

### Hinweis

Im Folgenden findet ihr ab und zu auch Hinweise, wie ihr direkt zu einer Seite in der Lernumgebung „Modellieren mit Mathe“ (<http://www.blick.it/blick/angebote/modellmathe/infothek.htm>) kommt. Die Angabe .../xxx.htm meint, dass ihr in der Startadresse infothek.htm durch xxx.htm ersetzt.

### Daten sammeln



Es geht darum, dass ihr in eurer Gruppe zeitliche Entwicklungen zum weiten Themenbereich „Klimawandel“ (.../ma0550.htm) analysiert. Dazu braucht ihr möglichst aktuelle Daten zu eurer Fragestellung. Falls ihr nicht schon bei der Sachanalyse fündig geworden seid, hier noch einmal ein paar Tipps:

Unter den kommentierten Links (.../ma0556i.htm) findet ihr u.a. die **International Energy Agency** (IEA) und die **European Energy Agency** (EEA), bei denen ihr Energiedaten für die ganze Welt oder Europa bekommt. Für Deutschland halten das **Umweltbundesamt** (UBA) und das **Bundesumweltministerium** (BMU) viele Daten bereit. Braucht ihr Daten für Bundesländer und noch kleinere Einheiten, so sind häufig die Landesämter für Statistik eine gute Anlaufstelle.

## Datenanalyse

Thema: **Klimawandel - unumgänglich?**

Arbeitskarte: 2/8

### Arbeitsauftrag:

Tragt die gefundenen Werte nach folgendem Muster in eine Tabelle ein:

1. Spalte: die gefundenen Jahreszahlen
2. Spalte: die jeweilige Zeitdifferenz zum Startwert
3. Spalte: der zugehörige Datenwert (bitte denkt an die Einheit!)

Erinnert euch: Jede Tabelle benötigt eine Überschrift sowie die Quellenangabe.

Die Zeitdifferenz zum Startjahr braucht ihr, damit bei der nachfolgenden grafischen Darstellung der Nullpunkt und damit auch die y-Achse in der Darstellung enthalten sind.

Jahr	Zeit-differenz	Wert
1995	0	2,45
2000	5	5,80
2005	10	11,62
2010	15	14,75

### **Punktdiagramme beschreiben eine Entwicklung**

Mit Punktdiagrammen kann man sehr gut zeitliche Entwicklungen beschreiben. Bevor ihr sie mit Hilfe von Programmen gestaltet, solltet ihr mindestens eines auch selbst zeichnen:

1. Versuch: Für diesen Arbeitsschritt braucht Ihr **Millimeterpapier**.

## Datenanalyse

Thema: **Klimawandel - unumgänglich?**

Arbeitskarte: 3/8

### Arbeitsauftrag:

Zeichnet ein Punktediagramm. Hier eine Kurzanleitung:

Wählt für die Zeitachse (x-Achse / Rechtsachse) einen geeigneten Maßstab, z. B. pro Jahr 5 mm oder 10 mm. Verfährt ebenso für die Hochachse. Tragt nun die Zeitdifferenzen zusammen mit den Datenwerten als Punkte (xn/yn) in das Koordinatensystem ein.

2. Versuch: Einfacher lassen sich solche Punktdiagramme mit Hilfe von Tabellenkalkulation wie Excel bzw. Calc oder Geogebra herstellen. Eine Beschreibung des Verfahrens findet ihr, wenn ihr vom Eingangsportale dem Link „Anregungen zur Nutzung von Werkzeugen“ folgt. Direkt gelangt ihr dahin mit ... /ma9075.htm (Excel) und ... /ma9475.htm (Geogebra)

Schaut euch nun in der Gruppe euer Diagramm an und versucht die Entwicklung der Werte zu **beschreiben**.

z. B. *„in den letzten 10 Jahren sind die Werte ständig gestiegen,“* oder

*„in der Zeit von .. bis .. fielen die Werte ab, danach sind sie wieder langsam (schnell, stetig, rasant, ...) angestiegen,“* oder

*„Die Entwicklung verlief in der Zeit von ... bis ... sehr wechselhaft. Insgesamt wurden die Werte aber kleiner (größer, kaum verändert, ...).“*

### **Entwicklungen prognostizieren**

Ihr habt nun eure ersten Punktdiagramme mit den von euch erforschten Daten gezeichnet und die Entwicklung der Datenwerte beschrieben. Nun solltet ihr einen Blick in die Zukunft werfen.

#### **Arbeitsauftrag:**

Schreibt zunächst sauber auf, welche Vermutung(en) ihr für die weitere Entwicklung habt. Z. B.

*„Da die Kohlendioxidkonzentration ... in den letzten Jahren immer stärker gestiegen/ gefallen ist, nehme ich an, dass dieser Trend anhält. Folgende Informationen .... bestärken mich in dieser Vermutung.“*

Um auch eine quantitative Aussage (mit Zahlen belegte) machen zu können, solltet ihr zunächst das Punktediagramme daraufhin prüfen, ob eher eine lineare oder eine exponentielle Entwicklung zu erkennen ist. Woran man das erkennen kann und wie man das ggf. auch rechnerisch überprüfen kann, findet ihr, wenn ihr vom Eingangsportal die **mathematischen Hilfen** (Fenster in der Mitte) und dann die **Exponentialfunktionen** anklickt. Im Seitenmenü der Seite findet ihr den Link „Ein linearer oder ein exponentieller Prozess?“. Direkt gelangt ihr über [.../ma0157.htm](#) dorthin.

## Datenanalyse

Thema: **Klimawandel - unumgänglich?**

Arbeitskarte: 5/8

Den ersten Versuch solltet ihr mit eurem handgefertigten Punktediagramm machen.

### **Arbeitsauftrag:**

Damit ihr mehrere Versuche machen könnt, solltet ihr eure Zeichnung zunächst einige Male kopieren. Verlängert die Zeitachse soweit nach rechts, dass das Zieljahr für eure Prognose noch enthalten ist. Zeichnet nun mit lockerer Hand eine Linie ein, die die Entwicklung der letzten Jahre berücksichtigt.

Lest die Menge an CO<sub>2</sub> (o.ä.) zur Zielzeit an dieser Linie ab und notiert sie als erstes Ergebnis in euer Portfolio. Macht ggf. weitere Versuche und notiert deren Ergebnisse ebenfalls. Diskutiert in eurer Gruppe, welche eurer Vorhersagen die treffenste sein könnte. Schreibt auch dazu Begründungen auf.

Mit Hilfe von Tabellenkalkulationen wie Excel bzw. Calc oder Geogebra könnt ihr diesen Vorgang professionalisieren. Dazu solltet ihr euch aber zunächst mal den nachfolgenden Exkurs durcharbeiten.

**Exkurs:** den Verlauf einer Datenwolke mit Hilfe einer Funktion beschreiben

**Weg 1:**

## Datenanalyse

Thema: **Klimawandel - unumgänglich?**

Arbeitskarte: 6/8

Ihr könnt zum Beispiel die Möglichkeiten eines Schiebereglers nutzen und die Funktionen dynamisch so einstellen, dass sie die Datenwolke gut repräsentieren. Dazu braucht ihr ein **geeignetes Kriterium**.

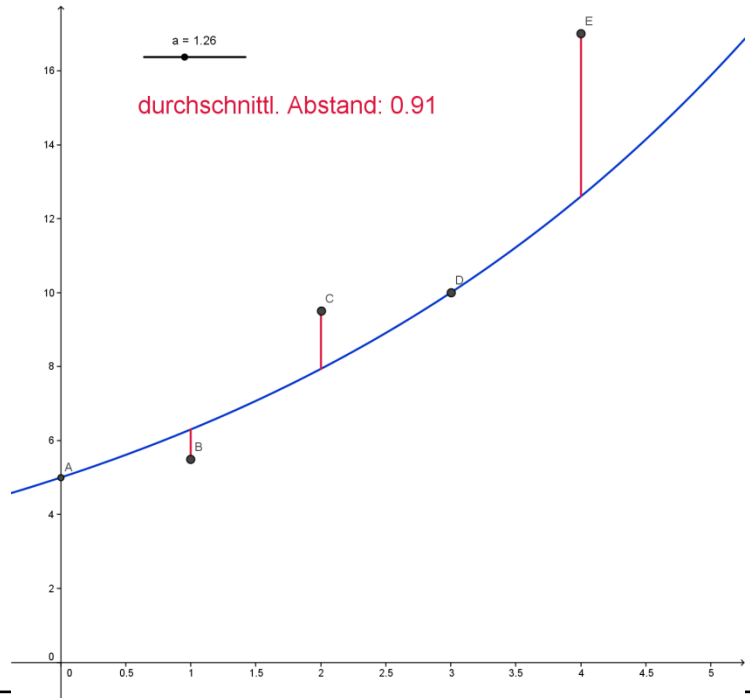
Im Bild rechts seht ihr an einem einfachen Beispiel, dass ihr die Summe der vertikalen Abstände der Punkte zum Funktionsgraph nutzen könnt. Wenn der durchschnittliche Abstand am kleinsten ist, habt ihr die optimale Funktion gefunden.

Dazu geht ihr folgendermaßen vor:

1. Erstellt ein Punktediagramm eurer Daten. Es sollten das Algebra-, das Grafik- und das Tabellenfenster sichtbar sein. Hinweise dazu findet ihr vom Eingangsportal unter „Anregungen zur Nutzung von Werkzeugen“ oder direkt unter [.../ma9475.htm](#).

2. Erstellt einen Schieberegler  $a$  ( $0.01 \leq a \leq 2$ , Schrittweite 0,01) und definiert dann die Funktion  $f$ , indem ihr unten in die Eingabezeile eingibt:

$$f(x) = c \cdot a^x,$$



## Datenanalyse

Thema: **Klimawandel - unumgänglich?**

Arbeitskarte: 7/8

wobei  $c$  die zweite Koordinate des 1. Punktes ist. Dadurch erzeugt ihr eine Exponentialfunktion, die durch den ersten Punkt geht.

3. Lasst die Summe der (vertikalen) Abstände der Punkte vom Funktionsgraph mit dem folgenden Befehl berechnen:

**Summe** = Abstand(B,f) + Abstand(C,f) + .....

Wenn ihr wollt, könnt ihr auch noch die durchschnittliche Summe berechnen:

**Durchschnitt** = Summe /  $n$  (dabei ist die Anzahl der Abstände)

4. Bewegt den Schieberegler bis Summe bzw. Durchschnitt möglichst klein sind. Nun könnt ihr unter  $f(x)$  im Algebrafenster den Funktionsterm ablesen.

### **Weg 2:**

Ihr könnt auch die Möglichkeiten der Programme als „BlackBox“ nutzen. Diese geben neben den Trendfunktionstermen auch den Korrelationskoeffizienten  $R$  bzw. das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) an.

a) Excel

Klickt im Punktediagramm die Datenpunkte mit der linken Maustaste an. Dann erhaltet ihr über die rechte Maustaste das Kontextmenü und wählt „Trendlinie hinzufügen“. Unter **Typ** wählt ihr den gewünschten Funktionstyp aus, unter **Optionen** bestimmt ihr, ob die Gleichung und das Bestimmtheitsmaß ( $R^2$ ) angezeigt werden.

## Datenanalyse

Thema: **Klimawandel - unumgänglich?**

Arbeitskarte: 8/8

b) Calc

Hier läuft der Vorgang ganz ähnlich ab. Wenn die Trendlinie fertig ist, könnt ihr noch in den Kasten mit der Gleichung und dem Bestimmtheitsmaß klicken und mit der rechten Maustaste „Trendliniengleichung formatieren“ auswählen. Unter Zahlen findet ihr z.B. die Einstellmöglichkeiten für die Nachkommastellen.

c) Geogebra

Hier müsst ihr in die Eingabezeile für die lineare Trendgerade `Trendlinie[Liste1]` eingeben, für die exponentielle `„TrendExp[Liste1]“`. Dabei ist Liste1 jeweils die Liste mit den Punkten. Ihr könnt die Punkte auch einzeln – mit Komma getrennt – eingeben.

Der Befehl für den Korrelationskoeffizienten heißt `„KorrelationsKoeffizient[Liste1]“`. Er bezieht sich aber nur auf die lineare Trendgerade. Um das Bestimmtheitsmaß zu erhalten, müsst ihr den Korrelationskoeffizienten noch quadrieren.

### **Arbeitsauftrag:**

Nun habt ihr genügend Handwerkszeug, um eure Daten zu analysieren und damit eine Prognose für die nächste Zeit zu wagen. Wählt den Zeitraum aber nicht zu groß. Der dänische Physiker Niels Bohr soll es – etwas ironisch - so formuliert haben: „Prognosen sind schwierig, insbesondere wenn sie die Zukunft betreffen.“

Danach solltet ihr noch eine ausführliche Antwort auf eure gewählte Forscherfrage geben und dabei eure mathematischen Überlegungen mit einbeziehen.