

Replikationsstudie nach Salac et al. (2021) zur Wirkung von **TIPP&SEE**, einer metakognitiven Begleitmethode fürs Programmierenlernen, im Schweizer Schulkontext.

**Larissa Meyer-Baron**  
larissa.meyer@stud.phsz.ch  
Arbeit & Material: [osf.io/8n354](https://osf.io/8n354)

## Theoretischer Hintergrund

### Kompetenzen beim Programmieren

- Problemlösekompetenzen<sup>(3)</sup>
- Programmierkompetenzen (Sprache & Struktur)<sup>(6)</sup>
- Verständnis von Programmierkonzepten<sup>(9)</sup>
- Working Memory-Fähigkeiten<sup>(5)</sup>
- Räumliches Denken<sup>(1)</sup>

### Working Memory...

- ...kann neue Informationen aufnehmen & unter Einbezug des Vorwissens verarbeiten<sup>(2)</sup>
- ...hat beschränkte Kapazität → zu viele neue Informationen führen zu Überbelastung (Cognitive Overload<sup>(8)</sup>)



### Haupt-Herausforderungen beim Programmierenlernen

- Geringes Vorwissen zu Programmierkonzepten & -struktur
- Mangelndes Strategiewissen<sup>(4)</sup>
- Cognitive Overload (Überlastung des Working Memory)

### TIPP&SEE...

- ...ist eine metakognitive Lernbegleitungsmethoden mit 7 Schritten → Entlastung für Working Memory.
- ...unterstützt Lernende beim schrittweisen Erkunden und Verändern von Codebeispielen.
- ...hat sich in den USA bei 4. Klässler:innen als förderlich beim Programmierenlernen erwiesen<sup>(7)</sup>.
- ...unterstützt vor allem kognitiv schwächere Schüler:innen beim Programmierenlernen<sup>(7)</sup>.
- ...unterstützt insbesondere bei Aufgaben zu komplexeren Programmierkonzepten<sup>(7)</sup>.

TIPP&SEE	
<b>T</b> itle:	What is the title of the project? Does it tell you something about the project?
<b>I</b> nstruction:	What do the instructions tell you to do?
<b>P</b> urpose:	What is the purpose of this activity? What will the code teach you?
<b>P</b> lay:	Run the project and see what it does! Which sprites are doing the actions?
<b>S</b> prites:	Click on the sprite that you want to learn from or change.
<b>E</b> vents:	Look at the event blocks starting the scripts. Which scripts are most useful?
<b>E</b> xplore:	Try different changes to the scripts and observe what happens!

## Forschungsfragen

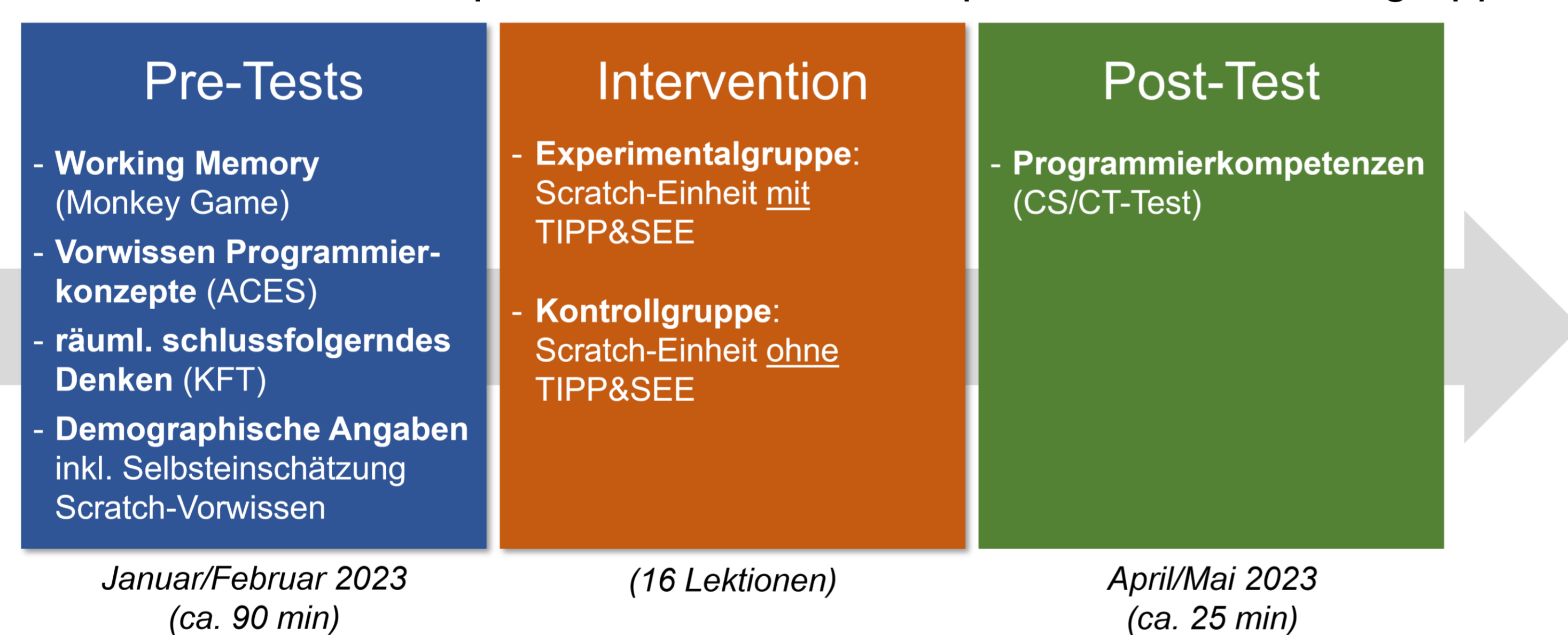
**FF1:** Gibt es bei 5. Klässler:innen an Schweizer Schulen einen positiven Zusammenhang zwischen Working Memory-Fähigkeiten und ihren Programmierkompetenzen in Bezug auf die Programmierkonzepte Events, Sequences und Loops?

**FF2:** Unterstützt TIPP&SEE als metakognitive Lernbegleitungsmethode 5. Klässler:innen an Schweizer Schulen beim Programmierenlernen?

**FF3:** Unterstützt TIPP&SEE insbesondere Schüler:innen mit geringeren Working Memory-Fähigkeiten beim Programmierenlernen?

## Methode

Quantitative Quasi-Experimentalstudie mit Experimental-/ Kontrollgruppe



### Stichprobe

- N=297 (M= 11.7 J., SD= 0.44, Range= 10.1-13 J.)
- 18x 5. Klassen (Kantone: ZH, SZ, UR)

### Intervention

- Dauer: 16 Lektionen in 6-8 Wochen
- Inhalt: Programmierenlernen mit Scratch (Materialien: [osf.io/8n354](https://osf.io/8n354))
- Treatment Experimentalgruppe: Arbeit mit TIPP&SEE

### Datenauswertung

- FF1: Korrelation nach Spearman
- FF2+3: ANCOVA mit Pre-Test-Leistungen als Kovariate

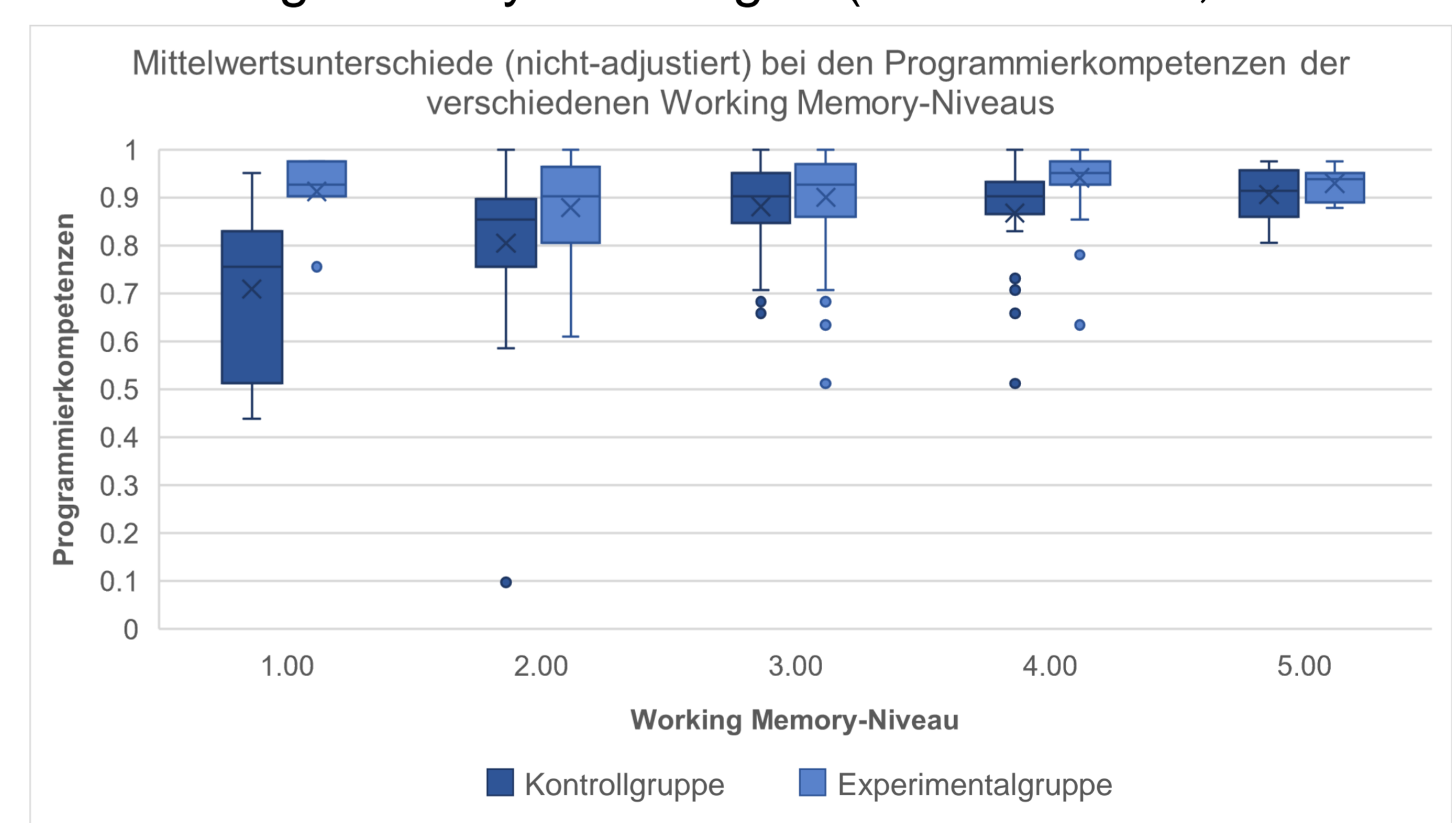
### Abgrenzung zur Originalstudie

- 5. Klasse anstelle 4. Klasse
- Grössere Stichprobe (N= 297 anstelle 193)
- Weitere Pre-Tests zu Vorwissen & räumlich schlussfolgerndem Denken
- Erweiterung des Post-Tests
- Pre-Test-Leistungen in Datenanalyse kontrolliert

## Ergebnisse

### Erkenntnisse der Originalstudie bestätigt

- Korrelation zwischen Working Memory und Programmierkompetenzen besteht ( $r = .286^{**}$ ) und verstärkt sich bei komplexeren Programmierkonzepten ( $r = .308^{**}$ ).
- TIPP&SEE hat einen positiven Effekt von 4.1%<sup>A</sup> auf die Programmierleistungen der Schüler:innen.
- Schüler:innen mit schwächeren Working Memory-Leistungen profitierten mit 18.2%<sup>A</sup> stärker von TIPP&SEE, als diejenigen mit stärkeren Working Memory-Leistungen (2.8% - 7.8%<sup>A</sup>, siehe Abb.).



### Weitere Erkenntnisse

- Vorwissen zu Programmierkonzepten korreliert stärker mit Programmierkompetenzen ( $r = .546^{**}$ ) als Working Memory.
- Die Wirkung von TIPP&SEE bleibt bestehen, auch bei älteren Schüler:innen und wenn die kognitiven Vorkenntnisse der Schüler:innen (Pre-Tests) kontrolliert werden.
- Leistungsschwächere Schüler:innen profitieren bei komplexeren Programmierkonzepten noch stärker von TIPP&SEE (26.9%<sup>A</sup>).

<sup>A</sup> Unterschied der durchschnittlichen Programmierleistungen (Post-Test) zwischen Untersuchungsgruppen

## Schlussfolgerungen

TIPP&SEE erwies sich ebenfalls im Schweizer Schulkontext (5. Klassen) als hilfreiche Lernbegleitungsmethode fürs Programmierenlernen, insbesondere bei Schüler:innen mit schwächerem Working Memory → **Instrument für den Unterricht**

Vorwissen zu Programmierkonzepten spielt eine grosse Rolle beim Programmierenlernen → **Förderung mit Unplugged Aufgaben** (siehe Intervention)

Leistungsstärkere Schüler:innen profitieren weniger von TIPP&SEE → **Entwicklung individuell adaptierbarer Variante von TIPP&SEE**

Literatur  
(1) Ambrosio, A. P., Xavier, C., & Georges, F. (2014). Digital link for cognitive assessment of computational thinking. 2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). Proceedings, 1-7. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044237>  
(2) Baddeley, A. (2012). Working Memory: Theories, Models, and Controversies. Annual Review of Psychology, 63(1), 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>  
(3) Linn, M. C., & Dabney, J. (1985). Cognitive consequences of programming instruction: Instruction, Access, and Ability. Educational Psychologist, 20(4), 191-206. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep2004\\_4](https://doi.org/10.1207/s15326985ep2004_4)  
(4) Lökka, D., Ko, A. J., Jernigan, W., Oleson, A., Mendez, C. J., & Burnett, M. M. (2016). Programming, Problem Solving, and Self-Awareness: Effects of Explicit Guidance. Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1449-1461. <https://doi.org/10.1145/2859038.2859252>  
(5) Robins, A. V., Margulieux, L. E., & Morrison, B. B. (2016). Cognitive Sciences for Computing Education. In S. A. Fincher & A. V. Robins (Hrsg.), The Cambridge Handbook of Computing Education Research (1. Aufl., S. 231-275). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108854555.010>  
(6) Salac, J., Thomas, C., Butler, C., Sanchez, A., & Franklin, D. (2020). TIPP&SEE: A Learning Strategy to Guide Students through Use - Modify Scratch Activities. Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 79-85. <https://doi.org/10.1145/3328778.3368821>  
(7) Salac, J., Thomas, C., Butler, C., & Franklin, D. (2021). Investigating the Role of Cognitive Abilities in Computational Thinking for Young Learners. Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research, 2-17. <https://doi.org/10.1145/3446871.3468746>  
(8) van Merriënboer, J. J. G., & Sweller, J. (2005). Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. Educational Psychology Review, 17(2), 147-177. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-2951-0>  
(9) Yusuf, K. N., Sarhan, N., Sae, T., & Mendi, N. (2020). Analysis on the Requirements of Computational Thinking Skills to Overcome the Difficulties in Learning Programming. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 11(3). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110329>