

## Gute Erklärvideos erfordern mathematische und mathematikdidaktische Kompetenz

Joachim Escher, Reinhard Oldenburg

### Angaben zur Veröffentlichung / Publication details:

Escher, Joachim, and Reinhard Oldenburg. 2024. "Gute Erklärvideos erfordern mathematische und mathematikdidaktische Kompetenz." *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* 32 (2): 112-15.  
<https://doi.org/10.1515/dmvm-2024-0034>.

### Nutzungsbedingungen / Terms of use:

licgercopyright

Dieses Dokument wird unter folgenden Bedingungen zur Verfügung gestellt: / This document is made available under these conditions:

**Deutsches Urheberrecht**

Weitere Informationen finden Sie unter: / For more information see:

<https://www.uni-augsburg.de/de/organisation/bibliothek/publizieren-zitieren-archivieren/publiz/>



# Gute Erklärvideos erfordern mathematische und mathematikdidaktische Kompetenz

Joachim Escher und Reinhard Oldenburg

Nach den enttäuschenden Ergebnissen der PISA-Studie wurde in der öffentlichen Berichterstattung vielfach der Eindruck vermittelt, die Lage ließe sich durch Digitalisierung wesentlich verbessern. In der Tat spricht einiges für die Annahme, dass digitale Lernumgebungen durch individuell angepasste Aufgabenauswahl und schnelles Feedback effektiv sein können. Allerdings ist das noch ein sehr aktives und aktuelles Forschungsgebiet. Positive Studienergebnisse gibt es vor allem zum Erlernen von prozeduralen Fertigkeiten, aber auch beim konzeptuellen Verständnis gibt es entsprechende Ergebnisse (siehe z. B. [5, Kap. 6]). Den aktuell größten Einfluss auf das Mathematiklernen dürften aber Erklärvideos haben, und in der Berichterstattung zu den PISA-Ergebnissen bekam insbesondere der YouTuber Daniel Jung ausführlich Gelegenheit, die Vorzüge seiner Erklärvideos anzupreisen (etwa im ZDF heute vom 6. 12. 2023 oder in Zeit online vom 8. 12. 2023). Es lohnt sich daher, exemplarisch einen genaueren Blick auf die mathematische und mathematikdidaktische Qualität seiner Videos zu werfen, weil, gemessen in Klickzahlen, sein YouTube-Kanal besonders erfolgreich ist.

## Das didaktische Potential von Erklärvideos

Erklärvideos bieten ohne Zweifel didaktische Chancen (siehe auch [1]): Sie sind – anders als Erklärungen durch die Lehrkraft – immer verfügbar und können wiederholt angeschaut werden. Insbesondere die Darstellung von Prozessen, also etwa wie sich eine Rechnung oder eine Argumentation entwickelt, lassen sich gut vermitteln. Dies ist ein eindeutiger Vorteil gegenüber statischen Darstellungen (siehe auch [2]). Andererseits zwingen Videos die Lernenden in eine passive, konsumierende Rolle. Das aktive Erarbeitung von Mathematik wie es in gutem Mathematikunterricht passieren soll, kann dadurch also nicht ersetzt werden.

Nach dieser Einordnung ist klar, dass Erklärvideos nicht die umfassende Lösung für die Probleme des Mathematikunterrichts sein können, dass sie aber doch eine Informationsquelle sein können, die Vorteile gegenüber Lehrtexten in Schulbüchern haben kann. Soweit zur Angebotsperspektive, nun zur Nutzung. Offensichtlich gibt es eine erheblich Nachfrage auf Seite der Lernenden nach Erklärungen. Warum ist das so, wo es doch den Unterricht und (wenn man sich an diesen nicht erinnert) die Schulbücher gibt? Hier kommen zwei Entwicklungen zusammen: Zum einen enthalten moderne Schulbücher deutlich weniger Erklärungen, Definitionen und präzise Sätze als die aus früheren Jahrzehnten (siehe z. B. [3]). Dies ist direkt oder indirekt (über Lehrpläne) eine Folge der Orientierung der Didaktik am konstruktivistischen Bild des Lehrens und Lernens: Nach dieser Auffassung ist es kaum möglich, Wissen durch Belehrung, also durch Erklären zu vermitteln. Diese konstruktivistische Sichtweise wurde vielfach kritisiert, z. B. in [4], sie dominiert aber die Didaktik und die Schulbuchkultur. Moderne Schulbücher bieten deswegen vor allem Gelegenheiten, mathematische Konzepte zu erkunden, aber wenig er-

klärende Darstellung von „fertiger Mathematik“. Zum anderen dürfte die Nachfrage nach Erklärungen in Lehrvideos durch ein geändertes Lernverhalten bedingt sein: Es zeigt sich, dass Erklärvideos vor allem sehr kurzfristig vor Prüfungen konsumiert werden. Die Erfahrung, dass sich damit mit relativ beschränktem Zeitaufwand immerhin soviel Wissen erlangen lässt, dass man typische Klausuren damit bestehen kann, dürfte dazu führen, dass etliche Jugendliche das mühsame, kontinuierliche Lernen ersetzen durch eine wenig nachhaltige Form der Testvorbereitung. Wenn dieser Einfluss dominiert, dürfte die Nutzung von Erklärvideos also eher eine Erklärung für das schwache Abschneiden bei der PISA-Studie sein denn ein Weg aus den Problemen heraus.

## Mathematikdidaktische Bewertungen

In diesem Abschnitt werden einige der Videos von Daniel Jung in Hinblick auf ihre didaktische Qualität betrachtet. Da sein Gesamtwerk aus über 1000 Videos besteht, kann nur eine Auswahl betrachtet werden. Dazu werden Videos zu einigen thematischen Schwerpunkten betrachtet.



Als erstes haben wir versucht, Terme und Termumformungen mithilfe von Daniel Jung zu verstehen. In [youtu.be/gbkHVilUYfM](https://youtu.be/gbkHVilUYfM) könnte man erfahren, was ein Term ist. Allerdings gibt es keine Definition oder auch nur vage Umschreibung, sondern nur ein paar Beispiele. Es gibt auch keinerlei Motivation, warum man sich überhaupt mit Termen beschäftigen sollte. Nebenbei lernt man aber Unerwartetes, nämlich dass Variable und Parameter offensichtlich synonym sind. Außerdem wird Abstraktionsvermögen geschult: An einer Figur, die wie ein handgezeichnetes Quadrat aussieht, werden die Seitenlängen 20 und 40 angebracht. Schön wäre eine Erklärung, was denn äquivalente Terme sind – leider haben wir die in keinem seiner Videos gefunden. Was sich dagegen massenhaft findet, sind Videos, die ein paar Termumformungen vormachen. Allein zum Distributivgesetz gibt es mehrere. In [youtu.be/O5sbsf57sVY](https://youtu.be/O5sbsf57sVY) etwa werden gleich fünf Beispiele vorgerechnet. Den Vorteil, dass sich eine Rechnung im Video dynamisch entwickeln lässt, verschenkt Herr Jung: Die komplette Rechnung steht schon zu Beginn an der Tafel und wird nur erläutert, etwa bei  $2 \cdot (a+4) = 2 \cdot a + 2 \cdot 4$  durch folgenden Kommentar:

Die Zahl, die vor der Klammer steht, wird reinmultipliziert zu allem, was jeweils in der Klammer steht.

Immerhin wird mit dem Zeigefinger die jeweils relevante Stelle hervorgehoben. Was aus didaktischer Sicht aber fehlt, ist eine Einordnung, wozu man diese Termumformung überhaupt macht, dass es sich um eine Äquivalenzumformung handelt, und dass sie auch geometrisch veranschaulicht werden kann. Gegen Ende des Videos wird der komplexe Fall  $(2+a) \cdot (a+4)$  in einem Schritt nach Rezept ausmultipliziert. Dass diese Rechnung eine doppelte Anwendung des Distributivgesetzes ist, bleibt den Lernenden verborgen. Immerhin wird die Technik des Umformens durch Pfeile unterstützt, die nachträglich angebracht werden. Außerdem gibt es den Hinweis, dass  $2 \cdot (a \cdot 4)$  etwas anderes ist – auch wenn das nicht der häufigste Fehler bei solchen Aufgaben ist.

Zum Distributivgesetz kann man alternativ auch [youtu.be/2Y3obEOE78I](https://youtu.be/2Y3obEOE78I) anschauen. Dort steht gleich  $a \cdot (b+c) = a \cdot b + a \cdot c$  an der Tafel und darunter gibt es wieder ein paar fertig vorbereitete Beispiele. Vermutlich kommt bei den Lernenden gut an, dass auch Grundlagen, die eigentlich im Unterricht lange vorher behandelt werden, immer wieder wiederholt werden. So wird beispielsweise darauf hingewiesen, dass  $4 \cdot x$  und  $4x$  das Gleiche sei. Allerdings wird das nicht durch eine Konvention der impliziten Multiplikation begründet, sondern es wird einfach nur gesagt, dass man das so schreiben kann. Woher die Regeln dessen, was man schreiben darf, kommen, bleibt unerwähnt. Der Satz „Egal, merkt es Euch einfach so.“ ist symptomatisch: Es geht nicht darum, etwas zu verstehen, sondern darum, es zu akzeptieren und reproduzieren zu können.

In [youtu.be/3iyqHdroxZI](https://youtu.be/3iyqHdroxZI) enthält die Tafel zunächst nur die Überschrift „Binomische Formeln“, der Rest wird entwickelt. Ausgangspunkt ist die Aussage „ $f(x) = (x^3 - \pi)^2$

möchte man ausmultiplizieren“. Warum man das möchte, ist unwichtig. Immerhin wird  $(a+b)^2 = (a+b) \cdot (a+b)$  betrachtet und dann schematisch (mit der Regel „jeder mit jedem“) ausmultipliziert. Einige Aussagen verunsichern, etwa die: „Wichtig ist, dass man die Definition kennt.“ Werden die binomischen Formeln also nicht als Satz gesehen? Eine geometrische Veranschaulichung vermisst man auch hier. Ebenso fehlt jede Anwendung wie etwa schnelles Kopfrechnen beim Quadrieren. Nach der „Definition“ der binomischen Formeln kann man sich auch noch weitere Beispiele anschauen: [youtu.be/5kBSJrMKwTA](https://youtu.be/5kBSJrMKwTA).  $(x+2)^2 = x^2 + 2 \cdot x \cdot 2 + 2^2$  wird ausmultipliziert (das Beispiel  $(x+3)^2$  hätte die Anfängerschwierigkeit vermieden, welche 2 von links welcher 2 rechts entspricht). Das zweite Beispiel  $(a+7)^2$  wird mit einem Kommentar eingeleitet: „Wichtig ist, dass Ihr das Muster erkennt“. Und genau darauf wird abgezielt: Mustererkennung und Reiz-Reaktionsverknüpfung. Oder anders gesagt: Es geht um Rezepte. In keinem einzigen seiner Videos zur Algebra haben wir eine präzise Definition oder eine Begründung gefunden. Es wird einfach gezeigt, wie man das machen muss.

Auch zum Lösen von Gleichungen gibt es eine Unzahl an Videos. Selbstredend erklärt keines davon, was die Lösung einer Gleichung ist – aber immerhin, wie man die Lösungsmenge aufschreibt. Der Äquivalenz von Gleichungen wird ein ganzes Video gewidmet: [youtu.be/CamVNjwj2zA](https://youtu.be/CamVNjwj2zA). Der größte Teil der Erklärzeit wird für beruhigende Worte verwendet: Man macht das, was man sonst auch mit Gleichungen macht, schreibt aber einen Doppelpfeil dazwischen. Und am Beispiel wird sogar gesagt, dass man das macht, weil die Gleichungen dieselbe Lösungsmenge haben. Ob daraus folgt, dass über den reellen Zahlen auch  $x^2 + 2 = 0$  und  $\sin(y) + 2 = 0$  äquivalent sind, diskutieren auch die aktuellen Schulbücher nicht.

In [youtu.be/P2Hp4B0lwmQ](https://youtu.be/P2Hp4B0lwmQ) wird das Beispiel  $x^2 = x$  behandelt. Das könnte man zunächst inhaltlich deuten, etwa in dem Sinn, dass eine Zahl gesucht wird, die mit sich selbst multipliziert wieder sich selbst ergibt und so könnte man auf 0 und 1 kommen. Oder man könnte eine grafische Interpretation als Stellen der Schnittpunkte der Normalparabel mit der Winkelhalbierenden hernehmen. Aber: „Das ist die Geschichte, alles auf eine Seite bringen.“ Erfreulich ist aber, dass anschließend nicht mit einer Lösungsformel gearbeitet wird (das wird aber am Ende des Videos als Alternative gezeigt), sondern dass der Term faktorisiert wird, so dass  $x \cdot (x-1) = 0$  entsteht und gelöst wird. Dieselbe Gleichung wird auch noch ausführlicher betrachtet im Video [youtu.be/IKrqqVIR4Bg](https://youtu.be/IKrqqVIR4Bg) zum Satz vom Nullprodukt (der wird beim Namen genannt, aber nicht präzise formuliert, sondern als Rezept). Selbst zu diesem Satz hat Herr Jung mehrere Darstellungen produziert. In [youtu.be/OjwbvsFeFro](https://youtu.be/OjwbvsFeFro) wird der Satz in Worten formuliert: „Ein Produkt wird 0, wenn einer der Faktoren 0 wird.“ Wieso von ‚0 werden‘, statt von ‚0 sein‘ gesprochen wird, ist unklar. Dafür wird am Schluss noch mal darauf hingewiesen, worauf es ankommt: „Weil Ihr erkannt habt, hier steht ein Produkt, wendet Ihr die Vokabeln an.“

Quadratische Gleichungen löst der Profi auch. In [youtu.be/o2QW5WITWvQ](https://youtu.be/o2QW5WITWvQ) wird u. a.  $x^2 - 1 = 8$  bearbeitet. Das Wurzeln wird dann aber so erklärt, dass es eher die bekannten Fehlvorstellungen fördert, wonach  $\sqrt{9} = \pm 3$  bzw.  $\sqrt{9} = \{3, -3\}$ . Jung erklärt nämlich:

Wenn ich aus einer positiven Zahl die Wurzel ziehe, ist das Ergebnis sowohl positiv wie negativ.

Was bei allen Videos mit quadratischen Gleichungen auffällt ist, dass die beiden Lösungen nie mit einer Disjunktion  $x = 3 \vee x = -3$  geschrieben werden und nur selten mit  $x_1, x_2$  unterschieden werden. In der Regel schreibt Jung etwas wie  $x = 2 \quad x = -2$  mit etwas Platz dazwischen, der aber nicht formal interpretiert wird. Verbal wird das erläutert in der Art von: „ $x = 2$  und  $x = -2$  sind die Lösungen.“

Mit den Suchbegriffen Modellieren, Modellbildungsaufgabe etc. findet man bei Jung nichts. Anwendungen gibt es ein paar wenige, aber keine, die man als besonders authentisch oder relevant einstufen würde. In [youtu.be/qN4Cs9rp-Hs](https://youtu.be/qN4Cs9rp-Hs) wird geklärt, wann eine Kerze von 70 cm, die pro Minute um 5 cm abbrennt, erlischt. Der bereits fertig gezeichnete Graph dazu stellt eine Treppenfunktion dar, was aber nicht kommentiert wird. Stattdessen wird an Beispielen erklärt, wie man in die Funktionsdefinition  $f(x) = 70 - 5x$  einsetzt. Daraus wird gleich  $y = -5x + 70$  gemacht, weil man dann „ $m \cdot x + b$  deutlich erkennt“. Eine weitere Anwendungsaufgabe gibt es in [youtu.be/oqeNOXhn3qk](https://youtu.be/oqeNOXhn3qk):

Wenn Daniels Alter verdreifacht würde und man um 10 erweitern würde, wäre er 120.

Obwohl nicht ganz klar ist, was eine Alterserweiterung ist, gibt es 8737 Likes unter dem Video und in 535 begeisterten Kommentaren wird versichert, das sei besser als das, was die Lehrer und Lehrerinnen in der Schule abliefern. Mit dem Stichwort Anwendung findet man [youtu.be/9V3H3ha-Cxo&t=32s](https://youtu.be/9V3H3ha-Cxo&t=32s), wo geklärt wird, welches Rechteck mit Umfang 16 cm maximalen Flächeninhalt hat. Nachdem die Zielfunktion zu  $A(b) = (8 - b) \cdot b = 8b - b^2$  bestimmt ist, gibt es leider keinen Hinweis darauf, dass sich das Maximum elementar bestimmen lässt. Stattdessen wird abgeleitet und mit der zweiten Ableitung geprüft, ob ein Maximum vorliegt. Das Ergebnis wird vermeldet, ohne das Wort Quadrat zu verwenden. Das didaktische Ziel der Vernetzung von Inhalten wird also komplett vermieden.

Ein weiteres Merkmal, das zur Beliebtheit beitragen mag, sich aber einer mathematikdidaktischen Bewertung entzieht, sind viele Bekräftigungsfloskeln: „Keine Angst“, „macht das, was Ihr immer macht“, „lasst Euch nicht verwirren“. Vermutlich vermissen Schülerinnen und Schüler Bestätigungen.

## Mathematische Bewertungen

Auch Erklärvideos von nur ein paar wenigen Minuten bedürfen einer präzisen mathematischen Sachanalyse.

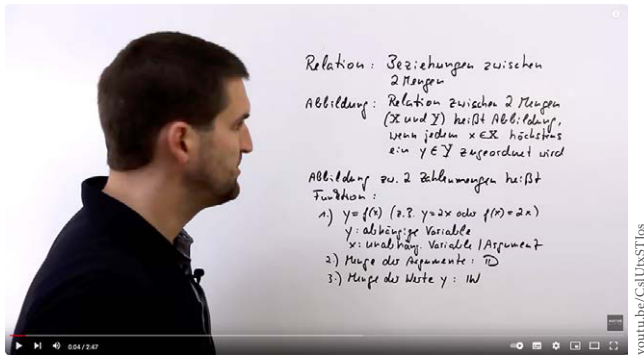
Im Folgenden soll an einigen Beispielen dargelegt werden, dass einer fundierten Sachanalyse in der Regel vermutlich zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet wurde. In [youtu.be/siyfXHUQdlk](https://youtu.be/siyfXHUQdlk) wird in weniger als 90 Sekunden versucht, die Begriffe „Injektivität“ und „Surjektivität“ zu erklären. Das soll anhand von Beispiele bewerkstelligt werden. Herr Jung wählt dazu als Urbildmenge  $X = \{a, b, c, d, e\}$  und als Bildmenge  $Y = \{1, 2, 3, 4\}$  und versucht graphisch, durch Angabe von Zuordnungspfeilen, Abbildungen von  $X$  nach  $Y$  zu definieren. Dies gelingt ihm aber nur für den Fall „surjektiv“. In den anderen drei Fällen verfehlt er sein Ziel, weil er nicht jedem Element aus  $X$  einen Funktionswert zuordnet. Jetzt mag man einwenden, dass die Essenz für den Fall „nicht injektiv“ bereits durch die Angabe von zwei Urbildern mit demselben Funktionswert erfasst ist, hingegen sind in den Fällen „nicht surjektiv“ und „injektiv“ unvollständige Funktionsbeschreibungen (in dem Sinn, dass nicht jedem Urbild ein Bild zugeordnet wird) sinnlos. Damit wollen wir Herrn Jung nicht unterstellen, dass er nicht weiß, was die Begriffe „Injektivität“ und „Surjektivität“ bedeuten. Aber mangelnde Präzision ist hier ruinös. Die Wortwahl „ruinös“ ist dabei nicht übertrieben, wie das Video [youtu.be/CslUtxSTJos](https://youtu.be/CslUtxSTJos) zeigt. Hier soll es um bijektive Abbildungen gehen. Es wird gesagt:

$f$  ist bijektiv, wenn  $f$  injektiv,  $f$  surjektiv und  $f^{-1}$  surjektiv ist.

Das ist zwar nicht *lege artis*, aber (noch) nicht falsch. Im darauf folgenden Beispiel kommt es aber dann zum Desaster: Herr Jung gibt eine „Funktion“  $f$  an, die injektiv, surjektiv, deren „Umkehrabbildung“  $f^{-1}$  aber nicht surjektiv ist. Herr Jung schließt aufgrund seiner „Definition“: „Also ist  $f$  nicht bijektiv!“. Was ist passiert? In diesem Beispiel wählt Herr Jung wieder eine fünfelementige Urbildmenge  $X$  und eine vierelementige Bildmenge  $Y$  und „erklärt“ eine Funktion, indem er vier (sic!) Elementen aus  $X$  eineindeutig die Elemente aus  $Y$  zuordnet. Tja, so kann's schiefgehen. Es gibt also in Herrn Jungs Welt Funktionen, die injektiv und surjektiv, aber nicht bijektiv sind. Offenbar haben schon vor uns aufmerksame User Herrn Jungs Verständnis von Abbildung kritisch beleuchtet. Nur so lässt sich das Video [youtu.be/IVhmF\\_hxv4U](https://youtu.be/IVhmF_hxv4U) erklären. Hier geht es nochmals um „Relation, Abbildung, Funktion, Definition“. Im Intro möchte Herr Jung deutlich machen, dass er die Sache doch versteht. Zitat: „Jetzt etwas genauer, auch für die Klugscheißer ...“ Und dann verrennt er sich halt wieder: „Eine Relation ist eine Beziehung zwischen 2 Mengen“ und nicht minder schlimm:

Eine Relation zwischen 2 Mengen ( $X$  und  $Y$ ) heißt Abbildung, wenn jedem  $x \in X$  höchstens ein  $y \in Y$  zugeordnet wird.

Positiv festzuhalten ist, dass Herr Jung den ersten Teil der Definition einer Abbildung („jedem  $x \in X$ “) jetzt „drauf hat“. Unsere Vermutung: der unorthodoxe zweite Teil („höchstens ein  $y \in Y$ “) wird ihm früher oder später auf die Füße fallen!



Es gibt noch weitere Glanzstücke: In [youtu.be/4EphJRvJBZY](https://youtu.be/4EphJRvJBZY) ist der Zwischenwertsatz umkehrbar. Und wenn Sie glauben, den Mittelwertsatz der Integralrechnung verstanden zu haben – das kann man ändern: [youtu.be/bn2qK7vwITl](https://youtu.be/bn2qK7vwITl).

## Fazit

Die obige Analyse zeigt, dass auch populäre Erklärvideos große didaktische und mathematische Defizite haben können. Die Zusammenschau der oben exemplarisch zusammengetragenen Befunde macht folgende Hauptdefizite der Videos von Daniel Jung deutlich:

- Mathematik wird präsentiert als eine fertige Sammlung von Regeln, für die es keine Begründungen gibt.
- Logische Struktur und fachsprachliche Korrektheit sind mangelhaft, mathematische Argumente fehlen.
- Mathematiktreiben wird reduziert auf Mustererkennung und Abspulen von Routinen.
- Ziel ist die Vermittlung, was man tun darf und vor allem, was man tun „muss“.
- Authentische Anwendungen und Modellierungen gibt es nicht.
- Das Potential des dynamischen Mediums wird nur ansatzweise genutzt.

Die Videos vermitteln ein problematisches Bild von Mathematik und konterkarieren ihren Bildungswert. Es ist daher besorgniserregend, wenn die Verwendung sogar von Schulen und Bildungstiftungen empfohlen wird (siehe etwa [mathe.carl-orff-gym.de/mathe-bei-daniel-jung/](https://mathe.carl-orff-gym.de/mathe-bei-daniel-jung/), [deutsches-schulportal.de/unterricht/tutorials-mathemachhilfe-per-mausklick/](https://deutsches-schulportal.de/unterricht/tutorials-mathemachhilfe-per-mausklick/)). Es sollte alarmieren, dass Jugendliche massenhaft schlechte Videos konsumieren. Noch bedenklicher ist, dass sie offensichtlich die Erfahrung machen, mithilfe der damit schnell angelernten Rezepte erfolgreich durch Prüfungen zu kommen. Dies wirft erhebliche Fragen auf, etwa ob der aktuelle Unterricht mit seiner Prüfungskultur den potentiell wertvollen Bildungsbeitrag der Mathematik wirklich realisiert, oder ob er sich in einer „Dressur des Unverstandenen“ erschöpft, wie schon Wagenschein [6] kritisiert hat, oder zu einer Kompetenzsimulation führt ([tinyurl.com/39ewcsnm](https://tinyurl.com/39ewcsnm)). In jedem Fall sollte der Erfolg von Videos, die Mathematik auf Rezepte mit Mustererkennung reduzieren, als Alarmzeichen gewertet werden.

## Literatur

- [1] Bersch, S., Merkel, A., Oldenburg, R. Weckerle, M. (2020). Erklärvideos: Chancen und Risiken – zwischen fachlicher Korrektheit und didaktischen Zielen. *GDM-Mitteilungen*, 109, 58–63. [ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/article/view/966](https://ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/article/view/966)
- [2] Gusman, N. (2022). *Tafel versus Beamer*. Springer. DOI 10.1007/978-3-658-37789-2
- [3] Kühnel, W. (2021). 50 Jahre mathematische Schulbücher. *pnj.mathematik.uni-stuttgart.de/igt/igt2/Kuehnel/50Jahre.pdf*
- [4] Oldenburg, R. (2020). Realistischer Konstruktivismus. *GDM-Mitteilungen*, 109, 77–84. [ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/article/view/941](https://ojs.didaktik-der-mathematik.de/index.php/mgdm/article/view/941)
- [5] Pinkernell, G., Reinhold, F., Schacht, F., Walter, D. (2022). *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule*. Springer. DOI 10.1007/978-3-662-65281-7
- [6] Wagenschein, M. (1970). *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken*. Klett.

Prof. Dr. Joachim Escher  
Leibniz Universität Hannover, Institut für Angewandte Mathematik  
Welfengarten 1, 30167 Hannover  
[escher@ifam.uni-hannover.de](mailto:escher@ifam.uni-hannover.de)

Prof. Dr. Reinhard Oldenburg  
Universität Augsburg  
Universitätsstraße 14, 86159 Augsburg  
[reinhard.oldenburg@math.uni-augsburg.de](mailto:reinhard.oldenburg@math.uni-augsburg.de)

Joachim Escher ist Professor an der Leibniz Universität Hannover und dort seit Januar 2015 als Vizepräsident für Berufsangelegenheiten, Personalentwicklung und wissenschaftliche Weiterbildung tätig. Er war 2021/22 Vizepräsident und ist 2023/24 Präsident der Deutschen Mathematiker-Vereinigung.

Reinhard Oldenburg ist Professor an der Universität Augsburg für die Didaktik der Mathematik, an der er zukünftige LehrerInnen für fast alle deutschen Schulformen unterrichtet.