



# LOEWE

## ABSCHLUSSBERICHT



**LOEWE-Schwerpunkt**  
**Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen:**  
**Kognitive Mechanismen, Entwicklungsvoraussetzungen**  
**und effektive Umsetzung im Unterricht**

# Inhalt

- 2 Statement der Koordinatorin
- 3 Projektinhalte
- 3 Wissenschaftliche Ausgangslage
- 4 Im Rahmen des LOEWE-Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen
- 5 Erreichte Strukturentwicklung
- 6 Erreichte Bedeutung/Stellung im Themen-/Forschungsfeld
- 7 Wichtigste Meilensteine des Projekts
- 8 Weitere Informationsmöglichkeiten
- 8 Zahlen und Fakten
- 9 Kurzvorstellung der beteiligten Hochschulen und Forschungsinstitute
- 10 Impressum

Wie lernt man am besten? Sollte Lernen möglichst leichtfallen – oder ist das eigentliche Ziel des Lernens nicht, einen überdauernden Wissensschatz aufzubauen, der als Basis für weitere Lernprozesse dient? Der interdisziplinäre LOEWE-Schwerpunkt „Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen: Kognitive Mechanismen, Entwicklungsvoraussetzungen und effektive Umsetzung im Unterricht“ (Laufzeit: 2015 – 2018; Sprecher: Prof. Dr. Tobias Richter/Prof. Dr. Mirjam Ebersbach) hat sich mit diesen Fragen beschäftigt. *Wünschenswerte Erschwernisse* sind Mechanismen, die das Lernen zunächst erschweren, aber zu einem langfristigen Behalten des Gelernten beitragen. Hierzu zählen z. B. das Abrufen des Gelernten schon während der Lernphase (*Testen*), das Verteilen der Lernzeit auf mehrere Zeitpunkte statt am Stück zu lernen (*Verteiltes Lernen*), das Abwechseln von Lerninhalten statt des geblockten nacheinander Abhandelns (*Verschachteltes Lernen*) und das Generieren von Teilen der Lerninhalte durch die Lernenden selbst (*Generieren*). Die Wirksamkeit solcher wünschenswerten Erschwernisse wurde bereits in Laborstudien demonstriert. Der Forschungsschwerpunkt hat die Implementierbarkeit wünschenswerter Erschwernisse in den schulischen und universitären Unterricht überprüft sowie Rahmenbedingungen für deren Wirksamkeit identifiziert.



Der LOEWE-Schwerpunkt hat eine wichtige strukturbildende Funktion für die Universität Kassel erfüllt, indem er die Kooperation zwischen den Instituten für Biologie, Mathematik, Erziehungswissenschaft und Psychologie sowie dem Zentrum für empirische Lehr-Lernforschung der Universität Kassel (ZELL) gestärkt hat. Zudem konnte ein wesentlicher, international sichtbarer Beitrag zum Forschungsschwerpunkt „Empirische Bildungsforschung und Hochschulforschung“ der Universität Kassel geleistet werden.

Verstetigungen ergaben sich u. a. durch strategische Neuberufungen, die Neuanbahnung von Kooperationen und flankierende Drittmittelförderungen. Die etablierten Kooperationsstrukturen sollen unter Einbeziehung weiterer Expert\*innen in eine ortsverteilte DFG-Forschungsgruppe zum Thema „Nachhaltiges Lernen“ münden. Damit soll auch künftig ein wesentlicher Beitrag zur Verbesserung von Lernprozessen und damit zu dem gesellschaftlich relevanten Thema „Bildung“ geleistet werden.

*Mirjam Ebersbach*

Prof. Dr. Mirjam Ebersbach  
Wissenschaftliche Koordinatorin seit 2016  
Institut für Psychologie (Universität Kassel)

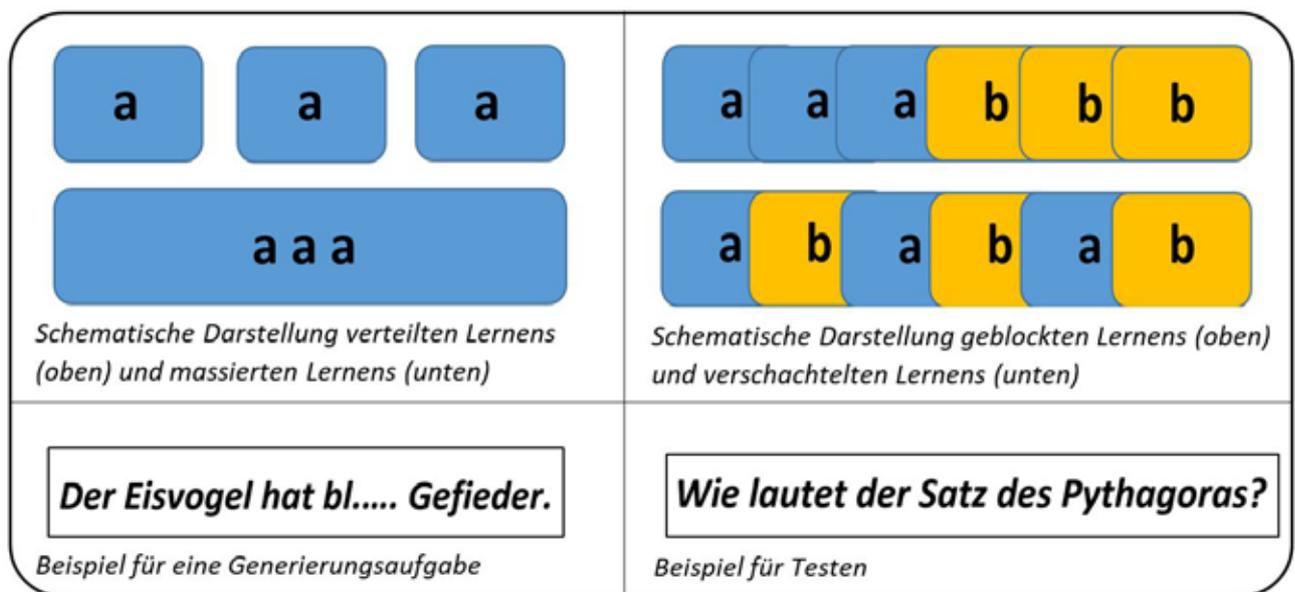
## Projekthalte

### Wissenschaftliche Ausgangslage

In der heutigen Gesellschaft spielt Lernen eine zentrale Rolle. Trotz der permanenten Abrufbarkeit von Informationen aus dem Internet ist es für das tiefere Verständnis notwendig, sich selbst Wissen anzueignen, auf das man wieder zugreifen kann. Vorwissen ist ein wesentlicher Faktor beim Erwerb neuen Wissens: Erst, wenn man neue Informationen an schon bestehendes Wissen und Erfahrungen anknüpfen kann, erlangen sie Sinn und können längerfristig abgespeichert werden. Auch erfordert es der Arbeitsalltag, sich an Inhalte erinnern zu können, die schon vor längerer Zeit gelernt wurden. Diese „Expertise“ ist durch ein schnelles Nachschlagen im Internet nicht zu ersetzen. Aber wie lernt man so, dass das Gelernte auch langfristig abrufbar bleibt? Mit dieser Frage hat sich der LOEWE-Schwerpunkt „Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen“ beschäftigt. Zu den *Wünschenswerten Erschwernissen* zählen u. a. (1) das *Testen* im Sinne des aktiven Gedächtnisabrufs der gelernten Inhalte schon während des Lernens, (2) das

über mehrere Zeitpunkte *verteilte Lernen*, (3) das *verschachtelte Lernen* im Sinne der Abwechslung von verschiedenen Inhalten sowie (4) das *Generieren* von zu lernenden Inhalten durch Lernende.

Die positiven Effekte wünschenswerter Erschwernisse auf das langfristige Behalten wurden bislang meist in Laborstudien bei Erwachsenen nachgewiesen. Dabei wurde häufig mit wenig miteinander assoziiertem Lernmaterial gearbeitet (z. B. Wortlisten, die auswendig gelernt werden mussten). Offen blieb daher, (1) ob die positiven Effekte wünschenswerter Erschwernisse auf reale Lernsituationen (z. B. in Schule oder Universität) übertragbar sind, (2) ob die Effekte auch mit komplexeren, kohärenten Lernmaterialien auftreten (z. B. Sachtexte, naturwissenschaftliche Inhalte), (3) welche kognitiven Mechanismen den Effekten zugrunde liegen und (4) ob es interindividuelle Unterschiede bezüglich der Wirksamkeit der wünschenswerten Erschwernisse gibt (z. B. in Abhängigkeit des Alters, kognitiver oder motivationaler Merkmale der Lernenden). Diese Fragen wurden im LOEWE-Schwerpunkt in sieben Teilprojekten und zwei assoziierten Projekten empirisch untersucht.



Schematische Darstellung bzw. Beispiele für wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen.

## Im Rahmen des LOEWE-Projekts erreichte Erkenntnisse und getätigte Entwicklungen

In Teilprojekt 1 wurden **Moderatoren der Effektivität wünschenswerter Erschwernisse beim Lernen** im Rahmen von Metaanalysen untersucht. In Hinblick auf das verschachtelte Lernen ergab sich z. B., dass das Verschachteln eher bei visuellen Lerninhalten wirksam ist (z. B. Malstile verschiedener Maler), weniger bei mathematischen Inhalten und eher nicht bei Texten. Zudem ist die Wirksamkeit des verschachtelten Lernens höher für komplexeres Lernmaterial. Die Ergebnisse machen deutlich, dass wünschenswerte Erschwernisse nicht für alle Materialien gleichermaßen wirksam sind.

Teilprojekt 2 hat sich mit **kognitiven Mechanismen beim verteilten Lernen** beschäftigt. Hier zeigte sich z. B., dass die Vergessensrate nach dem wiederholten Lesen eines naturwissenschaftlichen Textes geringer ist, wenn dieser mit Pause (d. h. verteilt) statt am Stück gelesen wird. Für die kurzfristige Wissensaneignung ist aber das wiederholte Lesen am Stück vorteilhafter. Offenbar fördert verteiltes Lernen nicht unbedingt den unmittelbaren Wissenszuwachs, sondern beugt dem Vergessen vor, indem es das Wissen stabiler im Gedächtnis verankert.

In Teilprojekt 3 wurden **schwierigkeitsgenerierende Aufgabenmerkmale in der Mathematik und den Naturwissenschaften** untersucht. Es wurde z. B. herausgefunden, dass Lernende, die in einem Lückentext kausale Relationen zwischen Satzteilen selbst generierten, langfristig weniger vom Text vergaßen als Lernende, die den vollständigen Text lasen. Der Generierungseffekt hängt jedoch davon ab, ob erfolgreich (d. h. korrekt) generiert wurde.

Teilprojekt 4 hat die **Bedeutung kognitiver und motivationaler Lernermerkmale für die Wirksamkeit wünschenswerter Erschwernisse aus differentieller und entwicklungspsychologischer Perspektive** untersucht. Generell zeigte sich, dass das Verteilen von Übungsaufgaben im Fach Mathematik positiver für das langfristige Behalten ist als das Bearbeiten der Aufgaben am Stück. Es gab dabei keine fundamentalen Unterschiede zwischen Lernenden.



*Kinder beim Lernen.*

Das Verteilen von Übungsaufgaben, z. B. im Rahmen von Hausaufgaben, kann also nützlich sein, wenn Inhalte längerfristig behalten werden sollen.

Bei Teilprojekt 5 wurden **intrinsische kognitive Motivation und Erfolgserwartung als Moderatoren des Effekts wünschenswerter Erschwernisse** erforscht. Hier zeigte sich u. a., dass individuelle Unterschiede zwischen Lernenden (z. B. bezüglich Testangst, Bedürfnis nach kognitiv herausfordernden Aufgaben, Lernzielen, Misserfolgsangst, Intelligenz) die Beurteilung und Nutzung wünschenswerter Erschwernisse beeinflussen.

Teilprojekt 6 hat den **Generierungseffekt im Kontext des forschenden Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht** untersucht. In einem Schülerlabor haben Schüler\*innen selbst Zusammenhänge in Ökosystemen erforscht. In den Prozess des forschenden Lernens wurden auch Generieren und Testen implementiert. Es zeigte sich, dass individuelle Merkmale der Lernenden die Effekte von Generieren und Testen beeinflussen und die Behaltensleistung wesentlich von Vorwissen und Generierungserfolg abhing.

In Teilprojekt 7 wurde das **verschachtelte Lernen in den Mathematikunterricht der Grund- und Sekundarschule** implementiert und mit dem geblockten Lernen verglichen. Hierbei zeigten sich positive Effekte des Verschachtelns, z. B. indem Schüler\*innen flexiblere und adaptivere Rechenstrategien entwickelten und damit Aufgaben effizienter lösen konnten sowie einen größeren Wissenszuwachs erreichten. Es wird angenommen, dass das Verschachteln von Lerninhalten zu Vergleichen anregt, die dazu führen, dass Lernende mathematische Verfahren und Strategien



Studentin beim Selbsttesten.

und ihre Anwendungsbedingungen besser unterscheiden lernen, als wenn sie sich mit diesen Verfahren am Stück beschäftigen.

In einem **assoziierten Projekt an der Universität Würzburg** wurde gezeigt, dass der Testungseffekt vom Abruferfolg beim Testen abhängt. Aktuell wird den Fragen nachgegangen, (a) wie sich adaptives Testen auf den Testungseffekt auswirkt, (b) wie Feedback beim Testen gestaltet sein sollte, damit es den Testungseffekt erhöht und (c) ob Lehramtsstudierende wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen kennen, diese positiv beurteilen und selbst beim Lernen einsetzen.

In einem weiteren **assoziierten Projekt an der Universität Kassel** wurde der Testungseffekt im Kontext forschenden Lernens untersucht. In einer Sekundarstufen-Studie zeigte sich, dass Schüler\*innen vom Wissensabruf während des forschenden Lernens genauso profitierten wie Schüler\*innen, die eine entsprechende Information nochmals lasen. Beide Gruppen zeigten in einem späteren Test ein besseres Wissen als Schüler\*innen in der Kontrollbedingung, die weder getestet wurden noch das Material nochmals lasen.

Zusammenfassend kann der Einsatz wünschenswerter Erschwernisse für das Lernen in Schule und Universität empfohlen werden, da sie mindestens ebenso gute Effekte auf das langfristige Behalten haben wie klassischere Lernmethoden (z. B. Wiederholen), oft

jedoch auch bessere. Es gibt jedoch zum Teil notwendige Rahmenbedingungen für diese Effekte (z. B. Lernmaterial, Merkmale der Lernenden). Nicht zuletzt spielt auch die Akzeptanz auf Lernenden- und Lehrendenseite eine zentrale Rolle für den erfolgreichen Einsatz wünschenswerter Erschwernisse im (selbstregulierten) Lernen.

## Erreichte Strukturentwicklung

Der LOEWE-Schwerpunkt „Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen“ hat durch seine Forschungsaktivitäten nicht nur zur Sichtbarkeit unseres Forschungsverbunds in der wissenschaftlichen Community beigetragen, sondern auch zur Stärkung und Sichtbarkeit des Forschungsschwerpunkts „Empirische Bildungsforschung und Hochschulforschung“ der Universität Kassel. Dieses wissenschaftlich, gesellschaftlich und politisch hochrelevante Profil soll durch Einwerbung einer DFG-Forschungsgruppe zum Thema „Nachhaltiges Lernen“ weiter ausgebaut werden, an der neben Projektleitungen des LOEWE-Schwerpunkts auch renommierte Wissenschaftler\*innen weiterer Standorte in Deutschland beteiligt sein werden. Zu diesem Zweck fanden bereits intensive Vernetzungsaktivitäten statt. Da die Universität Kassel einen wesentlichen Beitrag zur Lehrerbildung leistet, ist dieses Thema hier besonders gut verortet. Bereits jetzt findet die Thematik der wünschenswerten Erschwernisse sowohl inhaltlich-theoretisch (z. B. in Vorlesungen und Seminaren) als auch praktisch durch entsprechende didaktische Methoden Eingang in die Lehre. Zudem wird die Thematik auch kontinuierlich in studentischen Abschlussarbeiten beforscht. Die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses ist gelungen – so wurden im Rahmen des Schwerpunkts Promotionen erfolgreich abgeschlossen bzw. stehen kurz vor Abschluss. Darüber hinaus wurden im Förderzeitraum zwei strategische Berufungen am Institut für Psychologie der Universität Kassel realisiert, in deren Rahmen Kollegen gewonnen werden konnten, die ebenfalls über ausgewiesene Expertise im Forschungsbereich von „Lehren und Lernen“ verfügen und auch schon zum Thema wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen geforscht und publiziert haben. Zudem wurde ein auf Erkenntnissen des



*Vorlesung an der Universität.*

LOEWE-Schwerpunkts basierender Antrag im Rahmen des Förderprogramms zur weiteren Profilbildung der Universität Kassel 2017 – 2022, „Programmlinie Zukunft“, zum Thema „Kontrastieren und Vergleichen in der Lehramtsausbildung“ bewilligt. Diese Maßnahmen tragen nachhaltig zur Weiterentwicklung und Verstetigung des Forschungsthemas bei. Aus dem LOEWE-Schwerpunkt ist zudem ein weiteres Drittmittelprojekt an der Universität Würzburg zur Untersuchung wünschenswerter Erschwernisse in der Hochschullehre hervorgegangen. Der LOEWE-Schwerpunkt hat also erfolgreich zur dauerhaften Implementierung des Themas in die Lehre und Forschung der Universität Kassel beigetragen und eine Ausweitung der Forschungsaktivitäten und Verbreitung des Themas über diesen Standort hinaus ermöglicht.

## Erreichte Bedeutung/Stellung im Themen-/Forschungsfeld

Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen sind ein hochaktuelles und an wissenschaftlicher Bedeutung noch zunehmendes Thema der pädagogisch-psychologischen Forschung. Während die Suchmaschine Google Scholar für den Zeitraum 2000 – 2010 gerade einmal 159 wissenschaftliche Publikationen zu dem Thema nachweist, sind es für den Zeitraum 2011 – 2019 schon 1.360 Publikationen (Stand: Juni 2019). In früheren Studien wurden wünschenswerte Erschwernisse allerdings fast ausschließlich aus der Perspektive kognitionspsychologischer Grundlagenforschung untersucht. Der LOEWE-Schwerpunkt hat mit seinem interdisziplinären Ansatz und der Verknüpfung von grundlagen- und anwendungsorientierten

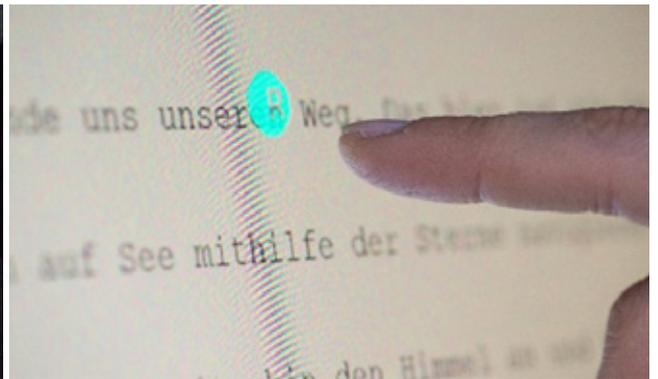
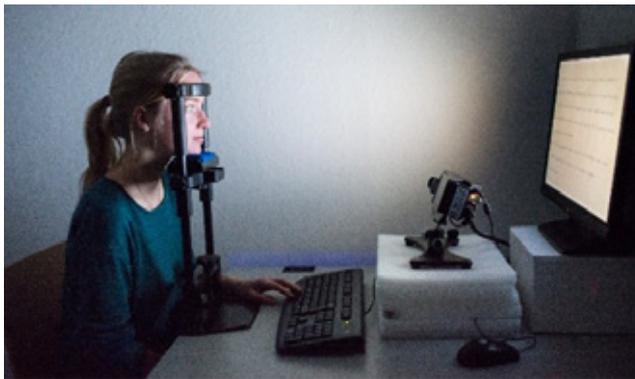
Fragestellungen das Konzept der wünschenswerten Erschwernisse in innovativer Weise weiterentwickelt, indem die Übertragbarkeit des Konzeptes auf schulische und andere Bildungskontexte überprüft wurde und zugrundeliegende Mechanismen und Rahmenbedingungen identifiziert wurden. Die Frage, inwieweit die Wirksamkeit wünschenswerter Erschwernisse von Merkmalen der Lernenden selbst, aber auch vom Lernmaterial und von der Gestaltung der Lernsituation einschließlich der Lernziele (z. B. wie lange soll ein Inhalt behalten werden) abhängt, muss jedoch noch weiter erforscht werden. Unter anderem zur Beantwortung dieser Frage soll die DFG-Forschungsgruppe beitragen.

Die Forschungsergebnisse des Schwerpunktes wurden der nationalen und internationalen wissenschaftlichen Community durch Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Zeitschriften zugänglich gemacht. Neben Einzelbeiträgen wurde ein Sonderband mit 14 Artikeln von insgesamt 50 Autoren zur Frage: „How Desirable Are ‚Desirable Difficulties‘ for Learning in Educational Contexts?“ im Journal *Frontiers in Psychology* etabliert. Bis Juni 2019 wurde der Sonderband über 25.000 Mal aufgerufen und es erfolgten mehr als 2.200 Downloads. Darüber hinaus wurden unsere Studienergebnisse in Sammelbänden publiziert und im Rahmen von Symposien und individuellen Beiträgen auf nationalen und internationalen Konferenzen dem Fachpublikum präsentiert. Zudem wurden neue Kooperationen entwickelt, die sich u. a. in den Koautorenschaften der Publikationen, flankierend eingeworbenen Drittmittelprojekten, wie auch den assoziierten Mitgliedern des LOEWE-Schwerpunkts und den Antragsteller\*innen der geplanten Forschungsgruppe widerspiegeln.

## Wichtigste Meilensteine des Projekts



LOEWE-Mitglieder präsentieren das Projekt Kultusminister Prof. Dr. R. Alexander Lorz (August 2015).



Blickbewegungsmessungen ermöglichen detaillierte Einblicke in Lernprozesse.



Präsentation des Projektes vor Vertretern des Hessischen Landtags (April 2018).

## Weitere Informationsmöglichkeiten

- <https://www.uni-kassel.de/fb01/?id=39397#search=%22forschungsprojekt%20lernen%22>  
Projektwebsite des LOEWE-Schwerpunkts
- <https://wissenschaft.hessen.de/forschen/landesprogramm-loewe/die-foerderstaffeln-von-loewe/7-loewe-foerderstaffel>  
Projektdarstellung auf der Website des HMWK
- <https://www.frontiersin.org/research-topics/7288/how-desirable-are-desirable-difficulties-for-learning-in-educational-contexts>  
Website des Sonderbandes (Research Topic) „How Desirable Are ‚Desirable Difficulties‘ for Learning in Educational Contexts?“ des Journals Frontiers in Psychology
- <https://proloewe.de/de/loewe-vorhaben/nach-themen/wuenschenswert-erschwernde>  
Projektwebsite des Netzwerks der LOEWE-Forschungsvorhaben (ProLOEWE)
- [http://www.schulpaedagogik-heute.de/conimg/Archiv/SH\\_11/06\\_01.pdf](http://www.schulpaedagogik-heute.de/conimg/Archiv/SH_11/06_01.pdf)  
Beitrag von fünf der Projektleitenden in der Zeitschrift Schulpädagogik Heute

## Zahlen und Fakten<sup>1</sup>

Förderzeitraum	01.01.2015 – 31.12.2018
Bewilligte LOEWE-Mittel in Euro	3.049.319,00
Verausgabte LOEWE-Mittel in Euro	2.992.274,30
Bewilligte Drittmittel in Euro	511.451,00
Beschäftigte insgesamt <sup>2</sup>	12,53
darunter LOEWE-finanziert	5,53
Erfolgreich abgeschlossene Promotionen	1
Erfolgreich abgeschlossene Habilitationen	0
Wissenschaftliche Publikationen	47
Fachvorträge auf wissenschaftlichen Tagungen/Konferenzen	41
Angemeldete Patente	0
darunter bereits erteilt	0

<sup>1</sup> Die Angaben beziehen sich mit Ausnahme der Beschäftigten auf die gesamte Projektlaufzeit.

<sup>2</sup> Die Anzahl der Beschäftigten bezieht sich auf alle Beschäftigten, die an dem LOEWE-Projekt mitgearbeitet haben, in Vollzeitäquivalenten, unabhängig von ihrer Finanzierung, Stichtag 31.12. des letzten Förderjahres.

## Kurzvorstellung der beteiligten Hochschulen und außeruniversitären Forschungsinstitute

### Universität Kassel

<https://www.uni-kassel.de/>

Die Universität Kassel ist eine junge Universität, an der Offenheit, Initiative, fächerübergreifendes und unkonventionelles Denken gewünscht und gefördert werden. Die Universität Kassel zeichnet sich durch ein außergewöhnlich breites Profil mit den Kompetenzfeldern Natur, Technik, Kultur und Gesellschaft aus. Sie will zur nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft – durch relevante und zukunftsgerichtete Forschung ebenso wie durch die zeitgemäße Ausbildung von Absolvent\*innen und durch Wissenstransfer in die Region – beitragen.

U N I K A S S E L  
V E R S I T Ä T

### Zentrum für empirische Lehr-/Lernforschung (ZELL), Universität Kassel

<https://www.uni-kassel.de/projekte/zell/lehr-und-lernforschung.html>

Ein Schwerpunkt im Bereich der Bildungsforschung an der Universität Kassel ist die Lehr- und Lernforschung. In verschiedenen Projekten wird die kognitive, motivationale und persönlichkeitsbezogene Entwicklung von Lernenden untersucht und analysiert, wie sich diese Entwicklung durch gezielte didaktische Maßnahmen und Interventionen fördern und unterstützen lässt. Vier Projektleitungen des LOEWE-Schwerpunkts (Prof. Dr. Rita Borromeo Ferri, Prof. Dr. Martin Hänze, Prof. Dr. Frank Lipowsky und Prof. Dr. Martin Hänze) sind Mitglieder des ZELL.



### Universität Würzburg

<https://www.uni-wuerzburg.de>

Die Julius-Maximilians-Universität Würzburg ist eine international renommierte Universität mit einem breiten Fächerspektrum. Hauptaufgabe der Universität ist es, ihre Lehre eng auf die aktuelle Forschung abzustimmen. Ein Ziel der Universität ist die Stärkung der interdisziplinären Zusammenarbeit, um spannende Fragestellungen zwischen verschiedenen Wissensbereichen zu bearbeiten. Forschung und Lehre auf internationalem Niveau sieht die Universität stets in Verantwortung gegenüber den Belangen der Gesellschaft und ethischen Werten.



HESSEN



Das Forschungsförderungsprogramm LOEWE ist eine Förderinitiative des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst.

## Impressum

### Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wissenschaft und Kunst  
Rheinstraße 23 – 25  
65185 Wiesbaden

### Inhalt:

LOEWE-Schwerpunkt Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen:  
Kognitive Mechanismen, Entwicklungsvoraussetzungen und effektive  
Umsetzung im Unterricht

### Redaktion:

LOEWE-Geschäftsstelle im  
Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst

### Layout:

Christiane Freitag, Idstein

### Fotos und Grafiken:

LOEWE-Schwerpunkt Wünschenswerte Erschwernisse beim Lernen:  
Kognitive Mechanismen, Entwicklungsvoraussetzungen und effektive  
Umsetzung im Unterricht

Titel, S. 4, S. 6: © Pixabay; S. 2: © Mirjam Ebersbach; S. 5: © Maj-Britt  
Isberner; S. 7 Abb. 1 und 4: © Presse Universität Kassel; S. 7 Abb. 2  
und 3: © Paavo Blåfield/Universität Kassel