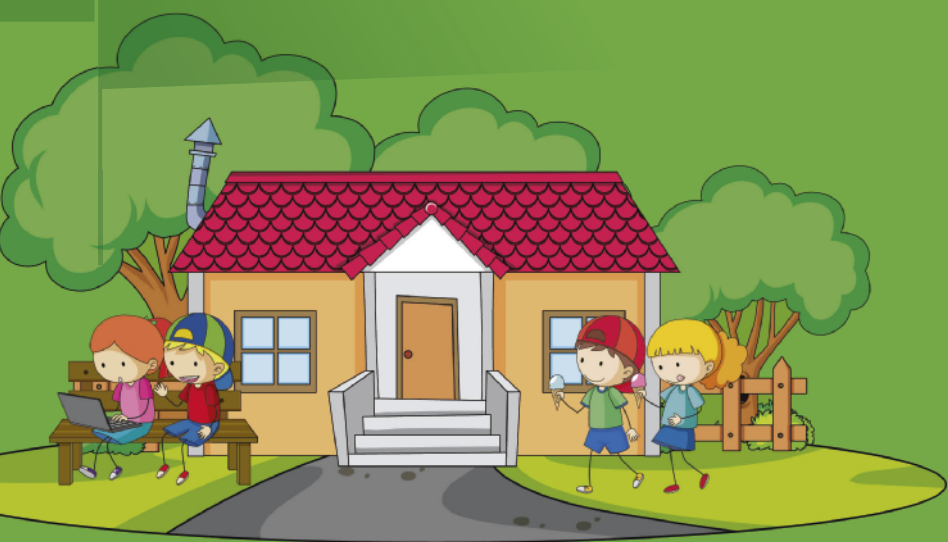


Matthias Müller · Christina Walther

Forschend durch Haus und Garten



Mathematische und
naturwissenschaftliche Experimente
für die ganze Familie

SACHBUCH

 Springer

Forschend durch Haus und Garten

Matthias Müller ·
Christina Walther

Forschend durch Haus und Garten

Mathematische und natur-
wissenschaftliche Experimente
für die ganze Familie

 Springer

Matthias Müller
Abteilung für Didaktik, Fakultät
für Mathematik und Informatik
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Jena, Thüringen, Deutschland

Christina Walther
Schülerforschungszentrum Jena
witelo e.V. - wissenschaftlich-
technische Lernorte
Jena, Thüringen, Deutschland

ISBN 978-3-662-64663-2 ISBN 978-3-662-64664-9 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-64664-9>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2022

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Einbandabbildung: © GraphicsRF/stock.adobe.com

Planung/Lektorat: Iris Ruhmann

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Inhaltsverzeichnis

1	Endlich zu Hause	1
	Literatur	7
2	Kinderzimmer	9
2.1	Aus Drei mach Vier	9
2.2	Die Zauberstifte	15
2.3	Der Allzweckstöpsel	22
2.4	Was leuchtet da?	29
	Literatur	35
3	Garten	37
3.1	Leuchtende Natur	37
3.2	Wasserfass	45
3.3	Das neue Beet	51
3.4	So viele Farben	59

VI Inhaltsverzeichnis

Literatur	65
4 Küche	67
4.1 Noch mehr Farben	67
4.2 Die Glas-Verwirrung	73
4.3 Die perfekte Mischung	78
5 Arbeitszimmer	87
5.1 Die Hälfte ist nicht immer gleich ein Halb	87
5.2 Sind alle Münzen rund?	94
5.3 Wie gute Noten zu schlechten Zensuren führen	101
Literatur	107
6 Bad	109
6.1 Ist zweimal das Gleiche doppelt so viel?	109
6.2 Das Geheimnis der Wandfliesen	115
6.3 Schleim – ganz sauber!	124
7 Wohnzimmer	129
7.1 „Monopoly“	129
7.2 „Die Siedler von Catan“	136
7.3 Spiel „21“	143
Literatur	149



1

Endlich zu Hause

Forschungsspaziergänge zu Hause – Alltägliche mathematische und naturwissenschaftliche Entdeckungen

Eine Wohnung, in der es jede Menge interessanter Dinge gibt und die nie ganz aufgeräumt ist. Ein Garten, in dem es das ganze Jahr blüht und duftet: Hier wohnen Kathrin, Jens, Franz, Luisa und Tilla. Langweilig ist es nie, besonders dann nicht, wenn noch Oma Erika und Opa Manfred zu Besuch kommen. Wir laden ein, dabei zu sein, wenn beim Badputzen, Regalaufräumen oder Monopoly-Spielen geforscht, experimentiert und geknobelt wird und alle Zimmer zum Forschungslabor geraten.

* * *

„Jens? Jens!“ Nach einem langen Arbeitstag ist Kathrin endlich zu Hause. Der Beruf als Bauleiterin bringt immer neue

Herausforderungen, und jetzt freut sie sich auf einen Tee und einen Plausch mit ihrem Mann. Wo steckt der bloß? Nebenher sortiert Kathrin die Post, stellt die Schuhe ins Regal und bringt die Einkäufe in die Küche. „Na toll“, denkt sie sich, als sie hier das Durcheinander aus Töpfen und Geschirr sieht: „er hat wieder für die Kinder gekocht.“ Jens schwärmt gern von seinem Work-and-Travel-Jahr als Hilfskoch. Von dort hat er einige gute Rezepte mitgebracht, bei denen kein Familienmitglied mäkelte. Leider war er in der Küche nie für die Nacharbeiten zuständig ...

Kathrin kommt das letzte Gespräch mit Franz wieder in den Sinn. Sie hatte ihren großen Sohn (wie üblich) zum Sport gefahren. Und mal wieder musste sie mit ihm über seine Prioritäten diskutieren. „Ja, es ist schön, dass du dich überall engagierst – im Sportverein, bei der Freiwilligen Feuerwehr und eigentlich sonst überall, eben nur nicht in der Schule.“ Dass das Zeugnis der achten Klasse in greifbare Nähe rückt, macht ihr offensichtlich mehr Sorgen als Franz.

Auch darüber muss Kathrin mit Jens reden und ruft erneut lautstark nach ihrem Mann. „Mensch, Mama! Was soll das? Ich nehme gerade auf.“ „Oh. Hallo Luisa, tut mir leid. Ist es YouTube oder TikTok?“ Kathrin weiß, dass sie jetzt nicht lächeln darf, denn ihre 12-jährige Tochter nimmt die Sache mit den selbst erstellten Erzähl- und Erklärvideos sehr ernst. „Weiß noch nicht. Und nein, Papa habe ich schon lange nicht gesehen, vielleicht hat er ja noch Spätdienst in der Bibliothek.“ „Das kann nicht sein, er muss doch Tilla aus der Kita abgeholt haben“, durchfährt es Kathrin. „hoffentlich hat er das Kind nicht vergessen.“

Kathrin stürmt ins Kinderzimmer. Dort sitzt Tilla und neben ihr Oma Erika. Beide sind in ein Puzzle vertieft und äußert vergnügt. „Kathrin, was ist denn los? Du wirkst ziemlich angespannt, wenn ich das mal sagen darf.“ Oma Erika ist ein sehr direkter Mensch, aber alle Familienmitglieder wissen, dass sie es gut meint. „Ich bin völlig tiefenentspannt.

Habt ihr Papa gesehen?“ „Nein, heute haben mich Oma und Opa abgeholt, dann hab ich ein Eis bekommen und dann sind wir alle in den Garten gegangen. Opa Manfred baut da noch am Schuppen und Oma und ich müssen jetzt zu Ende puzzeln. Und Mama, störe uns nicht weiter.“ Tilla ist stolz auf ihren Bericht und Oma ist stolz, wie klar ihre Enkelin die eigenen Wünsche artikulieren kann. Mama macht die Tür hinter sich zu und läuft zum Arbeitszimmer. „Wo steckt der Kerl denn bloß?“

„Kathrin, mein Engel, schön, dass du da bist, wo hast du so lange gesteckt? Du, ich habe für das Wochenende was Tolles vorbereitet. Meine Kollegen sind immer ganz begeistert, wenn ich ihnen von den Experimenten erzähle, die unsere Kinder so veranstalten. Und wenn ich dann noch von Manfred und Erika und ihren Fachsimpeleien berichte ... Jedenfalls habe ich mal ein paar Fragen und Experimente zusammengetragen, die uns die letzten Monate begleitet haben. Du glaubst gar nicht, was da zusammengekommen ist – ich würde das gern mit euch am Wochenende alles mal anschauen und nachexperimentieren.“ Kathrin atmet tief durch, doch dann hellt sich ihr Gesicht auf. Bei all den täglichen Unwägbarkeiten ist auf Jens Verlass, dass er immer wieder schöne Momente für die ganze Familie schafft. Während sie die eng beschriebenen Blätter liest, werden ihre Augen immer größer. „Jens, das ist ja so cool. Wir haben quasi jedes Zimmer im Haus zum Experimentierlabor gemacht. Weißt du was, ich bin sehr gespannt aufs Wochenende.“

* * *

Die vorliegenden zwanzig alltäglichen Experimente laden zum *forschend-entdeckenden Lernen* zu Hause ein und richten sich an die ganze Familie. Die anregenden und teils offenen Fragen fordern zum genauen Beobachten und systematischer Auseinandersetzung mit den mathematischen und naturwissenschaftlichen Zusammenhängen auf. Die beschriebenen Experimente können im

häuslichen Umfeld und mit Alltagsgegenständen bzw. -materialien durchgeführt werden.

* * *

Die Fragestellungen und Experimente sind zusammen mit Kindern und Jugendlichen am Schülerforschungszentrum (SFZ) Jena entwickelt und erprobt worden.

Das SFZ Jena richtet sich an Kinder und Jugendliche aller Altersklassen und verfolgt das Ziel, kontinuierliche mathematisch-naturwissenschaftliche Bildungsangebote und damit in diesen Bereichen gleichermaßen grundlegende Interessenbildung und Talentförderung zu ermöglichen. Es wird eine Vielzahl an attraktiven Lern- und Forschungsumgebungen zusammen mit schulischen, universitären und institutionellen Partnern gestaltet und umgesetzt.

Während die meisten Personen sofort ein Bild von experimentellen Arbeiten im naturwissenschaftlichen Bereich vor Augen haben, kann im mathematischen Kontext die Frage aufkommen, wie so ein mathematisches Experiment überhaupt aussehen soll. Mathematik wird vorrangig als deduktiv-schließende oder beweisende Wissenschaft angesehen, in der mittels logischer Schlussfolgerungen nachvollziehbare Argumentationsketten aufgebaut und Aussagen begründet werden. Mit Blick auf die Geschichte kann der Mathematik auch ein forschend-entdeckender Charakter zugesprochen werden, denn viele mathematische Erkenntnisse wurden durch systematisches Probieren, akribisches Elaborieren und eventuell sogar zufällig gemacht. Insofern lässt sich das forschend-entdeckende Lernen sowohl für den naturwissenschaftlichen als auch für den mathematischen Bereich als geeignete Arbeitsweise oder sogar als didaktisches Prinzip formulieren.

Zentral ist, dass Lernende selbst eine relevante Frage oder Aufgabe entwickeln und dieser nachgehen. Der Ansatz stellt den Erkenntnisprozess auf eine breite Basis. Dabei wird die wissenschaftlich strukturierte Vorgehensweise, die der Begriff *forschend* impliziert, einbezogen und gleichzeitig eine Abgrenzung zu eigentlichen wissenschaftlichen Forschungsaktivitäten an Universitäten und Forschungsinstituten erreicht. Der Begriff *entdeckend* erfasst den kognitiven Teil des Lernprozesses und kann in diesem Sinne in verschiedenen Phasen des forschenden Lernens erfolgen. *Forschend-entdeckendes Lernen* kann zusammenfassend als selbsttätige und zielgerichtete Auseinandersetzung mit einem neuen Sachverhalt oder Problem charakterisiert werden. Wichtig hierbei ist, dass die Frage- bzw. Problemstellung zunächst exakt beschrieben wird und zudem geeignete Methoden zur Beantwortung der Frage gewählt werden. Beobachtungen und Erkenntnisse müssen klar und eindeutig formuliert sowie mit Blick auf die Fragestellung kritisch bedacht werden. Ziel der Auseinandersetzung ist, dass selbstständig etwas Originäres entdeckt, reflektiert und die erarbeiteten Ergebnisse geeignet dargestellt werden. Ein entsprechendes Modell dieses Prozesses ist demnach kein kontinuierlicher Kreislauf, sondern es umfasst mehrere Rückkopplungen (vgl. Abb. 1.1).

Vor dem Hintergrund des angerissenen didaktischen Prinzips zum forschend-entdeckenden Lernen wurden die vorliegenden zwanzig Experimente im Rahmen des SFZ Jena praktisch erprobt und evaluiert. In der hier vorgestellten Version sollen die Experimente Leserinnen und Leser jeden Alters zu einem eigenständigen forschenden Blick im Alltag und zu Hause ermutigen. Dabei kann man auf diese spannende Entdeckungsreise ganz individuell oder auch zusammen mit der Familie gehen. So lässt sich allein oder gemeinsam mathematischen sowie naturwissenschaftlichen

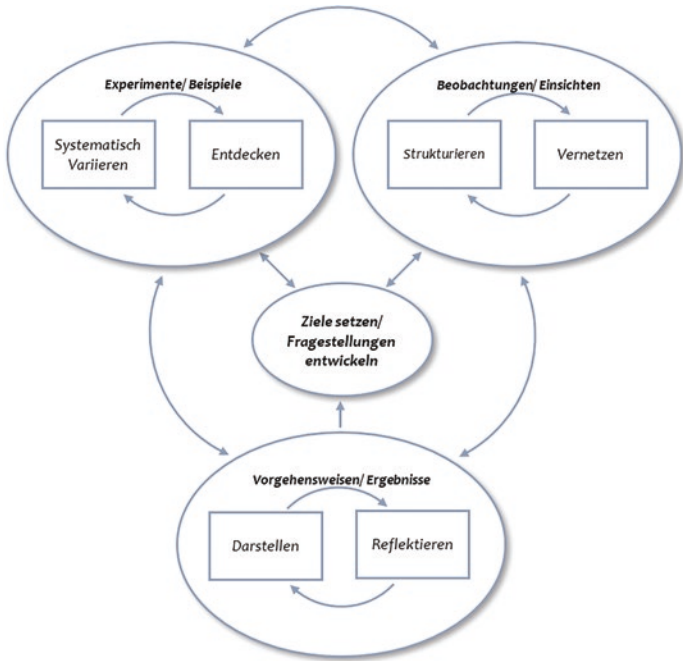


Abb. 1.1 Modell des forschend-entdeckenden Lernens. (Eigene Darstellung; vgl. Roth, & Weigand 2014, S. 2–9).

Zusammenhängen im unmittelbaren Umfeld auf den Grund gehen. Es gibt mehr zu entdecken, als man eventuell vermutet, und neben interessanten Fragen sind packende Versuche und überraschende Ergebnisse garantiert.

* * *

Tilla flitzt ins Arbeitszimmer: „Papa, du hast eine Überraschung für uns vorbereitet? Wann geht es endlich los?“ „Ruf mal alle zusammen, und wenn Franz vom Sport zurück ist, kann ich euch meinen Vorschlag fürs Wochenende vorstellen, es wird abwechslungsreich, spannend und bunt!“ Jens freut

sich schon und Kathrin mit ihm. „Lasst uns doch Tilla's Kinderzimmer treffen und dort unseren Forschungsspaziergang beginnen“, schlägt Kathrin vor. Tilla ist begeistert und rennt los ...

Literatur

Roth, J., & Weigand, H.-G. (2014). Forschendes Lernen. Eine Annäherung an wissenschaftliches Arbeiten. In: Mathematik lehren, 184, S. 2–9



2

Kinderzimmer

**Forschungsspaziergänge zu Hause – Alltägliche
mathematische und naturwissenschaftliche Entdeckungen**

2.1 Aus Drei mach Vier

Franz sitzt in seinem Zimmer, völlig vertieft in die Hausaufgaben. Tilla nutzt die Gelegenheit, um alle Sachen zu inspizieren, die Franz sonst immer in seinem Schulrucksack hat: Auf dem Boden liegen Federmappe, Bücher, Hefter, Blätter und die glänzenden Zeichendreiecke herum. Die Konstruktionszeichnungen im Hefter erinnern Tilla an die Bastelbögen aus dem Kindergarten und so schnappt sie sich die Schere aus Franz' Federmappe. Sorgfältig schneidet sie die verschiedenen Dreiecke aus und nimmt dazu gleich mehrere Blätter auf einmal. Den Trick hat sie bei der Erzieherin gelernt, denn so bekommt man eine größere Stückzahl. Als Franz die Aufgabe zum Volumen einer Pyramide endlich

gelöst hat, bemerkt er, dass seine kleine Schwester wohl schon eine Weile ganz still vor sich hingearbeitet hat. „Tilla, das kann doch nicht dein Ernst sein.“ Franz ist außer sich. „Die Schere ist kein Spielzeug für dich und meine Sachen gehen dich nichts, aber auch gar nichts an!“ Tilla fängt furchtbar an zu weinen. „Du hast so viele tolle Sachen und ich nicht“, schluchzt sie und erweicht das Herz ihres großen Bruders. „Naja, zum Glück waren es nur die Übungsblätter“, tröstet Franz seine Schwester. „Jetzt musst du aber auch Ordnung schaffen.“ Gemeinsam sammeln sie die vielen Dreiecke auf. „Eigentlich sind die viel zu schade zum Wegwerfen“, sagt Tilla, „wir können doch damit puzzeln.“ Dabei machen sie eine bemerkenswerte Entdeckung: Franz hält auf einmal so etwas wie eine Pyramide in seinen Händen, wie er sie aus seiner Hausaufgabe kennt.

* * *

Frage

Können vier deckungsgleiche (kongruente) Papier-Dreiecke immer zu einem Pyramiden-Modell (mit dreieckiger Grundfläche) zusammengesetzt werden?

Zunächst lohnt es sich zu überlegen, welche Arten von Dreiecken es gibt, um diese dann z. B. aus Papier oder Pappe auszuschneiden und zu versuchen, sie zu einem Pyramiden-Modell zusammenzusetzen. Dreiecke besitzen drei Seiten und drei Winkel. Man kann sie also entsprechend den Seiten oder Winkeln charakterisieren bzw. ordnen.

In Bezug auf die Seiten lässt sich unterscheiden, ob die Längen übereinstimmen. Wenn alle Seiten gleich lang sind, spricht man von einem gleichseitigen Dreieck. Sind nur zwei der drei Seiten gleich lang, dann ist es ein gleichschenkliges Dreieck. In Bezug auf die Winkel wird