

Didaktisches Konzept von explore-it

Unser Ziel

Technik ist ein bedeutsames Element unserer Kultur, prägt unsere Zeit und beeinflusst unsere Zukunft.

explore-it will das Verständnis für Technik und naturwissenschaftliche Phänomene in der Schule fördern. Dazu bietet der Verein Materialboxen an, die direkt für die Hand der Lernenden und für die Arbeit im Klassenzimmer konzipiert sind. Spezialräume oder besondere Infrastruktur sind nicht erforderlich. Geeignet sind die Lernanlässe für Lernende im 2. Zyklus (4. bis 6. Schuljahr). Es lassen sich mit den Materialien mindestens 10 Doppellektionen Unterricht gestalten.

Die Vorstellungen von explore-it, wie die Arbeit mit den Materialboxen zu einem vertieften Verständnis von technisch-naturwissenschaftlichen Konzepten und Methoden führt, lassen sich in 6 Punktezusammenfassen:

Handlungsorientierung

1. Konstruieren als methodisches Handeln und Handeln am Modell

Wir lernen durch Handeln. Erhandeltes Lernen ist nachhaltig, Kinder lernen früh auf diese Weise. Lernen ist kinderleicht – wenn die Materialien Lernende interessieren und wenn spannende Handlungen damit verbunden sind. Explore-it-Materialien fördern methodisches Handeln durch die Konstruktion eines technischen Systems nach Anleitung und Handeln am Modell mittels Experimente und Simulationen realer Erscheinungen.

Technik meets Naturwissenschaft

Beck et al. (1996) unterscheiden vier Ebenen des Handelns, einmal in Bezug auf die Bewusstheit des Handelns («naives Handeln» und «methodisches Handeln») und einmal in Bezug auf die Objekte, denen sich das Handeln zuwendet («Handeln am Modell» und «Handeln in der Realität»).

Das Konzept von explore-it fokussiert vor allem das methodische Handeln und das Handeln am Modell – also ein fokussiertes Handeln an Stellvertretern der Realität. Auf der Ebene des methodischen Handelns wird das Tun durch Fragen oder Probleme bestimmt, die durch das Handeln beantwortet oder gelöst werden sollen.

Beim Handeln am Modell geht es in der Regel um Handeln an und mit vorstrukturiertem Material. Im weitesten Sinne handelt es sich um Simulationen realer Erscheinungen.

2. Verbindung von Technik und Naturwissenschaften

Die Lernanlässe von explore.it verbinden zwei grundsätzliche Weltzugänge in authentischen Problemsituationen. Das naturwissenschaftliche Erforschen von Zusammenhängen dient als Grundlage für das zweckgebundene Erfinden von technischen Lösungen. Eine Weiterentwicklung technischer Lösungen wird allenfalls durch vertieftes naturwissenschaftliches Erforschen unterstützt. Die Lernanlässe machen so auf einzigartige Weise die gegenseitige Inspiration und Abhängigkeit von Naturwissenschaft und Technik erfahrbar.

Lernende werden erkennen, dass die Naturwissenschaft ihnen durch Erforschen die Beantwortung von Fragen ermöglicht (kausal). Gleichermassen lernen sie kennen, dass die Technik im Erfinden die Erfüllung eines Bedarfs erlaubt (final). Beides können die Lernenden in den Lernanlässen von explore.it nicht nur nachvollziehen, sondern, ebenso wie das produktive Wechselspiel der beiden Zugänge, selbst erfahren. Gleichzeitig erleben sie, dass sie selbst dazu in der Lage sind und es nicht nur 'besonders begabten' Menschen vorbehalten ist, Technik und Naturwissenschaft zu betreiben.

Der naturwissenschaftlich-technische Unterricht – in den beiden Fachbereichen NMG und NT – soll nicht primär inhaltliches Fakten- und Zusammenhangswissen vermitteln. In einer Zeit, in der Wissensbestände immer schneller wachsen und der Schulunterricht notwendigerweise den aktuellen Stand der Forschung nicht erreichen kann, konzentriert

sich naturwissen-schaftlich-technisches Unterrichten auf die Vermittlung von **Prozesskompetenzen**. Die Prozesskompetenzen unterstützen die Lernenden bei der Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Beurteilung von fachinhaltlichem Wissen, das weiterhin grundlegend ist (aber eben nicht abschliessend in der Schule zu erlernen ist). Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass sich diese Kompetenzen auch bei schnell wachsenden Wissensbeständen wenig verändern und Lernende mit deren Erwerb auf ihr zukünftiges Leben gut vorbereitet werden.

Prozesskompetenzen haben häufig den Charakter von Problemlösestrategien, die es in verschiedenen Situationen einzusetzen gilt. Zwar verfügen wir durch unsere alltägliche Erfahrung bereits über gewisse solcher Strategien – z.B. trial and error, mit dem sich schon Kleinkinder ihre Welt erschliessen –, doch sind solch sehr allgemeinen Strategien selten effizient. Fachspezifische Strategien und Methoden, die gezielt in Abstimmung auf ein Problem ausgewählt worden sind, führen meist schneller und sicherer zum Ziel. Man kann das Lernen an dieser Stelle mit dem Befüllen eines Werkzeugkastens vergleichen: je besser sortiert der Werkzeugkasten ist, desto leichter kann die Arbeit von der Hand gehen. Zwar könnte ich auch mit einem Schraubenzieher einen Nagel in die Wand schlagen, aber es geht ungleich schneller, wenn ich das Werkzeug Hammer kenne und zu nutzen weiss.

In diesem Sinne steht der naturwissenschaftlich-technische Unterricht vor der Aufgabe, mit den Lernenden nicht nur einen Werkzeugkasten zu befüllen, sondern er hat sie auch in der Verwendung der Werkzeuge zu üben. Die Lernanlässe von explore.it kombinieren zwei grundlegende Werkzeuge miteinander: naturwissenschaftliches Erforschen und technisches Erfinden. Im naturwissenschaftlichen Erforschen wollen Lernende Zusammenhänge in der Natur kennenlernen und genauer beschreiben. Sie versuchen durch das Erforschen eine Frage zu beantworten, wobei die Frage oft auf Gründe und Ursachen fokussiert (kausal). Der entsprechende Prozess naturwissenschaftlicher Forschung wird für die Lernenden stark vereinfacht im Erforschen-Zyklus dargestellt (vgl. Punkt 4). Der Erforschen-Zyklus dient diesen als Wegweiser, wie sie im Erforschen vorgehen können, wobei der Ausgangspunkt immer bei einer **Frage** liegt. Damit gewinnen Lernende eine authentisch naturwissenschaftliche Perspektive auf ihre Umwelt und erwerben eine naturwissenschaftliche Grundhaltung.

Aus der Perspektive der Technik lernen sie mit explore.it, dass das mit naturwissenschaftlichen Methoden erforschte Wissen kein 'totes' Wissen sein muss, sondern dass man es anwenden kann, um einen wahrgenommenen **Bedarf** zu erfüllen. Das für die Technik zentrale Erfinden lässt sich ebenfalls in einem Prozesskreislauf darstellen. Dieser Erfinden-Zyklus weist bemerkenswerte Parallelen zum naturwissenschaftlichen Erforschen-Zyklus auf. Doch das leitende Interesse der Technik an solchen Prozessen ist ein ganz anderes: Es soll kein Zusammenhang aufgeklärt werden, vielmehr sollen bekannte Zusammenhänge genutzt werden, um einen Bedarf durch die Erfindung eines technischen Systems zu erfüllen (final). Dies ist als ergänzende Perspektive auf die Umwelt zu verstehen, in der Fragen nach einer möglichen Nutzung und weiteren Optimierung für den gesellschaftlichen Fortschritt entscheidend sind.

Die beiden Zyklen greifen ineinander, keiner von beiden 'beherrscht' den anderen. Zwar ist eine Erfindung ohne vorheriges Erforschen schwer vorstellbar, doch führt die Erfindung in aller Regel zu neuen Erforschungen, um technische Errungenschaften weiter zu optimieren. Diese gegenseitige Befruchtung der beiden Ansätze dürfte so alt sein wie die Nutzung von Werkzeugen überhaupt.

Dreischritt

3. Vom Material über das technische System zum Phänomen

Die Lernenden bauen in explore-it ihre eigenen technischen Lösungen. Dabei konstruieren sie modellhafte Lösungen, die das Verstehen erleichtern, aber nicht der Finesse authentischer technischer Produkte entsprechen. Das müssen sie aber auch nicht, denn die Funktionalität des authentischen technischen Systems und seines explore-it Objekts entsprechen sich weitgehend. Während das authentische Modell allzu häufig eine Blackbox darstellt, erkennen die Lernenden bei explore-it, was sie wieso mit was fügen müssen, um eine Funktion zu erfüllen. Dies hat eine zweifache Auswirkung: Einerseits entsteht eine emotionale Verbindung zum eigenen Produkt, andererseits stellen sich echte Fragen rund um das technische System und die zugrundeliegenden naturwissenschaftlichen Phänomene wie von selbst.

Die Lernanlässe von explore.it bieten die Möglichkeit, die tiefe Verbundenheit von Technik und Naturwissenschaft in authentischen Problemsituationen kennenzulernen und

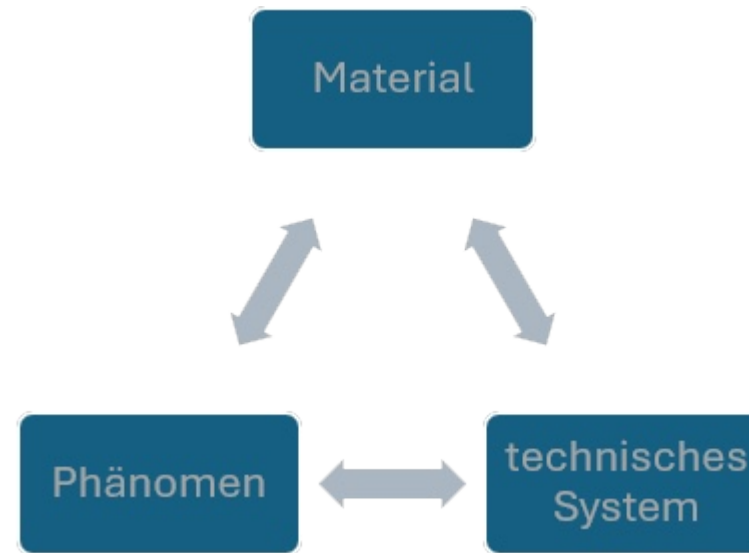
nachzuvollziehen.

Alles beginnt mit Material, das in einer Auswahl zur Verfügung steht. Es sind zum Teil Materialien, die den Lernenden aus anderen Kontexten bekannt sind (Holzspiesse, Bierdeckel, Gummibänder usw.). Beim Öffnen der Box erkennen die Lernenden nichts anderes als ein loses Sammelsurium von Material, das sie zunächst einmal sichten und kennenlernen müssen. Alles wird herausgenommen und angeschaut, be-fühlt, gedreht, aber ohne irgendetwas zu verändern.

Denn die Materialien werden erst in der Folge zu einem technischen System gefügt. Dies erfolgt eng geführt durch die Anleitungen in Bild und Text. Da wird dann zum Beispiel ein Holzspieß durch einen Trinkhalm geführt und trägt zwei Bierdeckel. Ab diesem Moment erfüllt das Material eine Funktion. Durch das Zusammenspiel mehrerer Materialien entsteht ein technisches System, das für die Lösung von technischen Problemen genutzt werden kann. Solch technische Systeme sind auf andere Anwen-dungszwecke übertragbar und werden mit eigenen Begriffen bezeichnet. So werden aus dem Trinkhalm und dem Holzspieß ein Achslager und eine Achse. Fachsprachlich und für die Konzeptbildung ist es wichtig, dass ab dem Zeitpunkt, in dem mit dem Material eine Funktion verbunden wird, auch der korrekte Fachbegriff genutzt wird. Jetzt ergibt er auch Sinn! Vorher war der Begriff ‚Achse‘ leer und ohne konkrete Anwendung konnte man ihn nicht nutzen (wieso sollte man ihn also vorher einführen oder lernen?).

Mit diesem technischen System lassen sich nun Aufgaben leichter erledigen, die vorher schwieriger waren. Eine Achse (nicht mehr Holzspieß und Bierdeckel!) erlaubt die Vorwärtsbewegung eines kompakten, formstabilen Körpers (Chassis), der nicht einfach nur gleiten oder rutschen kann. Mit dieser Erkenntnis ist man mitten im Phänomen angelangt: Die Fortbewegung des Chassis wird erleichtert, indem die zu überkommene Reibung minimiert wird. Denn anstelle der kompletten Unterseite, die über den Grund zu bewegen ist, müssen sich nur noch die Achsen an den sehr kleinen Auflageflächen im Lager (Trinkhalm) bewegen.

So greifen die drei zentralen Perspektiven auf die Lernanlässe von explore.it ineinander. Sie befragen und lösen sich gegenseitig.



Der Schritt vom Phänomen zum technischen System ist ein **Erfindungsprozess**, in dem ein (neu) erkannter, grundlegender Zusammenhang so genutzt wird, dass eine Aufgabe leichter verrichtet werden kann.

Der Schritt vom technischen System zum Phänomen ist ein **Erforschungsprozess**, mit dem Ziel, natürliche Zusammenhänge besser aufzuklären und so die grundlegende Wissensbasis zur Problemlösung zu erweitern.

Der Wechselbezug zwischen Material und technischem System kann als **funktional-orientierter Designprozesses** gedeutet werden. Die Beziehung zwischen Material und Phänomen ist eine naturwissenschaftliche Modellierung in dem Sinne, dass die Funktionalität von technischen Systemen überprüfbar gemacht werden soll. Die Reduktion eines komplexen technischen Geräts auf wenige Systemteile erlaubt die Konzentration auf wesentliche Bauteile, die eine Funktion zu erfüllen haben. Allen wird klar sein, dass ein Auto, das sich an diesem Modell orientiert, am Ende doch ganz anders aussehen wird. Und dennoch wird es die wesentlichen technischen Systeme, die zuvor getestet worden sind, in irgendeiner Form beinhalten. Für Lernende bietet sich so die Chance, den Sinn und Zweck von Modellierungen in den Naturwissenschaften zu erkennen. Es handelt sich nicht einfach um verkleinerte Fassungen eines Originals, sondern um bewusst auf Einzelteile reduzierte

Vertreter, die dabei helfen sollen, technische Probleme und Erkenntnis naturwissenschaftlicher Phänomene in wechselseitiger Beziehung zu erleben.

Vielfältige Kompetenzen

4. Prozesskompetenzen im Erforschen- und im Erfinden-Zyklus

Die Konstruktion des Objektes und ein Erforschen damit dienen der Befragung der Natur, eines Phänomens oder eines Sachverhaltes. Ziel ist es, eigene Vermutungen, Ideen und Theorien zu überprüfen und sich so dem Phänomen fragend anzunähern. Dabei wird das Vorwissen produktiv mit eingebunden.

Bei der Einführung beider Zyklen geht es im Unterricht grundsätzlich um das Kennenlernen von Haltungen und den damit verbundenen Handlungsoptionen in Naturwissenschaft bzw. Technik.

Nicht nur Fachwissen, Technikverständnis und methodische Fertigkeiten (im Erfinden- und Erforschen-Zyklus) werden bei den Lernenden in der Arbeit mit den explore-it-Materialien gefördert, sondern auch überfachliche Kompetenzen, z.B. die im Modell der 4K als future skills genannten Kommunikation, Kooperation, Kreativität und kritisches Denken.

Erforschen ist ein komplexer Prozess, der mehrschrittig gestaltet werden kann. Nun liegt es in der Natur der Dinge, dass komplexere Prozesse auch schwieriger zu erlernen sind, weil zur Beherrschung des kompletten Prozesses relativ viele Teilaspekte miteinander koordiniert werden müssen. Das naturwissenschaftliche Erforschen sollte zu keinem Zeitpunkt seine leitende Frage aus den Augen verlieren, ebenso wenig wie das technische Erfinden die Zielbestimmung des technischen Objekts ausblenden darf. Die jeweiligen Prozesse entfalten ihr Potenzial nur im abgestimmten Miteinander.

Erforschen-Zyklus zur Klärung einer Frage

Die Differenzierung des Zyklus in fünf Prozessaspekte erlaubt es, der Logik des Vorgehens zu folgen und zu erkennen, wann ein Prozessaspekt abschliessend behandelt ist. Größere Zuschnitte – z.B. in drei Schritten – fassen verschiedene Aspekte zusammen und erschweren es Lernenden, zu erkennen, was sich z. B. hinter «Durchführung» alles verbirgt. Eine Differenzierung zwischen Frage – Vermutung – Planung – Auswertung – Schlussfolgerung benennt wesentliche Meilensteine des Prozesses und gibt so Orientierung.

Erfinden-Zyklus zur Herstellung eines Objektes

Analog dem Vorgehen beim naturwissenschaftlichen Erforschen lässt sich auch das technische Erfinden in einem gebundenen Kreisprozess formulieren. Und ebenso wie beim Erforschen ist dieser Zyklus eher als Einführung in die Perspektive Technik zu verstehen als in eine konkrete Methodik.

Der Erfinden-Zyklus geht aus von der Feststellung eines Bedarfs, für dessen Erfüllung Ideen gesammelt werden; in einem zweiten Schritt werden Informationen gesammelt und geordnet, die beispielsweise aus der naturwissenschaftlichen Forschung stammen können; das technische System wird in Teilprobleme aufgegliedert, für die einzelnen Lösungsvarianten erarbeitet und geprüft werden, die schliesslich in einem Prototyp münden. Für eine wirtschaftliche Verwertung des Prototyps müsste dann ein Produkt geplant und hergestellt werden, das in der Folge getestet und weiterentwickelt würde. In den Lernanlässen von explore-it geht es vor allem um die ersten drei Prozessschritte, die sich der Lösung eines technischen Problems widmen. Die Marktreife zu erreichen, ist nicht das Ziel. Daher sollen auch für den Technikbereich fünf Prozessaspekte unterschieden werden, die analog dem Erforschen-Zyklus in vier umgesetzt werden können (vgl. Punkt 6).

Stringenter Aufbau

5. Unterricht in drei spezifischen Phasen

Während in der ersten Phase des Unterrichts («erforsche») der Bau des technischen Objekts und der naturwissenschaftliche Zugang damit im Zentrum stehen, geht es in der zweiten Phase («erfinde») darum, das technische System zu erweitern und neue Möglichkeiten zu erdenken. Die Lernenden nehmen ihre technischen Objekte auseinander oder entwickeln sie weiter. «Kreativität» erlaubt es, neue Problemstellungen durch die Anwendung erworbener Fähigkeiten innovativ zu lösen. In der Phase «und mehr» stehen Vertiefungen und/oder Erweiterungen in andere, fächerübergreifende Lernfelder im Zentrum. Individuelle, gruppen- oder klassenweise projektartige Vorhaben (Auftrag kommt von aussen) oder Projekte (Lernende geben sich selbst den Auftrag) verbinden die Erkenntnisse mit erweiterten Kontexten.

Die klaren Strukturen im Aufbau der Lernanlässe – jeweils drei oder vier fachliche Aspekte (Sequenzen), die in drei Phasen bearbeitet werden (vgl. unten) - sind mit offenen Lernsituationen verbunden. Dadurch sollen die Kinder zu selbstständigem Handeln motiviert werden. Die selbst hergestellten Produkte fördern das Interesse über den Lernanlass hinaus. Versuch und Irrtum sind Programm, und Teamarbeit wird im Suchen von Lösungen zur Selbstverständlichkeit.

Jeder explore-it-Lernanlass thematisiert **drei bis vier fachliche Aspekte**, welche ein grösseres Thema grundlegend skizzieren. Beim Lernanlass «Energie macht mobil» sind dies Lageenergie, Elastische Energie, elektrische Energie und Wärmeenergie.

Jeder dieser thematischen Aspekte wird in **drei Phasen** bearbeitet:

1. ... **erforsche**: leitet die Kinder zu zweit zum Bau von Objekten an, die Beobachtungen und/oder Messungen ermöglichen. Die Lernenden formulieren eigene Vorstellungen und überprüfen diese am und mit dem Material. Dabei werden vor allem kostengünstige Alltagsmaterialien verwendet, z. B. Trinkhalme, Grillspiesse, isolierter Draht, Isolationsmaterial aus Hartschaum.

2. ... **erfinde**: Eigene Objekte und Lösungen stehen im Vordergrund. Lernende wenden ihre beim Erforschen erworbenen Fähigkeiten auf eigene, neue Problemstellungen an. Sie organisieren zusätzliches Material selbst. Das kann auch zu Hause mit anderen Bezugspersonen geschehen.

Die Ergebnisse finden Eingang in die Galerie auf der Webseite von explore-it, wo sie von anderen Lernenden eingesehen werden können und im besten Fall weitere kreative Prozesse für die Phase 3 initiieren.

3. ... **und mehr**: öffnet den Blick und setzt Impulse für eigene Recherchen zu konkreten technischen Umsetzungen und Anwendungen der erforschten Phänomene in verschiedenen Lebensbereichen. Lernende können so ihren Interessen entlang weiterforschen und -erfinden. Und Lehrpersonen finden hier Anregungen für die Gestaltung des Unterrichts, z.B. für den Einstieg, die Einbettung der Phasen mit den Materialboxen, die Differenzierung mittels vertiefender Aufträge.

Dieser erlebnis- und handlungsorientierte Zugang zu Technik und Naturwissenschaft begeistert Lernende und Lehrpersonen seit 2010.

Lernende begleiten

6. Lehrperson kann sich auf Unterrichtsbegleitung fokussieren

Als Fachperson für die Planung, Durchführung und Auswertung von Unterricht kann sich die Lehrperson dank der klaren Struktur der Lernanlässe auf die Begleitung der Lernenden konzentrieren. Dabei spielt die Möglichkeit zur Wahl verschiedener Grade von Öffnung bei den Impulsen und den Prozessen eine zentrale Rolle.

Die vier Grade der Offenheit (vgl. Tabellen) in den beiden Zyklen sind als Vorschläge zu verstehen. So sind die beiden Extrema (geschlossen und offen) weiterhin Repräsentanten des ganz oder gar nicht, wobei die beiden Zwischenstufen über Schaffung einer Auswahlmöglichkeit und Angebot sprachlich unterstützender Impulse auf bereits bestehende Fähigkeiten der Lernenden aufbauen können.

Problemlösekompetenzen durch Öffnung erlernen

Um komplexe Prozesse zu erlernen, bietet es sich an, dass Lernende behutsam in diese Prozesse eingeführt werden und mit wachsenden Fähigkeiten immer mehr Verantwortung für den Prozess übernehmen. Einer intensiven und eng geleiteten Einführung folgt ein stetig weiter geöffnetes Angebot zum Üben und Festigen. Unterrichtliche Strategien zur Öffnung von Experimentierphasen finden sich unter dem Stichwort Scaffolding in der fachdidaktischen Literatur zuhauf, wobei allen Ansätzen gemein ist, dass das Lernen zu Beginn maximal entlastet und angeleitet ist – sozusagen durch ein Gerüst geschützt und gestützt wird – und die Unterstützungsmassnahmen sukzessive und mit Augenmass zurückgefahren werden. Für das naturwissenschaftliche Erforschen wird schon lange eine Grobunterscheidung in drei Prozessschritte vorgeschlagen: Fragestellung formulieren – Untersuchung planen und durchführen – Schlussfolgerung ziehen. Die Schritte können dabei feiner ausdifferenziert werden, sodass aus einer Fragestellung eine Vermutung abgeleitet wird (oftmals unkorrekt als Hypothese bezeichnet). Welche Schritte man tatsächlich voneinander unterscheiden und mit einer Lerngruppe thematisieren will, hängt nicht zuletzt von den Fähigkeiten der Lernenden ab. Weniger als drei Prozessschritte werden aber nicht empfohlen. Zu Beginn wird man die Lernenden noch eng durch diese drei Schritte begleiten und mit ihnen gemeinsam Inhalt und Begründung der Schritte besprechen. Mit zunehmender Sicherheit in der Schrittfolge können