

Schweizerische Koordinationsstelle
für Bildungsforschung

Centre suisse de coordination pour
la recherche en éducation

Centro svizzero di coordinamento
della ricerca educativa

Swiss Coordination Centre for
Research in Education

Information Bildungsforschung

Permanente Erhebung über Projekte der schweizerischen Bildungsforschung

Information sur la recherche éducationnelle

Enquête permanente sur la recherche éducationnelle en Suisse

Informazione sulla ricerca educativa

Inchiesta permanente sulla ricerca educativa in Svizzera

Information about research in education

Permanent inquiry into educational research in Switzerland

ISSN 1013-6258

25:099

Laufzeit des Projekts: 2019–2023

Thema des Projekts:

Verständnis von *Nature-of-Science*-Aspekten und Umgang mit Fehlern
in digitalen Lernprozessen

Durée de la recherche: 2019-2023

Thématique de la recherche:

La compréhension des aspects de la *Nature of Science* et la gestion
des erreurs dans les processus d'apprentissage numériques

Institution: Paris-Lodron-Universität Salzburg School of Education, Salzburg, Salzburg (1); Pädagogisch
Hochschule (PHSG), Institut Mathematische, Naturwissenschaftliche und Technische Bildung, St. Gallen (2)

Bearbeitung | Mise en œuvre: Rahel Schmid, Dr. (1); Betreuung der Dissertation: Nicolas Robin, Prof. Dr. (2);
Alexander Strahl, Prof. Dr. (1)

Kontaktperson | Personne à contacter: Rahel Schmid (rahel.schmid@phsg.ch)

Kurzbeschreibung: Fehler sind ein integraler Bestandteil der *Nature of Science* (NOS) und prägen den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess. Das Ziel dieser Dissertation war es, zu untersuchen, wie bei Jugendlichen der Sekundarstufe I das NOS-Verständnis den Umgang mit Fehlern beeinflusst, ob sich beide durch eine Intervention verbessern lassen, wie stabil die beiden über die Zeit bleiben, welche Wechselwirkungen sich zeigen und wie die Jugendlichen Fehler im Erkenntnisprozess verstehen. Die Daten wurden in einem Längsschnittdesign mit Pre- (t_1), Post- (t_2) und Follow-up-Test (t_3 2 Monate nach Intervention) erhoben. Zwischen Pre- und Posttest wurde eine Interventionsstudie im Smartfeld-Tagesworkshop «Kreativität in Natur und Technik – Smarte Textilien» mit Kontroll- und Interventionsgruppe (KG/IG) durchgeführt ($n = 269$, 7.–9. Klasse) sowie mit einem Teil ($N = 28$, aus beiden Gruppen) leitfadengestützte Interviews. Es zeigte sich, dass ein besseres NOS-Verständnis zu einer stärkeren Fehlerlernorientierung (Wahrnehmung von Fehlern als Lernchance) führte, welche wiederum die affektiv-motivationalen Reaktionen auf Fehler (wie weit Lernfreude und -motivation erhalten bleiben) positiv beeinflusste. Die Intervention bewirkte keine direkten Veränderungen, doch zeigte die Interventionsgruppe zu t_3 positivere affektiv-motivationale Reaktionen auf Fehler und adäquateres NOS-Verständnis als die Kontrollgruppe. Ein Grossteil der Befragten gab an, dass Fehler zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung dazugehören. Artikel (1) untersuchte, inwiefern Fehlerlernorientierung die intrinsische Motivation beeinflusst; es zeigte sich ein kleiner, aber signifikanter Effekt. Die Selbstwirksamkeitserwartung wirkte als Mediator zwischen Fehlerlernorientierung und intrinsischer Motivation. Artikel (2) analysierte die momentanen Emotionen während des Workshops: Positive Emotionen nahmen im Tagesverlauf zu, die Fehlerlernorientierung blieb stabil. Artikel (3) belegte, dass Freude am Programmieren die bereichsspezifische Selbstwirksamkeit stärkte und dazu beitrug, geschlechtsspezifische Motivationsunterschiede zu verringern. Alle Ergebnisse verdeutlichen die zentrale Rolle des Umgangs mit Fehlern im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht.

Brève description de la recherche: Les erreurs font partie intégrante de la *Nature of Science* (NOS) et constituent un élément essentiel du processus de construction du savoir scientifique. L'objectif de cette thèse de doctorat était d'examiner, chez des adolescent-e-s du secondaire I, comment la compréhension de la NOS influence la manière de gérer les erreurs, si ces deux dimensions peuvent être améliorées par une intervention, dans quelle mesure les deux demeurent stables au fil du temps, quelles interactions se manifestent et comment les adolescent-e-s comprennent les erreurs dans le processus de construction des connaissances. Les données ont été recueillies dans un plan longitudinal avec prétest (t_1), post-test (t_2) et suivi (t_3 , deux mois après l'intervention). Entre t_1 et t_2 , une étude d'intervention a été menée dans le cadre de l'atelier Smartfeld «Créativité en sciences et techniques – Textiles intelligents», avec un groupe contrôle (GC) et un groupe expérimental (GE) ($n = 269$, 7^e à 9^e année). Un sous-échantillon ($N = 28$, issu des deux groupes) a participé à des entretiens semi-directifs. Il ressort qu'une meilleure compréhension de la NOS entraînait une orientation plus marquée vers l'apprentissage à partir des erreurs (c'est-à-dire la perception des erreurs comme une occasion d'apprendre), laquelle influençait à son tour positivement les réactions affectivo-motivationnelles face aux erreurs (dans quelle mesure les émotions positives et la motivation d'apprendre se maintiennent). L'intervention n'a entraîné aucun changement direct, mais le GI présentait à t_3 des réactions affectivo-motivationnelles face aux erreurs plus positives ainsi qu'une compréhension de la nature des sciences (NOS) plus adéquate que le groupe contrôle. Une grande partie des personnes interrogées a indiqué que les erreurs font partie intégrante de l'acquisition de connaissances en sciences. L'article (1) a examiné dans quelle mesure l'orientation vers l'apprentissage à partir des erreurs influence la motivation intrinsèque; un effet faible mais significatif a été mis en évidence. Les attentes d'efficacité personnelle agissaient comme médiateur entre l'orientation vers l'apprentissage à partir des erreurs et la motivation intrinsèque. L'article (2) a analysé les émotions momentanées pendant l'atelier: les émotions positives ont augmenté au fil de la journée, tandis que l'orientation vers l'apprentissage à partir des erreurs est restée stable. L'article (3) a montré que les émotions positives liées à la programmation renforçaient l'efficacité personnelle spécifique au domaine et contribuaient à réduire les différences de motivation liées au genre. L'ensemble des résultats met en évidence le rôle central de la gestion des erreurs dans l'enseignement scientifique et technologique.

Veröffentlichungen | Publications: Schmid, R. (2023). *Verständnis von Nature of Science-Aspekten und Umgang mit Fehlern von Schüler*innen der Sekundarstufe I – Am Beispiel von digital-basierten Lernprozessen im informellen Lernsetting Smartfeld* (Dissertation, Universität Salzburg). Logos. <https://doi.org/10.30819/5722>

Im Rahmen dieser Dissertation wurden auch noch die folgenden Publikationen veröffentlicht:

(1) Schmid, R., Robin, N., Smit, R. & Strahl, A. (2022). The influence of error learning orientation on intrinsic motivation for visual programming in STEM Education. *European Journal of STEM Education*, 7(1), 05.

<https://doi.org/10.20897/ejsteme/12477>

(2) Schmid, R., Smit, R., Robin, N. & Strahl, A. (2024). The role of momentary emotions in promoting error learning orientation among lower secondary school students: An intervention study embedded in a short visual programming course. *British Journal of Educational Psychology*, 95(1), 107–123. <https://doi.org/10.1111/bjep.12681>

(3) Smit, R., Schmid, R. & Robin, N. (2024). Experiencing enjoyment in visual programming tasks promotes self-efficacy and reduces the gender gap. *British Journal of Educational Technology*, 56, 1231–1247.

<https://doi.org/10.1111/bjet.13523>

Hier erwähnte Publikationen sind über den Buchhandel oder die durchführende Institution bzw. die Kontaktperson zu beziehen, nicht bei der SKBF.

Les publications mentionnées dans l'Information sur la recherche éducationnelle ne sont pas disponibles au CSRE; veuillez vous adresser à votre libraire ou à l'institution de recherche ou à la personne de contact mentionnée.

Methoden | Méthodes de recherche: *Mixed-Methods* in einem Längsschnittdesign mit Pre-, Post- und Follow-up-Test, Interventionsstudie, leitfadengestützte Interviews, Strukturgleichungsmodell, Regressionsmodell, Längsschnittstudie, Kontroll- und Interventionsgruppe, CVTAE (Control-Value Theory of Achievement Emotions)

Geografischer Raum | Délimitation géographique: Ostschweiz

Art des Projekts | Type de recherche: Dissertation

Auftrag | Mandat de la recherche: ohne Auftrag

Finanzierung | Financement: Smartfeld, PH St. Gallen, swissuniversities, SNF (Publikationsbeitrag)

Schlüsselbegriffe: Sekundarstufe I, *Nature of Science*, NOS, Fehler und Lernen, Fehlerlernorientierung, Intrinsische Motivation, Selbstwirksamkeit, Emotionen, Naturwissenschaftlich-technischer Unterricht, Programmierunterricht, visuelles Programmieren, Mediation, Geschlechterunterschiede

Mots-clés: degré secondaire I, *Nature of Science*, NOS, erreurs et apprentissage, Orientation d'apprentissage à partir des erreurs, Motivation intrinsèque, Auto-efficacité, émotions, Enseignement scientifique et technique, cours de programmation, programmation visuelle, médiation, différences de genre