfolg und Nachhaltigkeit sei ein Gesamtverständnis, das zum Beispiel auch die Themen selbstgesteuertes Lernen und Kooperation einschließt. „Nur wenn das Thema Digitalisierung und damit verbunden auch das Lernen sowie Unterrichten auf Distanz in den gesamtschulischen Kontext eingebunden sind, kann es dauerhaft ein Gewinn für Schüler\*innen und Lehrkräfte sein.“



Doreen Barzel, Leiterin des Handlungsfelds Schule bei RuhrFutur, und Anja Gottlob, stellvertretende Leiterin im Handlungsfeld



Schulen der aktuellen Programmphase 2019–2021



#### Impressum

##### Herausgeber

RuhrFutur gGmbH  
Huysseallee 52, 45128 Essen  
Tel.: 0201 177878-0, info@ruhrfutur.de

##### Verantwortlich

Dr. Oliver Döhrmann

##### Redaktion

Martina Biederbeck, Sabine Rehorst (verantwortlich)

##### Grafisches Konzept / Layout

flowconcept Agentur für Kommunikation GmbH

##### Druck

Druck & Medien Schreiber GmbH

##### Bildnachweis

Susanne Staude privat: S. 4, 6; Anne Sliwka privat: S. 17, 19 (oben);  
Britta Klopsch privat: S. 19 (unten); Stephan Hußmann privat: S. 20 (links);  
Markus Nührenböcker privat: S. 20 (Mitte); Lina Nikelowski: S. 20 (rechts);  
Frajo Ligmann privat: S. 32; TU Dortmund/Roland Baege: S. 21 (links), 22;  
Universität Duisburg-Essen: S. 21 (rechts); Mathematikum/Rolf K. Wegst:  
S. 29; iStock: Umschlag (U1), S. 14, 23, 26, 28 (links), 38; RuhrFutur/  
Sascha Kreklau: S. 2, 3, 5, 8/9, 10, 11, 12, 15, 24, 27, 28 (rechts), 30,  
33, 34, 35, 36.

## RuhrFutur

RuhrFutur ist eine gemeinsame Bildungsinitiative von Stiftung Mercator, Land Nordrhein-Westfalen, des Regionalverbands Ruhr (RVR), der Städte Bochum, Dortmund, Essen, Gelsenkirchen, Herten, Mülheim an der Ruhr und des Kreises Recklinghausen sowie der Ruhr-Universität Bochum, der Hochschule Bochum, der Fachhochschule Dortmund, der Technischen Universität Dortmund, der Universität Duisburg-Essen, der Hochschule Ruhr West und der Westfälischen Hochschule. Ihr Ziel ist die Verbesserung des Bildungssystems in der Metropole Ruhr, um allen Kindern und Jugendlichen im Ruhrgebiet Bildungszugang, Bildungsteilhabe und Bildungserfolg zu ermöglichen.

