

„Der Informatikkreis“: Kinder von drei bis zehn Jahren beim Forschen in Informatik begleiten – ein methodisch-didaktisches Material

*Antonia Franke-Wiekhorst, Christine Günther, Karen Brünger,
Johannes Magenheim und Ralf Romeike*

1. Fragestellung

In diesem Beitrag wird der „Informatikkreis“ der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ vorgestellt. Dieses methodisch-didaktisch Werkzeug dient den pädagogischen Fach- und Lehrkräften zur systematischen Strukturierung von Lernprozessen im Bereich der frühen informatischen Bildung. Ähnlich einem Leitfaden begleitet der Informatikkreis Kinder und Lernbegleitung Schritt für Schritt durch die zentralen Phasen eines informatischen Entdeckungs- oder Gestaltungsprozesses. Dadurch werden die Mädchen und Jungen darin unterstützt, informatikbezogene Kompetenzen anhand ihrer individuellen Fragen und Problemstellungen zu erwerben und weiterzuentwickeln.

2. Theoretische Grundlagen

Die Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ hat 2011 den sogenannten Forschungskreis entwickelt, der das typische Zusammenspiel naturwissenschaftlichen Handelns und Denkens widerspiegelt.¹ Aus Bildungssicht spielt dabei der Prozess des Forschens (Huber 2019) eine zentrale Rolle. An dieser Stelle setzt der Forschungskreis an: Er dient den Pädagog/innen als Instrument zur Strukturierung, zur Beobachtung und zur Reflexion eines naturwissenschaftlichen Forschungsprozesses. In den darauffolgenden Jahren hat die Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ entsprechende Strukturhilfen für die frühe mathematische und technische Bildung entwickelt (Günther, Ploog & Wollring, 2016; Ahlgrimm,

¹ Das didaktische Konzept einer naturwissenschaftlichen Grundbildung zum Forschen mit Kindern und das damit verbundene Modell des Forschungskreislaufs wurde von Prof. Dr. Brunhilde Marquardt-Mau entwickelt (Marquardt-Mau 2004) und im pädagogischen Ansatz der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ adaptiert (Stiftung Haus der kleinen Forscher 2013).

Binder, Krekeler, Ploog & Wiesmüller 2018). Diese Werkzeuge, Mathematikreis und Technikreis, sind formal ähnlich zum Forschungskreis aufgebaut. Da aber jede dieser Disziplinen ihre eigenen Methoden und Vorgehensweisen besitzt, unterscheiden sich die zugehörigen Kreise im Prozessablauf und in den einzelnen Phasen voneinander.

So sind beispielsweise die Fragestellungen in den Naturwissenschaften und in der Mathematik häufig erkenntnisorientiert – man möchte etwas herausfinden über das, was da ist. Man formuliert eine Frage an die Natur bzw. an die Mathematik und wendet ausgewählte Methoden an, um eine Antwort darauf zu finden.

In der Technik hingegen hat man es oft mit gestaltungsorientierten Problemstellungen zu tun – man möchte etwas realisieren, was sein sollte. Zu Beginn steht also keine Frage, sondern ein Bedarf, der gestillt werden soll. Im Anschluss folgt ein techniktypischer Konstruktionsprozess, um die Lösungsidee zu realisieren (s. z.B. Binder 2016). Wie jedes andere Werkzeug auch sind diese Kreise nicht universell auf alle Fragestellungen anwendbar. Sie bieten aber für eine breite Palette an Forschungs- und Gestaltungsvorhaben eine disziplintypische Hilfsstruktur, mit der die Mädchen und Jungen nicht nur das angestrebte Ergebnis erreichen (z.B. die Antwort auf ihre Frage finden), sondern dabei auch “wissenschaftlich“ vorgehen – in dem Sinne, dass die Vorgehensweise der jeweiligen Disziplin angemessen und dabei systematisch, nachvollziehbar und reproduzierbar ist.

So ist beispielsweise der Forschungskreis (Abb. 1) in sechs Abschnitte unterteilt, bei denen sich Phasen konkreten Handelns mit Phasen der Beobachtung und Reflexion abwechseln: Zu Beginn steht die Frage an die Natur, auf die eine Antwort gefunden werden soll. Im Anschluss daran sind Ideen und Vermutungen zu sammeln, die in der nächsten Phase durch geeignete Versuche überprüft werden. Eine wichtige Rolle kommt dabei nicht nur dem handlungsorientierten Testen der ursprünglichen Vermutungen zu, sondern auch dem aufmerksamen Beobachten und Beschreiben dessen, was die Ergebnisse zeigen, sowie ihre Dokumentation und Erörterung.

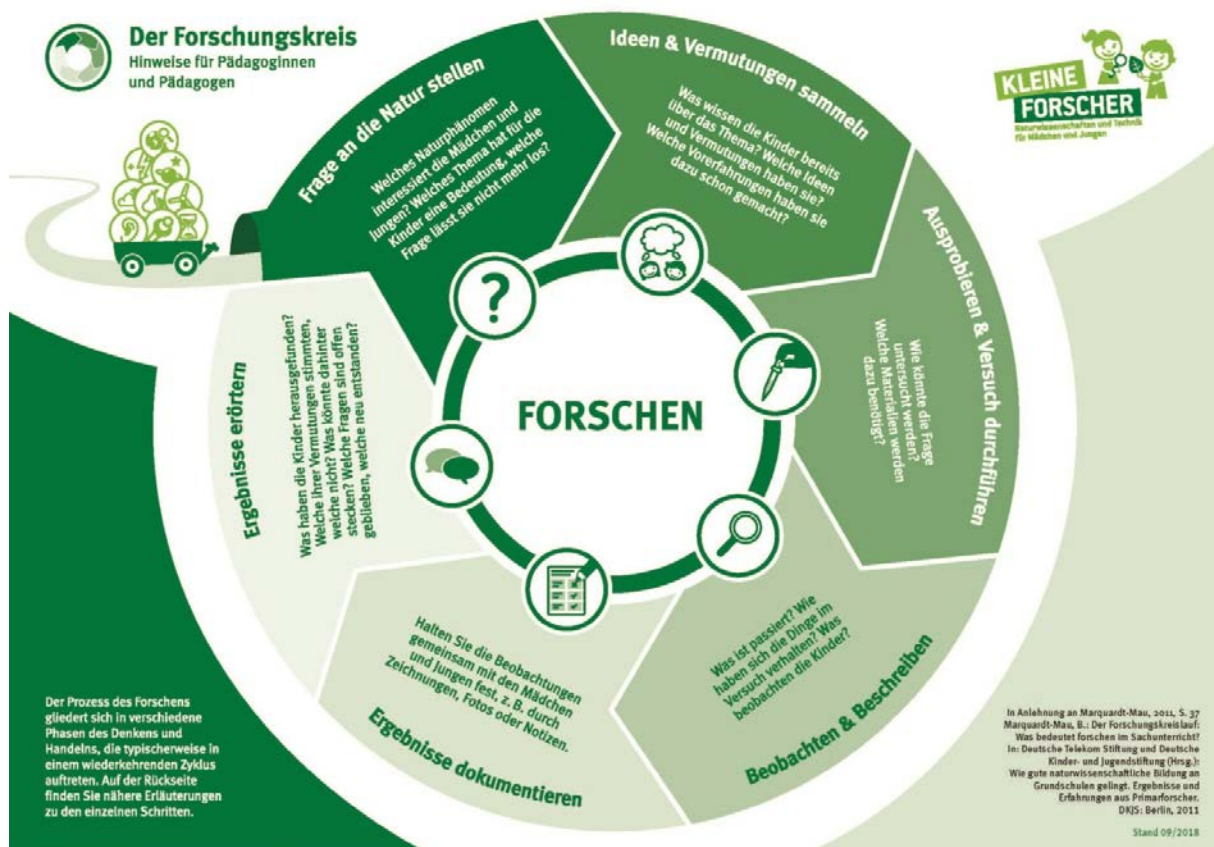


Abb. 1: Forschungskreis (Stiftung Haus der kleinen Forscher 2013)

Der Forschungskreis erfüllt damit wesentliche Qualitätskriterien für naturwissenschaftlichen Unterricht (Ramseger 2013), insbesondere:

- die Natur fragwürdig machen
- das Vorwissen der Kinder einbeziehen
- Experimente gemeinsam mit Kindern entwickeln
- präzises Arbeiten
- Pflege des wissenschaftlichen Diskurses
- Nutzen von Modellen und Repräsentationen

Bei technischen Konstruktionsprozessen hingegen steht keine Frage nach Erkenntnis am Beginn, sondern eine Idee, die realisiert werden soll. Entsprechend ist der Technikkreis (Abb. 2) mit anderer Schwerpunktsetzung untergliedert. Zu den wesentlichen Elementen eines Gestaltungsprozesses gehören z.B. das systematische Planen und eine anschließende Bewertung der Lösungen, die entwickelt wurden: wie gut erfüllen sie den konkret angestrebten Zweck?

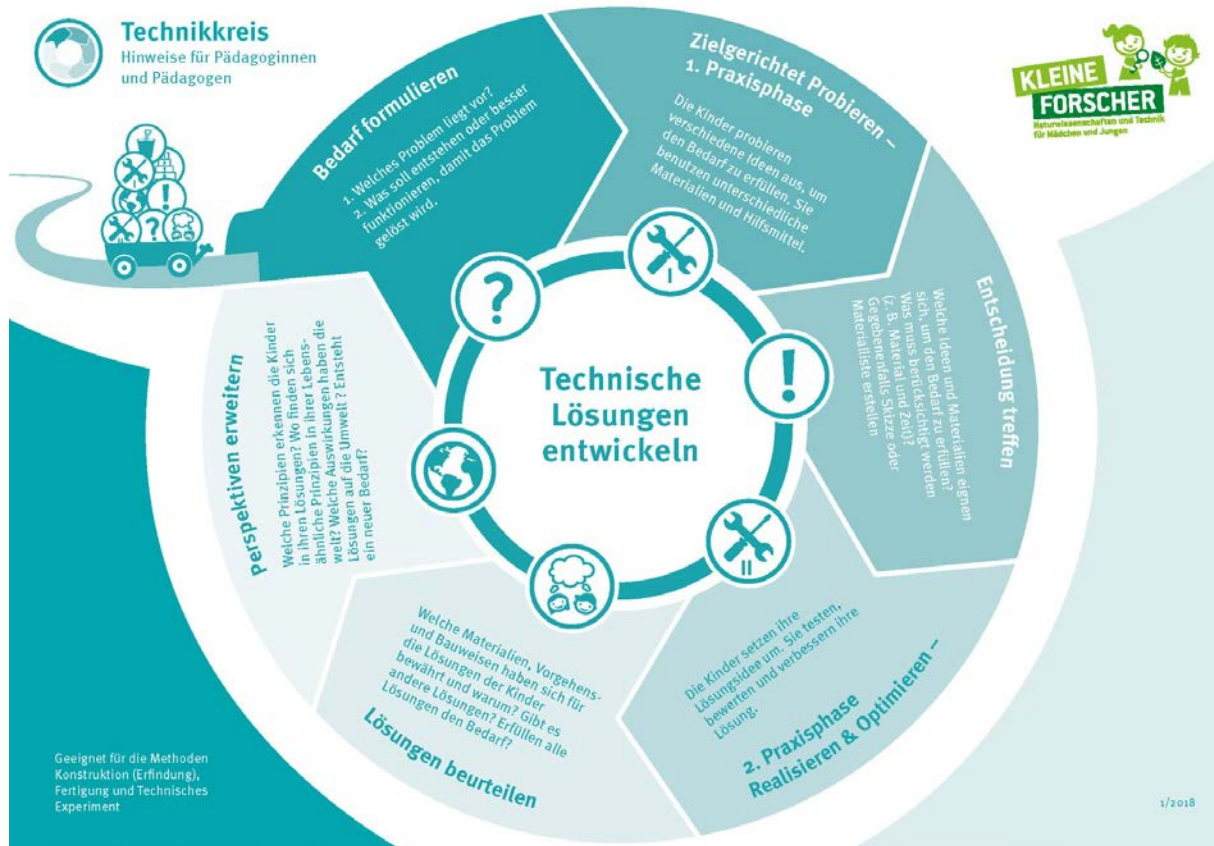


Abb. 2: Technikkreis (Ahlgrimm et al. 2018)

3. Der Informatikkreis

In der frühen informatischen Bildung sind gestaltende Lernprozesse genauso wichtig wie forschende. Daher wurde der Informatikkreis so konzipiert, dass er sowohl für Forschungs- als auch für Gestaltungsprozesse als Strukturhilfe einsetzbar ist.

Hinter dieser Dualität stehen aus Bildungssicht zwei Perspektiven auf die digitale Welt: Zum einen können digitale Artefakte als „gegebene“ Phänomene der Informatik betrachtet werden. Das kann beispielsweise ein programmierbares Spielzeug oder eine Ampelschaltung sein. Solche informatischen Phänomene lassen sich dann, ähnlich wie beim naturwissenschaftlichen Vorgehen, mit dem Fokus auf „Das, was da ist.“ erforschen.

Zum anderen wurden und werden sämtliche digitalen Produkte und Systeme von Menschen gestaltet, sind also Artefakte. Daher kann auch die Technik-typische Fragestellung nach dem „Was sein soll.“ im Vordergrund stehen und Anlass sein, beispielsweise ein eigenes digitales Spiel oder eine elektronische Postkarte zu gestalten.

Diese beiden Aspekte der informatischen Bildung – Erforschen und Gestalten – lassen sich mit Hilfe des Informatikkreises (Abb. 3) in aufeinander aufbauende Phasen strukturieren (Schulte, Magenheimer, Müller & Budde 2017). Die einzelnen Phasen werden im Folgenden vorgestellt und anhand von Beispielen illustriert.

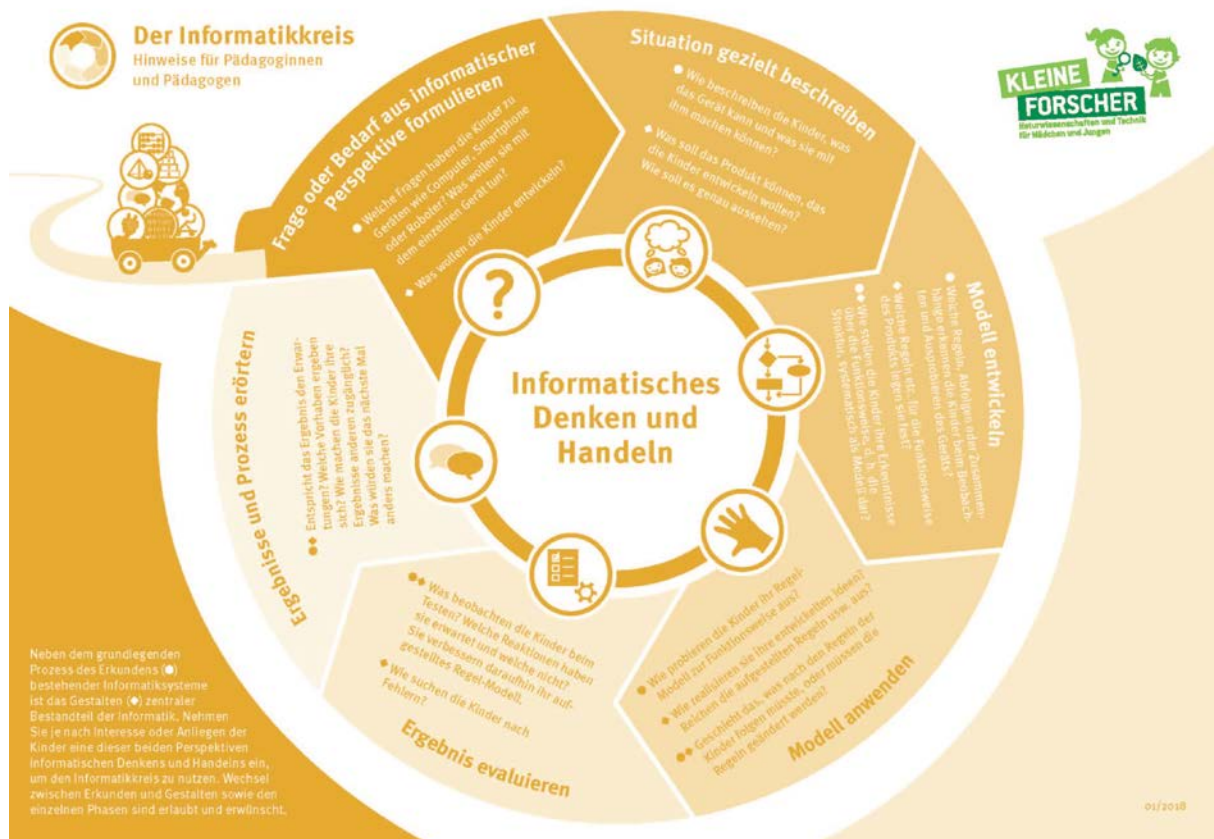


Abb. 3: Informatikkreis

3.1 Der Informatikkreis beim Erforschen eines digitalen Artefakts

Wird der Informatikkreis zur Strukturierung eines Forschungsprozesses genutzt, so steht zu Beginn eine Frage, auf die eine Antwort gesucht wird. „Wie funktioniert der Spielroboter?“ oder „Woher weiß der Fahrkartenautomat, welches Wechselgeld ich bekomme?“ könnten Beispiele für solche Forschungsfragen sein.

Zunächst sollten die Fragen an das zu untersuchende Objekt klar formuliert werden. Was genau möchten die Kinder herausfinden? Daran schließt sich die Phase des gezielten Beschreibens an: Was macht das Gerät? Was kann man mit ihm erreichen? Die Mädchen und Jungen entwickeln daraufhin ein geistiges Modell ihres Forschungsobjekts, indem sie seine Funktionsweisen auf Regeln,

Abfolgen und Zusammenhänge untersuchen. Dieses Modell wird anschließend getestet und überprüft – treten unerwartete Reaktionen auf? Wie lassen sich diese mit dem Modell in Einklang bringen? Muss das Modell modifiziert oder erweitert werden? An diese Evaluation schließt sich die Reflexionsphase an. Diese betrifft nicht nur das Untersuchungsobjekt und die gefundenen Ergebnisse, auch der Prozess selbst wird evaluiert: Was würden die Kinder beim nächsten Mal anders machen – wie würden sie nun, mit ihren neu gewonnenen Erfahrungen vorgehen?

Der Informatikkreis gibt den Pädagog/innen zu jeder Phase Anregungen und Hinweise, mit welcher Art von Impulsen sie den individuellen Forschungsprozess der Mädchen und Jungen unterstützen können.

Beispiel: Staubsaug-Roboter erkunden (Abb. 4)

1. *Forschungsfrage formulieren:* Die Mädchen und Jungen möchten ein programmierbares Gerät erforschen – einen Staubsaug-Roboter. In dieser ersten Phase sollte die Lernbegleitung die Kinder bei der Fokussierung auf eine eindeutige Fragestellung unterstützen. Dabei helfen beispielsweise Nachfragen der Art: „Was genau interessiert euch an dem Gerät? Was möchtet ihr herausfinden?“ Je nach Interessenlage der Kinder können das der Aufbau und die Funktionsweise einzelner Bauteile sein, aber genauso gut könnte es auch die Frage sein, nach welchen Prinzipien der Roboter seine Route auswählt.
2. *Gezielt beschreiben:* Im Anschluss daran folgt eine gezielte Untersuchung des Forschungsobjekts. Die Lernbegleitung kann die Kinder auffordern, so konkret wie möglich zu beschreiben, welchen Einfluss man auf das Gerät nehmen kann. Welche Teile sind beweglich, welche fest? Gibt es Knöpfe, die sich drücken lassen? Wie reagiert der Saugroboter darauf? Wie und mit welchen Bauteilen erfasst der Saugroboter Entfernungen oder Hindernisse?
3. *Modell entwickeln:* Die Kinder erforschen Regeln, Abfolgen und Zusammenhänge, die das Verhalten des Geräts beeinflussen, und halten sie fest. Dabei kann die Lernbegleitung die Mädchen und Jungen darin unterstützen, die gefundenen Gesetzmäßigkeiten klar zu formulieren, z.B. in Form von Aussagen wie „Immer, wenn..., dann...“, oder „So lange..., bis ...“.
4. *Modell anwenden und überprüfen:* Die Kinder prüfen nun sorgfältig, ob ihre im vorherigen Schritt formulierten Aussagen richtig sind. Reagiert das Gerät wirklich jedes Mal so, wie es nach diesen Regeln zu erwarten wäre? Zur Unterstützung in dieser Phase können die Pädagog/innen eine Diskussion dar-

über anregen, wie häufig eine Aussage getestet werden sollte, bevor sie als „wahr“ gelten kann. Auch die Frage, welche Voraussetzungen erfüllt sein müssen, damit der Roboter regulär arbeiten kann, können die Mädchen und Jungen in dieser Phase klären. Dazu können beispielsweise ein ebener Untergrund oder eine gewisse Raumhelligkeit zählen. Welche Bedingungen für einen reibungslosen Ablauf finden die Kinder noch heraus?

5. *Ergebnisse evaluieren:* Die Mädchen und Jungen haben in den vorherigen Schritten ein gedankliches Modell des Roboterhaltens entwickelt und dieses Modell einer ersten Prüfung unterzogen. Nun werden die Regeln überarbeitet und verfeinert, damit sie dem Verhalten des realen Staubsaug-Roboters entsprechen. Dazu kann die Lernbegleitung die Mädchen und Jungen auffordern, das Gerät auch in ungewöhnlichen Situationen auszuprobieren, z.B. auf einer Treppe oder in einer sehr kleinen Kammer. Die Mädchen und Jungen prüfen und beobachten genau, welches Verhalten der Staubsaug-Roboter zeigt und verfeinern ihr bisheriges Modell.
6. *Ergebnisse und Prozess erörtern:* Zum Abschluss erfolgt eine kritische Betrachtung des Forschungsprozesses. Was ist gut gelaufen, was war eine Sackgasse oder eher hinderlich als aufschlussreich? Was würden die Kinder beim nächsten Forschungsobjekt anders machen? Mit solchen Fragen kann die Lernbegleitung die Mädchen und Jungen darin unterstützen, den Forschungsprozess selbst zu reflektieren und zu bewerten. Ebenfalls geklärt werden sollte in dieser Phase, wie die Kinder ihre Ergebnisse dokumentieren können, damit sie oder andere darauf zugreifen können, z.B. für weitere Forschungszwecke. Und vielleicht hat sich eine neue Idee ergeben, der die Mädchen und Jungen nachgehen wollen? Die Kinder könnten z.B. eine Regel für die vertrackten Ecken entwerfen, in denen der Roboter immer wieder hängenbleibt, und mit dieser Zielsetzung einen neuen Forschungs- bzw. Gestaltungsprozess durchlaufen.



Abb. 4: Kinder beim Erforschen eines Staubsaugroboters

3.2 Der Informatikkreis beim Konstruieren eines digitalen Produkts

Bei einem Konstruktionsprozess steht zu Beginn eine Idee, die umgesetzt werden, oder ein Problem, das mit Hilfe eines digitalen Produktes gelöst werden soll. Die Hilfestellungen, mit denen die Pädagog/innen die Kinder dabei unterstützen können, haben daher andere Schwerpunkte als bei einem Forschungsprozess. Wie der Informatikkreis auch hier als Strukturhilfe einsetzbar ist, wird am folgenden Beispiel gezeigt: Ein kleines Computerspiel soll entworfen und mit Hilfe eines einfachen Programmierwerkzeugs realisiert werden.

Beispiel: Computerspiel gestalten – Katze fängt Maus (Abb. 5)

1. *Bedarf formulieren:* Die Kinder möchten ein einfaches Spiel entwickeln. Die Lernbegleitung sollte die Mädchen und Jungen dazu auffordern, möglichst genau zu beschreiben, welche Eigenschaften dieses Spiel haben soll. Soll es z.B. ein kurzes Geschicklichkeits- oder ein längeres Knobelspiel werden? Vielleicht gibt es bereits Spiele, an denen sich die Kinder orientieren möchten – welche Ideen würden sie gerne übernehmen, was würden sie anders gestalten?
2. *Gezielt beschreiben:* Die Mädchen und Jungen legen die Anforderungen fest, die das Spiel erfüllen soll. Die Lernbegleitung unterstützt durch gezielte Fragen, worauf es den Kindern besonders ankommt. Ist es z.B. für einen oder für mehrere Spieler gedacht? Wie soll der Spielablauf aussehen? Die Mädchen und Jungen können Skizzen anfertigen, Spielabläufe mit Körpereinsatz dar-

stellen und weitere Methoden nutzen, um ihre Ideen zu konkretisieren und deren Machbarkeit zu überprüfen.

3. *Modell entwickeln:* Die Kinder legen genau fest, welche Bestandteile und welche Funktionen ihr Spiel haben soll. Die Lernbegleitung kann durch Nachfragen unterstützen, z.B. „Wie können die Spieler während des Spieles steuernd eingreifen?“ oder „Wie soll das Spiel reagieren, wenn man einen Fehler macht?“. Die Mädchen und Jungen entwickeln ein Modell des Spieles, z.B. mit Hilfe von Pappkärtchen, auf denen sie Funktionsweisen, Regeln und Strukturen des Spieles darstellen und geeignete Abfolgen der geplanten Programmschritte ausprobieren, vergleichen, verwerfen oder verfeinern.
4. *Modell anwenden und überprüfen:* Die Kinder schreiben nun ein Programm für ihr Computerspiel. Dafür gibt es mehrere Programmierumgebungen, die sich als kreatives Werkzeug nutzen lassen, auch wenn man wenig oder gar keine Programmiererfahrung hat.² Die Lernbegleitung unterstützt die Mädchen und Jungen darin, einzelne Abläufe und Routinen zu programmieren, diese zu prüfen, gegebenenfalls zu korrigieren und zu optimieren, und letztlich zum Gesamtspiel zusammenzufügen.
5. *Ergebnisse evaluieren:* Die Kinder testen ihr Spiel. Funktioniert alles so, wie sie es sich gedacht haben? Wahrscheinlich ist dies im ersten Anlauf nicht der Fall und eine systematische Fehlersuche und Korrektur schließt sich an, bis die Testläufe zufriedenstellend verlaufen. Die Lernbegleitung sollte eine Diskussion darüber anregen, wie man das Spiel auf „Herz und Nieren“ prüfen kann und welche Punkte den Kindern dabei besonders wichtig sind.
6. *Ergebnisse und Prozess erörtern:* Ist das Spiel fertig und spielbereit, so sollten sowohl das Ergebnis als auch der Weg dorthin besprochen und bewertet werden. Entspricht das Spiel den anfangs formulierten Zielen der Kinder? Gab es bei der Entwicklung Umwege und Hindernisse, die man beim nächsten Mal vermeiden könnte? Und was ist besonders gut gelaufen? Vielleicht haben die Mädchen und Jungen dabei auch neue Ideen entwickelt und möchten im Anschluss das Spiel noch weiter verbessern oder andere Spiele programmieren – dann schließt sich ein neuer Gestaltungsprozess an.

² Siehe beispielsweise Scratch und Scratch Junior – kostenfrei verfügbar unter www.scratch.org bzw. www.scratchjr.org/.



Abb. 5: Kinder beim Gestalten eines Computerspiels

4. Fazit und Ausblick

Der Informatikkreis ergänzt das neue Bildungsangebot Informatik der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ (Stiftung Haus der kleinen Forscher 2017) und reiht sich als Instrument zur Lernbegleitung in die bereits angebotenen methodisch-didaktischen Werkzeuge zu den Themen Naturwissenschaften, Mathematik und Technik ein.

Als Strukturhilfe unterstützt der Informatikkreis die Pädagog/innen dabei, individuelle Fragen und Ideen der Kinder aufzugreifen und das erste, eher zufallsgeleitete, Explorieren der Mädchen und Jungen in einen zielgerichteten systematischen Forschungs- bzw. Konstruktionsprozess zu lenken.

Damit soll der metakognitive Dialog zwischen Kindern und Lernbegleitung gefördert und die Strukturierung, Beobachtung und Reflexion von Lernprozessen erleichtert werden. Ähnlich wie der Forschungskreis dazu beiträgt, die Kriterien „guten naturwissenschaftlichen Unterrichts“ (Ramseger 2013) zu erfüllen, kann der Informatikkreis somit ein wertvolles und vielseitiges Werkzeug für die frühe informatische Bildung sein und hier vielleicht ebenfalls dazu beitragen, entsprechende Qualitätskriterien zu formulieren.

Literatur

Ahlgrimm, A.; Binder, M.; Krekeler, H.; Ploog, M. & Wiesmüller, C. (2018): Technikkreis – ein Werkzeug für Fach- und Lehrkräfte, die Kinder beim Lösen technischer Probleme begleiten. In: GDSU-Journal Juni 2018, 8, 79-89.

- Binder, M. (2016): Einführung in die Technikdidaktik, Landesinstitut für Pädagogik und Medien des Saarlandes. URL: [www. technik.ph-weingarten.de](http://www.technik.ph-weingarten.de) [20.05.2019].
- Günther, C.; Ploog, D. & Wollring, B. (2016): Beiträge zum Mathematikunterricht 2016. Band 3. Münster, 1189-1192.
- Huber, L. (2019): „Forschende Haltung“ und Reflexion: Forschendes Lernen als Thema, Ziel und Praxis der Lehrerinnen- und Lehrerbildung. In: Knörzer, M.; Förster, L.; Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.): Forschendes Lernen im Sachunterricht. Bad Heilbrunn, 19-38.
- Marquardt-Mau, B. (2011): Der Forschungskreislauf: Was bedeutet forschen im Sachunterricht? In: Deutsche Telekom Stiftung und Deutsche Kinder- und Jugendstiftung (Hrsg.): Wie gute naturwissenschaftliche Bildung an Grundschulen gelingt. Ergebnisse und Erfahrungen aus Primarforschern. Berlin, 37.
- Ramseger, J. (2013): Prozessbezogene Qualitätskriterien für den naturwissenschaftlichen Unterricht – Zehn Kriterien für wirksames didaktisches Handeln im Elementar- und Primarbereich. In: Stiftung Haus der kleinen Forscher (Hrsg.): Wissenschaftliche Untersuchungen zur Arbeit der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“. Band 5. Schaffhausen, 147-171. URL: www.haus-der-kleinen-forscher.de [01.06.2019].
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2013): Pädagogischer Ansatz der Stiftung „Haus der kleinen Forscher“ – Anregungen für die Lernbegleitung Naturwissenschaften, Mathematik und Technik. 5. Auflage. Berlin.
- Stiftung Haus der kleinen Forscher (2017): Das Materialpaket „Informatik entdecken – mit und ohne Computer“. URL: www.haus-der-kleinen-forscher.de/de/praxisanregungen/experimente-themen/informatik [01.06.2019].
- Schulte, C.; Magenheimer, J.; Müller, K. & Budde, L. (2017): The design and exploration cycle as research and development framework in computing education. In: Global Engineering Education Conference (EDUCON), 867-876. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7942950/> [01.06.2019].