

5.2.1.3.1 Empfehlungen für den Ablauf der Veranstaltung

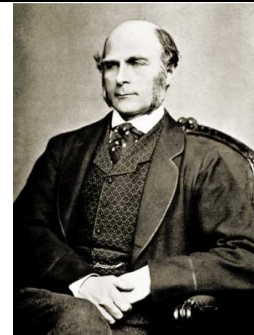
1 Zielorientierung

Mit einem Galton-Brett und der Software „Mathematik NEUE WEGE - Daten und Zufall“ wird eine Fachgruppensitzung gestaltet, in der Kolleginnen und Kollegen vielfältige Erfahrungen mit Zufallsphänomenen sammeln sowie eigenständige Simulationen und Modellierungen stochastischer Probleme durchführen. Dieses „Hineinschlüpfen“ in die Schülerrolle zeigt den Lehrern und Lehrerinnen Wege auf, Unterricht auf den Aufbau von Kompetenzen auszurichten. Dabei ist entscheidend, dass der Schwierigkeitsgrad je nach Wissensstand der Fachgruppe individuell angepasst werden kann. Im Anschluss an die Aktivitätsphase werden die Veränderungen für den Mathematikunterricht beim Einsatz einer solchen Software diskutiert.

2 Einführung in die Thematik

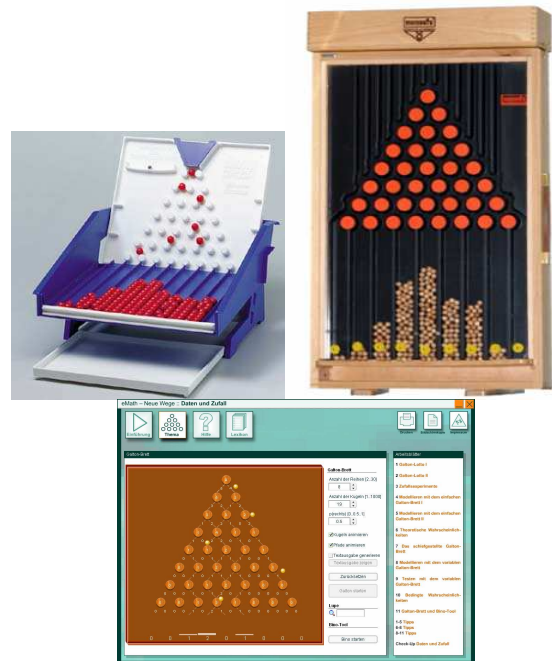
2.1 Zur Person

Sir Francis Galton lebte von 1822 bis 1911. Er war nicht nur Entdeckungsreisender und Forscher. Angeregt durch seinen Cousin Charles Darwin, schuf Galton auch wichtige Grundlagen der Vererbungslehre, entwickelte zur Auswertung seiner statistischen Erhebungen die Korrelationsrechnung und führte die Methode der Fingerabdrücke zur Identifikation von Personen ein. Zur Veranschaulichung der Binomialverteilung entwickelte er das nach ihm benannte Galton-Brett.



2.2 Zum Galton-Brett

Das Galton-Brett besteht aus einem vertikal gestellten Brett auf dem mit Zapfen ein Gitter erzeugt wird. Durch einen Trichter fallen senkrecht Kugeln auf den ersten Zapfen, welche mit einer Wahrscheinlichkeit von $\frac{1}{2}$ nach rechts oder nach links abgelenkt werden. Die Abstände der Zapfen sind passend zum Durchmesser der verwendeten Kugeln so gewählt, dass die Kugeln wiederum senkrecht auf die Zapfen der nächsten Reihe treffen. Diese Anordnung setzt sich über mehrere Reihen fort, wobei die Zahl der Zapfen von Reihe zu Reihe um 1 zunimmt. Unter der letzten der n Reihen der Zapfen (in der Abbildung sind es $n = 8$ Reihen) sind $n+1$ Fächer so angeordnet, dass die durch das Zapfenlabyrinth fallenden Kugeln darin aufgefangen werden können. Sollen Situationen untersucht werden, in denen die Ereignisse nicht gleichwahrscheinlich sind, so kann das Galton-Brett auch schiefgestellt werden.



2.3 Galton-Brett und Zufallsexperimente

Die Stochastik ist besonders gut geeignet, um aufzuzeigen, dass ein Unterricht, der das Entdecken und „Mathematiktreiben“ der Schüler und Schülerinnen in den Mittelpunkt stellt, viele der Forderungen an einen modernen Mathematikunterricht erfüllt. Exemplarisch gelingt mit dem hier dargestellten Zugang, der im deutlichen Gegensatz zur deduktiv-verfahrensorientierten Vermittlung von Mathematik steht, der Perspektivwechsel hin zu einem kompetenzorientierten Mathematikunterricht. Es wird ein induktiv-experimenteller Zugang zum Galton-Brett und zu Zufallsexperimenten ermöglicht, ohne dass ein theoretisch orientierter Begriffsapparat vorab bereitgestellt werden müsste. Die Arbeitsblätter 1 und 2 zusammen mit der Software unterstützen diese Vorgehensweise. Mit dem Galton-Brett wird ein Weg in die Stochastik gewählt, der intuitiv-handelnd die Schüler und Schülerinnen mit Wahrscheinlichkeiten und deren Verteilungen vertraut macht. Damit stehen nicht die Entwicklung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs für einzelne Zufallsexperimente im Mittelpunkt sondern die ganzheitlichen Phänomene, die beim Simulieren und Probieren mit ganz vielen Kugeln zu beobachten und zu erklären sind. Man kann damit auch (deutlich später - also im Mathematikunterricht der Sekundarstufe II) in Wahrscheinlichkeitsverteilungen einführen und dabei die Einführung der Wahrscheinlichkeiten noch einmal kurz wiederholend aufgreifen.

Um einem breiten Spektrum von Adressaten gerecht zu werden, wird nicht ganz auf Hintergrundinformationen und Wissensbausteine verzichtet:

Zum einen sei auf das Lexikon im Softwarepaket „Daten und Zufall“ verwiesen zum anderen auf die angegebenen Literaturstellen (<http://www.learn-line.nrw.de/angebote/eda/medio/galton/galton.htm> bzw. **Material zu Galton Einführung** usw.)

3. Empfehlungen für den Ablauf der Veranstaltung

3.1 Materialbeschaffung-Aufwand

Ein echtes Galton-Brett ist an einigen Schulen bereits vorhanden und sollte dann unbedingt gezeigt und aktiv ausprobiert werden. Tipp: An manchen Schulen findet sich ein solches Zufallsgerät in der Biologiesammlung. Ist kein echtes Galton-Brett verfügbar, so ist es generell möglich, mit der eigenständigen Erkundung des Softwaretools zu beginnen. Bitte beachten Sie in diesem Zusammenhang die in den FORMAT-Materialien enthaltene Lizenzvereinbarung mit den entsprechenden Nutzungsbedingungen zur mitgelieferten Software. Dennoch ist es mittelfristig erstrebenswert, zumindest ein Demonstrationsgerät anzuschaffen oder selbst zu bauen (siehe Anschlussmaßnahmen). Eine Bauanleitung findet sich in der angegebenen Literatur, die elektronisch als pdf-File verfügbar ist (**Material zu Galton mathematik Lehren Heft 12**), weitere Bezugsquellen liefern sicherlich Lehrmittelfirmen.

3.2 Einstiege über Aktivitäten

3.2.1 Ist ein echtes Galton-Brett verfügbar, so lohnt es sich, mit der Fachgruppe das Galton-Brett eingehend zu betrachten und dann auch damit zu experimentieren:

Mögliche Aufträge mit Experimenten:

In welches Fach rollt die Kugel?

Wie sieht die Verteilung wohl aus, wenn 50 (100, 1000) Kugeln durch das Galtonbrett rollen?

Ein Galtonbrett hat 5 (8, ..., n) Stufen-wie viele Töpfe hat es dann jeweils?

3.2.2 Ist kein echtes Galton-Brett vorhanden, sollte ein entdeckender Einstieg über das Arbeitsblatt 1 und 2 gelingen. Dabei ist es besonders wichtig, dass dafür geworben wird, sich ohne einen theoretisch-orientierten Begriffsapparat induktiv-experimentell mit dem Galton-Brett zu beschäftigen. Hier ist sicher großes Einfühlungsvermögen notwendig, weil gerade vielen Mathematiklehrerinnen und -lehrern ein solches Vorgehen unüblich erscheint.

3.2.3 Als eine weitere Möglichkeit bietet es sich an, über mögliche Verteilungen zu diskutieren. (siehe 5.2.4 Anlage Einstieg)

3.3 Weiterer Verlauf der Veranstaltung

Die Fachgruppe tauscht sich über die Erfahrungen mit den Experimenten am Galton-Brett aus. Dazu können folgende Leitfragen im Mittelpunkt stehen:

Warum benötigen unsere Schüler und Schülerinnen Zufallsexperimente?

Wie lassen sich die Erfahrungen mit den Zufallsexperimenten im Mathematikunterricht gewinnbringend nutzen?

Daran anschließend sind folgende Verläufe möglich:

Variante 1: Im Anschluss entwickelt die Fachgruppe Unterrichtskonzepte zum Einsatz des Galton-Bretts im Stochastikunterricht der Sekundarstufe I. Hierbei ist es möglich, verschiedene Schwerpunkte zu setzen - eine Auswahl:

▶ genetisch-induktiver Ansatz: Wie lassen sich ausgehend vom Experiment wichtige Begriffe und Modelle der Stochastik entwickeln?

Hier ist es sicher notwendig eine Auswahl zu treffen:

Wahrscheinlichkeit, relative Häufigkeit, Bernoulli-Experiment, mehrstufige Zufallsexperimente, Treffer, Fehlschlag, Baumdiagramme und Pfadregeln, Abzählstrategien

▶ modellbildender Ansatz zur Vertiefung:

Wie können Baumdiagramme helfen, Zufallsexperimente am Galton-Brett zu verstehen?

Wie lassen sich komplexe Anwendungen mithilfe des Galton-Bretts simulieren?

Variante 2: Die Fachgruppe intensiviert die inhaltlich-thematische Auseinandersetzung und bearbeitet in Tandems weitere Arbeitsblätter zur Software.

Variante 3: Exemplarische Auseinandersetzung mit dem Galton-Brett als Modell für weitere interessante Zufallsexperimente.

(Anlage Efron_Galton)

4 Reflexion

Weg 1: Je nach Variante lohnt sich der knappe Abschluss der Fachsitzung mithilfe eines Blitzlichts: Jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer äußert sich reihum kurz in Form von einem bis zwei Sätzen zur Frage: „Was nehme ich mit?“ und „Wie sollte unsere Arbeit weitergehen?“ Dabei sollte die Ich-Botschaft verwendet werden. Alle anderen Teilnehmer sind während der Äußerung nur Zuhörer, es dürfen lediglich Verständnisfragen gestellt werden. Haben alle etwas gesagt, kann gemeinsam das weitere Vorgehen festgelegt werden.

Weg 2: Zum Abschluss wäre es auch möglich, das häufig vorhandene Bedürfnis vieler Lehrerinnen und Lehrer nach mehr theoretischer Grundlegung zu diskutieren. Dazu können folgende Impulse genutzt werden:

Beenden Sie folgenden Satz:

Ohne ein theoretisches Grundwissen fühle ich mich...

Welche Vor- und welche Nachteile bietet ein solcher Zugang für unsere Schüler und Schülerinnen?

Wie passt ein solcher Zugang zur grundsätzlichen Ausrichtung unseres Mathematikunterrichts: Steht eher die Verfahrenorientierung oder eher die Verständnisorientierung im Mittelpunkt?

Als Anlass dazu lässt sich auch die folgende Aufgabe diskutieren:

(1) Zwei gegensätzliche Meinungen zum Zufall



Was hältst du von diesen beiden Aussagen? Verfasse eine eigene Stellungnahme und erläutere und begründe deine Auffassungen mithilfe der Zufallsphänomene am Galton-Brett.

5 Wie geht es weiter?

Hier bietet es sich an, konkrete Anschaffungen von Modellen oder Software zu vereinbaren und Verantwortliche zu benennen.

Besonders interessant ist es auch, Unterrichtsvorhaben zu planen und zu realisieren. Etwa den Bau von Galton-Brettern im Rahmen von Projektwochen, AGs oder in Kooperation mit anderen Fächern. Entscheidend sind hierbei die Bedingungen an der Schule und im kollegialen Umfeld.

Bei der Planung der Anschlussitzung stellt sich die Frage, ob ein Interesse besteht, vertieft inhaltlich weiterzuarbeiten oder ob Kooperationen zum Einsatz im Unterricht vereinbart werden können.