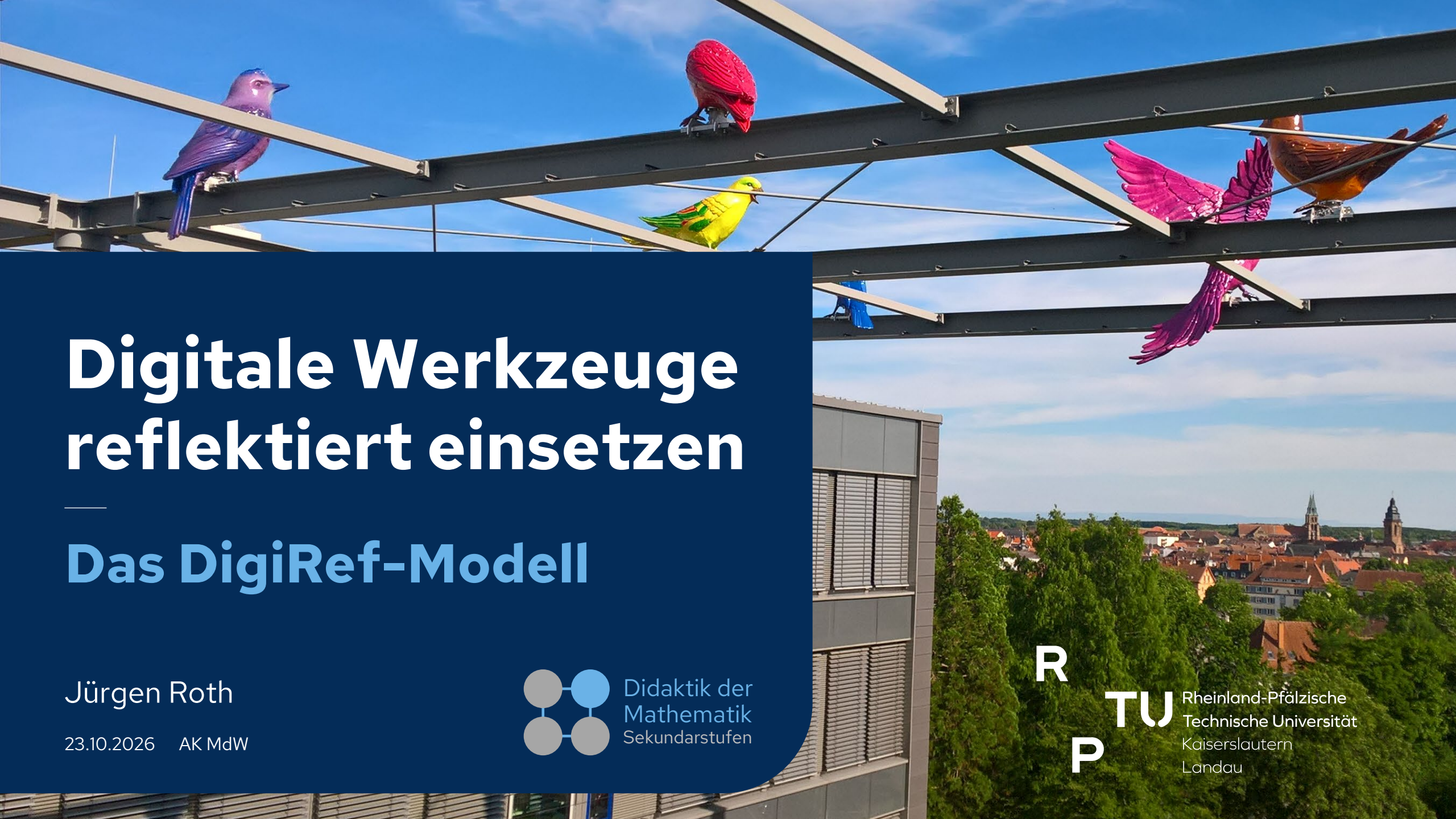


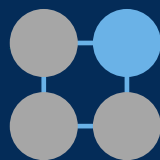


Digitale Werkzeuge reflektiert einsetzen

Das DigiRef-Modell

Jürgen Roth

23.10.2026 AK MdW



Didaktik der
Mathematik
Sekundarstufen

R
TU
P

Rheinland-Pfälzische
Technische Universität
Kaiserslautern
Landau

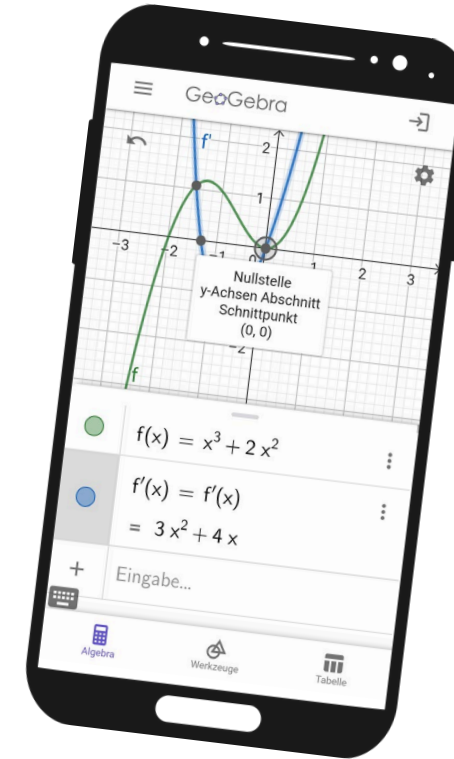
Digitale Werkzeuge

sind für den Mathematik-
unterricht im Wesentlichen

- Tabellenkalkulationsprogramme,
- Funktionen-Plotter
- Computer-Algebra-Systeme,
- dynamische Geometrie-Systeme
- dynamische Stochastik-Systeme

und als deren Integration

- dynamische Mathematik-Systeme (DMS)
[Multi-Repräsentations-Systeme,
modulare Mathematikssysteme (MMS)].



Digitale Werkzeuge nur dann einsetzen, wenn
dadurch das Erreichen der Ziele des Mathe-
matikunterrichts nachhaltig unterstützt wird.



Einsatz digitaler Werkzeuge

1. Werkzeug-Nutzung
durch Lernende
2. DigiRef-Modell
Digitale Werkzeuge **ref**lektiert einsetzen
3. Lernen und Leisten

Einsatz digitaler Werkzeuge

1. **Werkzeug-Nutzung
durch Lernende**
2. DigiRef-Modell
Digitale Werkzeuge **ref**lektiert einsetzen
3. Lernen und Leisten

Werkzeug-Nutzung durch Lernende

Grad der Vorstrukturierung

Digitale Lernumgebung



Konfiguration vollständig vorgegeben

Strukturierungs- und Fokussierungshilfen für alle wesentlichen Aspekte (z. B. Farbgebung, Linienstärken, Mitführen von Messwerten, ...)

Elemente können ein- und ausgeblendet werden

Variationsmöglichkeiten bewusst eingeschränkt.

Hybrid



Veränderbare (Teil-)Konfiguration vorgegeben

Kann / muss ergänzt oder verändert werden

Nur einzelne Strukturierungs- und Fokussierungshilfen vorhanden

Digitales Werkzeug



Leere, unstrukturierte Werkzeug-Datei

Werkzeug wird selbstständig & ohne Vorgaben benutzt

Erfordert Werkzeug-Strategien und -Kompetenzen

Roth, J. (2019). **Digitale Werkzeuge im Mathematikunterricht: Konzepte, empirische Ergebnisse und Desiderate**. In A. Büchter, M. Glade, R. Herold-Blasius, M. Klinger, F. Schacht & P. Scherer (Hrsg.), Vielfältige Zugänge zum Mathematikunterricht – Konzepte und Beispiele aus Forschung und Praxis (S. 233-248). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Roth, J. (2022). **Digitale Lernumgebungen – Konzepte, Forschungsergebnisse und Unterrichtspraxis**. In G. Pinkernell et. al. (Hrsg.). *Digitales Lehren und Lernen von Mathematik in der Schule. Aktuelle Forschungsbefunde im Überblick* (S. 109-136). Berlin: Springer Spektrum.

Unterstützung: Grad der Fokussierungshilfe Inhalt: Zweck des MMS-Einsatzes	 Digitale Lernumgebung Vorgeg. Konfiguration (evtl. Möglichkeit zum Ein- und Ausblenden von Elementen)	 Hybrid Ergänzb. Konfiguration (einzelne Fokussierungshilfen)	 Digitales Werkzeug leeres, unstrukturiertes MMS
Mit Änderungen argumentieren	☒		☒
Beweisidee vermitteln	☒		☒
Verständnisgrundlage für Begriffe und ihre Eigenschaften schaffen	☒	☒	☒
Experimentelles Arbeiten	☒	☒	☒
▪ Entdecken von Zusammenhängen			
▪ Ideen finden i. Problemlöseprozess		☒	☒
Reflexion von Problemlöseprozessen	☒		☒
Selbständiges Problemlösen			☒

Thesen zum Einsatz von MMS

Ein digitales Werkzeug ist ...

**Experimentierumgebung
zur Erkenntnisgewinnung**



unterstützt selbsttätiges, entdeckendes Arbeiten

**Heuristisches Hilfsmittel
(„Denkzeug“)**



entlastet vom Kalkül
→ mehr Planung , Analyse und Argumentation

Modellierungswerkzeug



ermöglicht Realitätsorientierung
und authentische Probleme

Kommunikationsmittel



fördert kreatives und produktives Arbeiten

Digitale Mathematikwerkzeuge

Entwicklung mathematischer Kompetenzen durch sinnvollen Einsatz digitaler Mathematikwerkzeuge unterstützen



Unterricht und Prüfungen

Einer durchgängigen Verwendung digitaler Mathematikwerkzeuge im Unterricht folgt dann auch deren Einsatz in der Prüfung.

Potenzial digitaler Werkzeuge

entfaltet sich im Mathematikunterricht durch

- Entdecken mathematischer Zusammenhänge, insbesondere durch interaktive Erkundungen beim Modellieren und Problemlösen,
- Verständnisförderung für mathematische Zusammenhänge, nicht zuletzt mittels vielfältiger Darstellungsmöglichkeiten,
- Reduktion schematischer Abläufe und Verarbeitung größerer Datenmengen,
- Unterstützung individueller Präferenzen und Zugänge beim Bearbeiten von Aufgaben einschließlich reflektierter Nutzung von Kontrollmöglichkeiten.

Einsatz digitaler Werkzeuge

1. Werkzeug-Nutzung durch Lernende
2. **DigiRef-Modell**
Digitale Werkzeuge **ref**lektiert einsetzen
3. Lernen und Leisten

Nutzungsstrategien



- Mit (Menü-)Struktur vertraut machen
- Mit Hilfe vertraut machen und dort suchen
- Werkzeug-Feedback bewusst nutzen
 - Eingabehilfen nutzen
(Autovervollständigung & Hinweise zu Variablen)
 - Fehlermeldungen erfassen
 - ...
- Nutzungskompetenz weiterentwickeln
 - Vorhandene Dateien analysieren
 - Erklär-Videos ansehen
 - Mit anderen Nutzenden kooperieren
 - KI befragen
 - ...



Problemlösestrategien

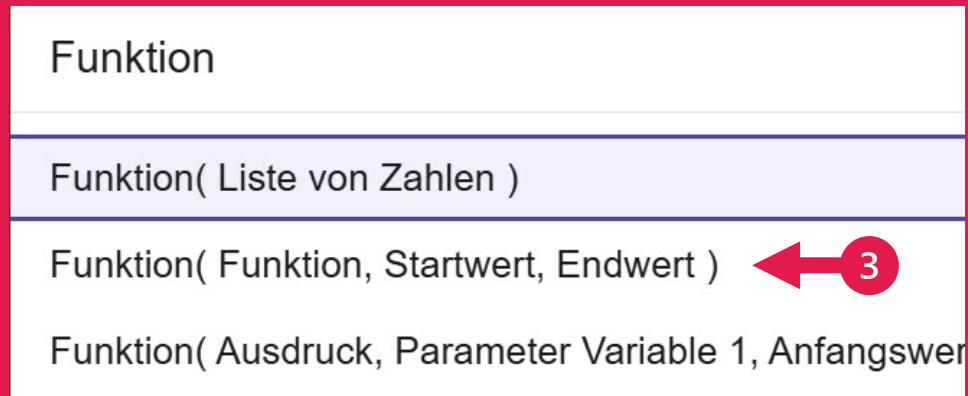
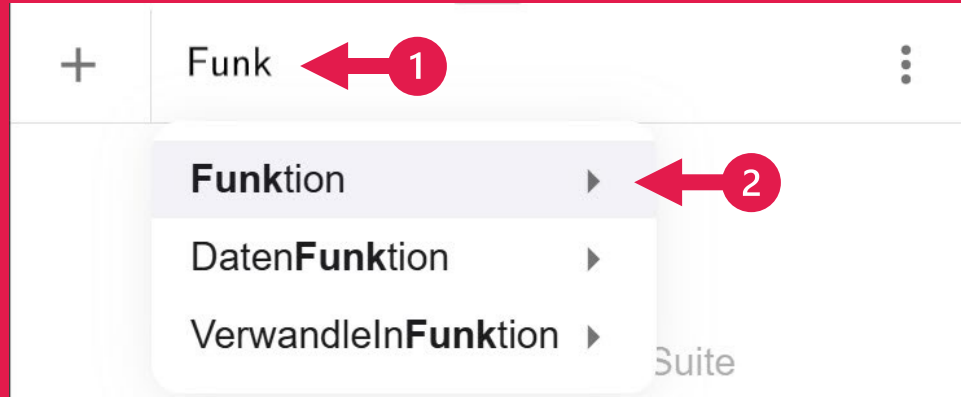
- Problem erfassen und verstehen
- Informative Figur anfertigen
- Beispiele systematisch erzeugen
- Zwischen Darstellungen wechseln
- Mit Modulen arbeiten



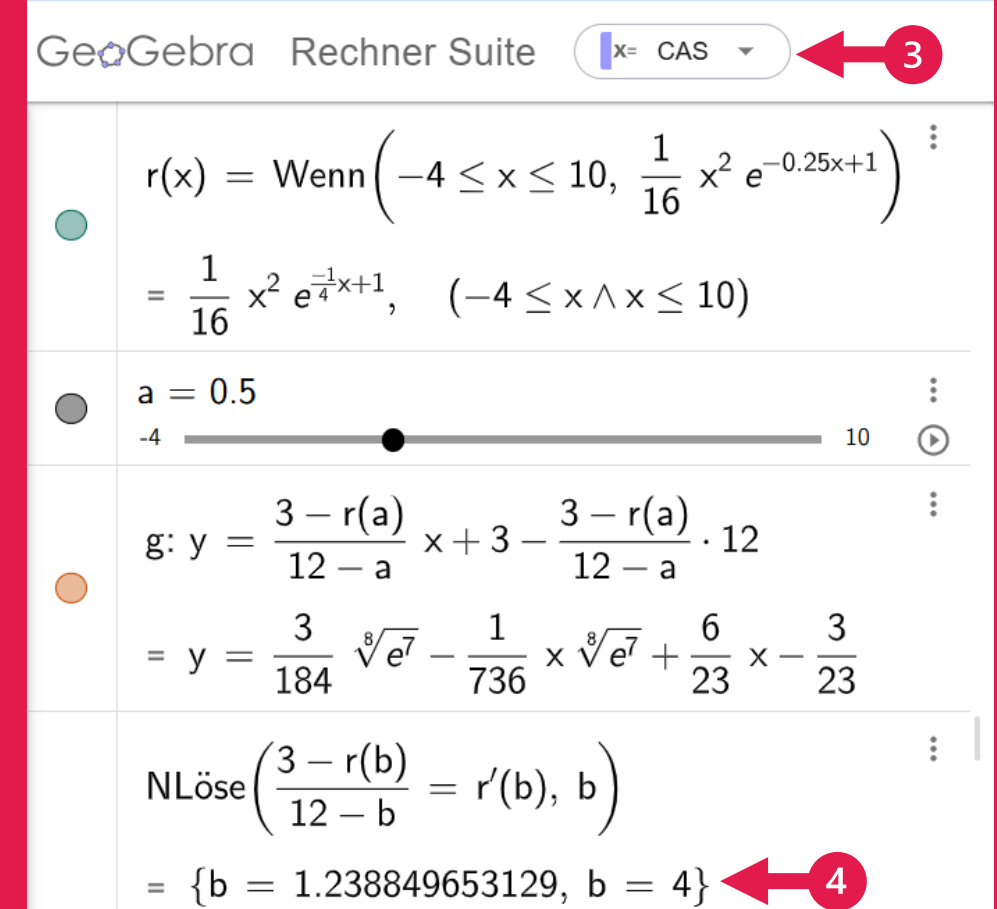
Reflexionsstrategien

- Kann das Ergebnis stimmen?
- Passt die Ausgabe zur Eingabe?
- Darstellungen verknüpfen
- Fokussierungshilfen nutzen

Eingabehilfen bewusst nutzen



Fehlermeldungen erfassen



Auswahl



- Werkzeuge begründet auswählen, die eine Lösung des Problems erlauben
- Befehle passend zu verfügbaren Variablen identifizieren und auswählen



Bedienung

- Vertrautheit mit (Menü-)Struktur
- Hilfe kennen & systematisch nutzen
- Eingabehilfen bewusst nutzen
(Autovervollständigung & Hinweise zu Variablen)

Dokumentation

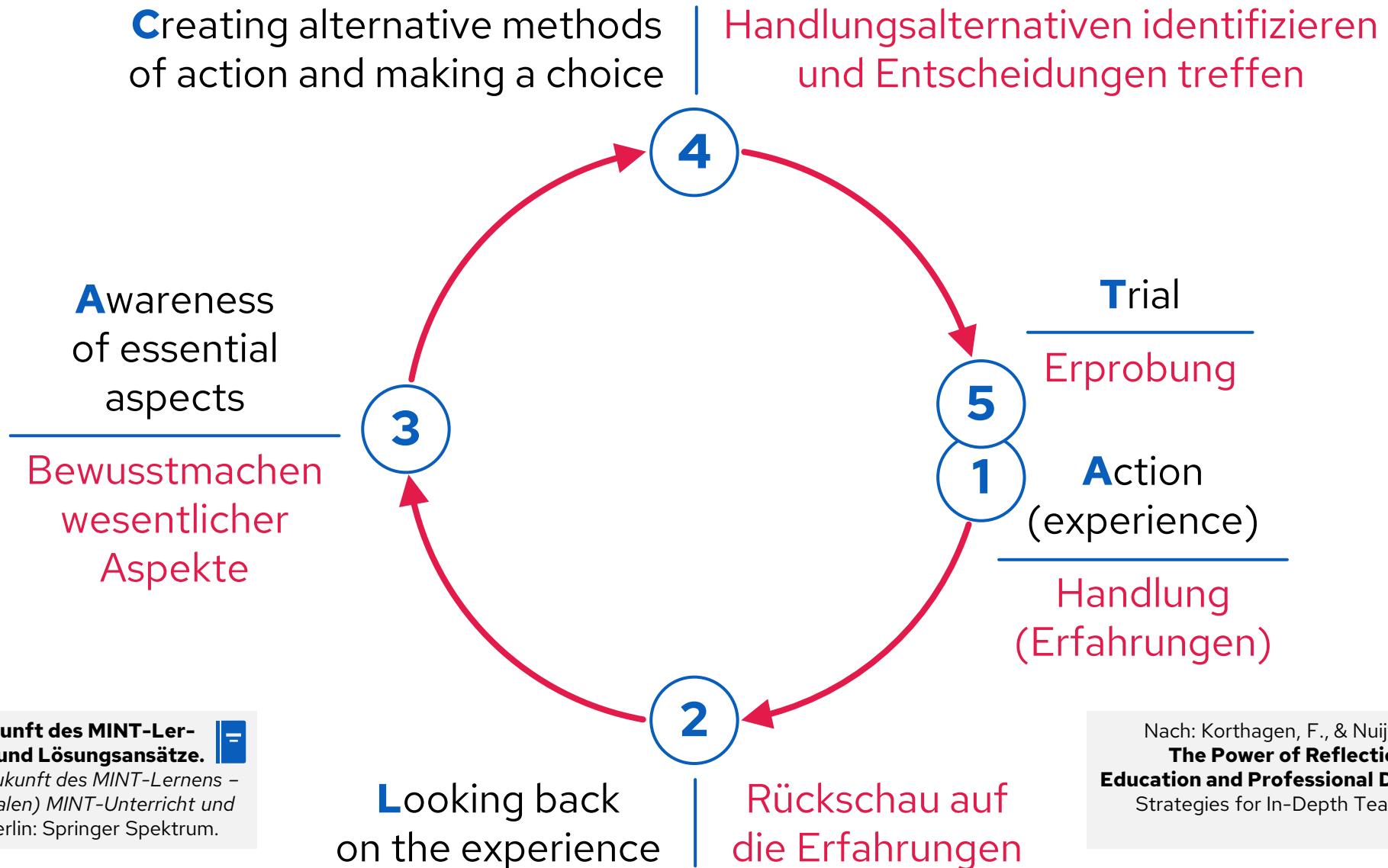


- Mathematische Überlegungen
- Vorgehensweisen
(Werkzeug-Auswahl, genutzte Befehle & Variablen)
- Ergebnisse
Werkzeugausgabe & mathematische Interpretation



Reflexion

- Welchen Fragen können mit welchen Werkzeugen beantwortet werden?
- Wie verschaffe ich mir einen Überblick über Problem & Lösungsmöglichkeiten?
- Wie können gefundenen Antworten bewertet werden?



Roth, J. et al. (2023). **Die Zukunft des MINT-Lernens – Herausforderungen und Lösungsansätze.** In J. Roth et. al. (Hrsg.). *Die Zukunft des MINT-Lernens – Band 1: Perspektiven auf (digitalen) MINT-Unterricht und Lehrkräftebildung* (S. 1–42). Berlin: Springer Spektrum.

Nach: Korthagen, F., & Nuijten, E. (2022). **The Power of Reflection in Teacher Education and Professional Development.** Strategies for In-Depth Teacher Learning. Routledge.

Ober-
flächen-
Struktur

Aufgabe

Auswahl

Bedienung

**Dokumen-
tation**

**Werkzeug-
Oberfläche**

Tiefen-Struktur



Mathematik

- Mathematische Objekte und Begriffe
- Grundvorstellungen
- Mathematische Strategien
- ...



Reflexion bei der Werkzeugnutzung

Erprobung Handlung

Handlungsalternativen
finden & Entscheiden



Rückschau



Bewusstmachen
wesentlicher Aspekte



**Werkzeug-
Feedback**



**Werkzeug-
Strategien**

- Darstellungswechsel
- Systematische Variation
- Modul-Nutzung
- ...



Einsatz digitaler Werkzeuge

1. Werkzeug-Nutzung
durch Lernende
2. DigiRef-Modell
Digitale Werkzeuge reflektiert einsetzen
- 3. Lernen und Leisten**

Prüfungen sollten ...

- Ziele von Bildungsstandards und Lehrplänen widerspiegeln
- im Einklang mit den Lehr- & Lernpraktiken des Unterrichts stehen
- Lernenden die Möglichkeit geben ihr Wissen und ihre Fähigkeiten geeignet darzustellen

Prüfungen verdeutlichen ...

welche Kenntnisse und Fähigkeiten für wichtig erachtet & honoriert werden
(Art der Aufgaben, geprüfte Fähigkeiten, Anzahl der Bewertungseinheiten, erlaubte Hilfsmittel)

Assessment

should not merely be done to students; rather, it should also be done for students, to guide and enhance their learning.

NCTM: Principles und Standards for School Mathematics

Constructive Alignment

In **Prüfungen** muss qualitativ und quantitativ das abgefragt werden, was auch den **Unterricht** qualitativ und quantitativ prägt.

Henning Körner

Prüfungsaufgaben mit Bezug zum MMS-Einsatz

Unterricht
mit MMS



Prüfung
ohne MMS

Prüfungsaufgaben

- Standardaufgaben
- Nutzung von mit MMS gewonnenen Erkenntnissen
- MMS-Bildschirm Ausgaben interpretieren
- Beschreiben (mehrerer) Lösungswege mit MMS
- ...

Unterricht
mit MMS



Prüfung
mit MMS

Prüfungsaufgaben

- wie links
 - eventuell komplexer
 - MMS als Kontrollinstanz
- Schwerpunkt: Analysieren und Argumentieren
- Problemorientierung
- Realitätsnähe
- ...



Kontakt



Prof. Dr. Jürgen Roth

RPTU

Rheinland-Pfälzische Technische Universität
Kaiserslautern-Landau

Didaktik der Mathematik (Sekundarstufen)

Fortstraße 7, 76829 Landau

j.roth@rptu.de

juergen-roth.de

dms.math.rptu.de



RPTU