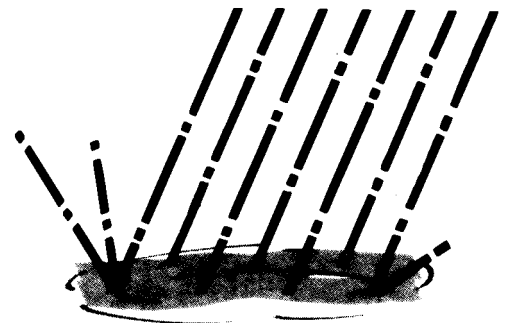


# SCIENCE A C R O S S EUR\*O\*PE

**BP Amoco**



Acid rain over Europe  
Saurer Regen über Europa  
Lluvia ácida sobre Europa  
Pluies acides sur l'Europa  
Piogge acide sull'Europa  
Chuva ácida na Europa

# Saurer Regen über Europa

*Die Absicht dieser Unterrichtseinheit ist es, den Austausch von Informationen und Meinungen über das Problem der Umweltverschmutzung, speziell des sauren Regens, in europäischen Schulen möglich zu machen. Die Unterlagen sollen helfen, das Problem selber besser zu verstehen, und die unterschiedlichen Ansichten der Leute, die in den betroffenen Ländern leben, richtig einzuschätzen.*

## Die Einheit besteht aus vier Teilen

### Teil 1 Allgemeine Hinweise

Ein Überblick über den wissenschaftlichen Hintergrund zum Thema des sauren Regens mit Fragen.

### Teil 2 Was denkt die Klasse über den sauren Regen?

Eine Meinungsumfrage unter den Schülern der Klasse.

### Teil 3 Was denken Schüler in anderen Ländern über den sauren Regen?

Die Meinungsumfrage wird auf andere Länder ausgeweitet.

### Teil 4 Betrachtung der Fakten

Information bezüglich des Problems des sauren Regens in verschiedenen Teilen Europas, mit weiteren Fragen an die Schüler.

## Die Ziele der Unterrichtseinheit sind:

- Aufzeigen des wissenschaftlichen Hintergrundes des Problems des sauren Regens und Demonstration des Zusammenhangs mit dem naturwissenschaftlichen Lehrplan;
- den Schülern helfen, zwischen Meinungen und Fakten zu unterscheiden;
- Bewußtmachen der Ansichten von Menschen aus verschiedenen Ländern;
- Stärkung des Selbstvertrauens der Schüler bei der Anwendung verschiedener europäischer Sprachen;
- Schüler möglichst mit verschiedenen Kommunikationstechnologien, wie z.B. Fax und Electronic-mail vertraut machen.

## Vorausgesetzte Kenntnisse und Fähigkeiten

Die Unterrichtseinheit eignet sich für Schüler von 15 bis 17 Jahren.

- Es wird vorausgesetzt, daß sie folgende Kenntnisse besitzen:**  
Kenntnisse chemischer Formeln;  
Säuren als Substanzen mit spezifischer Wirkung auf Kohlenstoffe, Metalle und lebende Organismen; Verbrennung als Redox – Reaktion; pH – Messung.
- Interpretive Fähigkeiten**  
Das Lesen und Interpretieren von Daten aus Tabellen und Karten.

# Instruktionen für die Lehrkraft

## Material

Jeder Schüler erhält Kopien der Arbeits – und Frageblätter.

### Teil 1

Zu Beginn sollen die Schüler mit dem wissenschaftlichen Hintergrund der Problematik des sauren Regens bekannt gemacht werden. Teil 1 gibt ihnen Hintergrundinformationen. Einige Fragen ermitteln den Wissensstand der Schüler zu beurteilen. Sie sollen die Informationen von Teil 1 lernen, vielleicht als Hausaufgabe, und dann die Fragen beantworten.

Falls Hintergrundinformationen bezüglich des sauren Regens bereits gegeben wurden, kann man direkt zu Teil 2 gehen.

### Teil 2

Die Absicht dieses Teils ist das Sammeln von Schülermeinungen über den sauren Regen und der damit verbundenen Probleme.

Natürlich werden dies subjektive Meinungen sein. Doch das ist unwichtig, denn unser Ziel ist es, die Ansichten von Menschen aus verschiedenen Ländern zum Problem kennenzulernen. Vielleicht hilft es, die Klasse stärker zu motivieren, wenn Sie ihr sagen, daß die Informationen benötigt werden, um sie in andere Länder zu schicken.

Es gibt verschiedene Wege, dies durchzuführen: Hier ist ein Vorschlag:

1 Geben Sie jedem Schüler ein Kopie des Austauschformulars. Lassen Sie die Schüler die Fragen beantworten. Es ist vielleicht am besten, wenn die Schüler die Fragen zu Hause beantworten, so daß sie die Antworten in Zeitungen und Büchern finden oder Personen befragen können.

2 Sammeln Sie alle Antworten.

Formulieren Sie nun eine allgemeingültige Antwort, die die übereinstimmende Meinung der Klasse widerspiegelt. Sie können diese Aufgabe auch der Klasse übertragen, zum Beispiel in Gruppenarbeit. Vielleicht wollen Sie grobe Fehler korrigieren, aber verändern Sie bitte die Antworten der Schüler nicht zu stark, weil wir die Meinungen möglichst unverfälscht haben wollen.

Ihre abschließenden Antworten sollten so kurz sein, so daß diese auch problemlos an andere Schulen geschickt werden können. Dies ist der gleiche Fragebogen, der in Teil 3 verwendet wird, um die Informationen anderer Länder zu sammeln. Behalten Sie also die Resultate, um sie an die Schulen der anderen Länder zu schicken.

### Teil 3

Die Absicht dieses Teils ist das Sammeln von Schülermeinungen verschiedener Länder zum Problem des sauren Regens. Tragen Sie die Meinungen der Klasse in das Austauschformular ein. Machen Sie sich Kopien davon und senden Sie es an Ihre Partnerschulen mit Hinweisen bezüglich der Antworten. Vielleicht werden Sie von einer anderen Schüle ebenfalls um Ihre Resultate aus Teil 2 gebeten.

Haben Sie die Antworten anderer Länder erhalten, können Sie viele verschiedene Dinge damit machen. Eine interessante Möglichkeit wäre ein Vergleich der Resultate aus verschiedenen Ländern mit den Daten von Teil 4.

### Teil 4

Die Absicht dieses Teils ist es, den Schülern die aktuelle Situation der Umweltbelastung durch den sauren Regen in Europa zu zeigen. Eine Auswahl entsprechender Daten ist beigelegt.

Diese Daten können zur Unterstützung der Diskussion und der Bewertung der Meinungen herangezogen werden. Sie stellen eine Grundlage an fachlichen Informationen dar, mit denen die Schülermeinungen verglichen werden können.

Es werden auch Fragen gestellt die die Schüler mit Hilfe der Daten beantworten können. Wir finden, daß die Fragen 1 – 4 die wichtigsten sind, während die Fragen 5 – 8 freiwillig beantwortet werden können.

**Frage 1** gibt die Gelegenheit, die verschiedenen Länder auf der Europakarte zu lokalisieren. Karte 1 zeigt den engen Zusammenhang zwischen Industrieregionen (und deshalb auch Regionen mit großer Bevölkerungsdichte) und dem Niederschlag von Schwefel.

Die starke Umweltbelastung in Teilen Ostdeutschlands, Polens und der Tschechischen Republik ist die Folge der Verwendung von Braunkohle und der ungenügenden und veralteten technischen Verarbeitung. Die britische Kohle ist ebenfalls stark schwefelhaltig.

**Frage 2** bezieht sich auf die Tabelle 1, ein Auszug aus einer schwedischen Quelle. Sie soll dem Schüler zeigen, daß die Luftverschmutzung nicht an Landesgrenzen haltmacht.

**Frage 3** bezieht sich auf den Einfluß der vorherrschenden Winde, welche in Westeuropa meistens aus Westen wehen.

**Frage 4** soll die Schüler ermutigen, über Alternativen, die oft in öffentlichen Diskussionen erwähnt werden, nachzudenken. Zuerst haben sie zu entscheiden, ob die Vorschläge effektiv sein könnten. Alle Vorschläge könnten effektiv sein, außer 2, wo die Wirksamkeit natürlich davon abhängig ist, wie der Strom produziert wird. Die Schüler können dann diskutieren, am besten in kleinen Gruppen, ob diese Vorschläge politisch annehmbar sind. Sie sollten erkennen, daß in einer demokratischen Gesellschaft die Maßnahmen von einer Mehrheit befürwortet werden müssen.

**Frage 5** zeigt, obwohl ein Zusammenhang zwischen Gesamtenergieverbrauch und dem Ausstoß von Schwefel besteht, daß dieser Zusammenhang nicht hundertprozentig ist. Viel hängt von der hauptsächlich verwendeten Energiequelle ab, Kohle zum Beispiel stößt allgemein mehr Schwefel aus als Erdgas. Vieles hängt auch von den durch nationale Gesetzgebung festgelegten Emissionsgrenzwerten ab.

**Frage 7** soll dem Schüler zeigen, daß der saure Regen nicht das einzige oder schlimmste Umweltproblem ist. Die Antworten werden sehr subjektiv ausfallen.

#### **Karten**

Karte 1: Schwefelniederschlag in  $g/m^3$  pro Jahr (1985)

Karte 2: Jährliche Mittelwerte für den pH – Wert der Niederschläge (1987)

Karte 3: Länder Europas

# Science Across the World

## Saurer Regen über Europa

Datum

An

(name der Lehrkraft)

Schule

Adresse

Tel: (mit internationaler  
Vorwahl)

Fax

E-mail

Homepage der Schule

Wir haben gehört, daß Ihre Klasse das Problem des sauren Regens über Europa behandelt hat. Wir würden gerne Meinungen über Ursachen und Wirkungen des sauren Regens austauschen, und wer dafür verantwortlich ist.

Wir fügen die Meinungen unserer Klasse bei, als Antwort zu den vier Fragen der Unterrichtseinheit.

Absender  
(name der Lehrkraft)

Schule

Adresse

Tel: (mit internationaler  
Vorwahl)

Fax

E-mail

Homepage der Schule

## Das Problem des sauren Regens in unserem Land

1 Das gegenwärtig vorhandene Problem des sauren Regens in unserem Land ist:

2 Die Folgen des sauren Regens, über die Menschen besorgt sind:

3 Wir glauben, daß der saure Regen, der auf unser Land einwirkt, erzeugt wird von:

4 Maßnahmen, die getroffen werden müßten, um das Problem des sauren Regens zu lösen:

# Saurer Regen über Europa

## Teil 1: Allgemeine Hinweise

Bevor diese Unterrichtseinheit begonnen wird, mußt du sicher sein, daß du Grundsätzliches über den sauren Regen weißt. Falls du mit dem Thema bereits vertraut bist, kann dieser Teil ausgelassen und zum Teil 2 übergegangen werden.

Der saure Regen ist ein umstrittenes Thema. Bis jetzt weiß niemand genau, wieviel Schaden durch den sauren Regen angerichtet wird. Es gibt verschiedene Theorien, seine Auswirkungen zu erklären. Die Wissenschaftler sind sich über die Theorien nicht immer einig.

Regenwasser ist natürlicherweise sauer, weil es Gase auflöst, unter anderem Kohlendioxid. Der pH – Wert von unverschmutztem Regenwasser liegt zwischen 5,5 und 7,7 und der pH – Wert von saurem Regen zwischen 3 und 5.

## Was sind mögliche Folgen von saurem Regen?

### Lebewesen






Jeder lebende Organismus wird durch Säure angegriffen. Lebewesen in Flüssen und Seen beginnen bei einem pH – Wert unter 5 zu sterben. Tausende von schwedischen Seen zum Beispiel enthalten kein oder nur wenig Leben (s. Schema 1). Norwegische Nordlachsbestände sind fast ausgestorben, und über die Hälfte der Braunforellen in Norwegen sind verendet. Das Fischsterben ist wahrscheinlich dem sauren Regen zuzuschreiben.

Viele Bäume in Europa sind todkrank. Viele Staaten sind betroffen, einschließlich Deutschland, Schweden, der Tschechischen Republik, Spanien und Großbritannien. Einige Wissenschaftler sagen, daß das auch dem sauren Regen zuzuschreiben ist. Andere Experten widersprechen dem und sind der Meinung, daß die Baumschäden durch Dürre, Krankheiten, Seuchen oder verschiedene Arten von Luftverschmutzungen verursacht werden.

### Tote Materie

Saurer Regen beschleunigt die Korrosion bei Metallen. In Polen zum Beispiel korrodiert er Eisenbahnschienen. Die Trinkwasserreserven in Teilen Skandinaviens sind jetzt so sauer, daß sie die Leitungsrohre aus Metall in Häusern anfressen. Das Wasser wird mit gelösten Metallen wie Kupfer, Zink und Kadmium vergiftet. Das gibt dem Trinkwasser einen schlechten Geschmack und ist möglicherweise gesundheitsschädigend.

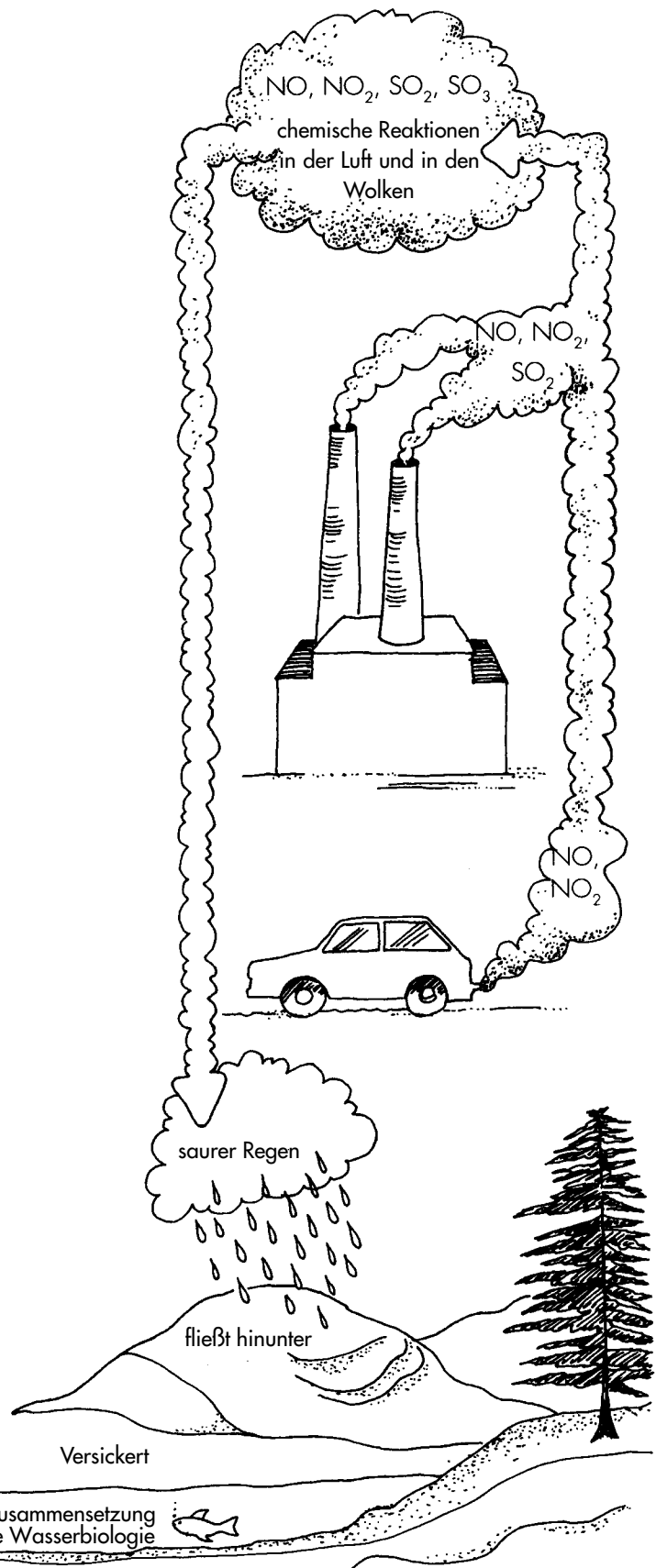
Der saure Regen verursacht die Verwitterung gewisser Gesteinsarten, vor allem Kalkstein und Marmor. Die Kalksteinstatuen an einigen alten Gebäuden sind in den letzten Jahren durch den sauren Regen stark verwittert worden.

	4,5	Aal und Bachforelle sterben
		
Flußbarsch und Hecht sterben	5,0	
		
	5,5	Weißfisch, Graifisch sterben
		
Empfindliche Insekten und Pflanzen und tierisches Plankton sterben		Lachs, Seibling Forelle, Plötze sterben
		
	6,0	Krustentiere, Schnecken, Weichtiere, usw. Sterben
		
	6,5	
	pH	

Schema 1 Die Auswirkungen von saurem Regen auf lebende Organismen

## Woher kommt der saure Regen?

Es gibt viele verschiedene chemische Reaktionen in der Luft,



Schema 2 Wie saurer Regen entsteht



## Fragen über sauren Regen

Versuche, diese Fragen zu beantworten, um zu sehen, wieviel du über den sauren Regen weißt.

- 1 Wie hoch ist der pH – Wert von saurem Regen?
  - a 0 – 2,2
  - b 3 – 5
  - c 5,5 – 7,7
  - d 9 – 11,1
- 2 Wie wirkt saurer Regen auf Metall?
- 3 Welche Gase gelten als Hauptursache für sauren Regen?
- 4 Welches sind die Hauptverursacher dieser Gase?
- 5 Durch welche Reaktionen machen diese Gase das Regenwasser sauer?



## Teil 2 Was ist die Meinung der Klasse über den sauren Regen?

- 1 Ist saurer Regen ein ernstes, Umweltproblem in eurem Land?
- 2 Was sind die Folgen von saurem Regen, über die sich die Menschen in eurem Land sorgen?
- 3 Wer ist am meisten schuld an der Entstehung des sauren Regens, der sich in eurem Land auswirkt?
- 4 Was wird in eurem Land unternommen, um das Problem des sauren Regens zu lösen?

## Teil 3 Was denken Schüler in anderen Ländern über den sauren Regen?

Für eure Klasse ist ein Formular vorbereitet, um die Meinungen zu den obigen Fragen festzuhalten.

Tauscht euer Formular mit gleichaltrigen Schülerinnen und Schülern anderer Länder Europas aus, um zu erfahren, wie die anderen über dieses Problem denken.

Natürlich werden diese Meinungen subjektiv sein, aber Ihr könnt sie mit den gegebenen Daten in Teil 4 vergleichen.

Euer Lehrkraft besitzt eine Liste von Schulklassen aus anderen ländern, die an derselben Unterrichtseinheit arbeiten.

The image shows two pages of a questionnaire titled "Science across Europe Acid rain questionnaire".

**Page 1 (Front side):**

- Header: "exchange form", "page 1", "Science across Europe", "Acid rain questionnaire".
- Fields for: Date, To (teachers' name), School, Address.
- Text: "We understand that your class is studying the problem of acid rain over Europe. We would like to exchange opinions about the causes and effects of acid rain - and who is to blame for it. We enclose the opinions of our class in answer to the four questions in the unit."
- Fields for: From, School, Address, Tel, Fax, E-mail.
- Footer: "Acid rain over Europe (GRE) © ASE 1991".

**Page 2 (Back side):**

- Header: "exchange form", "page 2".
- Section: "The problem of acid rain in our country".
- Question 1: "The environmental problem of acid rain in our country is:"
- Question 2: "The effects of acid rain that people are worried about:"
- Text: "We believe that the acid that affects our country is produced by:"
- Question 3: "The actions being taken to solve the acid rain problem are:"
- Footer: "over Europe", "Acid rain over Europe (GRE) © ASE 1991".

## Teil 4: Zusammenstellung der Fakten

### Datenteil

Tabelle 1 *Import/Export von Schwefel zwischen Ländern Europas 1000 Tonnen von Schwefel pro Jahr  
(im Durchschnitt 1991–1992)*

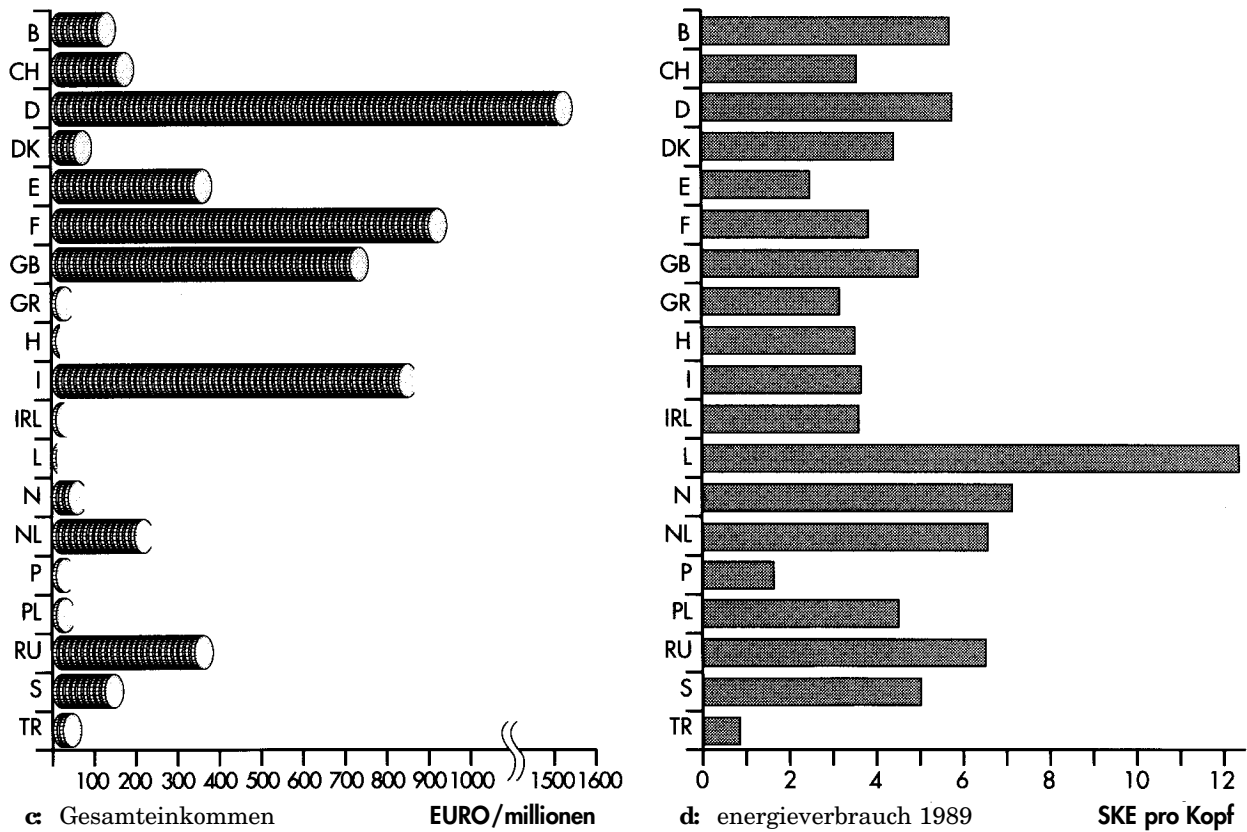
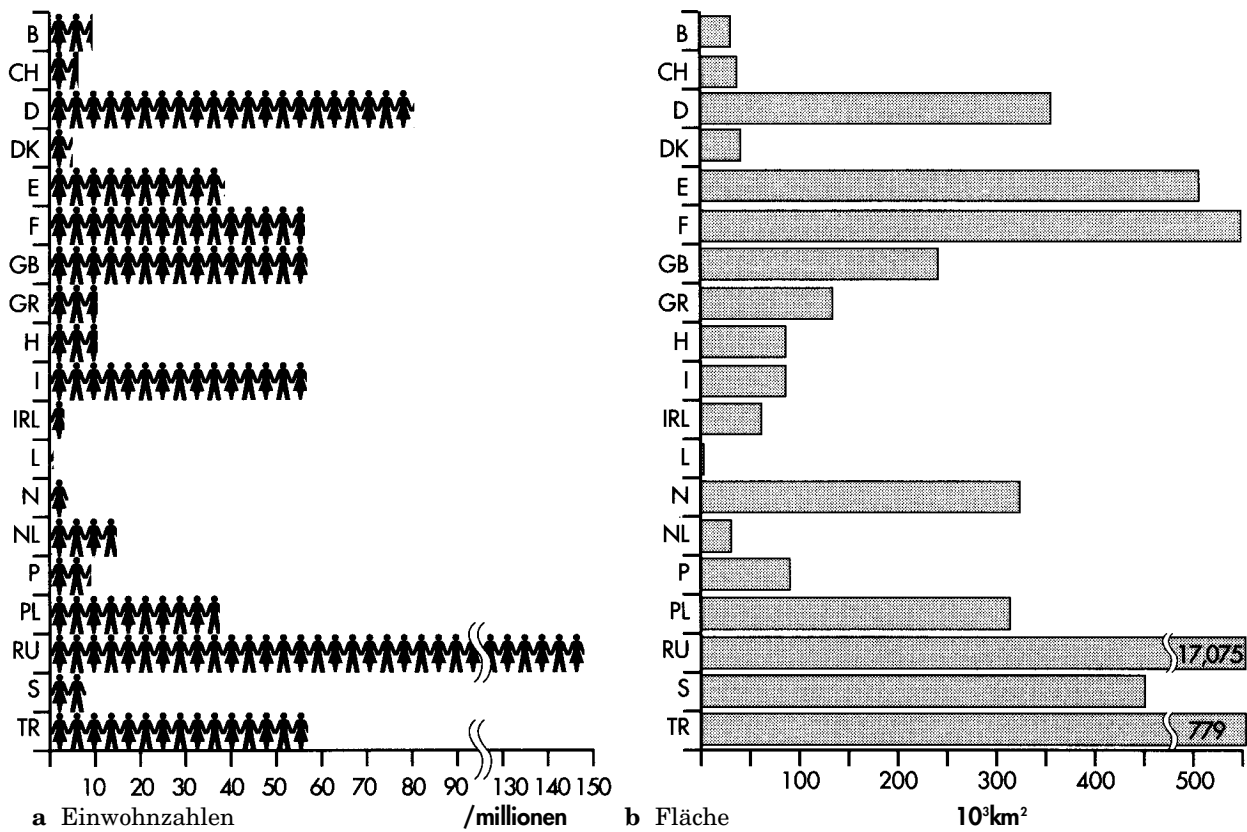
Source: *EMEP MSC-W Report 1993*

		Export von																		
		B	CH	D	DK	E	F	GB	GR	H	I	IRL	L	N	NL	P	PL	RU	S	TR
Import zu	von																			
<b>B</b>		<b>44</b>	0	12	0	1	14	11	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0
<b>CH</b>		1	<b>8</b>	11	0	2	11	4	0	1	19	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>D</b>		29	2	<b>912</b>	5	5	55	56	0	6	10	1	2	0	13	0	36	0	1	0
<b>DK</b>		1	0	12	<b>14</b>	0	1	10	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	1	0
<b>E</b>		2	0	9	0	<b>313</b>	14	9	0	1	5	0	0	0	1	10	2	0	0	0
<b>F</b>		21	2	59	1	34	<b>228</b>	40	0	3	27	1	1	0	4	1	8	0	0	0
<b>GB</b>		5	0	18	1	2	10	<b>521</b>	0	0	0	8	0	0	3	0	4	0	0	0
<b>GR</b>		0	0	4	0	0	1	1	<b>41</b>	4	3	0	0	0	0	0	3	1	0	2
<b>H</b>		1	0	20	0	0	2	2	0	<b>133</b>	5	0	0	0	0	0	16	0	0	0
<b>I</b>		2	2	27	0	7	16	6	1	11	<b>290</b>	0	0	0	1	0	10	0	0	0
<b>IRL</b>		0	0	2	0	0	1	11	0	0	0	<b>21</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>L</b>		0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	<b>1</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>N</b>		1	0	17	3	0	2	25	0	1	0	1	0	<b>6</b>	1	0	7	8	2	0
<b>NL</b>		11	0	21	0	0	7	20	0	0	0	0	0	0	<b>16</b>	0	1	0	0	0
<b>P</b>		0	0	0	0	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>23</b>	0	0	0	0
<b>PL</b>		6	0	270	5	1	10	20	0	16	3	1	0	0	3	0	<b>500</b>	4	1	0
<b>RU</b>		3	0	71	6	1	5	18	1	15	3	0	0	1	2	0	86	<b>880</b>	6	4
<b>S</b>		3	0	33	11	0	3	22	0	1	0	1	0	2	2	0	14	6	<b>23</b>	0
<b>TR</b>		0	0	7	0	0	1	1	8	5	2	0	0	0	0	0	6	4	0	<b>58</b>

Die fett gedruckten Zahlen geben an, wieviel des niedergegangenen Schwefels im Lande selbst produziert wird.

<b>B</b>	Belgien	<b>L</b>	Luxemburg	<b>E</b>	Spanien
<b>DK</b>	Dänemark	<b>NL</b>	Niederlande	<b>GB</b>	Großbritannien
<b>F</b>	Frankreich	<b>N</b>	Norwegen	<b>S</b>	Schweden
<b>GR</b>	Griechenland	<b>P</b>	Portugal	<b>D</b>	Deutschland
<b>H</b>	Ungarn	<b>PL</b>	Polen	<b>TR</b>	Türkei
<b>IRL</b>	Irland	<b>RU</b>	Rußland		
<b>I</b>	Italien	<b>CH</b>	Schweiz		

Schema 1: Einwohnerzahlen, Fläche, Gesamteinkommen, Gesamtenergieverbrauch einiger europäischer Länder



Source: World Development Report 1993, Teil a-c  
Phillips World Handbook 1993. Teil d.

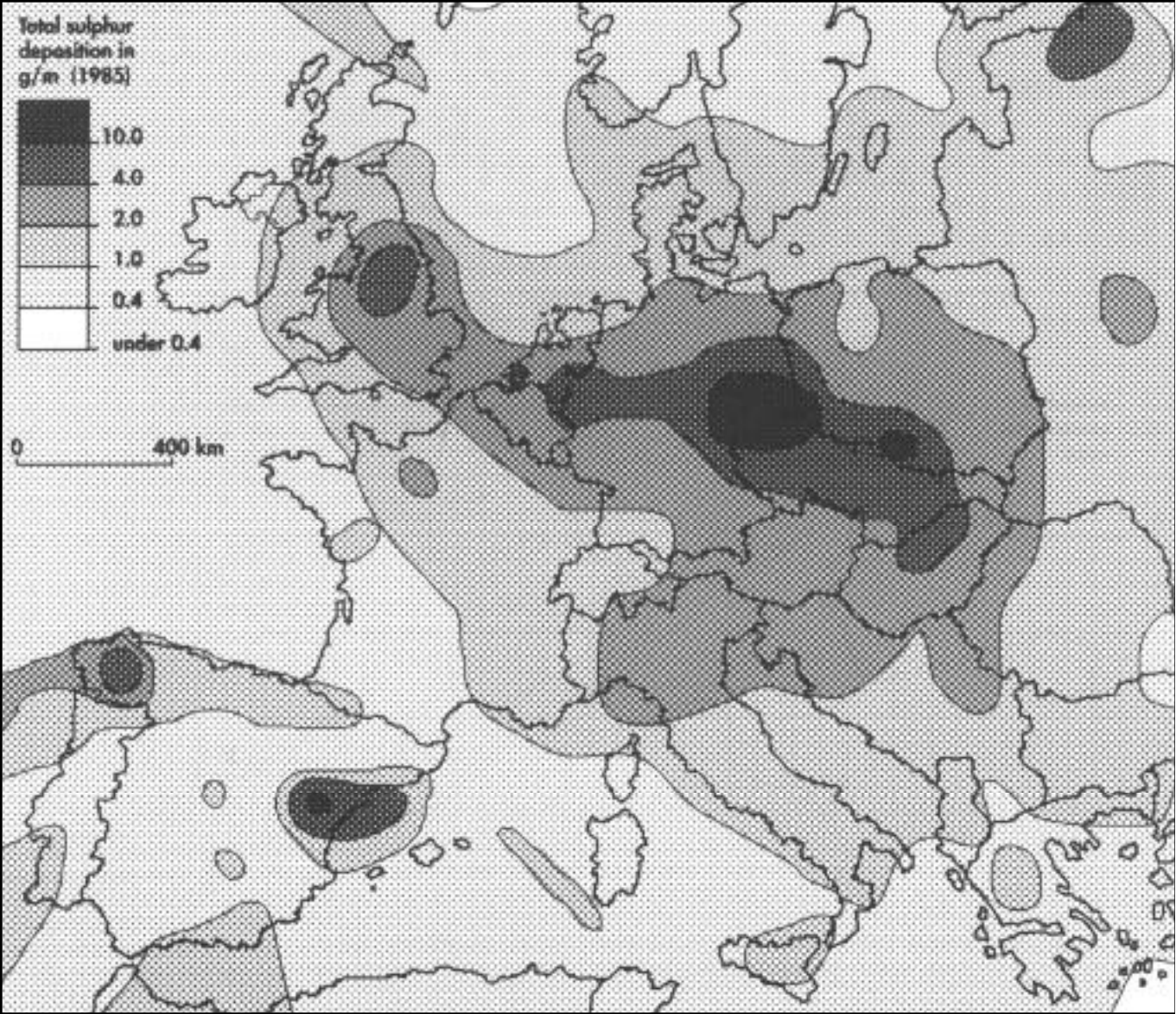
## Diskussionspunkte:

Für die Beantwortung dieser Fragen kann man Werte aus der Datentabelle zuhilfe nehmen.

- 1 *Kart 1 enthält Angaben über die Ablagerung von Schwefel (meistens als Schwefeldioxid) in Europa. In welchen Staaten sind diese Ablagerungen am größten? Nenne Gründe.*
- 2 *Aus der Tabelle 1 kann man entnehmen, wieviel Schwefel (meistens als Schwefeldioxid) vom Wind von Land zu Land getrieben wird.*
  - a *Welche drei Länder produzieren am meisten Schwefeldioxid?*
  - b *Wie steht es in eurem eigenen Land mit dem 'Import und Export' von Schwefel?*
- 3 *Der Transport von Schwefel (und anderen Schmutzstoffen) in andere Länder hängt von den Windverhältnissen ab. Kann man in Tabelle 1 Hinweise zu finden?*
- 4 *Es kann einiges getan werden, um die Versäuerung der Umwelt unter Kontrolle zu bekommen. Sind die folgenden Vorschläge*
  - a *wirksam?*
  - b *in einer demokratischen Gesellschaft akzeptierbar, auch wenn die Energiekosten steigen?*
    - 1 *Verzicht auf die Energiequelle Kohle.*
    - 2 *Verwendung von Elektrizität als einzige Energiequelle.*
    - 3 *Das Autofahren um einiges verteuern.*
    - 4 *Durchsetzung der Höchstgeschwindigkeit 100km/h für Kraftfahrzeuge.*
    - 5 *Stärkere Verwendung von Atomenergie zur Stromerzeugung.*
    - 6 *Einfuhr von wenig schwefelhaltiger Kohle in Ländern, in denen die eigene Kohle sehr schwefelhaltig ist.*
    - 7 *Reinigung der Rauchgase aus Kraftwerken (und anderen großen Industrien). Das würde den Strom um 10% verteuern.*
    - 8 *Durchsetzung von Katalysatoren bei allen Motorfahrzeugen, wodurch das Autofahren verteuert würde.*

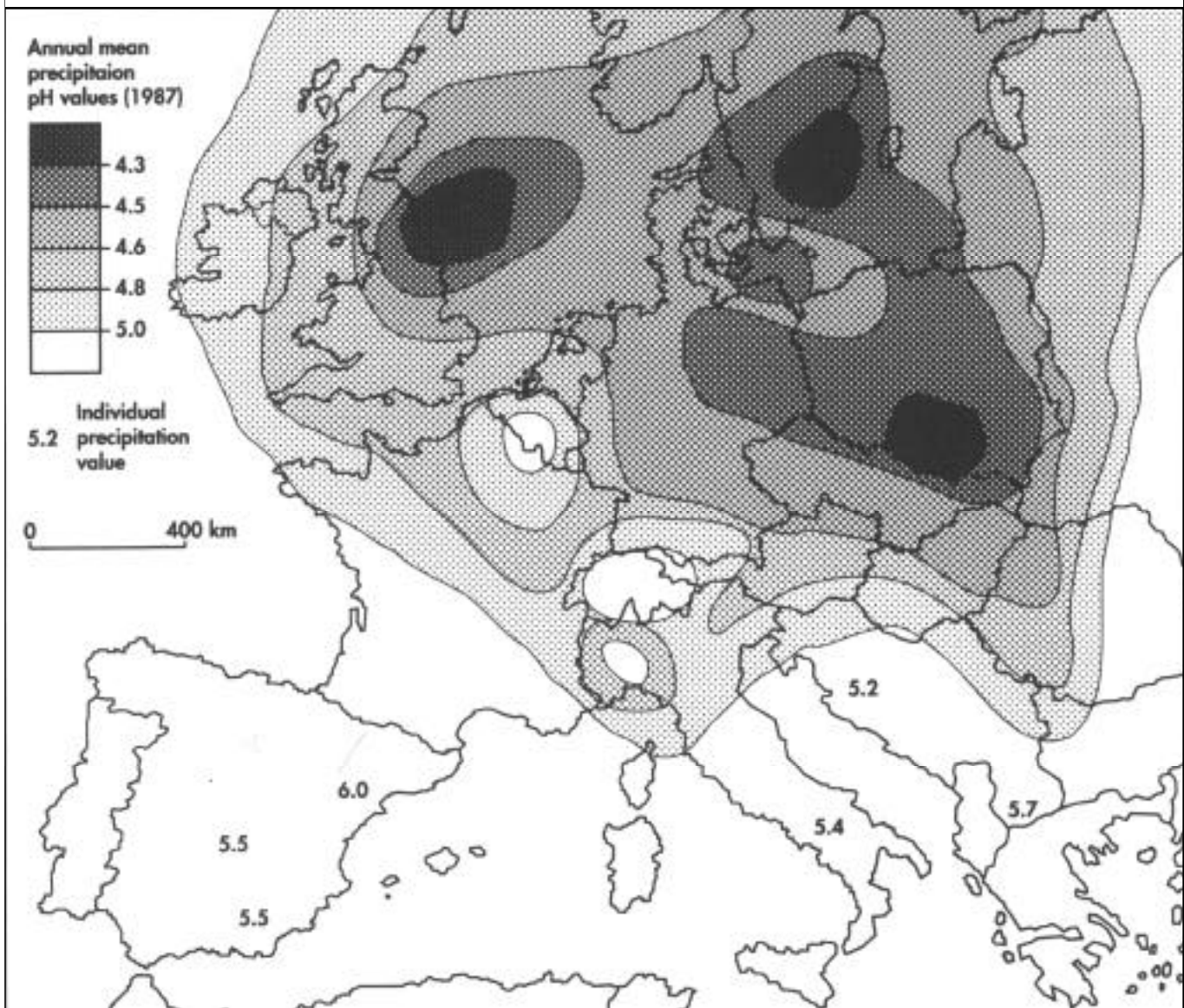
- 5 In Schema 3d kann man den Gesamtenergieverbrauch mehrerer Länder Europas ablesen. Die fettgedruckten Zahlen in Tabelle 1 zeigen, wieviel Niederschlag 'hausgemacht' ist, das heißt, im selben Land niederfällt, in dem er entstanden ist.
- Was für ein Zusammenhang kann aus diesen zwei Zahlen herausgelesen werden?
  - Kann dieser Zusammenhang erklärt werden?
  - Wenn man diese beiden Zahlen näher betrachtet, stellt sich der Zusammenhang als nicht vollkommen klar heraus. Vergleiche zum Beispiel Italien und Deutschland. Kannst du dir erklären, wieso ein höherer Gesamtenergieverbrauch nicht immer auch mehr Schwefelniederschlag produziert?
- 6 Aus der Karte 2 kann man die mittleren pH – Werte des Regenwassers in verschiedenen Teilen Europas entnehmen. Denke daran, daß der pH – Wert nichtverschmutzten Wassers zwischen 5,5 und 7,7 variiert.
- Warum hat 'sauberes' Regenwasser nicht immer den pH – Wert 7?
  - Gibt es Zusammenhänge zwischen der Säurestärke von Regenwasser (Karte 2) und dem Schwefelniederschlag (Karte 1) Erkläre eventuelle Zusammenhänge.
- 7 Wo würdet ihr die Versäuerung der Umwelt einordnen, verglichen mit folgenden anderen Umweltproblemen:
- Verschmutzung des Bodens durch Düngung und damit Gefährdung der Trinkwasserversorgung.
  - Die Zunahme des Abfalls.
  - Die Zunahme des Straßenverkehrs: mehr Straßen, Lärm, Staus.
  - Zunahme von Kohlendioxid und anderen Gasen in der Atmosphäre, welche den Treibhauseffekt begünstigen könnten.
  - Zerstörung der Ozonschicht.
  - Abholzen von Regenwäldern.

Karte 1: Schwefelniederschlag in  $g/m^3$  pro Jahr (1985)



Source: EMEPReport MSC-W 2/89

Karte 2: *Jährliche Mittelwerte für den pH – Wert der Niederschläge (1987)*





Karte 3: *Länder Europas*

