Modellieren einer Parabel

Parabelgleichungen & Verschiebungen des Koordinatensystems
Schnittpunkte von Parabeln und horizontalen Geraden

Fach: Mathematik
Zeitumfang: 90 – 180 min
2BFS, 2. Schuljahr

Name des Autors/Schule: Dr. David Himmel, Gewerblich Technische Schule Offenburg
David.Himmel@gs-offenburg.de

Exemplarischer Charakter dieser Unterrichtseinheit für Individualisierung und Differenzierung

Individuelles Lernniveau und –tempo durch offene Problemstellung.
Binnendifferenzierung durch gekennzeichnete Aufgaben (leicht, mittel, schwer),
sowie durch individuelle Hilfestellungen.

Ziele der Unterrichtseinheit

1. Modellierung eines alltäglichen Problems einüben.
2. Zusammenhang zwischen Koordinatensystem und Parabelgleichung erfahren
3. Die unterschiedlichen Darstellungsformen der Parabelgleichung anwenden.
4. Schnittpunkte mit achsenparallelen Geraden berechnen
5. Maßeinheiten begreifen

Die Lernziele werden während der Freiarbeit durch fortwährendes Beobachten der Gruppen überprüft. Die Sicherung erfolgt in der letzten Phase und den Hausaufgaben.

Verlaufsplanung

Organisa-tionsform	Zeit	Lern-phase	Inhalt und Methode	Materialien	Hinweise
P	3	k	Motivation	F: Wasserparabel ggf. F: Koordinatensystem	Je nach Leistungsniveau mehr oder weniger Hilfestellung
EA oder GA	10-30	i	Eigenschaften eines Koordinatensystems begreifen. Aufstellen einer Parabelgleichung	AB: Foto Wasserparabel ggf. F: Koordinatensystem	Binnendifferenzierung durch offene Problem-stellung. Individuelle Erarbeitung & Betreuung bzw. Impulse.
EA oder GA	40-60	i oder koop	Die verschiedenen Parabelgleichungen in Abhängigkeit zum Koordinatensystem verstehen.	F: Koordinatensystem ggf. weitere ABs/ Hilfestellungen: Foto mit integriertem Karomuster bis fertigem Koordinatensystem	Spätes, individuelles Austeilen des Aufgabenblattes Sollten Schüler große Schwierigkeiten haben, existieren mehrere ABs mit Zwischenschritten.
			Schnittpunkte verstehen & berechnen können. (Puffer)	F: Koordinatensystem zum Verschieben	Verständnis der Analogie zum Verschieben des Koordinatensystems.
			Verständnis eines Koordinatensystems. Maßeinheiten begreifen. (Puffer)	Lineal und Zollstock	Verständnis eines Koordinatensystems
k	20	k	Ergebnissicherung	F: AB	
EA	3	i	HA	AB: online	www.zum.de

AA = Arbeitsauftrag, AB = Arbeitsblatt, EA = Einzelarbeit, F = Folie, GA = Gruppenarbeit, HA = Hausaufgaben, I = Information, L = Lehrer/in, P = Plenum, PA = Partnerarbeit, PPT = Präsentation, S = Schüler/innen, TA = Tafelanschrieb, UA = Unterrichtsarrangement, k = kollektiv, koop = kooperativ, i = individuell

Konzept

Voraussetzungen

Die Stunde ist zum Ende des 2. Schuljahres durchführbar, da Parabeln und das Lösen quadratischer Gleichungen bereits bekannt sein müssen.

Didaktische und Methodische Überlegungen


(c) Foto: Matthias Ludwig

Zu Beginn der Stunde wird das Foto einer Wasserfontäne am Overheadprojektor vorgestellt (s. Bild).

Durch diese **offene Problemstellung** werden die Schüler mit einer Problemsituation konfrontiert und dadurch zum selbstständigen Erarbeiten der Fragen und zu explorierendem Lernen angeregt. So wird beim individuellen Leistungsniveau jedes einzelnen Schülers angesetzt (**Binnendifferenzierung**).

Entsprechend dem Leistungsniveau der Klasse kann mehr oder weniger Starthilfe gegeben werden:

a) ausschließlich eine Kopie des Fotos austeilen
b) zusätzlich ein auf transparente Folie kopiertes Koordinatensystem austeilen
c) zusätzlich gemeinsam die Symmetrieachse der Parabel am Overheadprojektor erarbeiten

Ich habe die Erfahrung gemacht, dass selbst die besten Schüler mit der ganz offenen Problemstellung überfordert sind (Variante a) und empfehle daher, wenigstens das transparente Koordinatensystem direkt mit dem Foto auszuteilen (Variante b).

Während der anschließenden Arbeitsphase hält sich der Lehrer zurück, betrachtet die einzelnen Schülerarbeiten und kann ggf. individuelle Impulse geben.
Dabei entscheidet der Lehrer individuell, welchem Schüler er zu welchem Zeitpunkt das Aufgabenblatt aushändigt:

- entweder, weil ein Schüler viele Aufgaben schon eigenständig erledigt hat
- oder, weil ein Schüler die Aufgaben dringend als Leitfaden benötigt.

Das Aufgabenblatt dient also der Vertiefung, der Ergebnissicherung sowie gegebenenfalls teilweise als Hausaufgabe (Puffer).
Die Aufgaben sind gemäß der Vorgabe des RP in drei Niveaus unterteilt (s. Arbeitsblatt).

Das **Zeitmanagement** ist bei hoher Schüleraktivität immer eine Herausforderung. Daher bietet das Aufgabenblatt sowohl mehrere Ausstiegs-, als auch Erweiterungsmöglichkeiten:
Bei sehr trägem Fortschritt kann die Stunde nach Aufgabe 2 (Koordinatensystem und Parabelgleichung) beendet werden. Ein weiterer Ausstieg ist nach Aufgabe 3 möglich. Die verbliebenen Aufgaben können in diesem Fall als Hausaufgabe dienen und / oder in der folgenden Stunde bearbeitet werden.

Die Lösungen der Aufgaben werden im Unterricht erarbeitet. Zur Nacharbeit wird den Schülern bei Bedarf zusätzlich ein „**Lösungsblatt**“ mit beispielhaften Lösungen zur Verfügung gestellt.

SCHULLOGO	**Parabel** **Modellierung & Schnittpunkte**	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:	 **70min**

Material:

Aufgabe 1 Koordinatensystem positionieren & Parabelgleichung finden

a)** Weshalb beschreibt der Wasserstrahl auf dem Bild keine exakte Parabel?

b)* Zeichne die Parabel möglichst exakt mit Bleistift auf das Foto.
Tipp: Finde zuerst die Symmetrieachse der Wasserparabel!

c)* Wähle ein **praktisches Koordinatensystem** für die Parabel und zeichne es ein.
Welche Möglichkeiten gibt es, damit die Parabelgleichung schön einfach ist?
Als Koordinatensystem wähle ich:

d)* Stelle deine **Parabelgleichung** des Wasserstrahls auf: y = ___________________________
Tipp: Zeichne eine Normalparabel zum Vergleich.

Aufgabe 2 Verschiebungen des Koordinatensystems begreifen, Darstellungsformen der Parabelgleichung erarbeiten

a)* Verschiebe das Koordinatensystem. Beschreibe die Änderungen der Parabelgleichung

b)* Beim Verschieben in y-Richtung: ____

c)** Beim Verschieben in x-Richtung: ____

d)* Trage die Parabelgleichungen für verschiedene Positionen des Koordinatensystems in der Tabelle ein. Die Werte der Nullstellen x_1 und x_2 und des Scheitelpunktes x_S und y_S kannst Du der Zeichnung entnehmen!

Lage des Koordinatensystems	**Gleichungen der Wasserparabel**		
Ursprung im Scheitelpunkt*	$y = ax^2$		
	Scheitelform $y = a\,(x-x_S)^2 + y_S$	**allgemeine Form** $y = ax^2 + bx + c$	**Faktoren (Satz vom Nullprodukt)** $y = a\,(x-x_1)\,(x-x_2)$
Ursprung in Wasserdüse**			
Ursprung ____________***			

e)* Beschreibe, wie man aus der Gleichung in Faktoren die allgemeine Form erhält. ___________

f)** Kannst du umgekehrt, also aus der allgemeinen Form die Faktoren berechnen?

g)* Erkläre, warum der Faktor a beim Verschieben des Koordinatensystems immer gleich bleibt.

h)*** Wie viele Nullstellen hat die Wasserparabel? Hängt das vom Koordinatensystem ab?

Die Schwierigkeit der Aufgaben ist durch Sterne gekennzeichnet. Erklärungen auf Rückseite!

SCHULLOGO	**Parabel** **Modellierung & Schnittpunkte**	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:

Material: *Bleistift, Radiergummi, Geodreieck, Lineal, Zollstock, Taschenrechner, Mathebuch*

Aufgabe 3 Schnittpunkte der Parabel mit einer horizontalen Geraden

a)** Berechne die Punkte, bei denen der Wasserstrahl genau auf der Höhe der Nasenspitze des Kindes ist.
a) mit dem Koordinatensystem mit Ursprung im Scheitelpunkt. x_1 = _____ x_2 = _____
b) mit dem Koordinatensystem mit Ursprung in Düse. x_1 = _____ x_2 = _____

b)** Berechne den Abstand der beiden Punkte zueinander. Abstand: _________

c)** Beschreibe deine Beobachtung: ____

Aufgabe 4 Maß

a)* Schätze, wie hoch über dem Erdboden der höchste Punkt des Wasserstrahls ist: h_{max} = ____m

b)** Bestimme den Maßstab, in dem die Parabel abgebildet ist.

Ein Zentimeter auf dem Bild entspricht ca. ___ cm in Wirklichkeit, also ist der Maßstab _____

Tipp 1) An Tims Kopf kannst du den Maßstab abschätzen!
Nimm dir ein Metermaß und finde heraus, wie groß ein Kopf in etwa ist.
Tipp 2) Der Junge ist 1,40m groß.

Passe das Maß deines Koordinatensystems dem realen Maßstab an.

c)** Kann Tims große Schwester (1,55m) aufrecht unter dem Wasserstrahl hindurchgehen, ohne nass zu werden?

d)*** In 1,50m Entfernung vor Tim sitzt sein kleiner Bruder im Sandkasten. Wird er nass?
Wie weit kommt der Wasserstrahl? Berechne, in welcher Entfernung vor Tims Füßen das Wasser auf den Boden trifft.

----

* Schaffst du diese Aufgaben, ist deine Leistung ausreichend.
** Kannst du diese Aufgaben lösen, ist deine Leistung gut bis befriedigend.
*** Herzlichen Glückwunsch: deine Leistung ist ausgezeichnet.

Die Schwierigkeit der Aufgaben ist durch Sterne gekennzeichnet.

<u>Lösungen Aufgabe 1</u> Koordinatensystem & Parabelgleichung

SCHULLOGO	**Parabel** **Modellierung & Schnittpunkte**	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:

a)* Die Bahn des Wasserstrahls ist **keine exakte Parabel**:

1) Starke Abweichungen stammen von Bewegungen des Kindes.
2) Durch die Luftreibung wird der Wasserstrahl rechts steiler.
3) Der Wasserstrahl ist keine mathematische Linie, sondern räumlich ausgedehnt.
4) Tropfenbildung, vor allem ab dem Scheitelpunkt (keine optimale Düse und Wasserversorgung).

c)* einfachste Möglichkeit:
Koordinatensystem mit Ursprung (0/0) im Scheitelpunkt der Parabel, 1 LE = 1cm

d)* Normalparabel, gestaucht und gespiegelt: $y = a\,x^2$
Punktprobe z.B. mit P (5/-5), x=5, y=-5, $-5=a\cdot 5^2$ => $a = -1/5$, => **$\underline{y = -0{,}2\,x^2}$**

Dies ist eine mögliche Parabelgleichung! Es gibt unendlich viele Möglichkeiten!
Einige davon sind in der Tabelle unten angegeben und auf der letzten Seite ist beschrieben, wie du einige der anderen Formen auch direkt modellieren kannst.

<u>Lösungen Aufgabe 2</u> **Verschieben des Koordinatensystems, Darstellungsformen**

b)* Verschieben des Koordinatenystems um v_y in y-Richtung: $y = 0{,}2\,x^2 \pm v_y$ „am y drehen“.
c)** Verschieben des Koordinatenystems um v in v_x -Richtung: $y = -0{,}2\,(x \pm v_x)^2$ „am x drehen“.

Lage des Koordinatensystems	**Gleichung der Wasserparabel**		
Ursprung im Scheitelpunkt *	**$y = -0{,}2\,x^2$** (1LE = 1cm) *$y = -0{,}04\,x^2$ (wirkliches Maß 1:5)*		
	Faktoren (Satz vom Nullprodukt) $y = a\,(x-x_1)\,(x-x_2)$	**allgemeine Form** $y = ax^2 + bx + c$	**Scheitelform** $y = a\,(x-x_S)^2 + y_S$
Ursprung in Wasserdüse **	**$y = -0{,}2\,x\,(x-10)$** *$y = -0{,}04\,x\,(x-50)$*	**$y = -0{,}2\,x^2 + 2x$** *$y = -0{,}04\,x^2 + 2x$*	**$y = -0{,}2\,(x-5)^2 + 5$** *$y = -0{,}04\,(x-25)^2 + 25$*
Ursprung *** am Fuß des Kindes	**$y = -0{,}2\,(x-20{,}25)\,(x+4{,}25)$** *$y = -0{,}04\,(x-101{,}23)\,(x+21{,}23)$*	**$y = -0{,}2x^2 + 3{,}2x + 17{,}2$** *$-0{,}04x^2 + 3{,}2x + 86$*	**$y = -0{,}2\,(x-8)^2 + 30$** *$y = -0{,}04\,(x-40)^2 + 150$*

e)* Aus der Gleichung in Faktoren die **allgemeine Form berechnen**: ausmultiplizieren!

f)** Aus der allgemeinen Form die **Faktoren berechnen**:

1) Bei der Gleichung **$y = -0,2\,x^2 + 2x$** reicht es, (-0.2x) auszuklammern:
$-0,2\,x^2 + 2x = -0,2\,x\,(x-10)$

2) Bei der Gleichung **$y = -0,2x^2 + 3,2x + 17,2$** braucht man die p-q-Formel:
$y = -0,2x^2 + 3,2x + 17,2$
Nullstellen: y = 0
$0 = -0,2x^2 + 3,2x + 17,2 \quad |:(-0,2)$
$0 = x^2 - 16x - 86$
$x_{1/2} = 8 \pm \sqrt{64+86} = 8 \pm \sqrt{150} \approx 8 \pm 12,25$
$x_1 = 20,25$, $x_2 = -4,25$ (Nullstellen)
also ist die Parabelgleichung in Faktorenform: $y = -0,2\,(x-20,25)\,(x+4,25)$

Es gibt zwei weitere Formeln, hier stehen zur Übersicht alle beieinander:

Scheitelform	allgemeine Form	Linearfaktoren (Nullprodukt)
$y = a\,(x-x_S)^2 + y_S$	$y = ax^2 + bx + c$	$y = a\,(x-x_1)\,(x-x_2)$

$$x_S = -\frac{b}{2a}\ , \qquad x_{1/2} = x_S \pm \sqrt{-\frac{y_S}{a}}\ , \qquad x_{1/2} = -\frac{p}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{p}{2}\right)^2 - q}$$

g)** Der **Faktor a bestimmt die Öffnung der Parabel** und diese bleibt gleich, unabhängig von der Lage des Koordinatensystems
Achtung***: Beim Nutzen eines anderen Maßstabs ändert sich auch die Variabel a.

h)** Die **Anzahl der Nullstellen** hängt von der Lage des Koordinatensystems ab:
Liegt die x-Achse oberhalb des Scheitelpunktes, so hat die Wasserparabel keine Nullstelle (D<0),
liegt die x-Achse auf dem Scheitelpunkt, so hat die Wasserparabel eine (doppelte) Nullstelle (D=0),
und liegt die x-Achse unterhalb des Scheitelpunktes, so hat die Wasserparabel zwei Nullstellen (D>0).

<u>Lösungen Aufgabe 3</u> **Schnittpunkte der Parabel mit einer horizontalen Geraden**

a) ** Wasserstrahl auf Höhe der Nasenspitze des Kindes

1) Rechnung mit Ursprung im Scheitelpunkt:
Die Nasenspitze befindet sich 4 cm unterhalb des Scheitelpunktes: Geradengleichung y=-4
$y = -0,2\,x^2$
$y=-4$,
Gleichsetzen: $-4 = -0,2\,x^2 \qquad |:(-0,2)$
$x^2 = 20$
$x_{1/2} = \pm\sqrt{20}$,
$x_1 \approx 4,47$, $x_2 \approx -4,47$
Die beiden Punkte sind (-4,47/-4) und (4,47/-4), der Abstand beträgt $\Delta x = 8,94$ (LE)

2) Rechnung mit Ursprung in Düse:

y = -0,2 x (x-10)

y=1 (Geradengleichung)

1 = -0,2 x^2 + 2x | -1

0 = -0,2 x^2 + 2x -1 |: (-0,2)

0 = x^2 -10 +5

$x_{1/2} = 5 \pm \sqrt{25-5} = 5 \pm \sqrt{20}$

$x_1 \approx 0{,}528$, $x_2 \approx 9{,}47$

Die beiden Punkte sind (0,528 /1) und (9,47/1), der Abstand beträgt Δ x = 8,94 (LE)

*c)**** ***Beobachtung zum Abstand***

Der Abstand Δ x = 8,94 (LE) ist stets derselbe, da er nicht von der Verschiebung des Koordinatensystems abhängt!

<u>Lösungen Aufgabe 3</u> Maß

a)* Der **höchste Punkt des Wasserstrahls** ist etwa 1,5m über dem Erdboden.

b)* Der **Kopf** auf dem Bild ist 4cm hoch, ein wirklicher Kopf ca. 20 cm (Messen!). Ein Zentimeter auf dem Bild entspricht also ca. 5 cm in Wirklichkeit, also Maßstab 1:5

Es gilt in etwa: Personenhöhe = 7 * Kopfhöhe, also ist Tim ca. 140 cm groß.

c)** Der **Scheitelpunkt der Wasserparabel** ist etwa 1,5m über dem Erdboden. Tims große Schwester kann also nicht aufrecht hindurchgehen, ohne nass zu werden.

d)*** **Wie weit kommt der Wasserstrahl?**

1. Möglichkeit: Rechnung mit Koordinatensystem mit Ursprung im Scheitelpunkt.

Der Erdboden liegt ca. 1,5 m unterhalb des Scheitelpunktes. Dies entspricht im Bild y = -30

$y = -0{,}2\,x^2$, => $-30 = -0{,}2\,x^2$, $150 = x^2$, $x_{1/2} = \sqrt{150} \approx \pm 12{,}25$

Der Wasserstrahl trifft also in 12,25 · 5cm = ca. 61,2 cm horizontaler Entfernung auf dem Boden auf.
Hinzu kommt der horizontale Abstand vom Kind zum Scheitelpunkt von ca. 40cm.
Insgesamt trifft der Wasserstrahl also etwa einen Meter (101,25cm) vor dem Kind auf den Boden.

2. Möglichkeit: Rechnung mit Koordinatensystem mit Ursprung am Fuß des Kindes.

a) in Längeneinheiten: y = -0,2 (x-20,25) (x+4,25)
Die Nullstelle liegt bei 20,25 (LE)
20,25 * 5cm = <u>101,25cm</u>

b) in wirklichem Maß: y = -0,04 (x-101,23) (x+21,23)
Die Nullstelle liegt bei <u>101,23 cm</u> (dieser Wert ist genauer)

Tims kleiner Bruder wird also nicht nass.

SCHULLOGO	**Parabel** **Modellierung & Schnittpunkte**	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:

<u>**Lösungen Aufgabe 1**</u> **Koordinatensystem & Parabelgleichung**

Andere Modellierungsmöglichkeiten

Koordinatensystem mit Ursprung in Düse, 1 LE = 1cm

Scheitelform*: $\mathbf{y = a\,(x-x_S)^2 + y_S}$ mit S (5/5), $\mathbf{y = a\,(x-5)^2 + 5}$

Punktprobe mit N_1 (0/0) $0 = a\,(0-5)^2 + 5$, $a = -1/5$, <u>$\mathbf{y = -0{,}2\,(x-5)^2 + 5}$</u>

Faktoren (Satz vom Nullprodukt):** $\mathbf{y = a\,(x-x_1)\,(x-x_2)}$ mit Nullstellen $x_1=0$, $x_2=10$, $\mathbf{y = a\,x\,(x-10)}$

a) Nach unten **geöffnet** also a < 0
b) Normalparabel geht durch P(5/25), hier durch P'(5/5) , also Stauchung 1/5

$a = -1/5$, <u>$\mathbf{y = -0{,}2\,x\,(x-10)}$</u>

oder Punktprobe mit S (5/5): $5 = 5a\,(5-10) = -25a$, $a = -1/5$, <u>$\mathbf{y = -0{,}2\,x\,(x-10)}$</u>

allgemeine Form*:** $\mathbf{y=ax^2+bx+c}$

Punktprobe mit N_1 (0/0) $0 = c$
Punktprobe mit N_2 (10/0) $0 = 100a + 10b$
Punktprobe mit S (5/5) $5 = 25a + 5b$ $a = -1/5$, $b = 2$, <u>$\mathbf{y = -0{,}2\,x^2 + 2x}$</u>

Koordinatensystem mit Ursprung in Düse, Maßstab 1:5 (Kopfhöhe 20cm)

Scheitelform*: $\mathbf{y = a\,(x-x_S)^2 + y_S}$ $\mathbf{y = a\,(x-25)^2 + 25}$

Punktprobe mit N_1 (0/0): $0 = a\,(0-25)^2 + 25$ $a = -1/25$ <u>$\mathbf{y = -0{,}04\,(x-25)^2 + 25}$</u>

Satz vom Nullprodukt:** $\mathbf{y = a\,(x-x_1)\,(x-x_2)}$ mit Nullstellen $x_1=0$, $x_2=50$, $\mathbf{y = ax\,(x-50)}$

a) Nach unten **geöffnet** also a < 0
b) Normalparabel geht durch P(25/25²), hier durch P'(25/25)

$a = -1/25$, <u>$\mathbf{y = -0{,}04\,x\,(x-50)}$</u>

Punktprobe mit S (25/25) $25 = 25a\,(25-50) = -25 \cdot 25a$, $a = -1/25$, <u>$\mathbf{y = -0{,}04\,x\,(x-50)}$</u>

Allgemeine Form*:** $\mathbf{y=ax^2+bx+c}$

Punktprobe mit N_1 (0/0): $0 = c$
Punktprobe mit N_2 (50/0): $0 = 100a + 10b$
Punktprobe mit S (25/25): $5 = 25a + 5b$ $a = -1/5$, $b = 2$ <u>$\mathbf{y = -0{,}04\,x^2 + 2x}$</u>

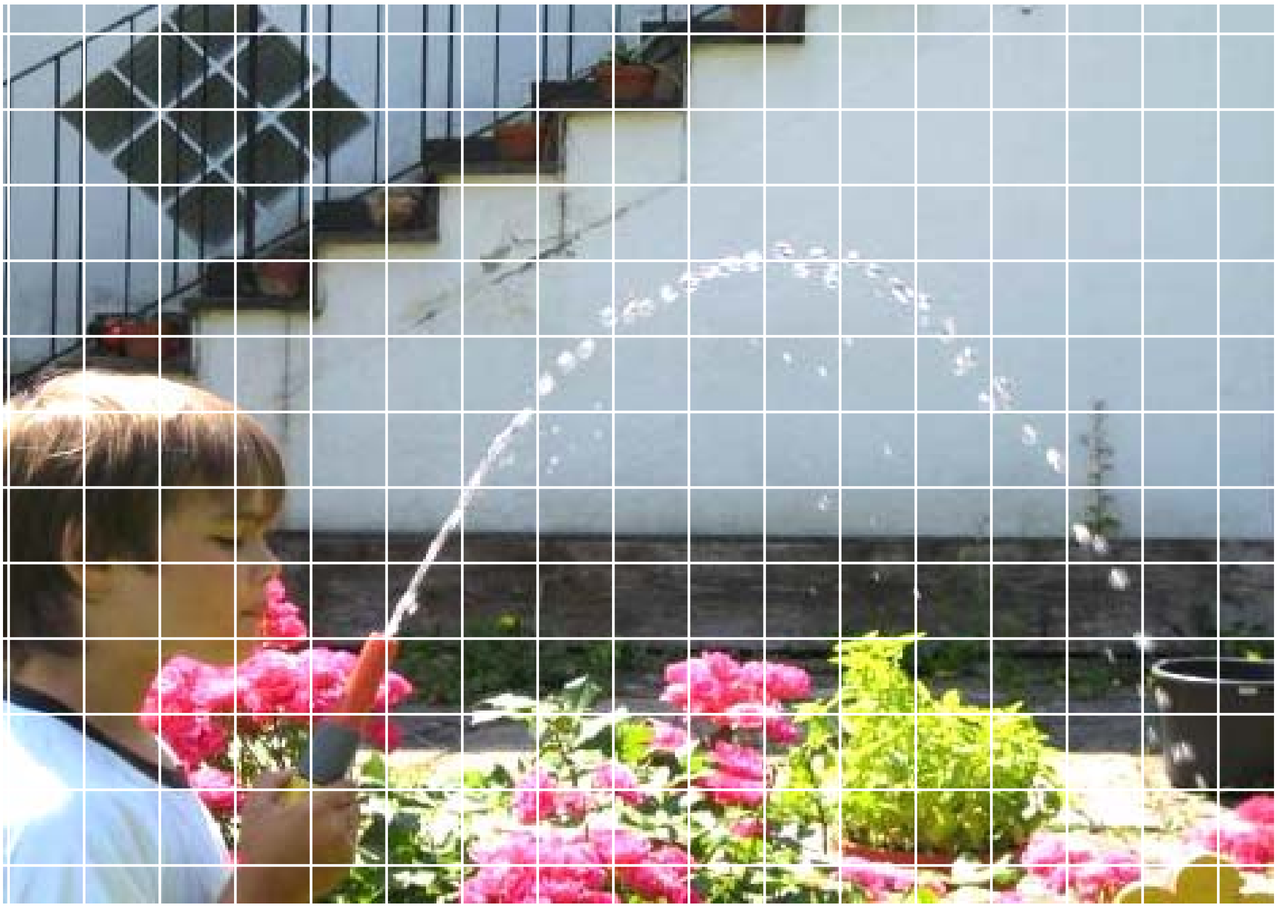
SCHULLOGO	**Parabel** **Modellierung & Schnittpunkte**	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:

70min							**Folie mit Koordinaten-system**	**Folienstifte**

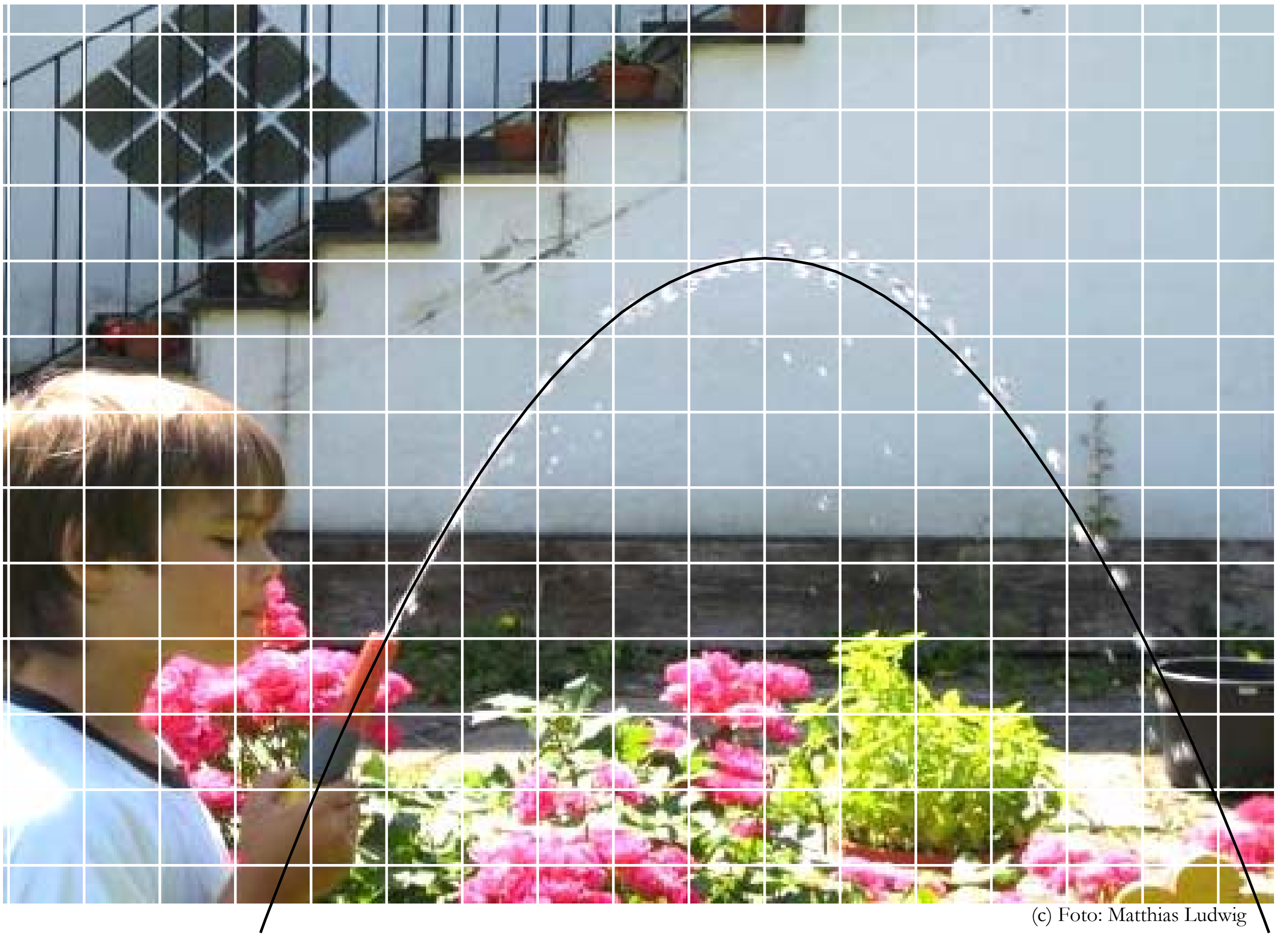
Tim und die Wasserparabel

(c) Foto: Matthias Ludwig

Kopien: Etwas mehr als Klassensatz
+ 1 Folie

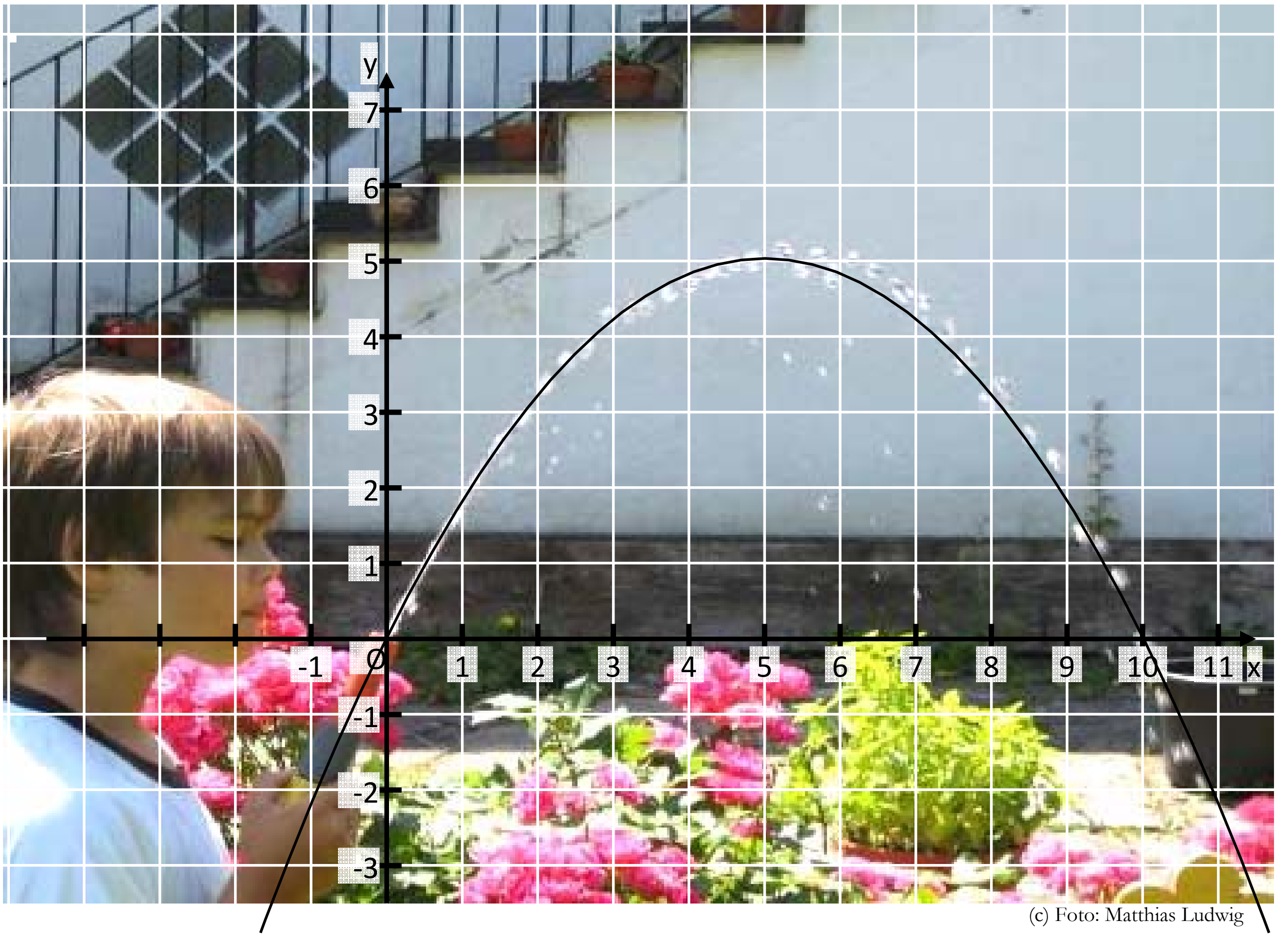


(c) Foto: Matthias Ludwig


(c) Foto: Matthias Ludwig

Kopien: ca. 5
+ 1 Folie

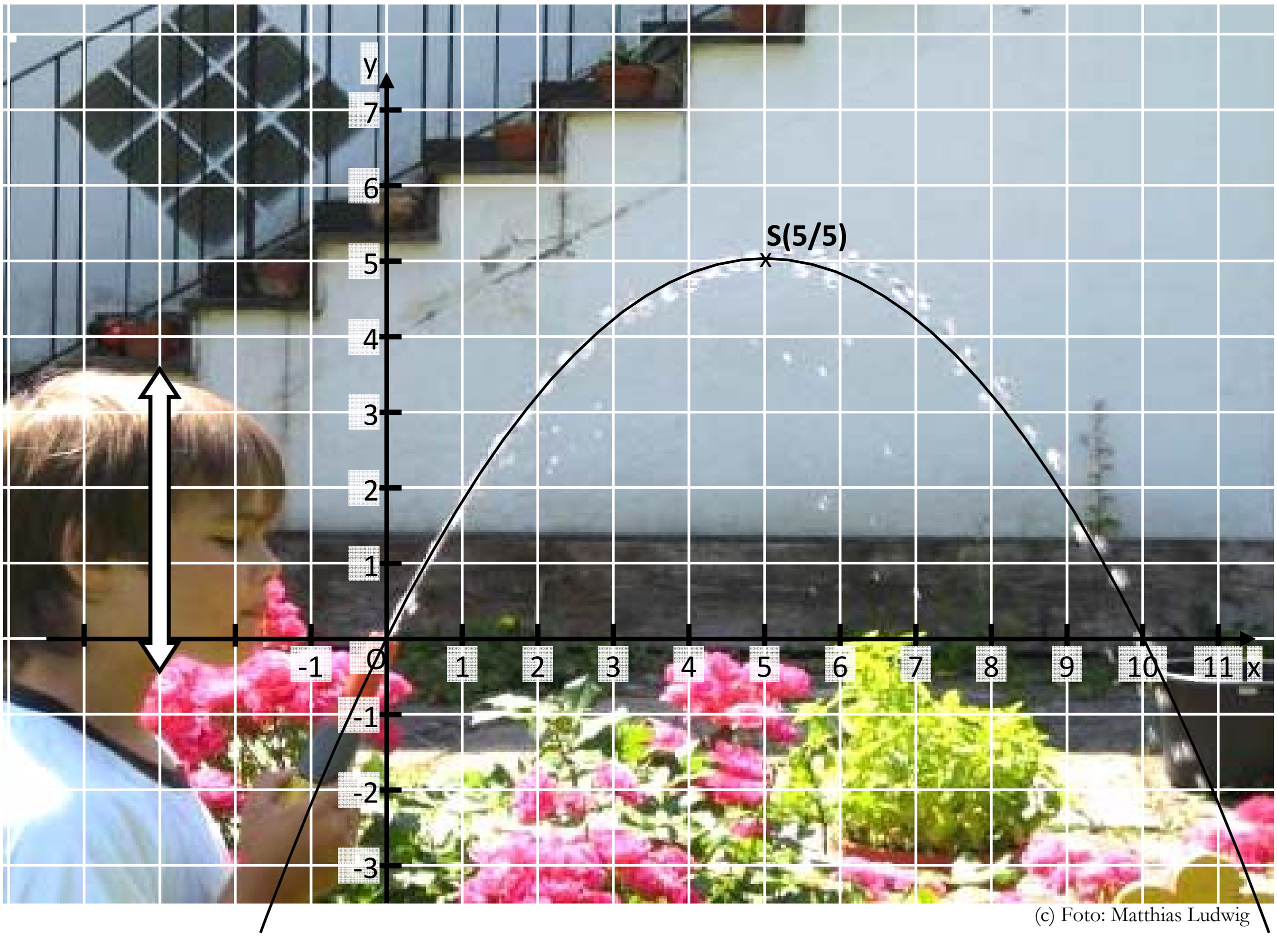
SCHULLOGO	**Parabel** **Modellierung & Schnittpunkte**	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:



(c) Foto: Matthias Ludwig

Kopien: ca. 5
+ 1 Folie

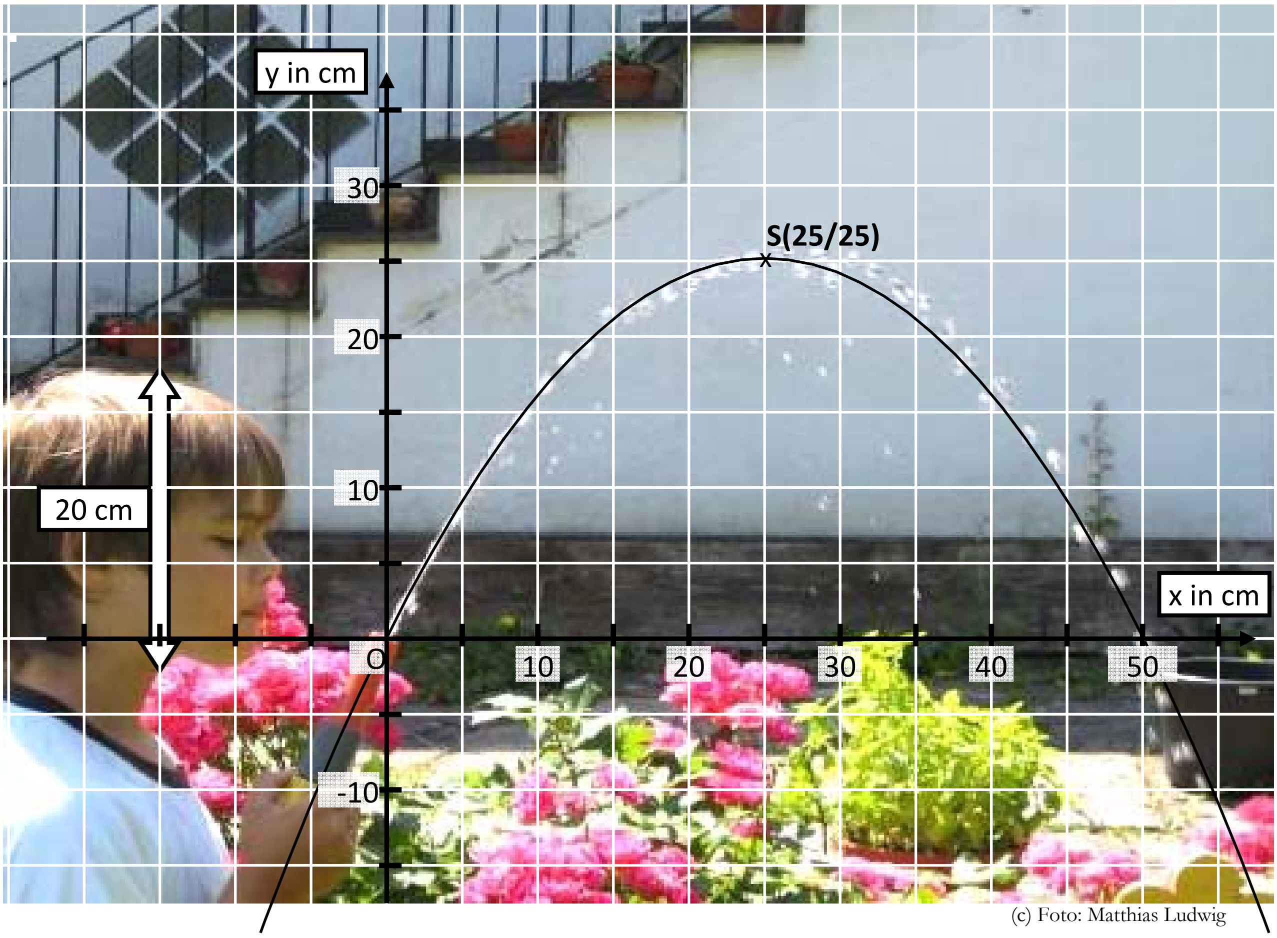
$y = -0{,}2x^2 + 2x$



(c) Foto: Matthias Ludwig

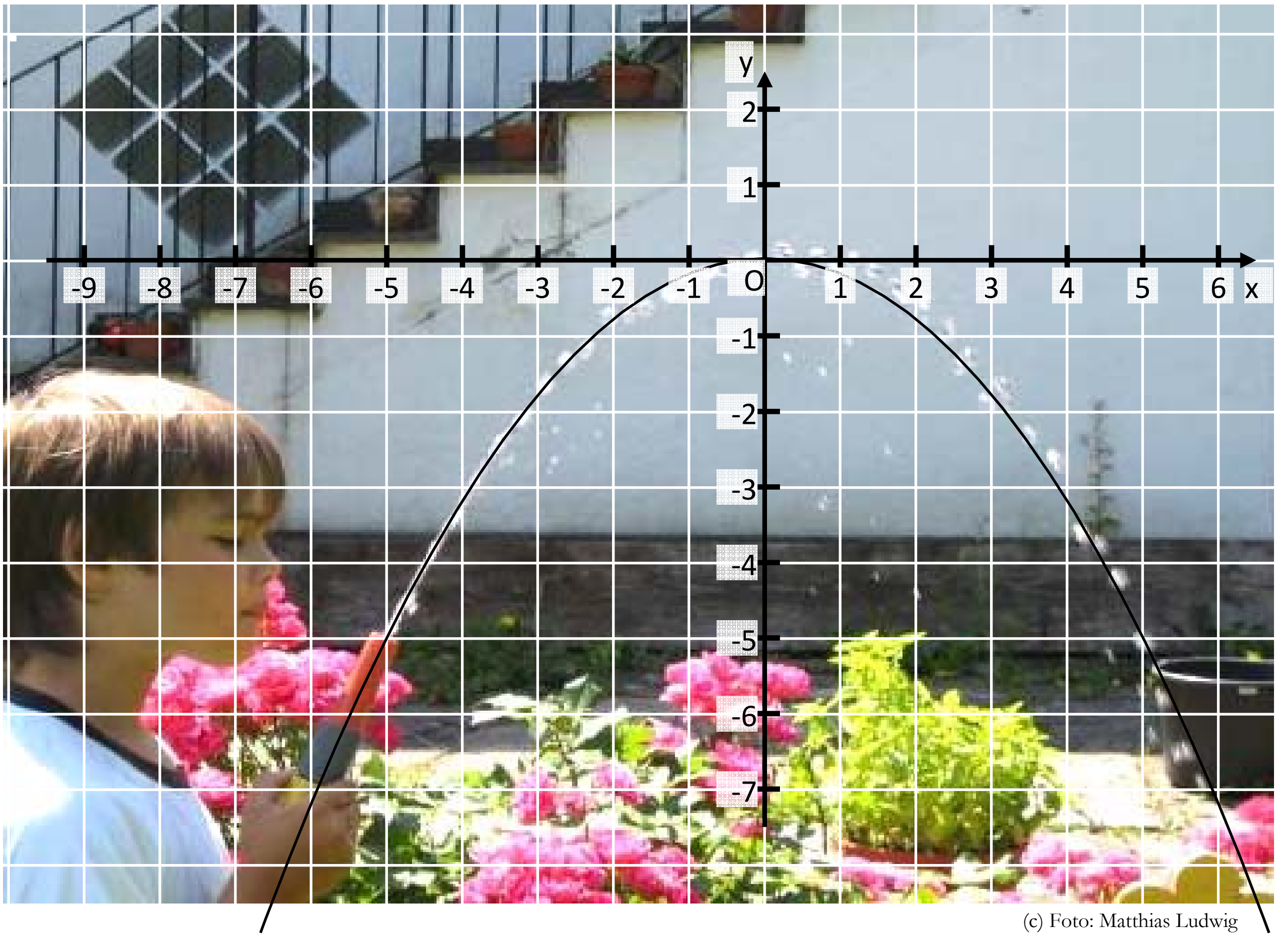
Kopien: ca. 3

y = -0,04 x (x-10)



(c) Foto: Matthias Ludwig

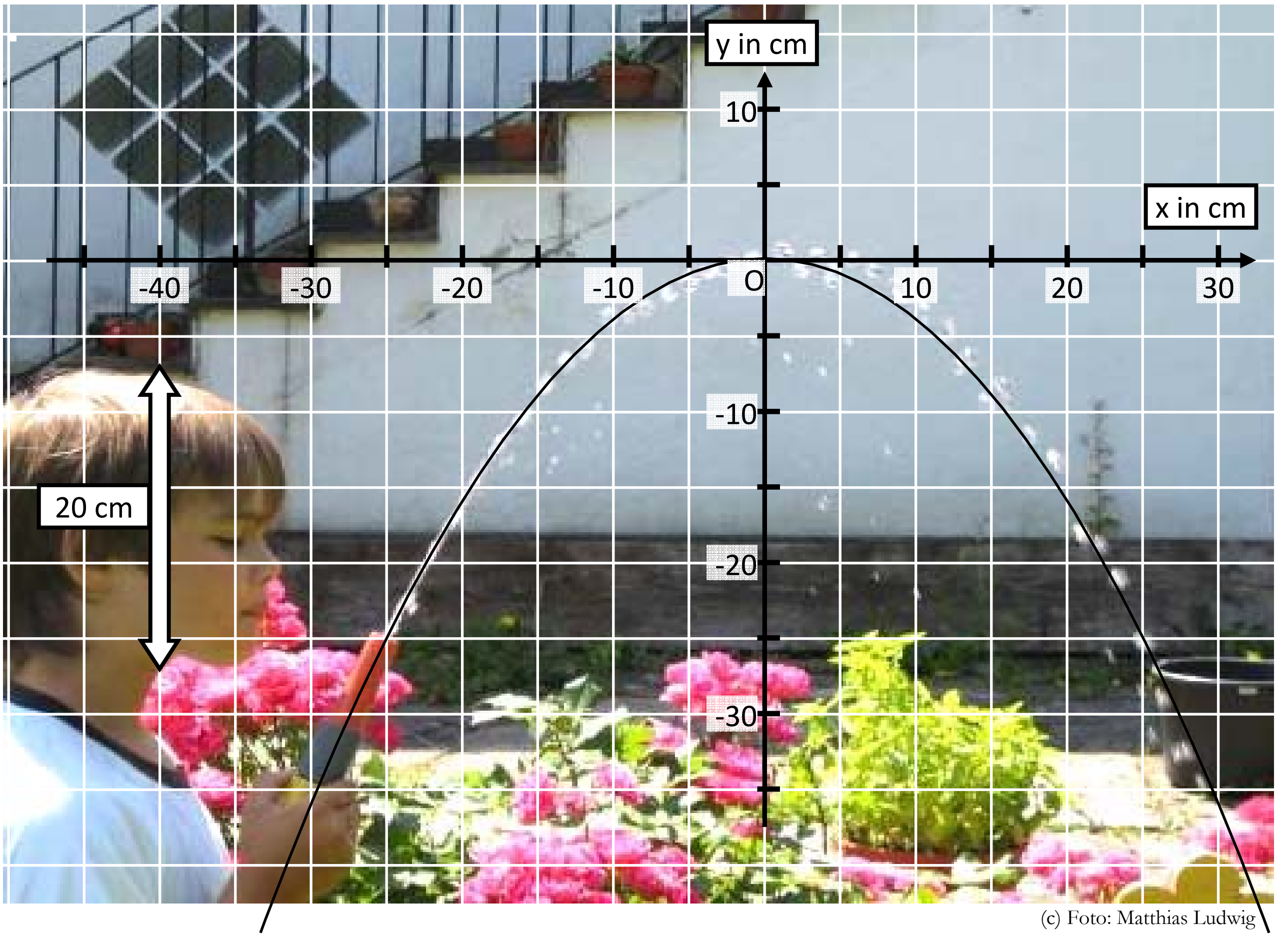
Kopien: ca. 3
+ 1 Folie



(c) Foto: Matthias Ludwig

Kopien: ca. 5
+ 1 Folie

SCHULLOGO	**Parabel** **Modellierung & Schnittpunkte**	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:

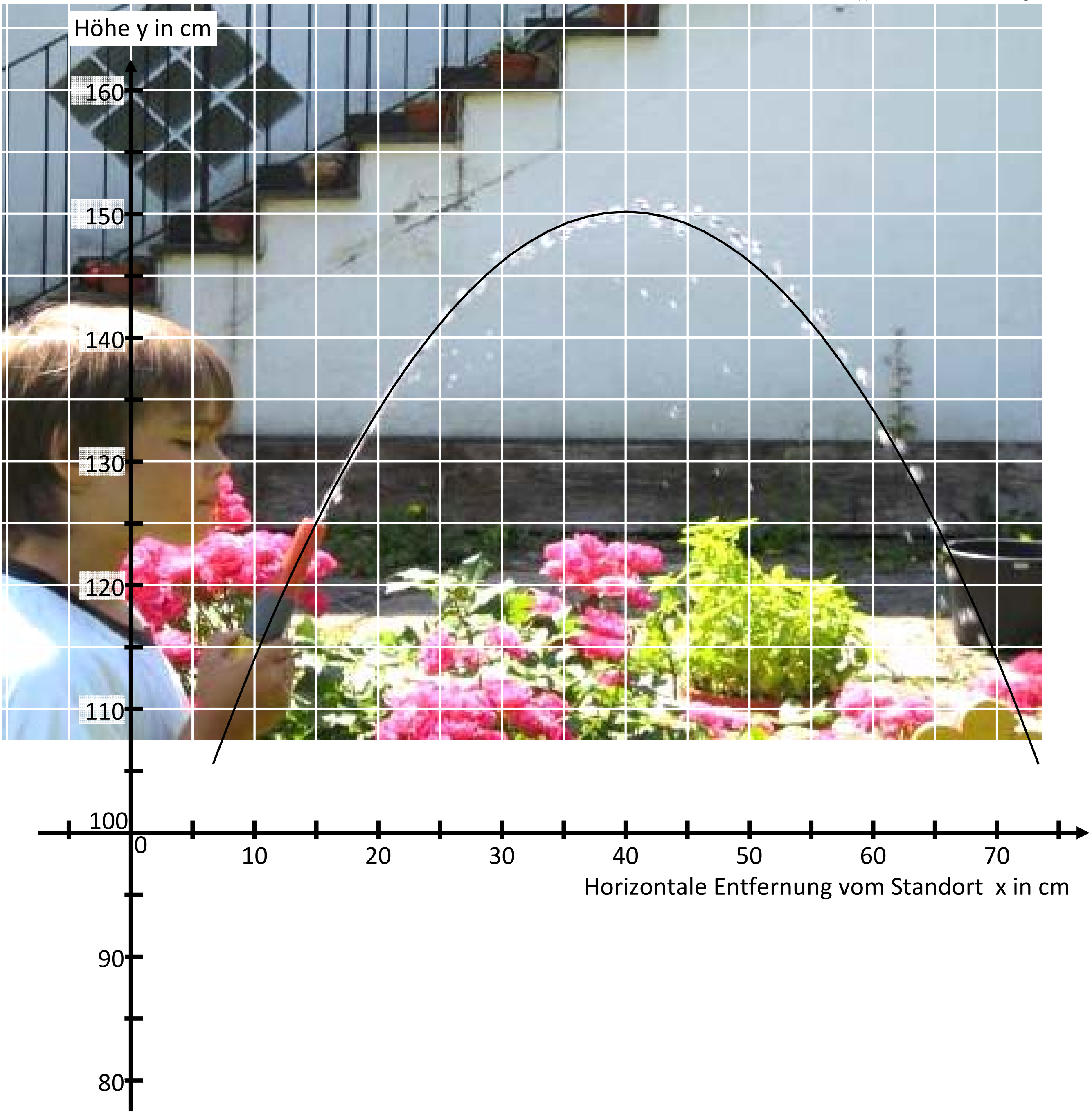


(c) Foto: Matthias Ludwig

Kopien: ca. 3
+ 1 Folie

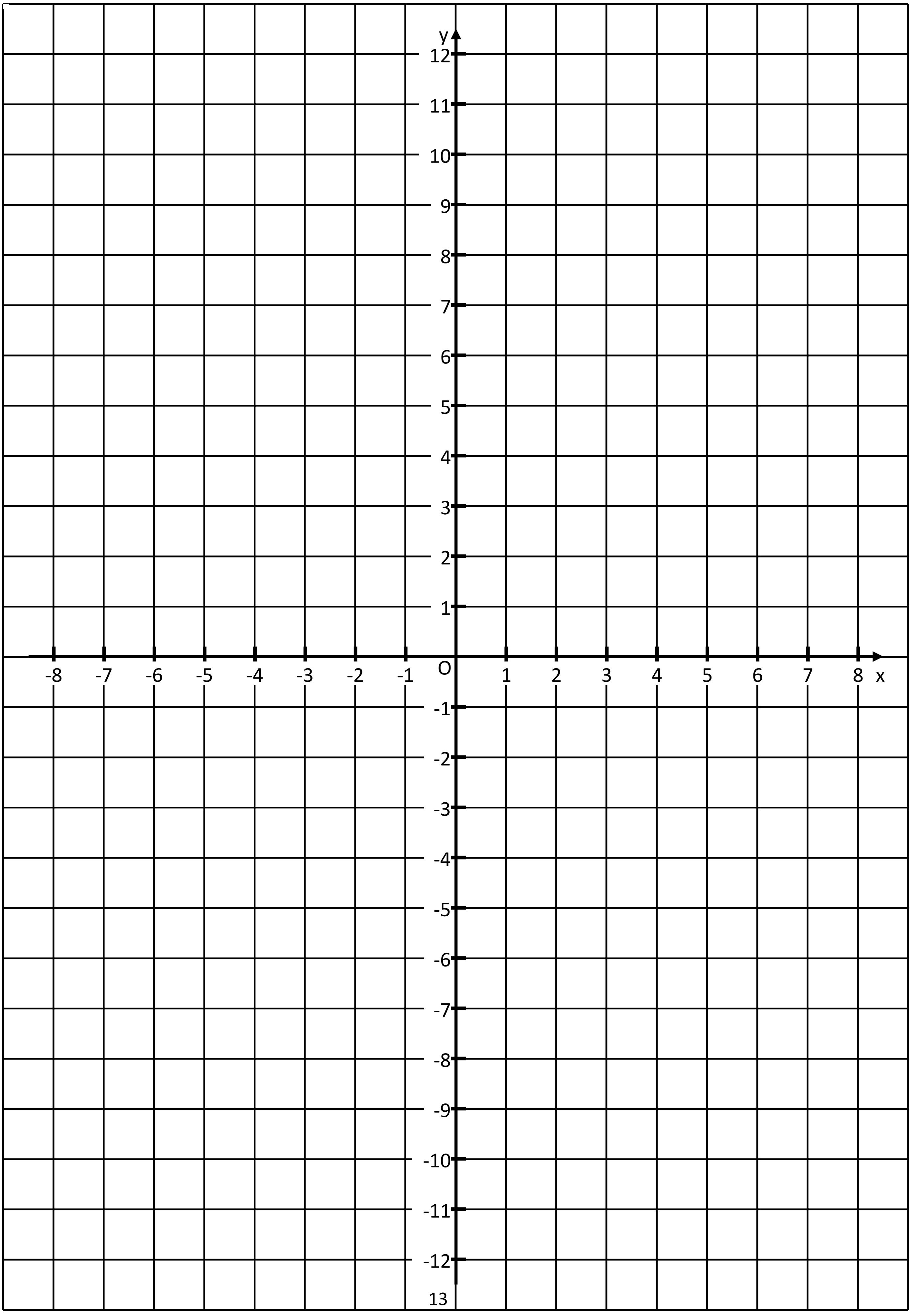
SCHULLOGO	**Parabel** **Modellierung & Schnittpunkte**	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:

(c) Foto: Matthias Ludwig

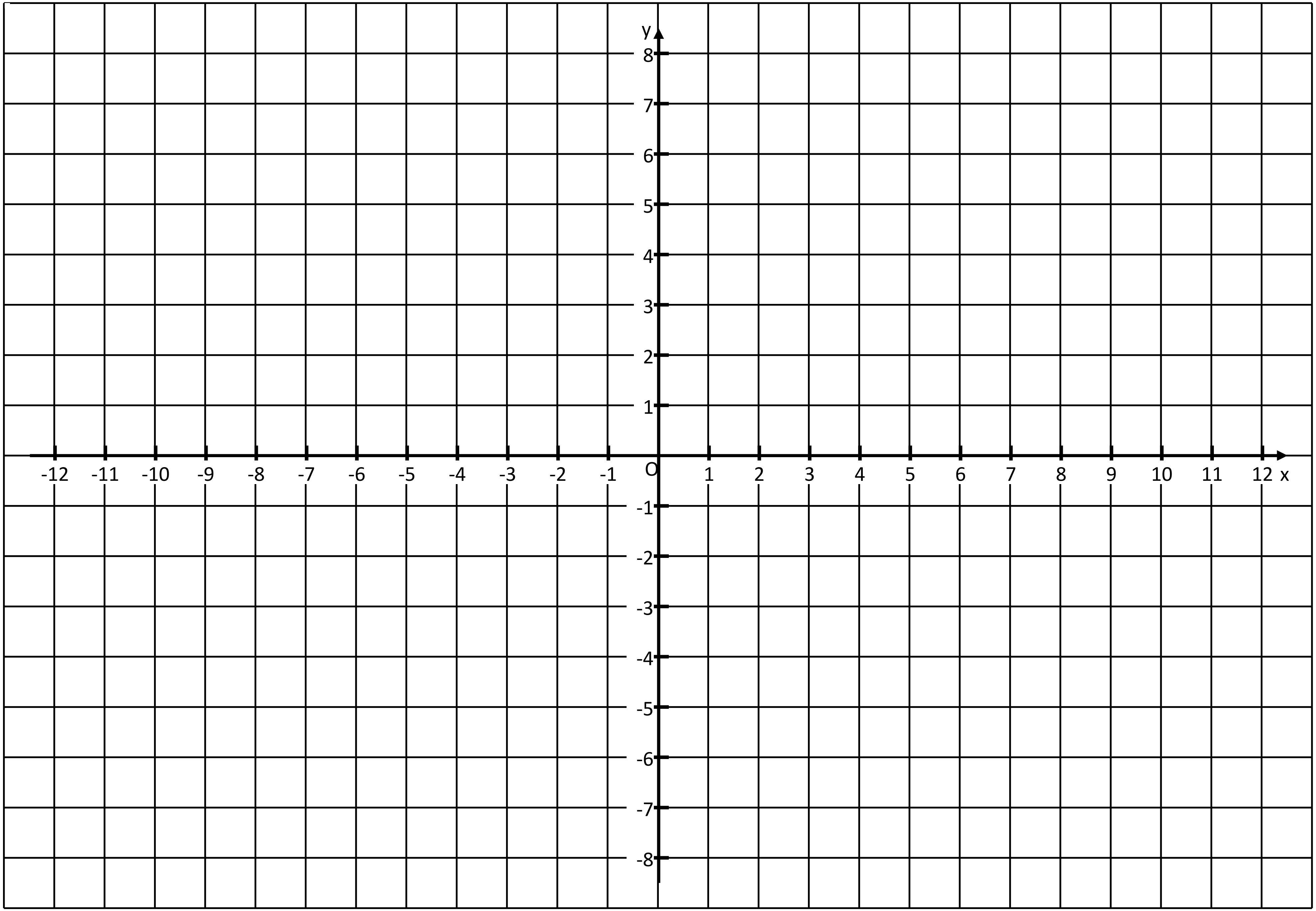


Kopien: ca. 3
+ 1 Folie

Kopien: ca. 5- FOLIE



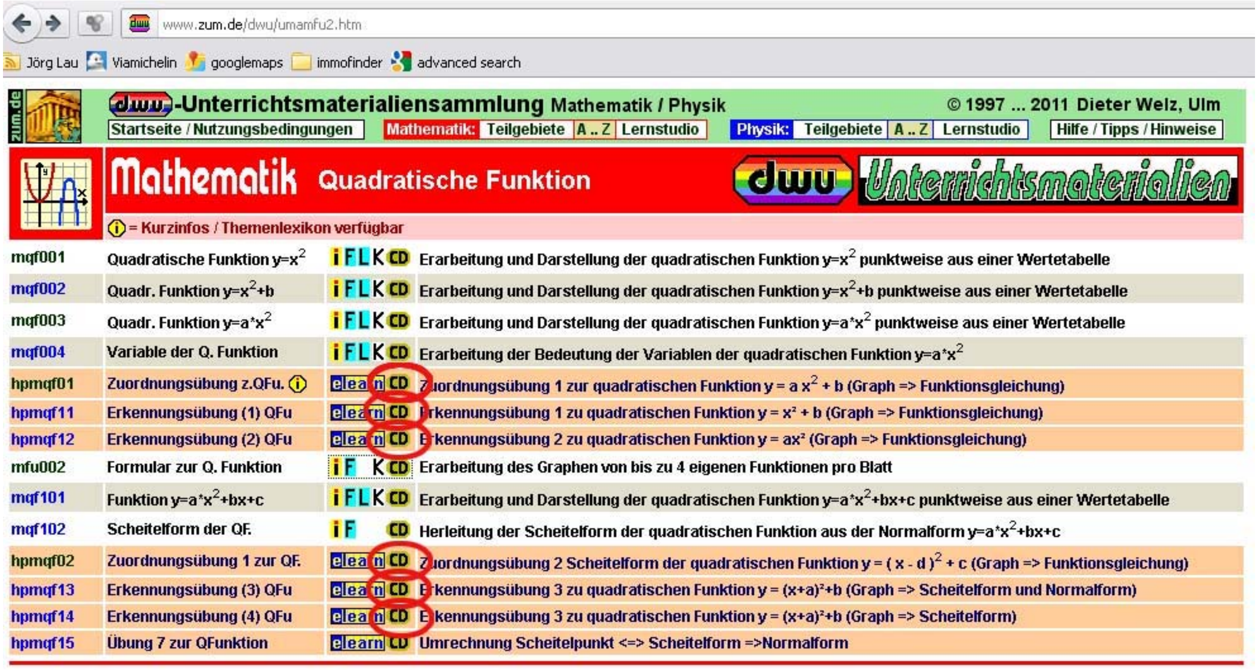
Kopien: 1- FOLIE



Kopien: Klassensatz- FOLIE

SCHULLOGO	Online – Übungen zu Parabeln	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:

http://www.zum.de/dwu/umamfu2.htm



www.zum.de/dwu/umamfu2.htm

dwu-Unterrichtsmaterialiensammlung Mathematik / Physik © 1997 ... 2011 Dieter Welz, Ulm

Mathematik Quadratische Funktion

= Kurzinfos / Themenlexikon verfügbar

mqf001	Quadratische Funktion $y=x^2$	i F L K CD	Erarbeitung und Darstellung der quadratischen Funktion $y=x^2$ punktweise aus einer Wertetabelle
mqf002	Quadr. Funktion $y=x^2+b$	i F L K CD	Erarbeitung und Darstellung der quadratischen Funktion $y=x^2+b$ punktweise aus einer Wertetabelle
mqf003	Quadr. Funktion $y=a*x^2$	i F L K CD	Erarbeitung und Darstellung der quadratischen Funktion $y=a*x^2$ punktweise aus einer Wertetabelle
mqf004	Variable der Q. Funktion	i F L K CD	Erarbeitung der Bedeutung der Variablen der quadratischen Funktion $y=a*x^2$
hpmqf01	Zuordnungsübung z.QFu.	elearn CD	Zuordnungsübung 1 zur quadratischen Funktion $y = a x^2 + b$ (Graph => Funktionsgleichung)
hpmqf11	Erkennungsübung (1) QFu	elearn CD	Erkennungsübung 1 zu quadratischen Funktion $y = x^2 + b$ (Graph => Funktionsgleichung)
hpmqf12	Erkennungsübung (2) QFu	elearn CD	Erkennungsübung 2 zu quadratischen Funktion $y = ax^2$ (Graph => Funktionsgleichung)
mfu002	Formular zur Q. Funktion	i F K CD	Erarbeitung des Graphen von bis zu 4 eigenen Funktionen pro Blatt
mqf101	Funktion $y=a*x^2+bx+c$	i F L K CD	Erarbeitung und Darstellung der quadratischen Funktion $y=a*x^2+bx+c$ punktweise aus einer Wertetabelle
mqf102	Scheitelform der QF.	i F CD	Herleitung der Scheitelform der quadratischen Funktion aus der Normalform $y=a*x^2+bx+c$
hpmqf02	Zuordnungsübung 1 zur QF.	elearn CD	Zuordnungsübung 2 Scheitelform der quadratischen Funktion $y = (x - d)^2 + c$ (Graph => Funktionsgleichung)
hpmqf13	Erkennungsübung (3) QFu	elearn CD	Erkennungsübung 3 zu quadratischen Funktion $y = (x+a)^2+b$ (Graph => Scheitelform und Normalform)
hpmqf14	Erkennungsübung (4) QFu	elearn CD	Erkennungsübung 3 zu quadratischen Funktion $y = (x+a)^2+b$ (Graph => Scheitelform)
hpmqf15	Übung 7 zur QFunktion	elearn CD	Umrechnung Scheitelpunkt <=> Scheitelform =>Normalform

SCHULLOGO	Online – Übungen zu Parabeln	Fach: Mathematik Klasse: 2BF Datum:

http://www.zum.de/dwu/umamfu2.htm

www.zum.de/dwu/umamfu2.htm

dwu-Unterrichtsmaterialiensammlung Mathematik / Physik © 1997 ... 2011 Dieter Welz, Ulm

Mathematik Quadratische Funktion

= Kurzinfos / Themenlexikon verfügbar

mqf001	Quadratische Funktion $y=x^2$	i F L K CD	Erarbeitung und Darstellung der quadratischen Funktion $y=x^2$ punktweise aus einer Wertetabelle
mqf002	Quadr. Funktion $y=x^2+b$	i F L K CD	Erarbeitung und Darstellung der quadratischen Funktion $y=x^2+b$ punktweise aus einer Wertetabelle
mqf003	Quadr. Funktion $y=a*x^2$	i F L K CD	Erarbeitung und Darstellung der quadratischen Funktion $y=a*x^2$ punktweise aus einer Wertetabelle
mqf004	Variable der Q. Funktion	i F L K CD	Erarbeitung der Bedeutung der Variablen der quadratischen Funktion $y=a*x^2$
hpmqf01	Zuordnungsübung z.QFu.	elearn CD	Zuordnungsübung 1 zur quadratischen Funktion $y = a x^2 + b$ (Graph => Funktionsgleichung)
hpmqf11	Erkennungsübung (1) QFu	elearn CD	Erkennungsübung 1 zu quadratischen Funktion $y = x^2 + b$ (Graph => Funktionsgleichung)
hpmqf12	Erkennungsübung (2) QFu	elearn CD	Erkennungsübung 2 zu quadratischen Funktion $y = ax^2$ (Graph => Funktionsgleichung)
mfu002	Formular zur Q. Funktion	i F K CD	Erarbeitung des Graphen von bis zu 4 eigenen Funktionen pro Blatt
mqf101	Funktion $y=a*x^2+bx+c$	i F L K CD	Erarbeitung und Darstellung der quadratischen Funktion $y=a*x^2+bx+c$ punktweise aus einer Wertetabelle
mqf102	Scheitelform der QF.	i F CD	Herleitung der Scheitelform der quadratischen Funktion aus der Normalform $y=a*x^2+bx+c$
hpmqf02	Zuordnungsübung 1 zur QF.	elearn CD	Zuordnungsübung 2 Scheitelform der quadratischen Funktion $y = (x - d)^2 + c$ (Graph => Funktionsgleichung)
hpmqf13	Erkennungsübung (3) QFu	elearn CD	Erkennungsübung 3 zu quadratischen Funktion $y = (x+a)^2+b$ (Graph => Scheitelform und Normalform)
hpmqf14	Erkennungsübung (4) QFu	elearn CD	Erkennungsübung 3 zu quadratischen Funktion $y = (x+a)^2+b$ (Graph => Scheitelform)
hpmqf15	Übung 7 zur QFunktion	elearn CD	Umrechnung Scheitelpunkt <=> Scheitelform =>Normalform