

ser gelangen zu lassen. Dies läßt sich aber nur nach verantwortungsbewußten politischen Entscheidungen durch Auflagen an die Industrie erreichen. Die wird natürlich Zeter und Mordio schreien weil's ja so teuer und unwirtschaftlich sei.

Man bedenke aber den wirtschaftlichen Schaden, der entsteht, indem man die Existenzgrundlage der Fischer zerstört und sie arbeitslos macht. (Immerhin ist in den letzten 50 Jahren eine Flotte von 1200 Elbkuttern verschwunden!)

Eine wirtschaftliche Rolle spielen auch die erhöhten Nahrungsmittelpreise infolge Fischverknappung, und die immensen Kosten, die inzwischen entstanden sind zur Erhaltung des größten Sauerstoffproduzenten der Welt: den Meeren.

Es erweist sich auch hier, daß mangelnder Umweltschutz viel Geld kostet, und nur denen nutzt, die eine schnelle Mark machen wollen, und sich um die Zukunft unseres Lebens einen Dreck scheren.

## GRUNDWASSERVERSALZUNG

### Die Grundwasserversalzung im Bereich von Hamburg

#### 1. Salz im Meerwasser

Meerwasser schmeckt salzig, diese Erfahrung kennt jeder, der schon mal im Meer gebadet hat. Die Salzgehaltskonzentration beträgt im Mittel für die Ozeane 35 pro Mille, das sind auf 1 kg Meerwasser 35 g Salz. Würden die Ozeane austrocknen, bliebe auf dem Grund der Meere eine etwa 60 m dicke Salzschrift zurück. Diese im Meerwasser gelösten Salze wurden im Laufe der Jahrmillionen mit den Niederschlägen aus den Gesteinen gelöst und über die Flüsse ins Meer transportiert. Da dieser Prozeß auch heute noch anhält, werden den Meeren laufend

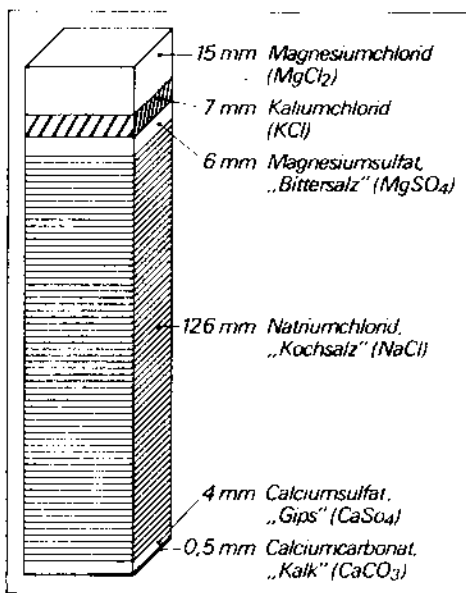
weitere Salzmenge zugeführt.

Im Vergleich zur Gesamtmenge ist die pro Jahr zugeführte Menge jedoch so klein, daß die mittlere Salzgehaltskonzentration im Meer als konstant angesehen werden kann (Salzzufuhr pro Jahr/Gesamtmenge etwa  $3 \times 10^{-6}$ ) und auch mit den besten Meßgeräten ein Anstieg des Salzgehaltes erst über einen Zeitraum von 1000 Jahren meßbar wäre. Welche Salze im Meerwasser enthalten sind, zeigt Abb. 45

#### 2. Salzformationen im Untergrund Norddeutschlands.

Vor etwa 240 Mill. Jahren, während der Zechsteinzeit, bedeckte ein Flachmeer weite Teile Europas. Es hatte nur einen schmalen Zufluß

Abb. 45



Meerwasser hinterläßt bei restloser Verdampfung eine Kruste aus verschiedenen Salzen. Nach Evaporation eines 1 m tiefen Meerwasser-Beckens bleibt eine Salzschrift zurück, die zu rund 80% aus Kochsalz besteht.

nach Norden, so daß es als Nebenmeer austrocknen konnte und Salzsichten von insgesamt 1000 m Dicke zurückblieben, die später von Sedimenten mit einer Mächtigkeit von 2000-4000 m abgedeckt wurden. Aufgrund der niederen Dichte von Steinsalz ( $= 2,2 \text{ g/cm}^3$ ) gegenüber der von Sedimenten ( $2,4-2,7 \text{ g/cm}^3$ ) begann das Salz, ähnlich wie bei einer Luftblase in Sirup, aufzusteigen und Salzdomen bzw. Salzstöcke zu bilden, die in Norddeutschland stellenweise bis an die Oberfläche heranreichen (z.B. der Salzstock Altona-Langenhöfen). Da diese Salzstöcke auch die wasserführenden Schichten durchstoßen haben, unterliegen sie der Ablaugung, d. h. die Salze der Salzstöcke werden vom Grundwasser gelöst. Dies ist die Hauptursache für versalztes Grundwasser, wie

sie in Norddeutschland ab einer bestimmten Tiefe überall anzutreffen sind.

Die Verteilung der Salzstöcke im norddeutschen Raum und ihre Tiefe zeigt Abb. 46

### 3. Salzhaltige Grundwässer

Salzhaltige Wässer lassen sich durch den Geschmack erkennen, wenn sie mehr als  $250 \text{ mg/l Cl}^-$  Ionen enthalten.

Eine andere Einteilung geht von dem gesamten Lösungsgehalt aus und klassifiziert:

Süßwasser	<	1000 mg/kg
Brackwasser		1000-10000 "
Salzwasser		10000-100000 "
Solen	>	100000 "

Der Lösungsinhalt bleibt beim Verdampfen des Wassers als Abdampfrückstand nach und wird bei Wasseranalysen mit angegeben. Der Abdampfrückstand steht mit der Gesamthärte in Beziehung, die den Gehalt an CaO und MgO beschreibt.

Da im Wasser gelöste Salze die elektrische Leitfähigkeit erhöhen, läßt sich damit die Salzkonzentration bestimmen bzw. der Abdampfrückstand abschätzen.

el. Leitfähigkeit:  $L$  ( $\mu\text{S/cm}$ )  
 Abdampfrückstand:  $R$  ( $\text{mg/l}$ )

$$L \times 0,65 = R$$

In der Elbe hatten wir am 31. Okt. in der Nähe von Köhlbrandhöft eine el. Leitfähigkeit von  $640 \mu\text{S/cm}$  gemessen. Damit ergibt sich ein Ab-

### 5. Versalzung des Grundwassers durch den Menschen

Die Flüsse und Seen werden aus den Industrien und Haushaltsabwässern erheblich mit Salzen belastet. So transportiert die Elbe ca. 20000 to Salze pro Tag in die Nordsee, wobei etwa 15000 to aus den DDR - Kali-gruben bei Staßfurt stammen, die dort beim Abbau des Mineral-düngers anfallen. Es handelt sich hierbei um Chloride, während die Haushaltsabwässer von den Waschmitteln her mit Phosphaten belastet sind. Der Gebrauch von Spülmaschinen verschmutzt die Abwässer zusätzlich mit Chloriden, die zur Regeneration der Ionentauscher- sie dienen zur Wassereenthärtung- vor jedem Spülgang- benötigt werden.

Die Landwirtschaft trägt mit Phosphaten und Nitraten zur Verschmutzung der Gewässer bei. Da die Pflanzen den Dünger nicht vollständig aufnehmen, werden erhebliche Mengen über die Niederschläge ausgewaschen.

Das Elbwasser trägt ebenfalls wie die Niederschläge zur Grundwassererneuerung bei. Es versickert in den Untergrund und bringt dabei die gelösten Salze ins Grundwasser.

Beim Wasserwerk Kaltehofe - es liegt auf der Elbinsel zwischen Moorfleet und Rothen-

burgsort - wird Wasser aus geringen Tiefen gefördert, wobei es sich dabei zum großen Teil um versickertes Elbwasser handelt. Die Rohwasseranalysen (Tab. 12) weisen dementsprechend hohe Sulfat- und Chlorid-Gehalte aus.

Tab. 13 Auftrag und Auswaschung von Stoffen in der landwirtschaftlichen Düngung (Jahr 1971)

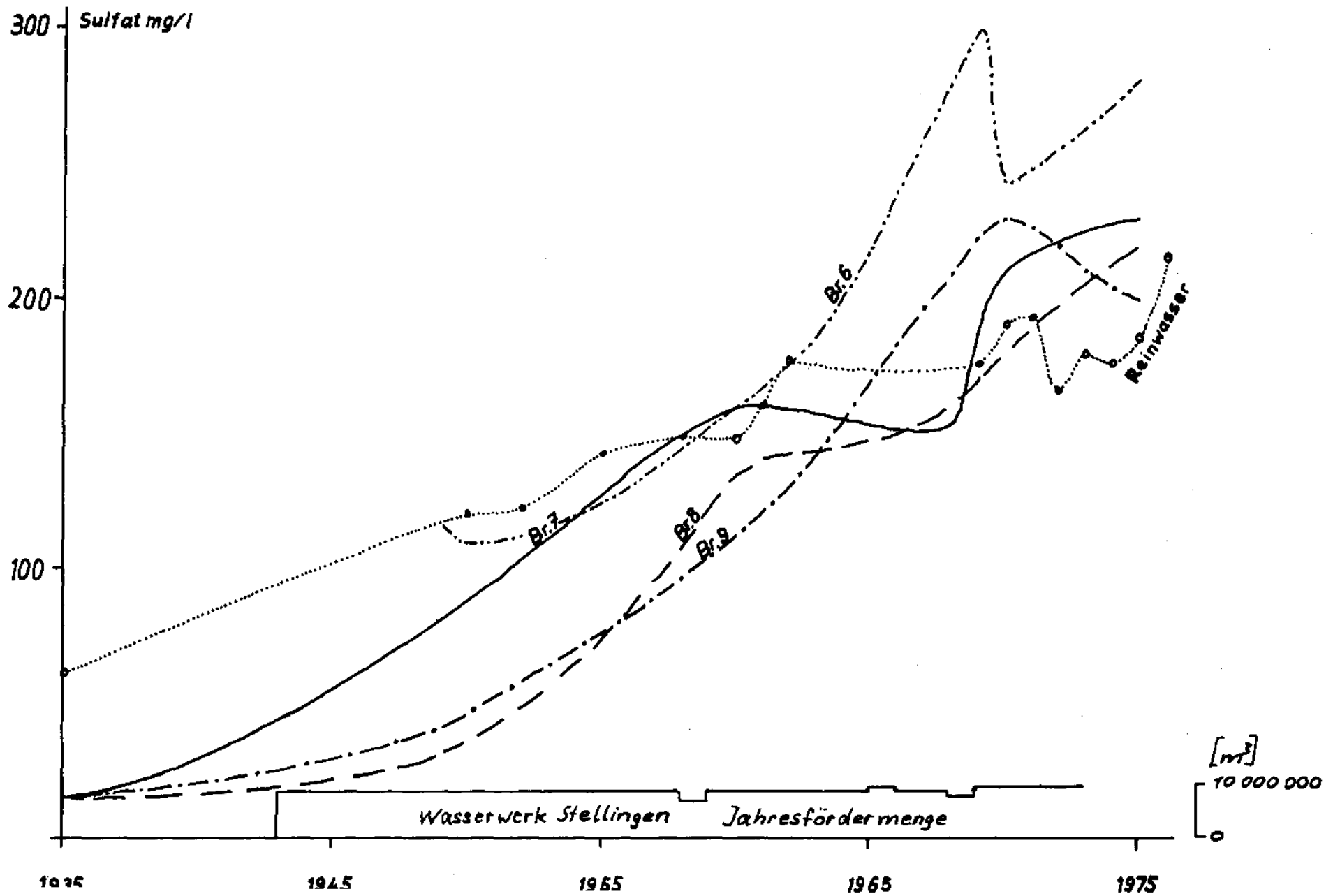
	Elementzufuhr kg/ha · a			Auswaschung	
	Handelsdünger	+ Stall-dünger	= Gesamtmenge	kg/ha · a	= % der Elementzufuhr
Stickstoff	79,7	+ 50,7	= 130,4	5-30 <sup>1</sup>	3,8-23,0
Phosphor	27,4	+ 11,0	= 38,4	15-25	39,0-65,1
Kalium	68,3	+ 58,8	= 127,1	2 · > 10 <sup>1</sup>	1,6 > 8
Calcium	148,1	+ 36,2	= 184,3	20-(200) <sup>2</sup>	10,9-(109) <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Humide Böden; <sup>2</sup> einschließlich Nachlieferung aus Reserven

Der hohe Kaliumpermanganat (KMnO<sub>4</sub>)-Verbrauch zeigt an, daß im Rohwasser organische Substanzen oder andere reduzierend wirkende Stoffe wie z.B. Nitrit oder Fe<sup>2+</sup>-Verbindungen vorliegen. Es ist also auch ein Maß für die Wasserbelastung. Das Rohwasser muß erst weiter aufbereitet werden, damit es als Trinkwasser in die Leitungen gehen kann.

Nach dem Kriege ist in der Landwirtschaft der Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln so extrem angestiegen, daß dadurch das oberflächennahe Grundwasser gefährdet ist. Erhebliche Mengen an Stickstoff,

Tab.14  
 Sulfatanstieg im Rohwasser  
 Wasserwerk Stellingen  
 Brunnen 6,7,8,9



Tab.15

Chloridanstieg im Rohwasser  
Wasserwerk Wilhelmsburg  
(Brunnen 14,16,18,19)

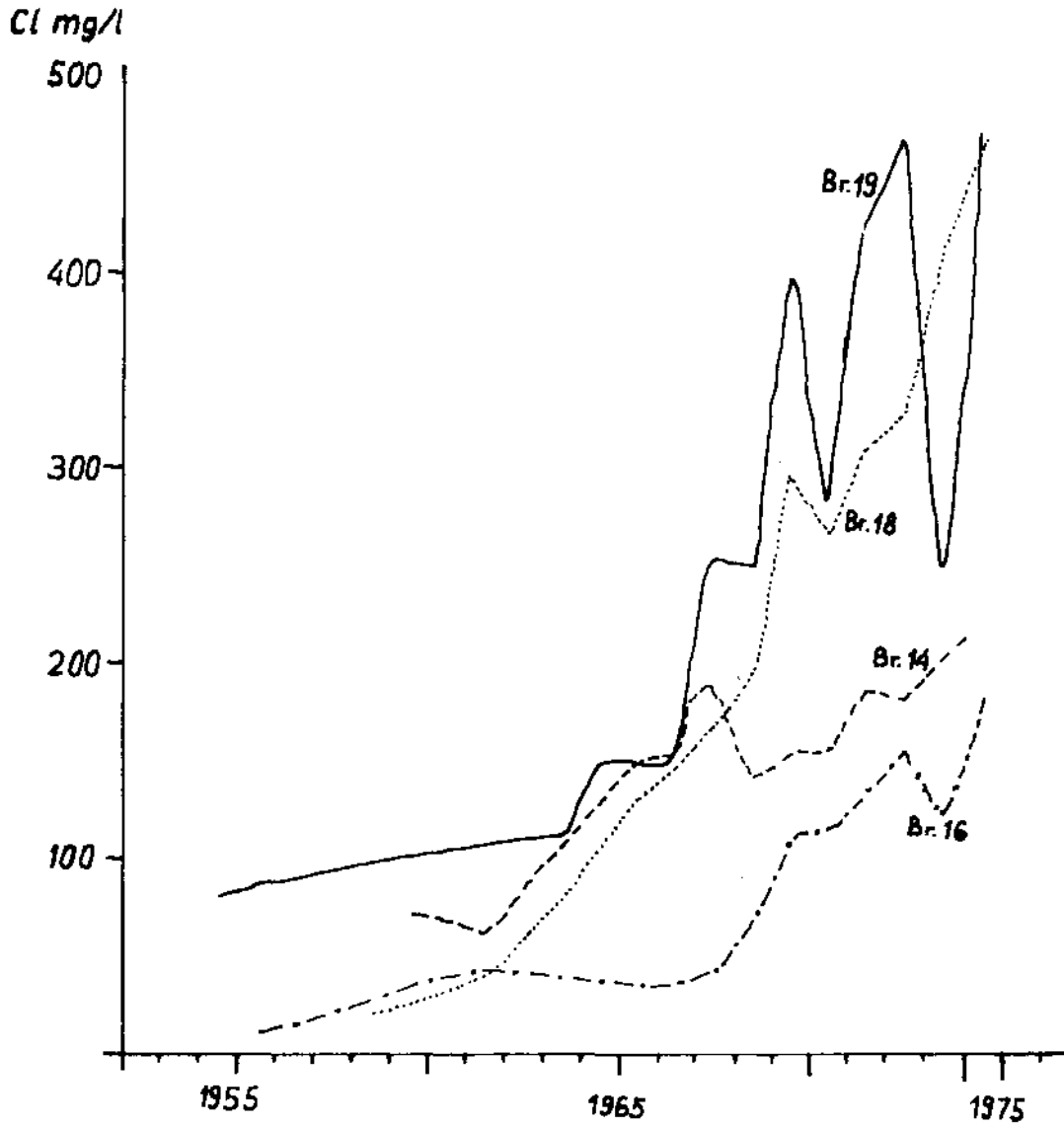
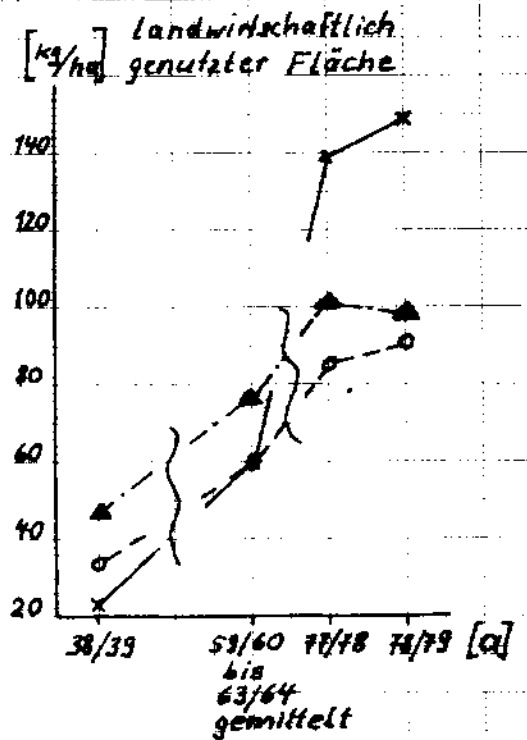


Abb. 46: Düngemittellieferungen für den Verbrauch in der Landwirtschaft (BRD)

Wirtschaftsjahr	Gesamtlieferungen (1000 t Nährstoff)							
	Stickstoff (N)		Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Kali (K <sub>2</sub> O)		Kalk (CaO)	
71/72-1976/77*	1196	89,6**	883	66,2	1168	87,6	836	63,7
75/76	1228	92,3	780	58,6	1099	82,6	1080	81,2
76/77	1323	99,7	887	56,9	1195	90,1	913	68,5
77/78	1325	100,3	873	66,1	1183	89,5	1002	74,4
78/79	1354	102,8	900	65,9	1378	89,4	981	74,5

Durchschnittswerte  
 Kürzelzahlen: kg Nährstoff je ha landwirtschaftlich genutzter Fläche  
 \* Statistisches Jahrbuch 1979, S. 152, Wirtschaft und Statistik, H. 11, 1979, S. 8211

Kalium und Phosphat werden ausgewaschen. Quantitative Untersuchungen der Auswirkungen landwirtschaftlicher Düngung auf das Grundwasser (Schulz, H.-D., 1973) zeigten, daß Stickstoff und Chlor am stärksten ins Grundwasser gelangen. So sind 95% des Stickstoffs im Grundwasser auf die landwirtschaftliche Düngung zurückzuführen (Kanz, 1977).



x : Stickstoff [N]

o : Phosphat [P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>]

▲ : Kali [K<sub>2</sub>O]

Düngerverbrauch für Schleswig-Holstein

Abb. 49

## TRINKWASSER AUS DER LÜNEBURGER HEIDE

Die Hamburger Wasserwerke waren für immer höheren Wasserverbrauch, die Hamburger Industrie verbraucht Unmengen an Wasser, der Pressesprecher der HWS Ernst Bewersdorf verkündete noch 1978: "Wieviel Trinkwasser auch immer erwünscht

wird, wir sind in der Lage, es zu liefern".

Auf der anderen Seite wird die Erde immer dreckiger, Oberflächenwasser kann schon seit längerem nicht mehr für die Trinkwasseraufbereitung genutzt werden und genauso wie Öl