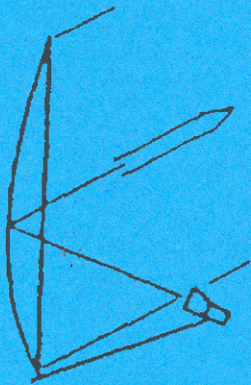
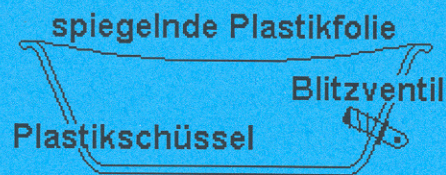
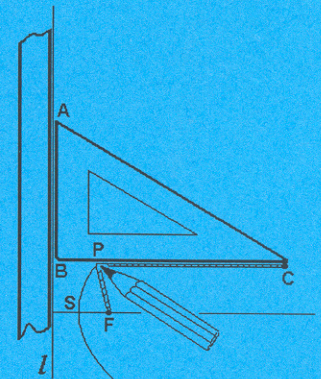
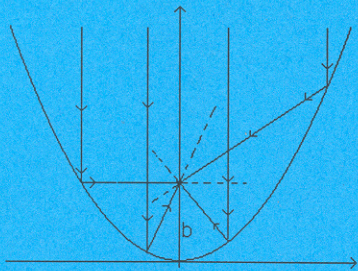


Konzentrierende Kollektorsysteme



Nahansicht der 64-Meter-Antenne des Deep Space Network, Goldstone (Kalifornien)



Die Brennpunkteigenschaft (nur) der Parabel – Nutzung für regenerative Energie und Nachrichtenübermittlung – in Mathematik, Physik, Erdkunde, Sozialwissenschaften – Klassen 9/10 und Analysis Sek. II

Inhalt

A – Einleitung	3
Zu den Materialien	3
Quadratische Funktionen – Bearbeitungsschwerpunkte	4
Argumentationsgang	5
Materialblätter zur Sonnenenergie	6
B) Argumentationsgänge, die Analysis erfordern	9
Zugang I: Winkel- und Winkelfunktions- zusammenhänge, Reflexionsgeraden.	9
Zugang II: Abstand vom Spiegelpunkt zum Brennpunkt	13
Klausuraufgaben	14
Zugang III: Lot- und Tangentensteigung	15
C) Argumentationsgang, der in Klasse 9/10 möglich ist	20
D) "Handwerkliche" Konstruktionen	22
Fadenkonstruktion und Tangentenfaltung der Parabel	22
Der Parasolsonnenkollektor im Eigenbau	23
E) Aufgaben – Beispiele	26
Inhaltsübersicht	26
F) Kugelspiegel	48
Hat der Kugelspiegel einen Brennpunkt?	48
Bauanleitung	49
Hubble-Teleskop	50
G) Weitere Informationen	52
Konzentrationsraten	52
Archimedes' Brennspiegel	55
Teleskopspiegel durch rotierende Flüssigkeiten	56
❖ Hersteller-Infos	60
❖ Exkursionen (Adressenliste von Forschungszentren)	61
❖ SETI-Forscher	62
Die MUED, Initiative, Sek.II-Broschüren, BücherBunt	Anhang S. 1 - 6

A – Einleitung

Zu den Materialien

Auf der folgenden Seite sind verschiedene Schwerpunktsetzungen für die Bearbeitung der quadratischen Funktionen im Unterricht skizziert. Für den Schwerpunkt Sonnenenergie-Nutzung sind auf den Seiten "einführende Materialblätter" zusammengestellt. Das Blatt "Argumentationsgang" stellt die Suche nach einem Funktionsgrafen mit Brennpunkteigenschaft vor. Wer mit den Empfangsschüsseln auf dem Dach beginnen will, kann als Einstieg das Infoblatt TV-"Salat-Schüssel" auf dem Dach wählen (oder besser den Blick auf das Nachbarhausdach mit Schüssel).

Für die **Jahrgangsstufe 9** ist die Begründung der Brennpunkteigenschaft im Punkt C notiert.

Analysis erfordern die Begründungsstränge in Punkt B.
Sie passen in **die Jahrgangsstufen 11.2 bis 12.1**.

Gut geeignet ist das Thema auch in der **Jahrgangsstufe 11.1**, da hier ein Standardthema der Sekundarstufe I (quadratische Funktionen) wiederholt und unter neuem Aspekt (Brennpunkteigenschaft, geometrische Definition der Parabel und Zusammenhang zur analytischen Funktionsvorschrift) weitergeführt wird. Der Umgang mit Funktionsvorschriften, Funktionsgrafen und Tangenten, der schon zentraler Bestandteil der Materialien in C ist, führt auch zur Analysis hin.

Im Punkt E sind vielerlei (Rechen-)Beispiele zusammengestellt, die sowohl in die Sekundarstufe I als auch in II passen.
Soweit es zeitlich möglich ist (AG, Wahlpflichtbereich 9/10, Projekttag), sollte mit den Schüler/innen tatsächlich ein Parabolspiegel gebaut werden - etwa nach der Anleitung in D/F.

Im Kapitel F wird für die naheliegende Konstruktion – Halbkugelspiegel – nachgewiesen, dass sie keinen Brennpunkt hat. Für Spezialfälle reicht die Kugel allerdings doch aus. Dafür gibt es wieder eine Bauanleitung.

Mehrere weitere Informationen (Kapitel G) runden das Thema ab, geeignet für Schüler/innenvorträge oder (physiknahe) Versuche.

Die Analysis erfordernden Begründungen unter Punkt F und G lassen sich in Klasse 9 bis 11.1 auch allein durch die Versuche plausibel machen.

Wenn irgend möglich, sollte eine Klasse oder ein Kurs zu dem Thema eine Exkursion machen, etwa zu einer der Adressen (Exkursionen). Solch eine "hautnahe" Konfrontation mit realen Parabelempfängern und mit Experten macht das Thema greifbar(er) und weitet den Blick auf das Umfeld der mathematischen Rechnungen.

Meine Schüler/innen sind – sowohl in Klasse 9 als auch in der Oberstufe – auf das Thema eingestiegen, weil es "sichtbare Mathematik" war.
Ihnen und Ihren Schüler/innen wünsche ich ein interessiertes Arbeiten.



Argumentationsgang

Unterrichtsreihe: Sonnenenergie – Konzentrierende Kollektorsysteme

Möglicher Unterrichtsgang/Argumentationsablauf

1. Materialblatt Sonnenenergie besprechen

- Flachkollektorsysteme sind geeignet für Niedrigtemperaturnutzung (Raumheizung, Warmwasser – die machen rund 90 % des Energiebedarfs aus). Für Hochtemperaturnutzung braucht man konzentrierende Kollektorsysteme (Licht, Kraft, Elektronik, Kochen – die machen rund 10 % des Energiebedarfs aus).

2. Materialblatt: Konzentrierende Kollektorsysteme

- Beispielsammlung durchgehen
- Herstellungstechnische Frage: wie sind die Formen hergestellt?
- Funktionstechnische Frage: was heißt genau "konzentrierendes System"?

3. Zur Funktionstechnik

Die Spiegel sollen so funktionieren, dass sie die Sonnenstrahlen (Sonnenenergie), die auf eine große Fläche fallen, auf eine kleine Fläche reflektieren (konzentrieren). Mathematisch-physikalisch idealisiert: die einfallenden Sonnenstrahlen sollen auf einen Punkt reflektiert werden.

4. Die Symmetrieeigenschaft

- a) Strahlen von der Sonne können als hinreichend parallel betrachtet werden.
- b) Strahlen aus allen möglichen Richtungen werden sich nicht in einem Punkt konzentrieren lassen. – Das wird deutlich an entsprechenden Skizzen.
- c) Der Kollektor ist eine rotationssymmetrische Figur mit einer Rotationsachse.
- d) Wegen a - c wird die Eigenschaft (3) eingeschränkt zu: Achsenparallele Strahlen sollen in einen Punkt reflektiert werden. Dieser Punkt heiße Brennpunkt. Diese Eigenschaft heiße Brennpunkteigenschaft.

5. Zur Herstellungstechnik

Da der Kollektor rotationssymmetrisch ist, kann man nur einen Schnitt (der die Rotationsachse enthält) betrachten. Durch Rotation des (Funktions-)Grafen um seine Symmetrieachse entsteht der gesamte Spiegel.

6. Begründungen

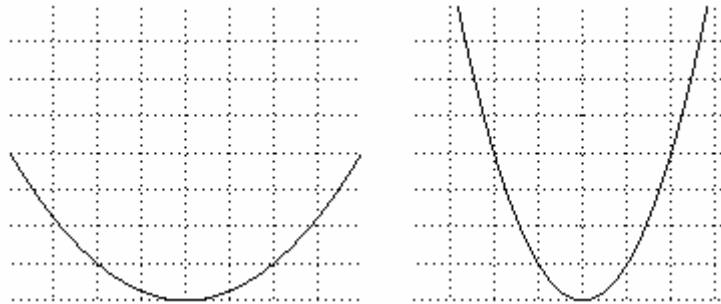
- a) Kapitel C begründet die Behauptung: Der Graf einer quadratischen Funktion, die Parabel, hat die Brennpunkteigenschaft. – Dazu wird die geometrische Definition der Parabel benutzt. Das Thema kann in Klasse 9/10 oder 11.1 behandelt werden.
- b) Kapitel BI/II enthält zwei Begründungen zu der Behauptung: Unter allen Potenzfunktionsgrafem hat nur die Parabel die Brennpunkteigenschaft. – Da nur die Tangentensteigung und Potenzfunktionsableitungen vorkommen, passt die Bearbeitung in 11.2 (Analysis I).
- c) Kapitel BIII begründet die allgemeine Lösung: Unter allen Funktionsgrafem hat nur die Parabel die Brennpunkteigenschaft. – Zur Bearbeitung ist das vollständige Differential nötig – in einem Schwierigkeitsgrad, der noch in die schulische Analysis passt. Das Thema kann in 12.1 (Analysis II) oder 13.2 (Wiederholung und Vertiefung der Analysis) behandelt werden.

12. Aufgaben aus einer Arbeit

Aufgabe 1

Die Skizze zeigt den Achsenschnitt eines Parabolspiegels [Einheit: 1 cm].

- Bestimme die Funktionsgleichung.
- Wo liegt der Brennpunkt?



Aufgabe 2

[Einheit für diese Aufgabe: 1 m]

Eine Fernsehempfangs"schüssel" auf dem Dach wurde konstruiert durch Rotation einer Parabel, die durch $y = \frac{1}{2} x^2$ ($y = \frac{1}{4} x^2$) gegeben ist. Wo ist der Empfänger installiert? Das Nachbarhaus hat eine "Schüssel" mit 75 cm (150 cm) Abstand zwischen Paraboloid-Scheitelpunkt und Empfänger. Wie lautet die Funktionsvorschrift für die formgebende Parabel?

Aufgabe 3

Eine Fahrradlampe hat einen parabolischen Reflektor.

Messen kann man die Tiefe von 5 cm (6 cm) und die Öffnungsweite von 10 cm (12 cm).

- Bestimme die Funktionsgleichung der zugehörigen Parabel.
Zum Überblick mache eine Handskizze.
- Skizziere den Achsenschnitt des Reflektors genau.
- Wo muss die Birne angebracht werden?
- Zeichne 5 Strahlenverläufe, die von der Birne ausgehen und am Spiegel reflektiert werden.