

Emotionen beim technologiebasierten Lernen

Kristina Loderer, Reinhard Pekrun und Anne C. Frenzel

Inhalt

1	Emotionstheoretische Grundlagen	3
2	Ursachen und Wirkungen von Emotionen	5
3	Anregungen zur emotionsgünstigen Gestaltung von technologiebasierten Lernumgebungen	12
4	Zusammenfassung und Ausblick	16
	Literatur	16

Zusammenfassung

Mit der zunehmenden Verbreitung von Lerntechnologien in schulischen, universitären und betrieblichen Kontexten ist auch das wissenschaftliche Interesse an der Rolle von Emotionen beim technologiebasierten Lernen gestiegen. Diese Entwicklung ist eng mit dem Ziel verbunden, emotional anregende Lernumgebungen zu entwickeln, die Lernende nachhaltig motivieren und somit Lernen fördern können. Dieses Kapitel trägt nach einer kurzen Zusammenfassung emotionstheoretischer Grundlagen Erkenntnisse bisheriger Forschung zu Ursachen und Wirkungen von Emotionen in technologiebasierten Lernsettings zusammen. Hierzu wird basierend auf Pekrun's Kontroll-Wert-Ansatz zu Lern- und Leistungsemotionen (Pekrun (Edu Psy Rev 18(4):315–341, 2006), Pekrun, R. (2016). Academic emotions. In K. R. Wentzel & D. B. Miele (Hrsg.), *Handbook of motivation at school* (2, 120–144). New York/London: Routledge.) ein Rahmenmodell vorgeschlagen, das die Rolle verschiedener Arten von Emotionen (z. B. Leistungsemotionen, epistemische Emotionen, soziale Emotionen) beim technologiebasierten Lernen aufgreift und weitere relevante Erklärungsansätze wie das kognitiv-affektive Modell multimedialen Lernens (Plass J. L., & Kaplan U. (2015). Emotional

K. Loderer (✉) · R. Pekrun · A. C. Frenzel

Department Psychologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, Deutschland

E-Mail: Kristina.Loderer@psy.lmu.de; pekrun@lmu.de; frenzel@psy.lmu.de

design in digital media for learning. In S. Y. Tettegah & M. P. McCreery (Hrsg.), *Emotions, technology, and learning* (S. 131–161). London: Academic) integriert. Anschließend werden auf Basis des Modells Gestaltungsprinzipien für emotionsgünstige technologiebasierte Lernumgebungen vorgeschlagen.

Schlüsselwörter

Emotion · Lernen · Leistung · Technologie · Kontroll-Wert-Theorie

Dass Emotionen in diesem zweiten Nachfolger des *Kompodium E-Learning* (Niegemann et al. 2004) ein eigenes Kapitel gewidmet wird, ist sicher auf die zunehmende Zahl theoretischer und empirischer Arbeiten zurückzuführen, die deren Bedeutung für Lernen in schulischen, universitären und betrieblichen Kontexten zeigen. Dabei hat sich der lange vorherrschende Fokus auf der Emotion Prüfungsangst in den letzten Jahren auf weitere, nicht minder relevante Emotionen wie Langeweile, Scham, Stolz oder Freude erweitert.

Auch im Bereich des technologiebasierten Lernens ist ein ähnlicher Trend zu verzeichnen. Während bereits in den 1970ern reges Forschungsinteresse an Angst im Kontext computergestützter Übungsprogramme aufkam (z. B. O’Neil und Richardson 1977), ist die Vielfalt emotionalen Erlebens beim Lernen mit verschiedenen Technologien wie Online-Kursmanagementsystemen oder intelligent tutoriellen Systemen erst jüngst in den Vordergrund gerückt (D’Mello 2013). Zudem hat sich in den 1990ern mit der Verbreitung des Computers als Lernmittel und -gegenstand sowie damit verbundenen Kompetenzanforderungen an Lehrende und Lernende ein für dieses Feld besonderer Forschungsstrang etabliert, der sich mit auf die jeweilige Technologie gerichteten Emotionen befasst. Während das Konstrukt der Computerangst hier zunächst im Vordergrund stand (Powell 2013), ist inzwischen gut belegt, dass Lerntechnologien ganz verschiedene negative wie auch positive emotionale Reaktionen hervorrufen können (Butz et al. 2015; Cohen 2014). Gerade letzterer Aspekt hat Technologien zu einem wahren Hoffnungsträger für die Entwicklung ansprechender und nachhaltig motivierender Lernumgebungen gemacht (Tettegah und McCreery 2015).

Dieses Kapitel trägt nach einer Zusammenfassung emotionstheoretischer Grundlagen Erkenntnisse bisheriger Forschung zu Ursachen und Wirkungen von Emotionen in technologiebasierten Lernsettings zusammen. Hierzu wird basierend auf Pekruns Kontroll-Wert-Ansatz zu Lern- und Leistungsemotionen (Pekrun 2006) ein Rahmenmodell vorgeschlagen, das eine technologieübergreifende Grundlage für die Ableitung emotionsorientierter Gestaltungsprinzipien für technologiebasierte Lernumgebungen bieten soll.

1 Emotionstheoretische Grundlagen

1.1 Definition des Emotionsbegriffs

Emotionen sind innere, psychische Prozesse, die durch einen „gefühlten“, *affektiven Kern* gekennzeichnet sind. Je nach Ausprägung bzw. Valenz dieses subjektiven Erlebens lassen sich Emotionen als „positiv“ (angenehm) oder „negativ“ (unangenehm) kategorisieren (vgl. Abschn. 1.2). Darüber hinaus umfassen Emotionen aktuellen Definitionen zufolge auch *kognitive* (emotionstypische Gedanken; z. B. Sorgen, zu versagen), *physiologische* (z. B. Veränderungen der Herzschlagfrequenz oder Atmung), *expressive* (non-/verbaler Ausdruck) und *motivationale* (Auslösung bestimmter Verhaltenstendenzen; z. B. aus Angst flüchten) Komponenten (vgl. Shuman und Scherer 2014). Aus dieser Sicht bestehen Emotionen aus koordinierten Prozessen in den fünf genannten Subsystemen und stellen mehrdimensionale Konstrukte dar. Dies bedeutet auch, dass Emotionen über verschiedene Kanäle erfasst werden können (z. B. Selbstbericht für affektives Erleben; physiologische Messung von Aktivierung; siehe z. B. Harley 2016, zur Emotionsmessung in technologiebasierten Lernumgebungen).

1.2 Klassifikation von Emotionen

Multikomponentielle Definitionen des Emotionskonstrukts gehen häufig mit kategorialen oder diskreten Emotionsansätzen einher, die verschiedene Kategorien von Emotionen anhand der für sie typischen Komponentenausprägungen differenzieren. Beispiele hierfür sind Freude, Neugier, Angst oder Ärger, die als qualitativ unterschiedliche Formen emotionalen Erlebens aufgefasst werden. Dimensionale Ansätze hingegen beschreiben emotionale Zustände anhand einer begrenzten Anzahl von Eigenschaften, wobei meist die Dimensionen Valenz (positiv, negativ) und Aktivierung bzw. Erregung (aktivierend, deaktivierend) herangezogen werden (Linnenbrink 2007; Russell 1980). Die vier resultierenden Emotionsgruppen (positiv aktivierend, positiv deaktivierend, negativ aktivierend, negativ deaktivierend) bieten eine Möglichkeit, diskrete Emotionen anhand basaler gemeinsamer Merkmale zu klassifizieren (Tab. 1; Pekrun 2006).

Des Weiteren können Emotionen anhand ihres Objektfokus, d. h. der Art des auslösenden Ereignisses, gruppiert werden. So lassen sich in Lehr-Lern-Kontexten hervorgerufene Emotionen folgende zentrale Emotionsgruppen unterscheiden (Pekrun 2016):¹ (1) Leistungsemotionen, die auf leistungsbezogene Aktivitäten bzw. das Erleben von Erfolg oder Misserfolg bezogen sind (z. B. Stolz über eine

¹Darüber hinaus können auch inzidentelle, auf Ereignisse außerhalb der Lehr-Lern-Situation bezogene Emotionen (z. B. Ärger über Geschwister) oder allgemeine Stimmungen, die im Gegensatz zu Emotionen nicht zwingend auf konkrete Ereignisse gerichtet sind, in pädagogische Kontexte getragen werden und somit Lernen beeinflussen (Pekrun 2016).

Tab. 1 Klassifikation diskreter Emotionen nach Valenz und Aktivierung

	Valenz	
Aktivierung	Positiv (angenehm)	Negativ (unangenehm)
Aktivierend	Freude Hoffnung Neugier Stolz Überraschung ^a	Angst Ärger Frustration ^b Scham Verwirrung Überraschung ^a
Deaktivierend	Erleichterung Zufriedenheit Entspannung	Frustration ^b Enttäuschung Langeweile Hoffnungslosigkeit Traurigkeit

Anmerkung. Die dargestellte Kategorisierung basiert auf etablierten Taxonomien von Lern- und Leistungs- (Pekrun 2016) sowie epistemischen Emotionen (Pekrun et al. 2016)

^aValenz kann je nach auslösendem Ereignis (positiv-zielkongruent, negativ-zielkongruent) variieren (z. B. Reisenzein und Meyer 2009)

^bFrustration umfasst emotionale Qualitäten von Ärger (aktivierende Emotion) und Enttäuschung (deaktivierende Emotion) (Clore et al. 1993)

gemeisterte Prüfung); (2) epistemische Emotionen, die auf kognitive Anforderungen einer Aufgabe sowie Wissensgenerierungen bezogen sind (z. B. Neugier oder Verwirrung fokussiert auf widersprüchliche Informationen); (3) themenbezogene Emotionen, die direkt auf Lerninhalte gerichtet sind (z. B. Traurigkeit bezogen auf das Schicksal einer Romanfigur); und (4) soziale Emotionen, die sowohl leistungs- (z. B. Freude über den Erfolg eines Mitschülers) als auch beziehungsbezogen (z. B. Erleben von Sympathie oder Antipathie) sein können.

Diese Gruppierung lässt sich um die Kategorie der (5) direkt auf die verwendete Technologie gerichteten Emotionen erweitern. Bereits in den 80ern gewannen Informationstechnologien als Emotionsquelle aufgrund deren Verbreitung im akademischen, beruflichen und privaten Alltag wissenschaftliches Interesse. Dies spiegelt sich in den zahlreichen Arbeiten zu Computerangst (siehe Powell 2013, für einen Überblick) sowie emotional-affektiv begründeten Modellen zur Prognose von Technologieakzeptanz und -nutzung wider (Venkatesh 2000). Dass Unsicherheit und damit verbundene Emotionen wie Angst, Ärger oder Frustration im Umgang mit Technologien neben positivem Erleben von ‚joy of use‘ auch von heutigen Generationen berichtet werden, zeigen Untersuchungen zu technologiebezogenen Emotionen von Schülern und Studierenden (Butz et al. 2015, 2016; Wosnitza und Volet 2005). Zudem wirkt sich auch das visuell-auditive Design technologiebasierter Lernumgebungen auf die (6) ästhetischen Emotionen von Lernenden aus. So können Farbschemata, visuelle Effekte oder musikalische Elemente z. B. bei Lernspielen hervorgerufene ästhetische Emotionen wie Bewunderung, Ekel oder auch Traurigkeit hervorrufen und dabei ablaufende Lernprozesse beeinflussen (Plass und Kaplan 2015; Scherer und Coutinho 2013).

Emotionen können also verschiedenartig orientiert sein. Das Erleben von Frustration beim technologiebasierten Lernen z. B. kann auf Misserfolg und eigene

Unfähigkeit bei wiederholt missglückenden Problemlöseversuchen (leistungsbezogen), auf die aus dem ungelösten Problem resultierende kognitive Inkongruenz (epistemisch), auf Inhalte wie Umweltverschmutzung (themenbezogen) oder auch auf technische Probleme (technologiebezogen) gerichtet sein. Unabhängig vom Objektfokus fungieren diese Emotionen nicht nur als bloße Begleiterscheinungen technologiebasierten Lernens, sondern können neben psychischem Wohlbefinden auch die Qualität des Wissenserwerbs beeinflussen.

2 Ursachen und Wirkungen von Emotionen

In diesem Abschnitt wird ein Rahmenmodell vorgeschlagen, das die zuvor beschriebene emotionale Vielfalt technologiebasierten Lernens abbildet, gleichzeitig aber gemeinsame funktionale Entstehungs- und Wirkmechanismen berücksichtigt (Abb. 1). Das Modell stellt eine Erweiterung der Kontroll-Wert-Theorie zu Leistungsemotionen (KWT; Pekrun 2006) auf weitere Emotionsgruppen sowie technologiebasierte Lernumgebungen dar, die relevante theoretische Ansätze wie das integrierte kognitiv-affektive Modell multimedialen Lernens (IKAM; Plass und Kaplan 2015) sowie Arbeiten zu emotionalen Effekten kognitiver Inkongruenz (Graesser et al. 2014; Muis et al. 2015a) und zur Gestaltung motivierender intelligenter tutorieller Systeme (McNamara et al. 2010) integriert.

2.1 Ursachen von Emotionen

2.1.1 Appraisal

Im Einklang mit anderen Appraisaltheorien (Moors et al. 2013) geht die KWT davon aus, dass neben genetischer Veranlagung sowie neurophysiologischen Prozessen vor allem kognitive Vermittlungsmechanismen – d. h. subjektive, jedoch nicht zwingend bewusste Bewertungen einer Situation („Appraisal“) – zentral für die Entstehung von Emotionen sind (Pekrun 2006). Individuell wahrgenommene Kontrolle über Lernaktivitäten oder Leistungsergebnisse sowie deren persönliche Bedeutsamkeit stellen der KWT zufolge zentrale Appraisaldimensionen für Leistungsemotionen dar. *Kontrollkognitionen* umfassen zukunftsgerichtete Kausalerwartungen („Wenn ich mich anstrengte, kann ich die Prüfung meistern!“ im Fall von Hoffnung), Kontrollerleben in Bezug auf aktuelle Anforderungen („Diese Aufgabe ist so komplex, dass ich sie nicht lösen kann“ verbunden mit Frustration) und rückblickende Kausalattributionen eingetretener Erfolge und Misserfolge („Die Prüfung habe ich bestanden, weil ich mich gut vorbereitet habe.“ verbunden mit Stolz). *Wertkognitionen* beziehen sich hingegen auf die subjektive Wichtigkeit als positiv oder negativ wahrgenommener Lernaktivitäten oder Leistungsergebnisse. Sie können dabei auf intrinsischen (z. B. eine Aufgabe erscheint interessant) oder extrinsischen (z. B. Gefährdung von Zukunftsperspektiven durch schlechte Leistungen) Faktoren basieren.

Wie in der KWT postuliert zeigen Studien zu verschiedenen Lerntechnologien sowie eine aktuelle metaanalytische Auswertung dieser Untersuchungen (Loderer

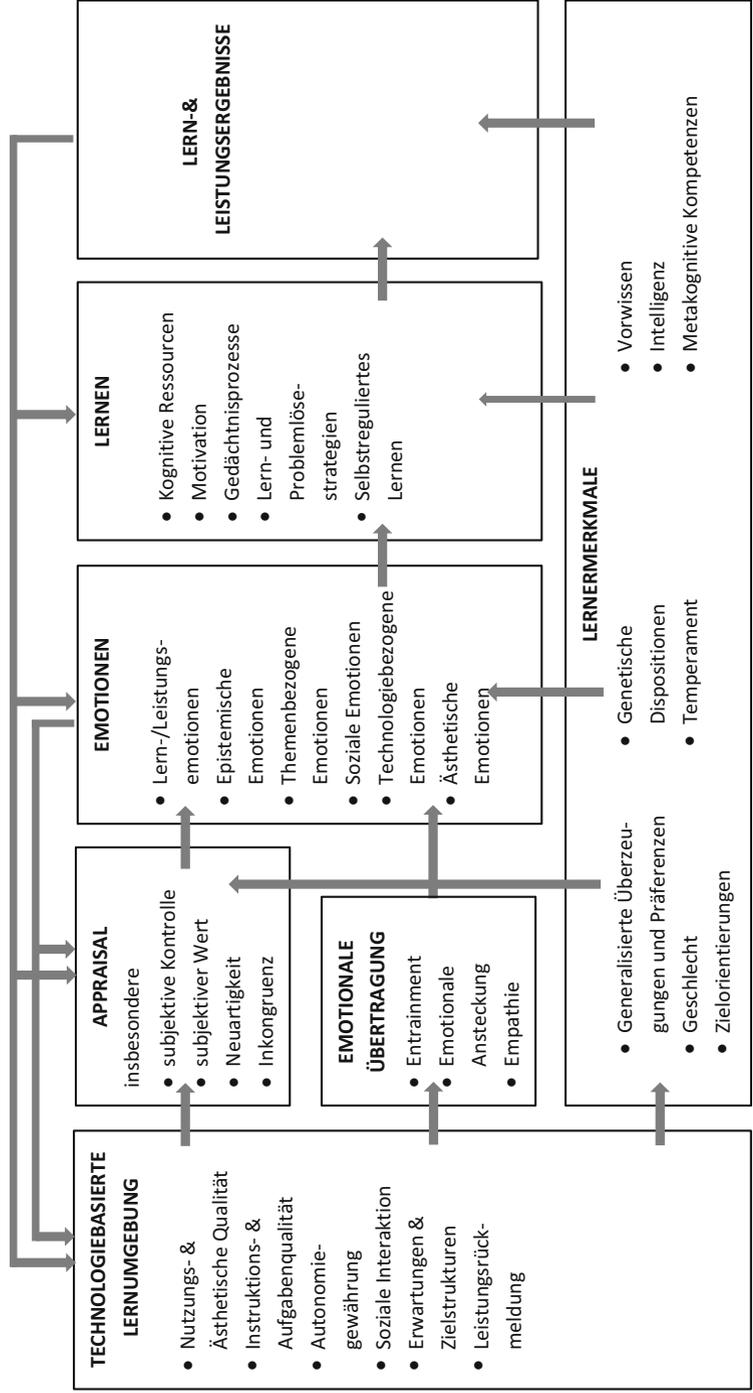


Abb. 1 Rahmenmodell zu Ursachen und Wirkungen von Emotionen in technologiebasierten Lernumgebungen basierend auf der Kontroll-Wert Theorie (Loderer et al. (im Druck b); Pekrun 2006, 2016)

et al. [im Druck a](#)), dass hohe Kontrollüberzeugungen mit starken Ausprägungen positiver (z. B. Freude, Hoffnung, Stolz) und geringeren Ausprägungen negativer Emotionen (z. B. Angst, Ärger, Frustration, Hoffnungslosigkeit, Langeweile) einhergehen (z. B. Artino und Jones [2012](#); Noteborn et al. [2012](#)). Ähnliche Patterns zeigen sich auch für Wert-Appraisals, die in der Regel als subjektive Bedeutsamkeit *positiver* Werte von Lernen und Leistung gemessen werden, sodass sich erwartungskonform positive Zusammenhänge mit positiven Emotionen und negative Zusammenhänge mit negativen Emotionen ergeben. Im Kontrast hierzu sollte subjektive Bedeutsamkeit des Vermeidens von Misserfolg oder Nicht-Verstehens von Inhalten (negativer Wert-Fokus) die Intensität negativer Emotionen wie Angst oder Frustration erhöhen, Langeweile hingegen jedoch abschwächen (s. a. Loderer et al. [\(im Druck b\)](#), zu Appraisalprofilen von Leistungsemotionen).

Wie Butz et al. ([2015](#)) berichten, spielen Kontroll-Wert-Appraisals auch eine zentrale Rolle bei der Entstehung technologiebezogener Emotionen. In ihrer Befragung von Studierenden aus Online-Wirtschaftskursen korrelierte Freude in Bezug auf die Nutzung der Lernplattform positiv mit subjektiver Kontrolle über sowie Wert (z. B. Nützlichkeit) der eingesetzten Technologie, während sich für Ärger oder Langeweile in Bezug auf die Technologienutzung negative Zusammenhänge mit Kontroll- und Werterleben ergaben. Somit lassen sich zentrale Appraisalannahmen der KWT auf diese Emotionsgruppe erweitern.

Ähnliches gilt auch für epistemische Emotionen, die auf wissensgenerierende Prozesse fokussiert und eng an wahrgenommene kognitive Inkongruenz gekoppelt sind. Solche Inkongruenz wiederum kann durch unerwartete, widersprüchliche oder komplexe Informationen ausgelöst werden (Meier [2013](#); Pekrun [2011](#)). Muis und Kollegen postulieren, dass neben solchen Inkongruenz-Appraisals auch die wahrgenommene Kontrolle bezüglich der Komplexität und der eigenen Kompetenzen zur Bewältigung einer kognitiven Aufgabe sowie deren positiver intrinsischer Wert oder extrinsischer Nutzwert das Erleben epistemischer Freude und Neugier fördern, negative epistemische Emotionen wie Verwirrung, Frustration, Angst und Langeweile hingegen abschwächen sollten (Muis et al. [2015b](#)). In einer Untersuchung zu Zusammenhängen zwischen epistemischen Emotionen und Kontroll-Wertkognitionen von Medizinstudierenden bei der Bearbeitung klinischer Diagnosefälle mittels einer speziell entwickelten computerbasierten Lernumgebung konnten Vogl et al. ([2016](#)) empirische Belege für diese Zusammenhangsmuster liefern (vgl. auch Pekrun et al. [2016](#)).

Kontroll-Wert-Appraisals tragen auch zur Entstehung sozialer Leistungsemotionen bei. So wird Neid auf den Erfolg anderer im Kontrast zu eigenem Misserfolg dann erlebt, wenn persönliche Kontrolle in Bezug auf ein subjektiv bedeutsames Leistungsergebnis als niedrig empfunden wird (Forster et al. [2015](#); Weiner [2007](#)). Solche Bewertungen werden über soziale Leistungsvergleiche ausgebildet. Im Kontext technologiebasierten Lernens ist diese Emotionsgruppe bisher wenig erforscht, aber explorative Untersuchungen zeigen, dass sie in computergestützten kooperativen Lernumgebungen häufig erlebt werden (Robinson [2013](#); Wosnitzer und Volet [2005](#)).

Auch für ästhetische Emotionen wird angenommen, dass die subjektive Wahrnehmung verschiedener ästhetischer Elemente eine zentrale Rolle in deren Entstehung spielt. Scherer und Coutinho (2013) postulieren, dass intrinsische Annehmlichkeit (z. B. als harmonisch wahrgenommene Musikkompositionen), Kontrolle über Designelemente (z. B. Wahlmöglichkeiten bzgl. Farbschemata), aber auch Neuartigkeit (z. B. Grad der Vertrautheit mit bestimmten Designfeatures) wichtige evaluative Dimensionen darstellen. Positive Emotionen wie Freude oder Bewunderung werden zum Beispiel dann erlebt, wenn musikalische oder visuelle Elemente als harmonisch wahrgenommen werden, Neugier hingegen dann, wenn solche Elemente für ein Individuum neuartig erscheinen (Silvia 2012).

Zusammengefasst zeigt sich, dass subjektive Bewertungsprozesse auch beim technologiebasierten Lernen maßgeblich für individuelles emotionales Erleben sind. Umgekehrt können Emotionen jedoch auch auf Appraisals zurückwirken und somit wiederum zukünftiges emotionales Erleben beeinflussen. Beispielsweise kann aufkommende Freude an einer spannenden Lernaufgabe dazu führen, dass ähnliche Aufgaben oder Inhalte an sich positiv bewertet werden (Wertappraisals).

2.1.2 Emotionale Übertragungsprozesse

Emotionen können auch durch sogenannte Übertragungsprozesse wie „Entrainment“, Emotionsansteckung und Empathie entstehen. Ersteres bezeichnet eine Art „emotionales Einschwingen“ bzw. Angleichung physiologischer (z. B. Herz-/Atemrhythmus) und motorischer Rhythmen mit externen Reizen wie Musik oder auch physiologisch-motorischen Rhythmen anderer Personen (Trost et al. 2017). Veränderungen im emotionalen Erleben werden hier über physiologische und expressive Komponenten geleitet.

In sozial-interaktiven Lernumgebungen können Emotionen anderer auch eine „ansteckende“ Wirkung haben und über unbewusst ablaufende Mimikry des non-/verbalen Ausdrucks das eigene emotionale Erleben beeinflussen, wie Studien zu emotionaler Ansteckung zwischen Schülern (Forster et al. 2017) oder zwischen Lehrern und Schülern zeigen (Becker et al. 2014; Frenzel et al. 2009, 2018). Inzwischen belegen auch einige Arbeiten, dass sich von virtuellen Agenten ausgedrückte Emotionen auf Lernende übertragen können (siehe Beale und Creed 2009, für einen Überblick).

Werden Emotionen anderer dagegen auch im Hinblick auf deren Ursachen aktiv analysiert und nachempfunden, spricht man von Empathie (Hatfield et al. 2009). Im Bereich technologiebasierten Lernens wurde Empathie bisher primär aus der Perspektive der Entwicklung intelligenter empathischer Agenten betrachtet, die aus Informationsquellen wie Lernfortschritt oder direkten Äußerungen von Lernenden auf deren Emotionen schließen und durch entsprechendes Ausdrucksverhalten zu optimieren versuchen (z. B. McQuiggan und Lester 2007). Umgekehrt ist es jedoch denkbar, dass Lernende über Mimikry des emotionalen Ausdrucks hinaus versuchen, die offenkundige Freude eines virtuellen Lernpartners bei der Bearbeitung einer Aufgabe nachzuvollziehen und sich dadurch „einzufühlen“.

2.1.3 Merkmale von Lernenden und Lernumgebungen

Die Intensität und Qualität des Erlebens von Emotionen beim technologiebasierten Lernen werden durch individuelle Lernermerkmale sowie durch die Lernumgebung geprägt (siehe Abb. 1, linke Hälfte). Neben physiologisch-bedingten Temperamentunterschieden (Bates et al. 2016), die Schüler für das Erleben positiver oder negativer Emotionen während des Lernens prädisponieren können, gehören zu den Lernermerkmalen auch generalisierte Überzeugungen zur Entstehung, Struktur und Stabilität von Wissen (epistemische Überzeugungen; Muis et al. 2015a) oder zur Veränderbarkeit versus Stabilität eigener Fähigkeiten (Romero et al. 2014), aber auch das Geschlecht, welches die Sozialisation stereotyper fachspezifischer Kompetenzüberzeugungen von Lernenden beeinflusst (Chang und Beilock 2016; Frenzel et al. 2007a). Solche Lernmerkmale wirken sich auf Kontroll-Wert-Überzeugungen aus, die wiederum das emotionale Erleben formen. Gut erforscht ist dies auch für unterschiedliche Zielorientierungen von Lernenden. So konnte mehrfach gezeigt werden, dass Annäherungs-Lernziele den Fokus auf die Kontrollierbarkeit und positive Wertigkeit von Lernen lenken und somit positive Emotionen wie Lernfreude stärken, negative Emotionen wie Langeweile hingegen reduzieren, während Annäherungs- bzw. Vermeidungs-Leistungsziele den Fokus auf Erfolg und positive Kontroll-Wert-Appraisals respektive Vermeiden von Misserfolg und negative Appraisals lenken, was wiederum positive (z. B. Hoffnung) respektive negative (z. B. Angst) ergebnisbezogene Emotionen begünstigt (Goetz et al. 2016; Pekrun et al. 2009). Die Rolle verschiedener Lernermerkmale wird in Loderer et al. (im Druck a) ausführlicher diskutiert.

Zudem stellt die Lernumwelt eine zentrale Determinante der Emotionen von Lernenden dar, da diese je nach Gestaltung subjektive Bewertungen oder auch die Herausbildung generalisierter Überzeugungen beeinflusst (Frenzel et al. 2007b; Goetz et al. 2013), aber auch Gelegenheiten für emotionale Übertragung bieten kann. Dies ist zentral für didaktische Überlegungen zur Gestaltung emotionsgünstiger Lernumgebungen.

2.2 Wirkungen von Emotionen auf Lernen und Leistung

Basierend auf Befunden aus der Stimmungs- und Gedächtnisforschung sowie Überlegungen zum Zusammenhang zwischen Emotion und Motivation postulieren die KWT (Pekrun 1992, 2006) sowie das IKAM (Plass und Kaplan 2015), dass Wirkungen von Emotionen auf Leistung über deren Einfluss auf kognitive Ressourcen, Motivation, Gedächtnisprozesse und Regulation des Lernens vermittelt werden (siehe Abb. 1, rechte Hälfte). Dabei ist anzunehmen, dass nicht nur emotionale Valenz, sondern auch die Dimension der Aktivierung sowie spezifische Qualitäten diskreter Emotionen deren Funktionen bestimmen.

2.2.1 Kognitive Ressourcen

Emotionen wie Langeweile, Angst vor Misserfolg oder technologiebedingter Frustration lenken Aufmerksamkeit auf aufgabenexterne Aspekte und verbrauchen so kognitive Ressourcen, die für die Bearbeitung komplexer Lernaufgaben benötigt werden. Besonders positive aufgabenbezogene Emotionen wie Lernfreude oder Neugier können hingegen dazu beitragen, die Aufmerksamkeit auf die Aufgabe zu fokussieren und völlig in dieser aufzugehen (Flow), was wiederum leistungsfördernd wirkt. Arbeiten zu multimedialem Lernen berichten z. B. positive Zusammenhänge zwischen aufgabenbezogenem, eng mit der Emotion Neugier verbundenem situativem Interesse und in die Lösung der Aufgabe investierter kognitiver Ressourcen (Plass et al. 2014; Um et al. 2012). Pauschal gilt jedoch nicht „positive Emotionen – positive Wirkung“; vielmehr ist davon auszugehen, dass das intensive Erleben jeglicher, auch positiver aufgabenirrelevanter Emotionen, kognitive Ressourcen verbraucht und so leistungsabträglich wirken kann. So konnten zum Beispiel Park und Kollegen mittels Eyetracking zeigen, dass positive Emotionen, die vor der Lernphase mittels autobiografischem Erinnern induziert wurden, zu einer geringeren Aufmerksamkeit auf relevante Lerninhalte führen können (Park et al. 2015b; weiterführend s. a. Meinhardt und Pekrun 2003; Park et al. 2015a).

2.2.2 Motivation

Dass positive Emotionen, insbesondere positive aktivierende, Motivation steigern und somit Lernen antreiben können, erscheint intuitiv schlüssig. Positive aktivitätsbezogene Emotionen wie Freude am Lernen oder auch Neugier können dazu beitragen, dass Lernende intrinsisch motiviert an Aufgaben herantreten und sich intensiv mit Inhalten beschäftigen, sodass lernförderliche Effekte zu erwarten sind. Entsprechend zeigte sich in unserer Metaanalyse ein relativ starker Zusammenhang ($r = 0,45$) zwischen Freude und Motivation beim technologiebasierten Lernen (Loderer et al. im Druck a). Auch positiv aktivierende ergebnisbezogene Emotionen wie Stolz über eine gemeisterte Aufgabe können dazu führen, dass Lernende zuversichtlich an zukünftige Aufgaben herangehen und beflügelt sind, Anstrengung als Mittel zum Zweck (gute Leistung und ihre Folgen) zu investieren. Dies entspricht einer verstärkenden Wirkung auf extrinsische Motivation, die auch durch positive soziale Leistungsemotionen wie Bewunderung der Erfolge anderer genährt werden kann (Loderer et al. im Druck b).

Negativ deaktivierende Emotionen wie Langeweile oder Hoffnungslosigkeit senken sowohl intrinsische als auch extrinsische Motivation zu lernen. Untersuchungen im Bereich technologiebasierten Lernens zeigen, dass Langeweile zu sogenanntem *off-task behavior* (z. B. Herumspielen mit Gestaltungsfeatures für den eigenen Avatar) oder auch *gaming the system* (Schummeln im Sinne eines systematischen Ausnutzens von Hilfsmitteln der Lernumgebung) führen kann, um so Lernen zu vermeiden (Sabourin et al. 2013).

Positiv deaktivierende sowie negative aktivierende Emotionen schließlich haben komplexe und variable motivationale Folgen. Beispielsweise senken Angst oder Scham intrinsische Motivation zu lernen, können aber extrinsische Motivation und

Anstrengungsbereitschaft zur Vermeidung von Misserfolg erhöhen (z. B. Turner und Schallert 2001; Zeidner 2014).

2.2.3 Gedächtnisprozesse und Einsatz von Lern- und Problemlösestrategien

Befunde aus der Stimmungsforschung zeigen, dass positive affektive Zustände divergentes, heuristisches und damit auch flexibles und kreatives Denken begünstigen, während negative affektive Zustände mit konvergenter, analytischer und detailorientierter Verarbeitung einhergehen (Fiedler und Beier 2014). Daraus lässt sich zum einen ableiten, dass Emotionen die Speicherung und Abrufbarkeit gelernter Inhalte beeinflussen können: Positive Emotionen können dabei die Integration von Wissenseinheiten im Gedächtnis fördern, wohingegen negative Emotionen zu einer genaueren Speicherung einzelner Details führen (Spachtholz et al. 2014).

Zum anderen können emotionsbedingte Unterschiede in Verarbeitungsstilen auch den Einsatz von Lern- und Problemlösestrategien beeinflussen. Positiv aktivierende Emotionen wie Freude oder Neugier sollten entsprechend mit verständnisorientierten und flexiblen Strategien (Elaboration, kritisches Denken), negativ aktivierende hingegen mit rigideren Ansätzen (Auswendiglernen) einhergehen, wobei Verwirrung eine potenzielle Ausnahme darstellt, da diese unter Umständen ebenfalls dazu führen kann, dass Inhalte, die als erwartungswidrig oder unlogisch wahrgenommen werden, weiter kritisch evaluiert und anhand von Vorwissen analysiert werden, um kognitive Inkongruenz aufzulösen (z. B. D’Mello et al. 2014b). Je nach Anforderung der spezifischen Aufgabe können somit auch negative Emotionen Lernen stützen. Deaktivierende Emotionen hingegen, und vor allem negative wie Langeweile oder Hoffnungslosigkeit, sollten strategisches Lernen und Problemlösen allgemein erschweren.

2.2.4 Selbstreguliertes versus fremdreguliertes Lernen

Selbstreguliertes Lernen umfasst die *eigenständige* Planung und Durchführung von Lernhandlungen sowie die fortlaufende Überwachung des eigenen Lernfortschritts. Hierfür ist ein flexibler Einsatz kognitiver, motivationaler und emotionaler Strategien unerlässlich, um Lernverhalten effektiv an Lernziele sowie spezifische Aufgabenanforderungen anzupassen (z. B. Azevedo et al. 2012). Da positive aktivierende Emotionen Flexibilität in Denken und Verhalten fördern (siehe Abschn. 2.2.3), sind positive Effekte auf Selbstregulation des Lernens zu erwarten. Negative Emotionen sollten hingegen mit dem Befolgen extern vorgegebener Regeln und Anleitung (Fremdregulation) einhergehen. Im Einklang hiermit berichten Studien zu Onlinekursen und webbasierten Fernstudiengängen, die eine hohe Eigeninitiative des Lernenden verlangen, positive Zusammenhänge zwischen Lernfreude und aktivem, selbstreguliertem Lernen, für negative Emotionen wie Angst oder Langeweile hingegen negative Korrelationen (Walker und Fraser 2005; You und Kang 2014).

2.2.5 Leistung

Insgesamt beruhen die Wirkungen von Emotionen auf Wissenserwerb und Leistung auf einem komplexen Zusammenspiel von spezifischen Aufgabenanforderungen,

individuellen Lernermerkmalen (z. B. auch Intelligenz, Gedächtniskapazität) und kognitiv-motivationalen Prozessen. Die Rückkopplungsschleifen in Abb. 1 zeigen zudem, dass Leistungen ihrerseits wiederum das Lernverhalten sowie Motivation und das emotionale Erleben rückwirkend beeinflussen. Auf Basis der vorherigen Überlegungen sind für positiv aktivierende aufgaben-fokussierte Emotionen positive, für negativ deaktivierende Emotionen hingegen negative Effekte auf die Lernleistung zu erwarten, wohingegen klare Vorhersagen für positiv deaktivierende und negativ aktivierende Emotionen schwieriger zu treffen sind. Vergleicht man jedoch die Befunde bisheriger Studien zu Emotionen und Lernen, so sind modal positive Effekte ersterer und negative Effekte letzterer auf kognitive Leistung (z. B. Prüfungen) zu verzeichnen (Goetz und Hall 2013). Diese Muster bestätigt auch unsere Metastudie zur Rolle von Emotionen beim technologiebasierten Lernen (Loderer et al. [im Druck a](#)): Freude und Neugier korrelieren über Studien hinweg positiv mit Leistung, während Angst und Leistung negativ zusammenhängen.

3 Anregungen zur emotionsgünstigen Gestaltung von technologiebasierten Lernumgebungen

Aus den oben beschriebenen Bedingungsfaktoren für das Erleben von Emotionen beim technologiebasierten Lernen lassen sich Empfehlungen für die Gestaltung emotionsgünstiger Lernumgebungen ableiten (siehe auch Astleitner und Leutner 2014). Im Folgenden tragen wir zentrale Prinzipien zusammen (vertiefend Loderer et al. ([im Druck b](#)); McNamara et al. 2010; Plass et al. 2015).

3.1 Nutzungs- und ästhetische Qualität

Eines der ersten Merkmale der Lernumgebung, die Lernenden gleichsam ins Auge springt, ist deren visuelle Gestaltung, die eine wichtige Rolle für deren emotionale Färbung und die Bewertung der Attraktivität der Lernumgebung spielt. Dieser Designaspekt lässt sich somit konzeptuell mit der wahrgenommenen Valenz (positiver versus negativer Wert) einer Lernumgebung verknüpfen. In unserer Metaanalyse hat sich gezeigt, dass die Qualität des ästhetischen Designs technologiebasierter Lernumgebungen in positivem Zusammenhang mit Neugier während des Lernens in den entsprechenden Lernumgebungen stand (Loderer et al. [im Druck a](#)). Hierzu zählte zum Beispiel der Einsatz heller und warmer gesättigter Farben (gelb, orange) im Kontrast zu Graustufen oder auch rundlicher anstatt kantiger Formen, die sich als emotionsförderlich erwiesen (z. B. Plass et al. 2014; Um et al. 2012; siehe auch Wolfson und Case 2000).

Auch die visuelle Erscheinung pädagogischer Agenten ist emotionsrelevant. So reagieren Lernende emotional positiver auf lebensnah gestaltete Agenten, die ihnen in Alter und Geschlecht ähnlich sind (also eher Peers als Experten darstellen; z. B. Domagk 2010; Youssef et al. 2015). Je nach Lernumgebung können auch auditive Elemente emotionales Erleben beeinflussen. Hierzu gehört der verbale

Ausdruck von Agenten, der je nach Sprechtempo, Stimmlage und Lautstärke in Annehmlichkeit variieren und auch verschiedene Emotionen wie Ärger oder Freude transportieren kann, die Lernende wiederum „anstecken“ können (Baylor 2011; Patel et al. 2011). Kim et al. (2004) konnten beispielsweise zeigen, dass starker bzw. fester stimmlicher Ausdruck im Vergleich zu schwachen, zarteren Stimmen virtueller Agenten zu positiveren emotionalen Reaktionen (Freude) von Lernenden führen kann. Zudem dient die musikalische Untermalung von Lernspielen häufig dazu, Lernende emotional in die Geschichte des Spiels zu involvieren (Plass et al. 2015; s. a. Loderer et al. (im Druck b)). Befunde aus musikpsychologischen Untersuchungen legen nahe, dass die Tonlage musikalischer Stücke die Valenz-, das Tempo hingegen die Aktivierungsdimension emotionalen Erlebens beeinflusst: Dabei führen Stücke in Moll (versus Dur) zu positiveren Emotionen und schnelleres Tempo zu höherer Aktivierung (Husain et al. 2002).

Schließlich wirkt sich auch die Benutzerfreundlichkeit der Lernumgebung emotional auf Lernende aus. Besonders komplexe, nicht-lineare Formate bergen das Risiko der Orientierungslosigkeit, während andauernde technische Schwierigkeiten mit Gefühlen des Kontrollverlusts einhergehen können, was zu Verwirrung, Ärger oder auch völliger Ablehnung der Lerntechnologie führen kann (Beasley und Waugh 1995; Butz et al. 2015). Entsprechend sollte darauf geachtet werden, dass Lernende mit dem Format vertraut sind und Hilfsmittel bereitgestellt werden (z. B. visuelle Organizer, Supportmenüs), um Kontrollerleben zu ermöglichen und dadurch positive Emotionen zu fördern.

3.2 Instruktions- und Aufgabenqualität

Gelungene Instruktion in Form von klar strukturierten und verständlichen Lernaktivitäten beeinflusst neben dem realen Wissens- und Kompetenzzuwachs auch subjektive Kontrollüberzeugungen. Eine besondere Herausforderung besteht darin, Aufgaben komplex und neuartig genug zu gestalten, um den intrinsischen Anreiz (Wert) hoch zu halten, gleichzeitig aber Überforderung zu vermeiden. Da dies stark vom individuellen Lernstand abhängt, der sich im Verlauf der Interaktion mit der Lernumgebung verändern sollte, erscheint die Entwicklung intelligenter, intraindividuell adaptiver Systeme besonders vielversprechend. Die Induktion von Verwirrung zur Anregung kritischen Denkens und einer tieferen Auseinandersetzung mit Lerninhalten, beispielsweise durch die Vermittlung widersprüchlicher Meinungen zweier pädagogischer Agenten, ist zudem dann produktiv, wenn die Auflösung der kognitiven Inkongruenz für Lernende nicht völlig aussichtslos erscheint (Graesser et al. 2014). Häufig können die spezifischen Designmöglichkeiten technologiebasierter Umgebungen dafür genutzt werden, Klarheit (z. B. durch farbliche Kontraste in der Informationsrepräsentation; allgemeine Nutzung unterschiedlicher Repräsentationsmodalitäten) zu stützen und die Aufmerksamkeit auf wichtige Lerninhalte zu lenken (s. a. Plass et al. 2009); dadurch erhöhtes Kompetenz- bzw. Kontrollerleben sollte sich positiv auf Emotionen von Lernenden auswirken.

3.3 Autonomiegewährung

Lernumgebungen können nicht nur adaptiv im Sinne automatischer Anpassung an Lernende sein, sondern auch adaptierbar, indem sie Lernenden selbst Handlungsspielraum und Selbstständigkeit erlauben. Dies kann von der optischen Gestaltung des eigenen Avatars oder bestimmter Belohnungen (z. B. virtuelle Güter) in einem Lernspiel über die Bearbeitungsreihenfolge bis hin zur eigenen Auswahl von Lernaktivitäten reichen, sodass hier viel Gestaltungsspielraum besteht. Bereits Cordova und Lepper (1996) konnten zeigen, dass digitale Lernspiele mit Wahlmöglichkeiten die Freude am Lernen erhöhen können. Solches Autonomieerleben kann den intrinsischen Wert des Lernens erhöhen und die Ausbildung von Kontrollüberzeugungen und damit positive Emotionen beim Lernen in technologiebasierten Umgebungen fördern. Trotzdem befindet man sich mit der Einbeziehung von Wahlmöglichkeiten und Lerner-Selbstständigkeit bei der Gestaltung von Lernumgebungen auf einem schmalen Grad – es kann leicht passieren dass Lernende durch zu viele Freiheitsgrade überfordert sind und eine Lernumgebung die selbstregulatorische Kompetenz von Lernenden übersteigt, mit ungünstigen emotionalen Folgen und abträglichen Effekten auf das Lernergebnis.

3.4 Soziale Interaktion

Der Selbstbestimmungstheorie (Ryan und Deci 2000) zufolge ist soziale Eingebundenheit eine zentrale Voraussetzung für intrinsische Motivation und Freude am Lernen. In der Literatur wird vor allem im Bereich des *Distance Learning* (Fernunterricht) häufig diskutiert, inwiefern dieses Grundbedürfnis nach sozialem Austausch in technologiebasierten Kontexten erfüllt werden kann (z. B. Chen und Jang 2010). Der Einsatz möglichst lebens echter pädagogischer Agenten mittels virtueller Lernpartner wird in diesem Zusammenhang oft damit begründet, das Gefühl sozialer Präsenz zu intensivieren (Domagk 2010; Lester et al. 1997). Andere Lernplattformen wiederum ermöglichen Kollaboration und Austausch unter realen Lernenden oder auch mit Lehrenden über Diskussionsforen oder Videokonferenzen. Aus emotionaler Sicht ist dabei aber nicht nur die Quantität des Kontakts, sondern auch die Qualität der digital gestützten Interaktion entscheidend (siehe Abschn. 3.5). Auch die emotionale Ansteckung und das Modelllernen nehmen hier eine tragende Rolle ein. So können Lehrende, aber auch virtuelle Lernpartner durch das Vorleben günstiger Wertüberzeugungen (z. B. „Das sieht aber spannend aus!“) und positiver tätigkeits- bzw. themenbezogener Emotionen Lernenden dazu verhelfen, selbst mehr positive Emotionen zu erleben (Arroyo et al. 2014; Krämer et al. 2013).

3.5 Erwartungs- und Zielstrukturen

Erwartungen bestimmen maßgeblich, ob Leistungsergebnisse als Erfolge oder Misserfolge bewertet werden. Auch innerhalb technologiebasierter Lernumgebungen

sollten deshalb angemessen dosierte Erwartungen und Lern- anstatt von Leistungszielen kommuniziert werden, um negativen Emotionen vorzubeugen. Letzteres kann mitunter über entsprechende Leistungsrückmeldungen geschehen, die den Fokus auf lernzielorientiert („Du hast diese geometrische Regel verstanden!“) anstatt leistungszielorientiert („Du hast die Aufgabe schneller gelöst als die anderen Spieler!“; Biles und Plass 2016).

Kompetitive Interaktionsformen, die normative Vergleiche zwischen Lernenden beinhalten und den Fokus auf soziale Leistungsvergleiche lenken, können zu Angst oder Ärger führen, insbesondere wenn schlechter als andere zu sein eine hohe Bedeutung zugeschrieben wird (Murayama und Elliot 2009). Beim sozialvergleichenden Leistungszielkontext gibt es neben den (wenigen) Gewinnern immer eine Reihe an Verlierern und der Lerner ist von seiner Wettbewerbsgruppe abhängig und kann seine eigenen Erfolgsaussichten damit nur bedingt kontrollieren, was somit eine relativ große Zahl an Lernern für negative Emotionen prädestiniert. Bei individuellen Lernzielen (sich selbst in der Leistung steigern) hingegen hat jeder einzelne Lerner Aussicht auf Erfolg, wenn Übung und Anstrengung zu Lernfortschritt führt. Auch kooperatives Lernen hat sich im digitalen Bereich als förderlich für intrinsisches Interesse an Inhalten oder bestimmten Aufgabenformaten erwiesen (Plass et al. 2013). Kurze Wettkampfphasen zwischen Kleingruppen anstatt Individuen könnten hier wiederum für Abwechslung sorgen und somit Motivation steigern, wenn Konsequenzen des Verlierens nicht überbewertet werden.

3.6 Leistungsrückmeldungen

Leistungsrückmeldungen sind eine wichtige Informationsquelle für Lernende und zentral für die Entwicklung von Kompetenzüberzeugungen. Diese hängen in großem Maße von vorherigen Erfolgs- und Misserfolgsenerlebnissen ab. Dabei spielt aber auch die Qualität von Leistungsrückmeldungen eine zentrale Rolle für die Entstehung von Emotionen. In Anlehnung an die Literatur zu Reattributionstrainings (Perry et al. 2014) können lernzielorientierte Rückmeldungen (vgl. Abschn. 3.1.5) durch Anreicherung mit attributionalen Botschaften, die die Kontrollierbarkeit von Lernen und Bedeutung von Anstrengung betonen, positiven Einfluss auf Lerneremotionen nehmen. Arroyo und Kollegen zeigen beispielsweise, dass solche Botschaften (z. B. „Gut gemacht! Siehst du, wie hilfreich es sein kann, sich Zeit für die Aufgaben zu nehmen und genau zu arbeiten?“, oder bei inkorrekten Lösungen: „Das sind wirklich schwierige Fragen und du hast es trotzdem probiert! Lass uns noch mal nachlesen.“) helfen können, negative Emotionen wie Frustration oder Angst zu verringern (Arroyo et al. 2014).

Darüber hinaus ist auch die Häufigkeit von Rückmeldung innerhalb einer Lerneinheit bedeutsam. So können regelmäßige Leistungsrückmeldungen oder gar konstant sichtbare Fortschrittsanzeigen (*progress bars*) den Wert von Leistung übermäßig betonen, was intrinsischen Wertzuschreibungen abträglich und gerade für schwächere Lerner emotional schädlich sein kann (Abramovich et al. 2013). Hier liegt auch eine besondere Stärke von Lernspielen: Rückmeldungen können nieder-

schwellig, wie etwa in Form von Veränderungen in der narrativen Struktur oder virtuellen Lernumwelt (z. B. Zugang zu neuen Bereichen oder Levels) gegeben werden, was zudem Raum für *graceful failure* (Plass et al. 2015) und exploratives Lernen bietet, da Konsequenzen von Fehlern weniger gravierend erscheinen. Weitere Anregungen zur Implementierung emotionsgünstiger Feedback- und spielerischer Anreizsysteme finden sich in McNamara et al. (2010); s. a. Loderer et al. (im Druck b).

4 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel wurden Ursachen und Wirkungen von Emotionen im Rahmen technologiebasierten Lernens anhand eines erweiterten Kontroll-Wert-Ansatzes herausgearbeitet. Dabei wurde deutlich, dass Lernen durch eine breite Vielfalt an Emotionen beeinflusst wird, die durch subjektive Bewertungs- sowie emotionale Übertragungsprozesse entstehen können. Diese Entstehungsmechanismen werden wiederum durch Merkmale von Lernenden wie auch der Lernumgebung beeinflusst. Hieraus ergibt sich die grundlegende Möglichkeit der Einflussnahme auf Emotionen von Lernenden. Der Einsatz von Technologien im Bildungsbereich eröffnet insgesamt neue und einzigartige Möglichkeiten zur Gestaltung emotionsgünstiger und damit lernförderlicher Lernumgebungen. Besonders spannend sind Fortschritte in der Entwicklung emotional-intelligenter Lernumgebungen, die emotionale Veränderungen fortlaufend überwachen und ihre Konfiguration individuellen Lernerpräferenzen oder Lernfortschritten anpassen können (z. B. D’Mello et al. 2014a). Wichtig ist, dass die bloße Einführung von Lerntechnologien im Vergleich zu traditionelleren Formaten an sich nicht automatisch zu einer Steigerung positiver Emotionen wie Lernfreude oder Neugier führt (Plass et al. 2015; s. a. Loderer et al. im Druck a, für metaanalytische Evidenz); vielmehr kommt es auch hier auf die Qualität des jeweiligen didaktischen Designs an.

Literatur

- Abramovich, S., Shunn, C., & Higashi, R. M. (2013). Are badges useful in education?: It depends upon the type of badge and expertise of learner. *Educational Technology Research and Development*, 61(2), 217–232. <https://doi.org/10.1007/s11423-013-9289-2>.
- Arroyo, I., Muldner, K., Burleson, W., & Woolf, B. P. (2014). Adaptive interventions to address students’ negative activating and deactivating emotions during learning activities. In R. A. Sottilare, A. C. Graesser, X. Hu & B. S. Goldberg (Hrsg.), *Design recommendations for intelligent tutoring systems Vol. 2: Instructional management* (S. 79–91). Orlando: U.S. Army Research Laboratory.
- Artino, A. R. J., & Jones, K. D. (2012). Exploring the complex relations between achievement emotions and self-regulated learning behaviors in online learning. *The Internet and Higher Education*, 15(3), 170–175. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.01.006>.
- Astleitner, H., & Leutner, D. (2014). Designing instructional technology from an emotional perspective. *Journal of Research on Computing in Education*, 32(4), 497–510. <https://doi.org/10.1080/08886504.2000.10782294>.

- Azevedo, R., Behnagh, R. F., Duffy, M. C., Harley, J. M., & Trevors, G. J. (2012). Metacognition and self-regulated learning in student-centered learning environments. In D. H. Jonassen & S. Land (Hrsg.), *Theoretical foundations of learning environments* (2. Aufl., S. 171–179). New York/London: Taylor and Francis.
- Bates, J. E., Goodnight, J. A., & Fite, J. E. (2016). Temperament and emotion. In L. Feldman Barrett, M. Lewis & J. M. Haviland-Jones (Hrsg.), *Handbook of emotions* (4. Aufl., S. 485–496). New York/London: Guilford.
- Baylor, A. L. (2011). The design of motivational agents and avatars. *Educational Technology Research and Development*, 59(2), 291–300. <https://doi.org/10.1007/s11423-011-9196-3>.
- Beale, R., & Creed, C. (2009). Affective interaction: How emotional agents affect users. *International Journal of Human-Computer Studies*, 67(9), 755–776. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2009.05.001>.
- Beasley, R. E., & Waugh, M. L. (1995). Cognitive mapping architectures and hypermedia disorientation: An empirical study. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 4(2–3), 239–255.
- Becker, E. S., Goetz, T., Morger, V., & Ranellucci, J. (2014). The importance of teachers' emotions and instructional behavior for their students' emotions: An experience sampling analysis. *Teaching and Teacher Education*, 43, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.05.002>.
- Biles, M. L., & Plass, J. L. (2016). Good badges, evil badges: The impact of badge design on cognitive and motivational outcomes. In L. Y. Muilenburg & Z. L. Berge (Hrsg.), *Digital badges in education: Trends, issues, and cases* (S. 39–52). New York/London: Taylor and Francis.
- Butz, N. T., Stupnisky, R. H., & Pekrun, R. (2015). Students' emotions for achievement and technology use in synchronous hybrid graduate programmes. *Research in Learning Technology*, 23(0), 1629. <https://doi.org/10.3402/rlt.v23.26097>.
- Butz, N. T., Stupnisky, R. H., Pekrun, R., Jensen, J. L., & Harsell, D. M. (2016). The impact of emotions on student achievement in synchronous hybrid business and public administration programs: A longitudinal test of control-value theory. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 14(4), 441–474. <https://doi.org/10.1111/dsj.12110>.
- Chang, H., & Beilock, S. L. (2016). The math anxiety-math performance link and its relation to individual and environmental factors: A review of current behavioral and psychophysiological research. *Current Opinion in Behavioral Science*, 10, 33–38. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.04.011>.
- Chen, K.-C., & Jang, S.-J. (2010). Motivation in online learning: Testing a model of self-determination theory. *Computers in Human Behavior*, 26, 741–752. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.01.011>.
- Clore, G. L., Ortony, A., Dienes, B., & Fuijta, F. (1993). Where does the anger dwell? In R. S. J. Wyer & T. K. Skull (Hrsg.), *Perspectives on anger and emotion* (S. 57–87). New York/London: Psychology Press.
- Cohen, E. L. (2014). What makes a good game go viral? The role of technology use, efficacy, emotion and enjoyment in players' decision to share a prosocial digital game. *Computers in Human Behavior*, 33, 321–239. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.07.013>.
- Cordova, D. I., & Lepper, M. R. (1996). Intrinsic motivation and the process of learning: Beneficial effects of contextualization, personalization, and choice. *Journal of Educational Psychology*, 88(4), 715. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.88.4.715>.
- D'Mello, S. (2013). A selective meta-analysis on the relative incidence of discrete affective states during learning with technology. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1082–1099. <https://doi.org/10.1037/a0032674>.
- D'Mello, S. K., Blanchard, N., Baker, R., Ocumpaugh, J., & Brawner, K. (2014a). I feel your pain: A selective review of affect-sensitive instructional strategies. In R. A. Sottolare, A. C. Graesser, X. Hu & B. S. Goldberg (Hrsg.), *Design recommendations for intelligent tutoring systems Vol. 2: Instructional management* (S. 35–48). Orlando: U.S. Army Research Laboratory.
- D'Mello, S. K., Lehman, B., Pekrun, R., & Graesser, A. C. (2014b). Confusion can be beneficial for learning. *Learning and Instruction*, 29, 153–170. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2012.05.003>.

- Domagk, S. (2010). Do pedagogical agents facilitate learner motivation and learning outcomes? The role of the appeal of the agent's appearance and voice. *Journal of Media Psychology*, 2(2), 84–97. <https://doi.org/10.1027/1864-1105/a000011>.
- Fiedler, K., & Beier, S. (2014). Affect and cognitive processes in educational contexts. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International handbook of emotions in education* (S. 36–55). New York/London: Taylor and Francis.
- Forster, P. G., Bradley, F. M., & Pekrun, R. (2015). Antecedents of envy in academic settings. Presented at the conference of the Junior Researchers of EARLI (JURE). Limassol.
- Forster, P. G., Shao, K., & Pekrun, R. (2017). How perceived emotions of classmates affect students' emotions. Presented at the 17th biennale conference of the European Association for Research on Learning and Instruction (EARLI). Tampere.
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., & Goetz, T. (2007a). Girls and mathematics – A „hopeless“ issue? A control-value approach to gender differences in emotions towards mathematics. *European Journal of Psychology of Education*, 22(4), 497–514. <https://doi.org/10.1007/BF03173468>.
- Frenzel, A. C., Pekrun, R., & Goetz, T. (2007b). Perceived learning environment and students' emotional experiences: A multilevel analysis of mathematics classrooms. *Learning and Instruction*, 17(5), 478–493. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.001>.
- Frenzel, A. C., Goetz, T., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Sutton, R. E. (2009). Emotional transmission in the classroom: Exploring the relationship between teacher and student enjoyment. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 705–716.
- Frenzel, A. C., Becker-Kurz, B., Pekrun, R., Goetz, T., Lüdtke, O. (2018). Emotion transmission in the classroom revisited: A reciprocal effects model of teacher and student enjoyment. *Journal of Educational Psychology*, 110(5), 628–639. <https://doi.org/10.1037/edu0000228>
- Goetz, T., & Hall, N. C. (2013). Emotion and achievement in the classroom. In J. Hattie & E. M. Anderman (Hrsg.), *International guide to student achievement* (S. 123–166). Bingley: Emerald.
- Goetz, T., Lüdtke, O., Nett, U. E., Keller, M. M., & Lipnevich, A. A. (2013). Characteristics of teaching and students' emotions in the classroom: Investigating differences across domains. *Contemporary Educational Psychology*, 38(4), 383–394. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2013.08.001>.
- Goetz, T., Sticca, F., Pekrun, R., Murayama, K., & Elliot, A. J. (2016). Intraindividual relations between achievement goals and discrete achievement emotions: An experience sampling approach. *Learning and Instruction*, 41, 115–125. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.10.007>.
- Graesser, A. C., D'Mello, S. K., & Strain, A. C. (2014). Emotions in advanced learning technologies. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International handbook of emotions in education* (S. 473–493). New York/London: Taylor and Francis.
- Harley, J. M. (2016). Measuring emotions: A survey of cutting edge methodologies used in computer-based Learning environment research. In S. Y. Tettegah & M. Gartmeier (Hrsg.), *Emotions, technology, design, and learning* (S. 87–114). London: Elsevier Academic Press.
- Hatfield, E., Rapson, R. L., & Le, Y.-C. L. (2009). Emotional contagion and empathy. In J. Decety & C. Lamm (Hrsg.), *The social neuroscience of empathy* (S. 19–30). Cambridge, MA: MIT Press.
- Husain, G., Forde Thompson, W., & Schellenberg, E. G. (2002). Effects of musical tempo and mode on arousal, mood, and spatial abilities. *Music Perception*, 20(2), 151–171.
- Kim, Y., Baylor, A. L., & Reed, G. (2004). The impact of image and voice with pedagogical agents. Presented at the annual conference of association for educational communications and technology (AECT). Chicago.
- Krämer, N., Kopp, S., Becker-Arsano, C., & Sommer, N. (2013). Smile and the world will smile with you – The effects of a virtual agents' smile on users' evaluation and behavior. *International Journal of Human-Computer Studies*, 71(3), 335–349. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2012.09.006>.
- Lester, J. C., Converse, S. A., Kahler, S. E., Barlow, S. T., Stone, B. A., & Bhogal, R. S. (1997). The persona effect: Affective impact of animated pedagogical agents. *Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems*. Alanta.

- Linnenbrink, E. A. (2007). The role of affect in student learning: A multi-dimensional approach to considering the interaction of affect, motivation, and engagement. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Hrsg.), *Emotion in education* (S. 107–124). San Diego: Academic.
- Loderer, K., Pekrun, R., & Lester, J. C. (im Druck a). Beyond cold technology: A meta-analysis on emotions in technology-based learning. *Learning and Instruction*.
- Loderer, K., Pekrun, R., & Plass, J. L. (im Druck b). Emotional foundations of game-based learning. In J. L. Plass, B. D. Homer & R. E. Mayer (Hrsg.), *Handbook of game-based learning*. Cambridge, MA: MIT Press.
- McNamara, D. S., Jackson, G. T., & Graesser, A. C. (2010). Intelligent tutoring and games (ITaG). In Y. K. Baek (Hrsg.), *Gaming for classroom-based learning: Digital role-playing as a motivator of study* (S. 44–65). Hershey: IGI Global.
- McQuiggan, S. W., & Lester, J. C. (2007). Modeling and evaluating empathy in embodied companion agents. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(4), 348–360.
- Meier, E. (2013). *Antecedents and effects of epistemic emotions*. Munich: University of Munich (LMU).
- Meinhardt, J., & Pekrun, R. (2003). Attentional resource allocation to emotional events: An ERP study. *Cognition and Emotion*, 17, 477–500. <https://doi.org/10.1080/02699930244000039>.
- Moors, A., Ellsworth, P. C., Scherer, K. R., & Frijda, N. H. (2013). Appraisal theories of emotion: State of the art and future development. *Emotion Review*, 5(2), 119–124. <https://doi.org/10.1177/1754073912468165>.
- Muis, K. R., Pekrun, R., Sinatra, G. M., Azevedo, R., Trevors, G. J., Meier, E., & Heddy, B. C. (2015a). The curious case of climate change: Testing a theoretical model of epistemic beliefs, epistemic emotions, and complex learning. *Learning and Instruction*, 39, 168–183. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.06.003>.
- Muis, K. R., Psaradellis, C., Lajoie, S. P., Di Leo, I., & Chevrier, M. (2015b). The role of epistemic emotions in mathematics problem solving. *Contemporary Educational Psychology*, 42, 172–185. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2015.06.003>.
- Murayama, K., & Elliot, A. J. (2009). The joint influence of personal achievement goals and classroom goal structures on achievement-relevant outcomes. *Journal of Educational Psychology*, 101(2), 432–447. <https://doi.org/10.1037/a0014221>.
- Niegemann, H. M., Hessel, S., Hochscheid-Mauel, D., Aslanski, K., Deimann, M., & Kreuzberger, G. (2004). *Kompendium E-learning*. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Noteborn, G., Bohle Carbonell, K., Dailey-Hebert, A., & Gijssels, W. (2012). The role of emotions and task significance in virtual education. *The Internet and Higher Education*, 15(3), 176–183. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.03.002>.
- O’Neil, H. F., & Richardson, F. C. (1977). Anxiety and learning in computer-based learning environments: An overview. In J. E. Sieber, H. F. O’Neil & S. Tobias (Hrsg.), (S. 133–146). New York/London: Routledge.
- Park, B., Flowerday, T., & Brünken, R. (2015a). Cognitive and affective effects of seductive details in multimedia learning. *Computers in Human Behavior*, 44, 267–278. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.10.061>.
- Park, B., Knörzner, L., Plass, J. L., & Brünken, R. (2015b). Emotional design and positive emotions in multimedia learning: An eyetracking study on the use of anthropomorphisms. *Computers & Education*, 86, 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.02.016>.
- Patel, S., Scherer, K. R., Björkner, E., & Sundberg, J. (2011). Mapping emotions into acoustic space: The role of voice production. *Biological Psychology*, 87(1), 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2011.02.010>.
- Pekrun, R. (1992). The impact of emotions on learning and achievement: Towards a theory of cognitive/motivational mediators. *Applied Psychology*, 41(4), 359–376. <https://doi.org/10.1111/j.1464-0597.1992.tb00712.x>.
- Pekrun, R. (2006). The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>.

- Pekrun, R. (2011). Emotions as drivers of learning and cognitive development. In R. A. Calvo & S. K. D'Mello (Hrsg.), *New perspectives on affect and learning technologies* (S. 23–39). New York: Springer.
- Pekrun, R. (2016). Academic emotions. In K. R. Wentzel & D. B. Miele (Hrsg.), *Handbook of motivation at school* (2. Aufl., S. 120–144). New York/London: Routledge.
- Pekrun, R., Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2009). Achievement goals and achievement emotions: Testing a model of their joint relations with academic performance. *Journal of Educational Psychology, 101*(1), 115–135.
- Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., & Sinatra, G. M. (2016). Measuring emotions during epistemic activities: The epistemically-related emotion scales. *Cognition and Emotion, 31*(6), 1268–1276. <https://doi.org/10.1080/02699931.2016.1204989>.
- Perry, R. P., Chipperfield, J. G., Hladkyj, S., Pekrun, R., & Hamm, J. M. (2014). Attribution-based treatment interventions in some achievement settings. In S. A. Karabenick & T. C. Urdan (Hrsg.), *Advances in motivation and achievement* (Bd. 18, S. 1–35). Bingley: Emerald.
- Plass, J. L., & Kaplan, U. (2015). Emotional design in digital media for learning. In S. Y. Tettegah & M. P. McCreery (Hrsg.), *Emotions, technology, and learning* (S. 131–161). London: Academic.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Hayward, E. O. (2009). Design factors for educationally effective animations and simulations. *Journal of Computing in Higher Education., 21*(1), 31–61. <https://doi.org/10.1007/s12528-009-9011-x>.
- Plass, J. L., O'Keefe, P. A., Homer, B. D., Case, J., Hayward, E. O., Stein, M., & Perlin, K. (2013). The impact of individual, competitive, and collaborative mathematics game play on learning, performance, and motivation. *Journal of Educational Psychology, 105*(4), 1050–1066. <https://doi.org/10.1037/a0032688>.
- Plass, J. L., Heidig, S., Hayward, E. O., Homer, B. D., & Um, E. (2014). Emotional design in multimedia learning: Effects of shape and color on affect and learning. *Learning and Instruction, 29*, 128–140. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.02.006>.
- Plass, J. L., Homer, B. D., & Kinzer, C. K. (2015). Foundations of game-based learning. *Educational Psychologist, 50*(4), 258–283. <https://doi.org/10.1080/00461520.2015.1122533>.
- Powell, A. L. (2013). Computer anxiety: Comparison of research from the 1990s and 2000s. *Computers in Human Behavior, 29*(6), 2337–2381. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.012>.
- Reisenzein, R., & Meyer, W.-U. (2009). Surprise. In D. Sander & K. Scherer (Hrsg.), *Oxford companion to the affective sciences* (S. 386–387). Oxford: Oxford University Press.
- Robinson, K. (2013). The interrelationship of emotion and cognition when students undertake collaborative group work online: An interdisciplinary approach. *Computers & Education, 62*, 298–307. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.003>.
- Romero, C., Master, A., Paunesku, D., Dweck, C. S., & Gross, J. J. (2014). Academic and emotional functioning in middle school: The role of implicit theories. *Emotion, 14*(2), 227–234. <https://doi.org/10.1037/a0035490>.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology, 39*(6), 1161–1178.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*, 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>.
- Sabourin, J. L., Rowe, J. P., Mott, B. W., & Lester, J. C. (2013). Considering alternate futures to classify off-task behavior as emotion self-regulation: A supervised learning approach. *JEDM- Journal of Educational Data Mining, 5*(1), 9–38.
- Scherer, K. R., & Coutinho, E. (2013). How music creates emotion: A multifactorial process approach. In T. Cochrane, B. Fantini & K. R. Scherer (Hrsg.), *The emotional power of music: Multidisciplinary perspectives on musical arousal, expression, and social control* (S. 121–145). Oxford: Oxford University Press.
- Shuman, V., & Scherer, K. R. (2014). Concepts and structures of emotions. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International handbook of emotions in education* (S. 13–35). New York/London: Taylor and Francis.

- Silvia, P. J. (2012). Human emotions and aesthetic experience: An overview of empirical aesthetics. In A. P. Shimamura & S. E. Palmer (Hrsg.), *Aesthetic science: Connecting minds, brains, and experience* (S. 250–275). New York: Oxford University Press.
- Spachtholz, P., Kuhbandner, C., & Pekrun, R. (2014). Negative affect improves the quality of memories: Trading capacity for precision in sensory and working memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *143*(4), 1450–1456. <https://doi.org/10.1037/xge0000012>.
- Tettegah, S. Y., & McCreery, M. P. (Hrsg.). (2015). *Emotions, technology, and learning*. London: Academic.
- Trost, W. J., Labbé, C., & Grandjean, D. (2017). Rhythmic entrainment as a musical affect induction mechanism. *Neuropsychologia*, *96*, 96–110. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.01.004>.
- Turner, J. E., & Schallert, D. L. (2001). Expectancy-value relationships of shame reactions and shame resiliency. *Journal of Educational Psychology*, *93*(2), 320–329. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.2.320>.
- Um, E. R., Plass, J. L., Hayward, E. O., & Homer, B. D. (2012). Emotional design in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, *104*(2), 485–498. <https://doi.org/10.1037/a0026609>.
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information Systems Research*, *11*(4), 342–365. <https://doi.org/10.1287/isre.11.4.342.11872>.
- Vogl, E., Stegmann, K., & Pekrun, R. (2016). Epistemic emotions in medical education. Presented at the annual meeting of the American Educational Research Association. Washington, DC.
- Walker, S. L., & Fraser, B. J. (2005). Development and validation of an instrument for assessing distance education learning environments in higher education: The Distance Education Learning Environments Survey (DELES). *Learning Environments Research*, *8*(3), 289–308. <https://doi.org/10.1007/s10984-005-1568-3>.
- Weiner, B. (2007). Examining emotional diversity in the classroom: An attribution theorist considers the moral emotions. In P. A. Schutz & R. Pekrun (Hrsg.), *Emotion in education* (S. 73–88). San Diego: Academic.
- Wolfson, S., & Case, G. (2000). The effects of sound and colour on responses to a computer game. *Interacting with Computers*, *13*, 183–192.
- Wosnitza, M., & Volet, S. (2005). Origin, direction and impact of emotions in social online learning. *Learning and Instruction*, *15*, 449–464. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2005.07.009>.
- You, J. W., & Kang, M. (2014). The role of academic emotions in the relationship between perceived academic control and self-regulated learning in online learning. *Computers & Education*, *77*, 125–133. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.04.018>.
- Youssef, S., Schelhorn, I., Jobst, V., Hörnlein, A., Puppe, F., Pauli, P., & Mühlberger, A. (2015). The appearance effect: Influences of virtual agent features on performance and motivation. *Computers in Human Behavior*, *49*, 5–11. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.01.077>.
- Zeidner, M. (2014). Anxiety in education. In R. Pekrun & L. Linnenbrink-Garcia (Hrsg.), *International handbook of emotions in education* (S. 265–288). New York/London: Taylor and Francis.