

WHITEPAPER

# Circular Flow – selbstreguliertes Lernen im digitalen Umfeld



# Abstract

Im vorliegenden Whitepaper wird über die Umsetzung eines Konzepts des selbstregulierten Lernens (SRL) in der Lernsoftware Brainix berichtet. Im Rahmen eines Forschungsprojekts an der Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt wurde die Lernsoftware durch integrierte, von Künstlicher Intelligenz unterstützte Funktionen zum selbstregulierten Lernen erweitert. Die dabei entwickelte neue Komponente „Circular Flow“ basiert auf aktueller psychologischer Forschung, die nachgewiesen hat, dass das Beherrschen von sogenannten metakognitiven Strategien großen Einfluss auf die Schulleistungen hat. Metakognitive Strategien beinhalten die Planung und das Reflektieren des Lernprozesses – Fähigkeiten, die die Vo-

oraussetzung für selbstreguliertes Lernen bilden. Mit dem „Circular Flow“ wird SRL als integrierter Prozess in Brainix implementiert. Die von der Software automatisch vorgenommenen Lernstandmessungen werden durch Methoden der Künstlichen Intelligenz genutzt, um den Lernenden die für ihren aktuellen Lernstand passenden Übungen vorzuschlagen. Sie werden bei der Planung ihres Lernprozesses entsprechend den von ihnen selbst festgelegten Zielen unterstützt. Durch die Integration des Circular Flows wird sowohl eine Steigerung des aktuellen Lernerfolgs als auch eine langfristig wirksame Verbesserung der metakognitiven Fähigkeiten angestrebt.

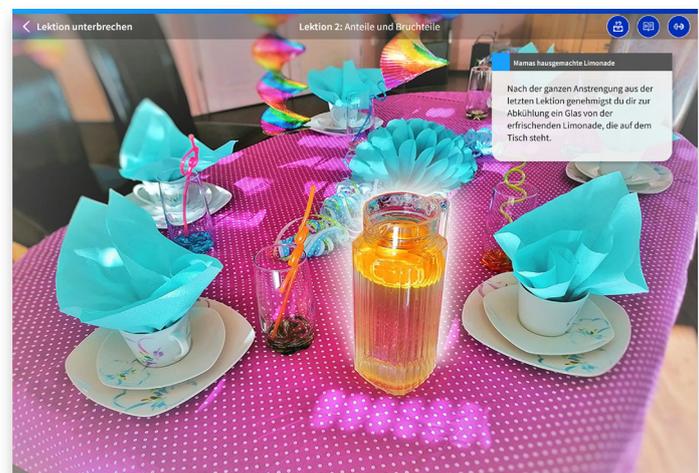
## Inhaltsverzeichnis

1. **Voll konzentriert im Matheunterricht**
2. **Individuelle Förderung der Lernenden durch Differenzierung**
3. **Das Lernen lernen**
4. **Selbstreguliertes Lernen mit KI-Unterstützung**
5. **Der Circular Flow in Brainix**
6. **Entwicklungsstand des Circular Flows**
7. **Fazit**

# 1. Voll konzentriert im Matheunterricht

Wie Unterricht mit moderner Lernsoftware heute aussehen kann, hat der Fachjournalist Stephan Zengerle wie folgt beschrieben: Es herrscht konzentrierte Spannung im Klassenzimmer im Gymnasium Beilngries. Mathelehrer Thomas Haas hält einen Maßkrug hoch. Nein, es geht nicht etwa um das Thema Alkoholprävention oder Oktoberfesttraditionen. Es geht um Bruchrechnung im Matheunterricht. Selbst bei einer komplizierten Textaufgabe zu diesem Thema gehen überall im Klassenzimmer sofort die Arme hoch. Einerseits kein Wunder: Die Schülerinnen und Schüler haben die Einheit zu Hause als Hausaufgabe bereits vorbereitet. Aber andererseits wirken sie dabei so sicher, dass man es irgendwie nicht so ganz glauben kann. Thomas Haas wundert das nicht. Nicht etwa, weil er hier nur Musterschüler hätte. Vielmehr weiß er ganz genau, wo seine Klasse Probleme hatte, wer welche Fehler gemacht hat. So kann er ganz gezielt und effizient im Schnelldurchlauf noch einmal die Aufgabe durchgehen und sich nur auf die Stellen konzentrieren, wo seine Schülerinnen und Schüler zu Hause Fehler gemacht haben oder nicht weitergekommen

sind. Aber woher weiß er das alles? Schließlich hat er keine Hausaufgabenhefte eingesammelt und mühsam korrigiert. Muss er nicht: Das hat eine Software für ihn erledigt und eine automatische Auswertung für ihn erstellt. Mit der Lernsoftware Brainix hat sich die Klasse den Stoff der Mathelektion zu Hause am Tablet angeeignet, Haas kann sich über seine Lehrersicht in der Software individuelle Leistungsstände im Detail anschauen und gezielt auf den unterschiedlichen Bedarf der Einzelnen eingehen.



## 2. Individuelle Förderung der Lernenden durch Differenzierung

Dieser kurze Bericht verdeutlicht, wie sich mit moderner Lernsoftware neue Lösungsmöglichkeiten für ein zentrales Thema aktueller Didaktik – die Differenzierung im Unterricht – eröffnen. „Lernen ist ein höchst individueller Prozess. Schulklassen sind in allen Schularten ganz besonders heterogene Gruppen – nicht nur hinsichtlich der Leistungsfähigkeit, sondern auch des sozialen Verhaltens im Unterricht, der Arbeitshaltungen und der individuellen Erfahrungswelten. Für jeden Unterricht stellt diese Unterschiedlichkeit aufgrund der individuellen Fähigkeiten und Begabungen, Interessen und Neigungen sowie Teilleistungsschwächen eine große Herausforderung dar“, sagt Prof. Dr. Heiner Böttger, der eine Professur für Englischdidaktik an der Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt innehat. Er hat an der Konzeption von Brainix maßgeblich mitgewirkt und dabei Erkenntnisse der Neurowissenschaften zugrunde gelegt. Wichtige Prinzipien sind das spielerische Lernen, das Geschichtenerzählen und das implizite Lernen, weil damit, kurz gesagt, eine Vielzahl von Hirnregionen angesprochen wird, statt sich wie beim Aneignen von Fakten auf nur zwei Hirnareale zu fokussieren. Die Umsetzung dieser Prinzipien in Brainix kommt den individuell unterschiedlichen Lernprozessen der Lernenden entgegen. Inhalte werden nicht nur über das Lesen, sondern auch über das Hören und anhand von anschaulichen Videos vermittelt. Antworten können per Tastatur, Maus, Spracheingabe oder Finger/Stift erfolgen. Böttger: „Die Lernsoftware begegnet den individuellen Unterschieden adäquat und altersgerecht. Bereits die Zugänge sind multisenso-

risch ausgelegt und ermöglichen so ein schnelles Behalten und nachhaltiges Memorieren, da die Impulse so mehrfach im Gehirn verankert, d.h. neuronal kodiert sind.“ (Artikel von Böttger in „Schulverwaltung“, Heft 10/2021)

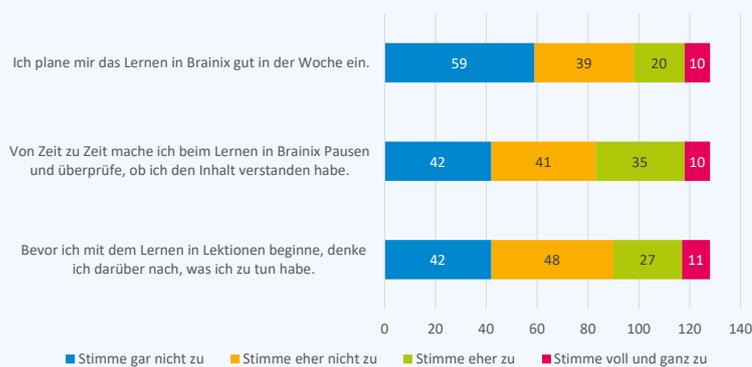


Weiterhin nutzt Brainix die Möglichkeiten des Storytellings, um das implizite Lernen – en passant – zu fördern: Die Lernenden werden in eine Szenerie mit Storyline versetzt, die ihre verschiedenen Sinne anregt und dadurch hohe Aufnahmebereitschaft erzeugt. So startet z.B. eine Englisch-Lektion im New Yorker Bahnhof „Grand Central Station“, von wo aus interaktiv zunächst New York, später die USA erkundet werden. Die bereits erwähnte Mathe-Lektion beginnt mit einer Geburtstagsparty, die zu Aufgaben des Bruchrechnens mit Pizza-, Kuchen- und Getränke-Teilung führt.

### 3. Das Lernen lernen

Aufgrund der Vielfalt der Lernzugänge, des Storytellings und zahlreicher Interaktionsmöglichkeiten gelingt es Brainix, Freude am Lernen und Aufnahmebereitschaft zum Erwerb neuer Kompetenzen zu erzeugen – das haben die Umfrageergebnisse beim Langzeittest der Software, der an vier Schulen (drei öffentliche Gymnasien und eine Online-Privatschule) über das gesamte Schuljahr 2021/22 läuft, eindrucksvoll belegt: 77 Prozent der befragten Schülerinnen und Schüler sagen, dass sie Freude am Lernen mit Brainix haben.

#### Selbstreguliertes Lernen in Brainix



Insgesamt 128 Umfrageteilnehmende, Zeitraum: März 2022

Ebenso viele (78 Prozent) haben das Gefühl, mit Brainix Neues lernen zu können. Moderner Lernsoftware gelingt es offenbar sehr gut, die Aufmerksamkeit der Lernenden zu binden und neue fachliche Inhalte zu vermitteln. Für den dauerhaften Schulerfolg sind jedoch neben den fachlichen Kompetenzen auch Fähigkeiten gefordert, die mit Mathematik, Englisch & Co. erst einmal wenig zu tun haben: Selbsteinschätzung, Selbstorganisation, eigene Zielsetzung und Zeiteinteilung, wissenschaftlich als metakognitive Fähigkeiten bezeichnet – man könnte auch sagen: Das

Lernen lernen oder auch Lernen für's Leben. In der erwähnten Umfrage im Rahmen der Langzeittests an den Schulen wurde auch abgefragt, inwieweit die Lernenden metakognitive Strategien nutzen. Wie aus wissenschaftlicher Sicht zu erwarten war, zeigen die Ergebnisse, dass in der Altersgruppe der Zehn- bis Zwölfjährigen, in der Brainix aktuell eingesetzt und getestet wird, diese Strategien nur in geringem Maße vorhanden sind. Die Umfrage zeigt: Bevor sie mit dem Lernen beginnen, überlegen sich die meisten Schülerinnen und Schüler gar nicht bis eher nicht, was sie zu tun haben; sie planen mehrheitlich gar nicht bis eher nicht, was sie in einer Woche in Brainix lernen wollen; die Mehrheit der Lernenden macht auch keine Pausen, um von zu Zeit zu reflektieren, ob sie den Lernstoff wirklich verstanden haben.

Aus der wissenschaftlichen Forschung ist aber auch bekannt, dass in dieser Altersgruppe die schulische Leistung mehr und mehr durch metakognitive Fähigkeiten beeinflusst wird. Nach dem Übertritt von der Grundschule wird in der Unterstufe der Gymnasien schon eine gewisse Fähigkeit zu selbstständigem Lernen erwartet. Grundsätzlich hat das Beherrschen von metakognitiven Strategien großen Einfluss auf Schulleistungen. Metaanalysen, in denen eine Vielzahl von Studien zu diesem Thema ausgewertet wurden, haben ergeben, dass metakognitive Strategien mit Schulleistungen sowohl im herkömmlichen Unterricht als auch im digitalen Lernen korrelieren (siehe z.B. die 2015 veröffentlichte Metaanalyse von Broadbent & Poon). In modernen Lernumgebungen, die aus verschiedenen hybriden Formen des herkömmlichen und digitalen Lernens bestehen, wird die Fähigkeit zu selbstreguliertem Lernen (SRL) immer wichtiger. Ablenkung, kognitive Überforderung und Orientierungslosigkeit können bei mangelnder SRL-Fähigkeit den Lernerfolg behindern.

## 4. Selbstreguliertes Lernen mit KI-Unterstützung

An dem geschilderten Dilemma – einerseits hoher Bedarf, andererseits noch geringe Ausprägung der metakognitiven Fähigkeiten – setzt der für Brainix entwickelte Circular Flow an: Dabei hilft Künstliche Intelligenz (KI) den Lernenden, eine Fähigkeit zu entwickeln, die sie noch nicht wirklich ausgeprägt haben. Die Lernenden werden bei der Selbsteinschätzung, das heißt der Ermittlung der Differenz zwischen „Wo bin ich?“ (Lernstand) und „Wo möchte ich hin?“ (Ziel) unterstützt, indem die KI die Differenz berechnet und Rückmeldung darüber gibt, auf welchem Lernstand sie sich befinden. Dadurch werden Reflexionsprozesse angeregt. Gleichzeitig macht die KI ihnen Vorschläge für Übungen, die geeignet sind, die Differenz auszugleichen. Während des gesamten Lernprozesses passt die KI die Ziele entsprechend den aktuellen Lernstandmessungen an, sodass die Vorschläge für das Training stets optimal auf den individuellen Lernstand abgestimmt sind.

Der Circular Flow in Brainix basiert auf dem etablierten Modell des selbstregulierten Lernens, das von dem US-amerikanischen Psychologen B. J. Zimmerman formuliert wurde. Dieser zyklische, sich permanent wiederholende Prozess, der für Erwachsene selbstverständlich ist und oft unterbewusst abläuft, gliedert sich in drei Phasen:

*Forethought Phase:*

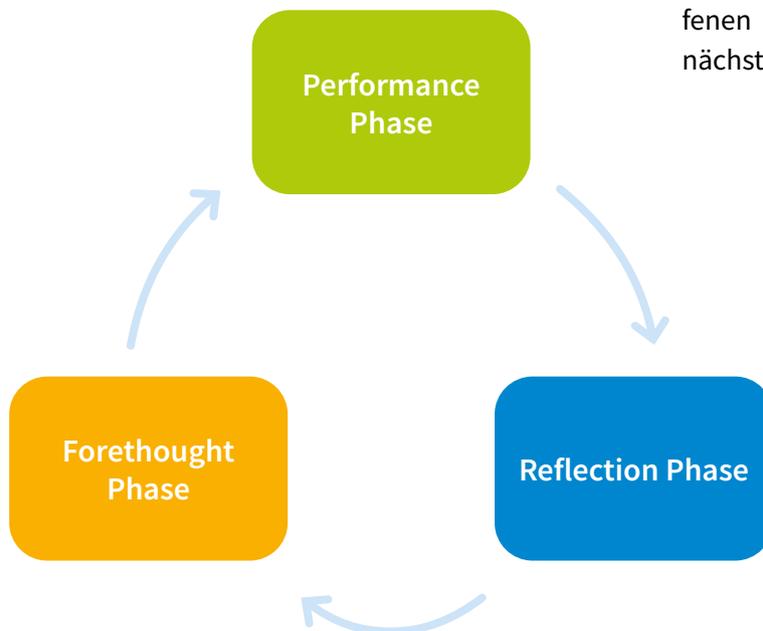
Was müssen wir tun? Was steht eigentlich an? Was ist das Ziel der Aufgabe?

*Performance Phase:*

Während des Erfüllens der Aufgabe regulieren wir uns permanent selbst. Wir überwachen uns, ob wir tagträumen, abgelenkt werden, wie es uns geht, und was wir eigentlich machen.

*Reflection Phase:*

Wenn wir einen Prozess abgeschlossen haben, reflektieren wir: Wie ist es gelaufen, was hat geklappt, was habe ich aus dem gerade abgelaufenen Prozess mitgenommen, was habe ich als nächstes zu tun?



Zyklisches Modell des selbstregulierten Lernens  
Nach Zimmerman (2000)

## 5. Der Circular Flow in Brainix

In Brainix beginnt der Prozess damit, dass sich die Beispiel-Schülerin „Sophie“ im **Zielsetzungsbereich** ein Ziel für die Lektion setzt. Eine Lektion enthält den Lernstoff einer Woche, an deren Ende ein kleiner Test, die „Challenge“, steht, die je nach Wahl der Lehrkraft selbständig zu Hause oder gemeinsam am Ende der Woche im Unterricht bearbeitet werden kann. Sophie legt fest, welches Lernziel sie bezogen auf die Challengeanstrebt: Startklar, Profi oder Genie?

Dein Lernziel: Startklar, Profi oder Genie?

Überlege dir, wie weit du die Inhalte der Lektion beherrschen möchtest.

Startklar Profi Genie

Challenge: Montag, 27.06.2022

Spätestens bis zu diesem Datum solltest du die Lektion 1.1 Einführung des Bruchbegriffs abgeschlossen haben.

Abbrechen Weiter

Zielsetzungsbereich

Anschließend nimmt sie eine Priorisierung der Lernbereiche vor, von denen sie denkt, dass weitere Übung für sie wichtig ist: In Mathe könnte sie z.B. Prio 1 bei Mathesprache (Begriffe) setzen oder bei Rechnen oder bei Graphik, je nachdem, wie sie ihren Übungsbedarf einschätzt.

Die Forethought-Phase wird weiter unterstützt durch den **Zielplaner**. In ihm kann Sophie festlegen, wann sie die ihr vom System vorgeschlagenen Übungen machen will, indem sie die

Dein Lernziel: Startklar, Profi oder Genie?

Wieviel Übung ist für dich in der kommenden Lektion 1.1 Einführung in die Bruchrechnung wichtig? Schätze dich ein und ordne die Lernbereiche zu.

Graphik • Anteile Am wichtigsten

Mathesprache • Anteil • Bruch Wichtig

Rechnen • Bruchteile • Anteile Weniger wichtig

Zurück Lektion starten

Priorisierung

Übungseinheiten per Drag&Drop an die passenden Stellen im Kalender Zielplaner zieht. Auf diese Weise wird das Gesamtziel in kleinere, konkrete Schritte und Aufgaben unterteilt. Die nahe Erreichbarkeit dieser Unterziele trägt zur Motivation bei. Der Planer ist flexibel: Basierend auf den bereits erarbeiteten Ergebnissen berechnet die KI, wie viele Übungen bis zum Ziel noch notwendig sind. Entsprechend wird die Zeitplanung angepasst.

Zielplaner

Beewege die Elemente so, dass sie am für dich passenden Tag liegen. Durch Klicken kannst du direkt starten.

Juli, 2022 Heute < >

Montag 05.07. Dienstag 06.07. Mittwoch 07.07. Donnerstag 08.07. Freitag 09.07.

20 min 40 min 1h 20 min 40 min 2h 20 min

1.1 Einführung in die Bruchrechnung

Hier klicken, um wichtige Informationen anzuzeigen Geplante Lernzeit anpassen

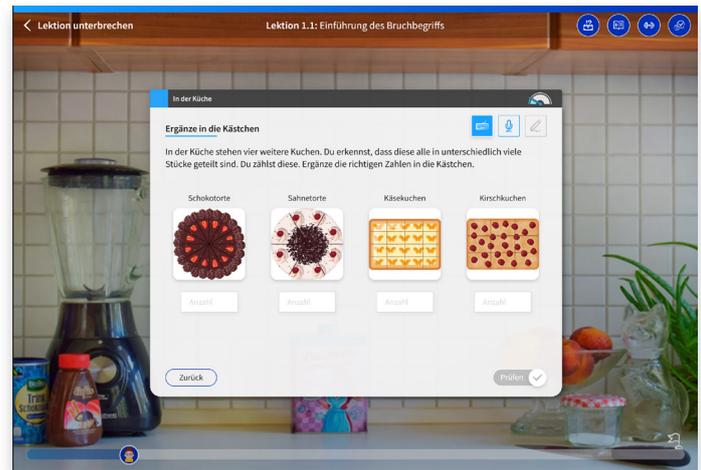
Zielplaner

In der *Performance-Phase* arbeitet Sophie dann in ihrer Lektion, wo sie das Bruchrechnen in der interaktiven Arbeit mit der Software im Rahmen einer Storyline, in diesem Fall der Geburtstagsparty mit diversen Aufgaben zum Bruchrechnen bei der Verteilung von Kuchen, Getränken etc., lernt. Dabei muss Sophie u.a. verschiedene Fragen beantworten, die Aufgaben zum Bruchrechnen enthalten, wie z.B. die Aufteilung des Geburtstagskuchens.



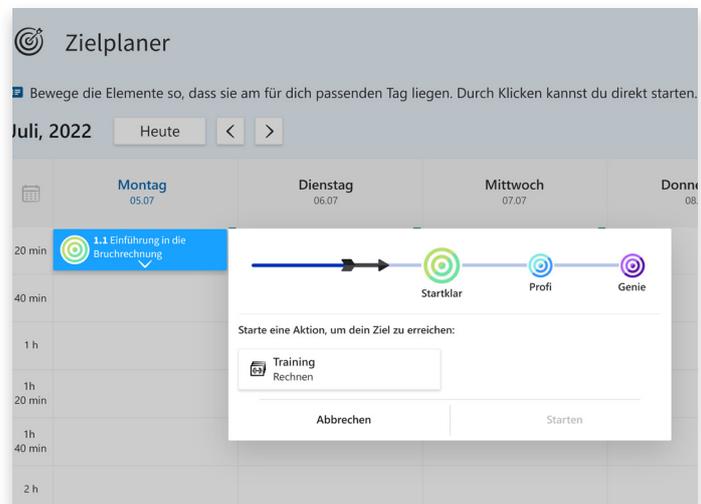
#### Fortschritte

In der *Reflection Phase* erhält Sophie Rückmeldung über ihren Fortschritt. Dieses Feedback aus dem Monitoring-System, das im Hintergrund den Lernfortschritt beobachtet und aufzeichnet, findet nicht nur am Ende des Lernprozesses für die jeweilige Lektion statt. Die KI berechnet immer wieder aufgrund der eventuell bestehenden Differenz zwischen der Lernstandmessung und dem Ziel, das sich Sophie gesetzt hat, welche Übungen geeignet sind, damit sie dem Ziel näherkommt.



#### Lektionen und weiterführende Aktionen

Sie kann auch – falls sie die Anforderungen des von ihr gesetzten Ziels laut Lernstandmessung bereits frühzeitig erfüllt, ihr Ziel auf ein höheres Level setzen. Die Software nimmt die Lernenden gewissermaßen an die Hand und zeigt ihnen den Weg zu der optimalen Leistung, die aus Sicht der KI für sie möglich ist. Dabei wird auch mitberücksichtigt und angezeigt, wie viel Zeit noch bis zur Challenge bleibt.



#### Fortschritte beobachten und reflektieren

## 6. Entwicklungsstand des Circular Flows

Zurzeit (Juli 2022) wird eine Studie zur Testung der Wirksamkeit des Circular Flows durchgeführt, bei der der Circular Flow als Prototyp mit einzelnen Schülern getestet wird. Im kommenden Schuljahr soll die neue Brainix-Komponente an Schulen, die mit der Software arbeiten, für eine breite Erprobung zur Verfügung stehen.

## 7. Fazit

Das selbstregulierte Lernen gilt heute als Key Skill oder Schlüsselqualifikation für das Lernen in hybriden und digitalen Lernwelten. In der Altersklasse der Zehn- bis Zwölfjährigen, in der die Lernsoftware Brainix bisher zum Einsatz kommt, sind die metakognitiven Fähigkeiten noch nicht sehr ausgeprägt, aber gleichzeitig laut wissenschaftlicher Forschung von erheblicher Relevanz

für die schulischen Leistungen. Die Unterstützung durch Künstliche Intelligenz, die Brainix bereitstellt, kann sich als entscheidender Faktor erweisen, um das selbstregulierte Lernen in dieser Altersgruppe voranzubringen – mit nachhaltig positiven Wirkungen auch für spätere Phasen der Bildung und Ausbildung, insbesondere in der Oberstufe und im Studium.

*Dieses Konzept und das dazugehörige Forschungsprojekt für den Circular Flow in Brainix wurde von Rebecca Pape im Rahmen ihrer Promotion am Lehrstuhl für psychologische Diagnostik mit Schwerpunkt auf schulpsychologischer Intervention an der Kath. Universität Eichstätt-Ingolstadt erarbeitet.*

### Quellen:

Böttger, H. (2021). Keiner bleibt zurück in Schulverwaltung Bayern – Zeitschrift für Schulentwicklung und Schulmanagement, Ausgabe 10/2021, pp. 268-271

Broadbent, J., & Poon, W. L. (2015). Self-regulated learning strategies & academic achievement in online higher education learning environments: A systematic review. *The Internet and Higher Education*, 27, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ihe-duc.2015.04.007>

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining Self-Regulation: A Social Cognitive Perspective. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of Selfregulation* (pp. 13–39). Academic Press.