

Zeitschrift: Schweizer Schule
Herausgeber: Christlicher Lehrer- und Erzieherverein der Schweiz
Band: 57 (1970)
Heft: 9: Wasser

Artikel: Wasser : ein Beitrag zum Naturschutzjahr 1970
Autor: Jost, Dominik
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-530171>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 28.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Wasser

ein Beitrag zum Naturschutzzahr 1970

Dominik Jost

Ein Wort zuvor

Welcher Lehrer der Oberstufe träumte nicht schon davon, ein Thema zu finden, das bei den Schülern unfehlbar einschlägt, das gleichzeitig ihn selbst, die Schüler, die Schule, die Eltern, die ganze Gemeinde in Atem zu halten vermag, das sich wie ein roter Faden durch alle Stunden, alle Jahreszeiten hindurchzieht? Einfach müßte es sein und jedem einleuchtend. Herr Dominik Jost führt uns im folgenden ein solches Thema, bis ins letzte für Sie vorbereitet, vor Augen. Es wurde auf Wunsch der Schüler «Aktion queen's water» getauft und behandelt unseren wichtigsten Naturstoff, das Wasser. Als er mit seinen Krienser Schülern dieses sein Jahresthema Punkt für Punkt durcharbeitete, griff eine solche Begeisterung um sich, daß Kollegen, Gemeindebehörden, ja das Schweizer Fernsehen aufmerksam wurden und sich die Sache vorführen ließen. Wir baten Herrn Jost, seine Arbeit für Sie umzuschreiben und zwar so, daß Sie nur noch zu beginnen brauchen. Lassen Sie sich von seiner Idee und den wirklich einfachen Versuchen begeistern und... beginnen Sie noch diesen Frühling. Wir wünschen Ihnen Glück, denn Sie werden Ihre Schüler bald nicht mehr kennen.

J. Brun

Von der Idee . . .

Die Welt, in der wir leben

Wir leben in einer erregenden Zeit. Wissenschaft und Technik überschütten uns in wachsendem Tempo mit Erfindungen. Die Forscher geben uns Orientierungspunkte, mit denen die reine phantastische Spekulation sich wandelt zu einer kühlen Berechnung. Es steht weniger zur Diskussion, was

kommen wird, als vielmehr der Zeitpunkt, wann es kommen wird.

Der Mensch in dieser Welt

Und mitten in diesem Wettkauf der Zukunft, im Abenteuer der Technik steht der einfache Mensch, der sich kein Bild von Molekülen, Elektronen und radioaktiven Strahlen machen kann; der nie von Genen noch von Gravitationskräften gehört hat. Ihm wird die Welt mehr und mehr zu einem Buch mit sieben Siegeln. Einzig Schlagzeilen «Menschen aus der Retorte», «Computer ersetzen Gehirne», «Frauen werden zu Männern» reißen ihn aus seiner Beschaulichkeit auf.

Dieser Mensch, fernab vom Verständnis aller biologischen Vorgänge, soll über die Konzeption der Kläranlage in seinem Dorfe entscheiden, muß sich schlüssig werden, ob ein Computer für seinen Betrieb sinnvoll ist. Schwer wiegen solche Entscheide, die jeder wissenschaftlichen Grundlage entbehren!

Hilfe bietet sich an

Zum Glück sind dem heutigen Menschen Möglichkeiten in die Hand gegeben, die es ihm erlauben, sich eine Plattform zu schaffen, um der technischen Entwicklung nicht hilflos gegenüberzustehen. Presse, Radio und Fernsehen, Vortragsreihen, Volkshochschulen und Kurse, Fachzeitschriften und Bücher helfen ihm, sofern ihn der Wille dazu drängt, ein zeitgemäßes Weltbild zu formen.

Welchen Anteil kann nun die Volksschule leisten, wo liegen ihre Möglichkeiten und Grenzen, um diese permanente Weiterbildung vorzubereiten und zu unterstützen? Dieser Frage stellt sich der Lehrer, der in den Naturwissenschaften unterrichtet, bei jeder Jahresplanung erneut gegenüber. Zeit-

gemäße, aktuelle Themen scheinen mit den Ausführungen des Lehrplanes unvereinbar. Wo liegt nun der goldene Mittelweg?

Auf der einen Seite kann es nicht darum gehen, mit den Schülern an die Forschungsfront vorzustoßen, sie in die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse einzubeziehen; es ist bereits vermessen, Brücken nach vorne zu schlagen. Auf der anderen Seite führen Wandtafelskizzen, großangelegte Versuche auf dem Lehrertisch, fein säuberlich geführte Hefte, und dies alles über abgegriffene Themen, allein nirgends hin.

Kann vielleicht eine Unterrichtsform, die Interesse weckt, die Probleme aufzeigt — ohne jedoch erschöpfende Auskunft zu geben —, die solides, einfachstes Grundwissen, ausgerichtet auf eine zukünftige Notwendigkeit, vermittelt, die das Auffinden und Lernen lehrt, beiden Forderungen genügen? Doch nur zu leicht kann sich das Anliegen für den Lehrer zu einem Problem der Zeit reduzieren. Zwei Wochenstunden für die Naturkunde setzen ihm Grenzen, sehr enge Grenzen sogar und lassen Pläne oft gar jämmerlich zerrinnen.

Die Welt des Wassers

So zogen bei der letztjährigen Stoffplanung Dutzende von Ideen an mir vorüber, die längst wieder in die Vergangenheit eingetaucht sind. Da standen Meteorologie, Radiotechnik, Tierbeobachtungen, Sternkunde, Pflanzenbestandesaufnahmen, Klimatologie miteinander im Ideenkampfe, bis schließlich die Welt des Wassers obsiegte.

Tatsächlich gibt es für den jungen Forscher kein ergiebigeres Feld für eigene Untersuchungen als Tümpel und Bach. Nirgends sonst, nicht in Wald, Wiese oder Feld, noch am Himmel oder in den Wolken, findet er auf gleich engem Raum ein ähnliches reichhaltiges Forschungsprogramm. Nirgends lassen sich die vielfältigen, oft ans Wunderbare grenzenden Anpassungen der Lebewesen an die besonderen Bedingungen ihres Lebensraumes leichter erkennen. Kein Gebiet der so unendlich weiten Welt des Lebens ist auch nur ähnlich geeignet, uns unmittelbar und selbstständig mit dessen Grundproblemen vertraut zu machen wie das Leben im Wasser. Doch die Welt des Wassers um-

schließt nicht nur Hydrobiologie, sie hat auch Beziehungen zur Physik, zur Chemie, zur Geografie und Geologie. Trotz allem ist Gewässerkunde nicht nur eine theoretische Wissenschaft.

Gerade unseren Kleingewässern drohen heute durch den unersättlichen Zugriff einer Überzivilisation schwerste Gefahren, dem Tümpel und dem Weiher die Trockenlegung, um den «letzten Quadratmeter für die Volksernährung sicherzustellen», der Quelle und dem Bach die heillose Verschmutzung bis zur völligen Verödung oder die Zwangsjacke der Begründung. Menschlicher Unverstand, Eigennutz und strafliche Nachlässigkeit beraubten unsere Heimatlandschaft so ihres schönsten Schmuckes und ihrer wichtigsten Lebensadern.

Bange Fragen vor dem Start

Noch schwebte — wie das Damoklesschwert — die Frage über meinem Haupt, ist die Hydrobiologie unserer Bäche wirklich das Thema, mit dem ich die Schüler der zweiten Sekundarklasse für die Naturkunde aktivieren konnte? Waren sie gar bereit, einen entscheidenden Teil ihrer Freizeit für unsere Forschungsreise einzusetzen, und so die zwei Wochenstunden beinahe unbegrenzt auszuweiten?

Thema und die Begeisterungsfähigkeit der Schüler ließen für Bedenken wenig Raum. So formte sich in mir immer klarer das Bild der zukünftigen Jahresarbeit. Zum vornherein war mir klar, daß nur eine Vielfalt von Beobachtungsaufgaben, Untersuchungen und Versuchen zu einem guten, begeisterten Start verhalf.

Doch Schulbücher geben wenig her

Der Entschluß war also gefaßt, Ziel und Absicht klar formuliert! Die Vorarbeiten erforderten nun die ganze Aufmerksamkeit. Schulbücher gaben wenig her, um den Schülern den Zugang zur Hydrobiologie zu erleichtern und ihnen einfachstes Wissen über das künftige Forschungsgebiet mitzugeben. So stand ich unverhofft vor der Aufgabe, selber Schulbuchautor zu spielen. Bedeutende Hinweise und Anregungen in der Vorbereitungsphase verdanke ich der Eidg. Anstalt

für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH in Zürich. Als Frucht dieser Vorarbeit lagen bei Schulbeginn ein 30seitiges, vervielfältigtes Heft — dieses bildet im wesentlichen die Grundlage zur vorliegenden Sondernummer —, sowie mehrere Arbeitsblätter vor, die sich auf die Gebiete der Botanik, Zoologie, Hydrobiologie, Mathematik, Chemie und Physik bezogen. Ebenso wenig fehlte ein zeitlicher Arbeitsplan, der jedoch sehr großzügig konzipiert war und auf den jahreszeitlichen Ablauf in der Natur und auf den Stoffplan in der Schule Rücksicht nahm. Materiallisten, Versuchszusammenstellungen, Tabellen verhalfen zu einem zielstreibigen Schaffen.

Dem Start stand nichts mehr im Wege, eine erregende Forschungsfahrt konnte beginnen.

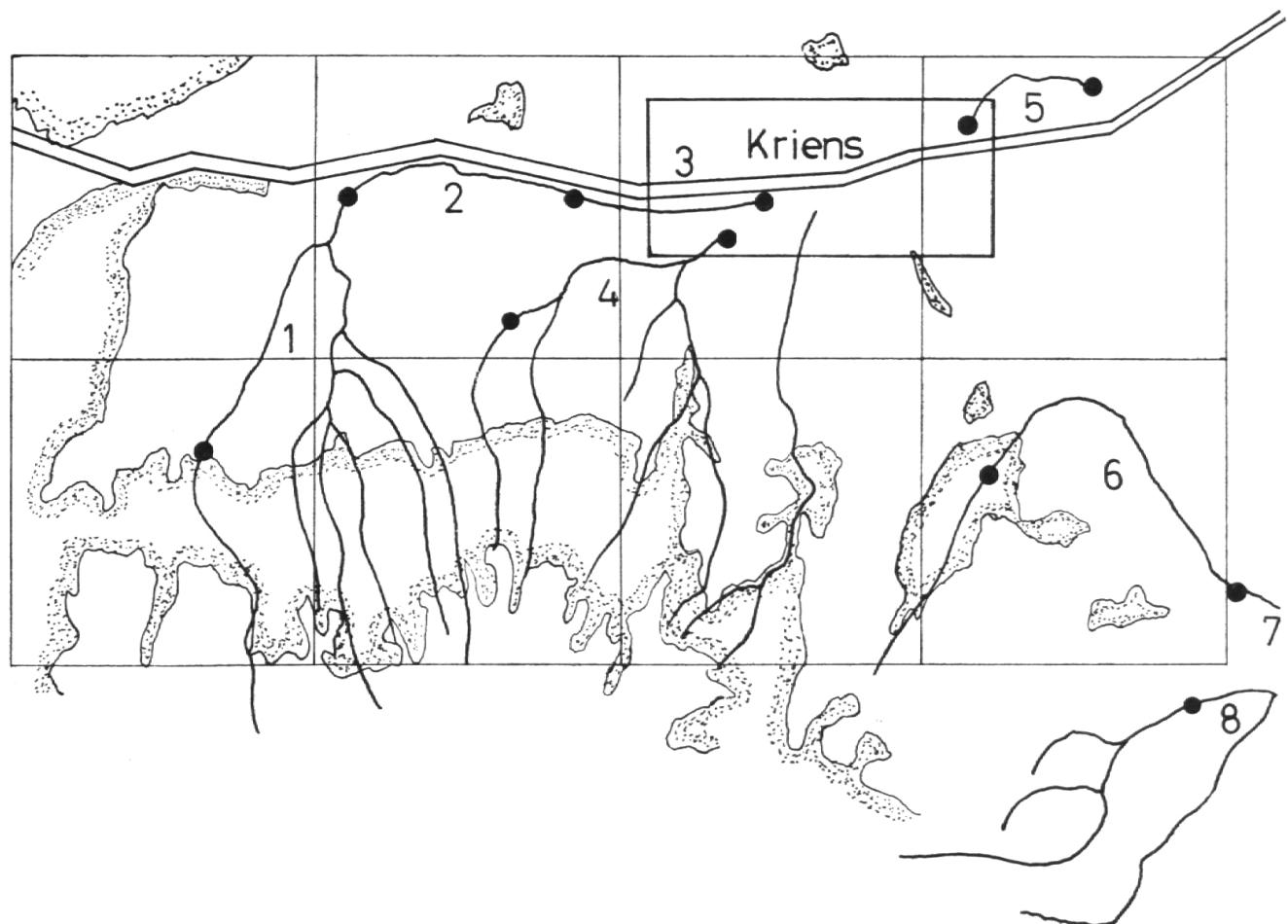
... zur Tat

Aktion queen's water startet

Organisation

Mit dem Ideenwettbewerb für einen treffenden Namen unseres Forschungsabenteuers hielt zu Anbeginn die moderne Werbung Einzug. Aus einer Unzahl von Vorschlägen wurde der Name «Aktion queen's water» klassenoffiziell aus der Taufe gehoben.

Als Arbeitsweise wählte ich das *Gruppensystem* und zwar aus der Erkenntnis und Überzeugung heraus, daß heute jede erfolgreiche naturwissenschaftliche Arbeit nur auf Teamwork beruhen kann. Die Zuordnung der Bachabschnitte erfolgte nach dem Wohnort der Schüler, damit der Anmarschweg zu den Arbeitsplätzen auf ein Minimum beschränkt blieb.



Eine gruppenweise Begehung im Gelände anhand von Kartenausschnitten, ein großer Grundbuchplan im Klassenzimmer mit den abgesteckten Gruppenabschnitten erleichterten diese Arbeit.

Wissenschaftliche Erfolge sind erkämpft und errungen worden. Viele Forscher haben uns darüber in ihren Tagebüchern berichtet. Das Führen eines Tagebuchs verhilft zu einem zielgerichteten Arbeiten. Davon sollten auch meine Schüler profitieren.

Über jede Arbeit verlangte ich einen kurzen Eintrag auf vervielfältigte Tagebuchblätter. Zugleich wurde von allen Gruppen eine Sammelmappe mit Zeitungsausschnitten, Bildreportagen, Gesetzesbestimmungen angelegt. Auf freiwilliger Basis kauften sich einzelne Schüler sogar Fachliteratur.

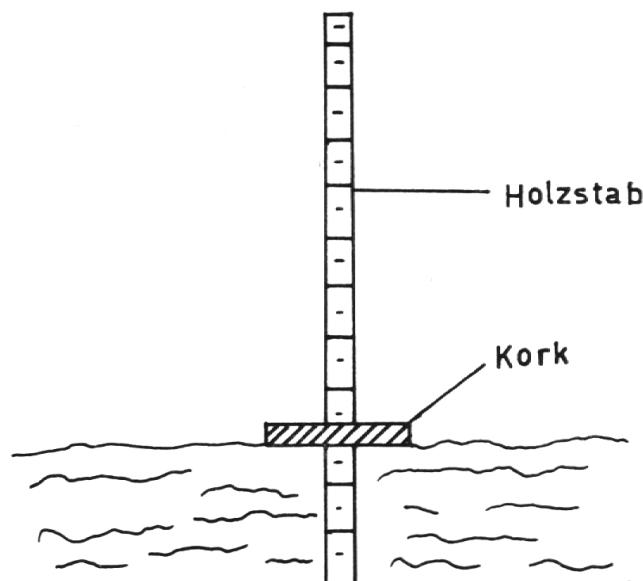
Ein Schüler erhält den Spezialauftrag, täglich mit dem Regenmesser (Pluviometer) die Regenmenge zu bestimmen und an der Bilderwand im Klassenzimmer durch eine Kurve anschaulich darzustellen.

2. Material

Holz, Kork, je nach Konstruktion des Wasserstandsmessers. Regenmesser, gebastelt aus einem Konfitürenkessel. Meßglas dazu. Umrechnungstabelle. Millimeterpapier, Stecknadeln, farbige Wolle.

3. Versuchsaufbau

Mit der Konstruktion eines Wasserstandsmessgerätes zeigen die einzelnen Gruppen ihr technisches Geschick.



4. Durchführung

Die Meßergebnisse — in Millimetern gemessen — werden vorerst im Meßprotokoll festgehalten und darauf monatlich auf einer Tabelle zusammen mit der Regenmenge grafisch aufgetragen.

Wir beobachten, messen als Physiker:

den Wasserstand und die Regenmenge

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Als praktische Anwendung des Themas «Vom Messen» in der Physikstunde übertrage ich den einzelnen Gruppen als erste Aufgabe, den Verlauf der Wasserstandshöhe in den einzelnen Bächen der Regenmenge gegenüberzustellen und ihre Beziehung festzuhalten.

1.2. Aufgabe

Jede Gruppe hat pro Woche an drei Tagen an einem festgelegten Punkt den Wasserstand zu messen.

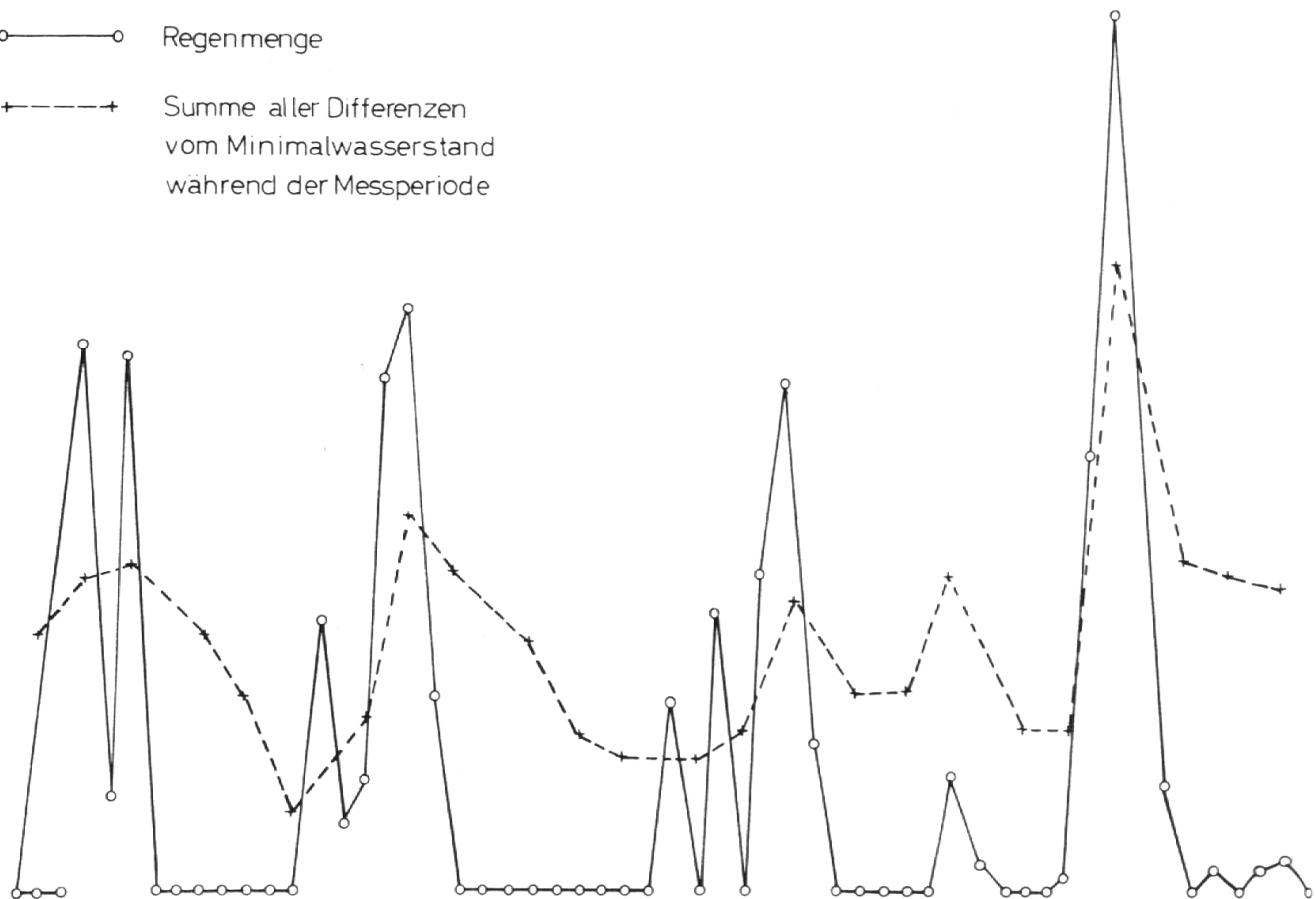
Die Nachfrage nach der Sondernummer (Nr. 6 vom 15. März 1970) «Rebellische Jugend» ist groß, so daß evtl. ein Sonderdruck vorbereitet werden muß. Weisen Sie bitte in Ihrem Bekanntenkreis, insbesondere auch bei Eltern und Schulbehörden auf diese bedeutsame Schrift hin, die überall auf großes Interesse gestoßen ist, selbst im Ausland.

Die Nummer bietet nicht nur einen ausgezeichneten Überblick über das Phänomen unserer rebellischen jungen Generation, sie bietet auch reichlich Stoff für Diskussionen mit den Jungen selber oder aber in öffentlichen Gremien. Bestellungen sind zu richten an: Administration der «Schweizer Schule», Postfach 70, 6301 Zug.

5. Auswertung

○—○ Regenmenge

+-+-+ Summe aller Differenzen
vom Minimalwasserstand
während der Messperiode



6. Schlußbetrachtung

Die grafische Darstellung zeigt eindrücklich die Wasserführung der einzelnen Bäche, wie die Extremwerte leicht verschoben sind und sanfter ansteigen.

7. Beachte

Die Meßgeräte sind im Bachbett gut zu verankern, sonst halten sie Hochwasser kaum stand.

Zur Messung sind ruhig fließende Stellen heranzuziehen.

2. Material

Quellthermometer, Stationsthermometer, Millimeterpapier.

3. Durchführung

Stets um die gleiche Tageszeit sind Luft- und Wassertemperatur zu messen und im Meßprotokoll zu notieren.

4. Auswertung

Die Auswertung erfolgt auf die gleiche Art wie bei der Messung der Wasserstandshöhe.

die Temperatur des Wassers und der Luft

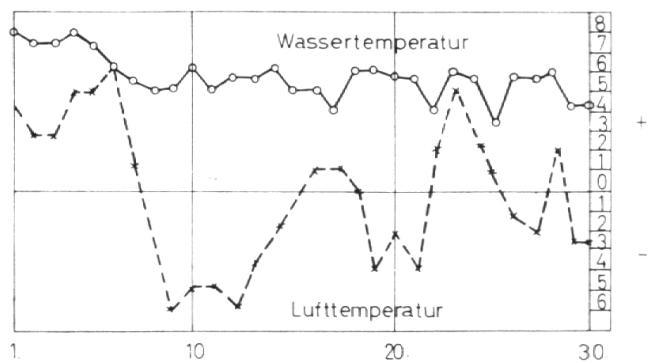
1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Mit dieser Meßreihe soll die Beziehung zwischen der Temperatur des Wassers und der Luft festgestellt werden.

1.2. Aufgabe

Einen Monat hindurch mißt jede Gruppe die Wasser- und Lufttemperatur.



5. Beachte

Der Standort des Stationsthermometers ist sorgfältig zu wählen, keine direkte Sonnenbestrahlung.

die Geschwindigkeit des Wassers

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Die Geschwindigkeitsmessung dient als Beispiel für die Kombination zweier Meßgrößen (Weg und Zeit). Sie kann mit geringem Aufwand durchgeführt werden.

1.2. Aufgabe

Ein Papierschiffchen ist während 36 Sekunden zu verfolgen. Die zurückgelegte Strecke wird gemessen.

2. Material

Meßband (10 m), Stoppuhr, Papierschiffchen.

3. Durchführung

Ein Papierschiffchen wird ins Wasser geworfen, und zwar so weit vom Ufer weg, daß es ungehindert mit der Strömung zieht. Die Strecke, die das Papierschiffchen in 36 Sekunden zurücklegt, wird markiert und anschließend gemessen. Das Resultat, multipliziert mit 100, ergibt die Stundengeschwindigkeit.

Normalerweise werden Flußgeschwindigkeiten zwar in m/sec angegeben; daher kann man auch die gemessene Strecke noch durch 36 dividieren.

4. Auswertung

Die Durchschnittswerte aus fünf Messungen werden in Säulen aufgezeichnet, so lassen sich die Ergebnisse der einzelnen Bäche sehr leicht miteinander vergleichen.

5. Beachte

Die Messung der einzelnen Gruppen ist auf den gleichen Zeitpunkt hin zu koordinieren.

die Bachströmung

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Mit diesem Versuch wird der Begriff der Strömung veranschaulicht. Er ist eine wertvolle Ergänzung und Vertiefung des Physikstoffes über die Mechanik flüssiger Körper.

1.2. Aufgabe

Die in einer Sekunde durch den Bachquerschnitt geflossene Wassermenge wird bestimmt.

2. Material

1 großes Meßgefäß; 1 Glasrohr od. Schlauch mit bekanntem Querschnitt; 1 Meßband od. Meßstab; 1 Chronometer.

3. Durchführung

Die Schüler messen die Dauer bis das Meßgefäß mit Wasser durch die Glasröhre gefüllt ist. Weiter ist der Querschnitt des Baches zu messen. Im Meßprotokoll sind die entsprechenden Eintragungen zu machen.

4. Auswertung

4.1. Formeln

$$\text{Strömung} = \frac{\text{Wassermenge}}{\text{Zeit}} \quad (\text{dm}^3/\text{s})$$
$$Q = \frac{V \cdot F}{q} \quad I = \frac{Q}{t}$$

I: Strömung

Q: Wassermenge des Bachquerschnittes

t: Zeit in Sekunden

F: Querschnittsflächen des Baches

V: Volumen im Meßgefäß

q: Querschnitt der Glasröhre

4.2. Meßprotokoll und Berechnung

Gruppe: _____ Standort: _____ Datum: _____

Messung Nr.	Volumen Meßgefäß V (dm ³)	Querschnitt Glasröhre q (dm ²)	Zeit t (sec)	Bachquerschnitt F b (dm) • h (dm)	Strömung I = $\frac{V \cdot F}{q \cdot t}$ (dm ³ /s)

5. Schlußbetrachtung

Diese Meßreihe bietet gute Vergleichsmöglichkeiten mit der Bestimmung des Wasserstandes und der Geschwindigkeit.

den Wasserdruck

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Die Messung des Wasserdruckes soll die in der Physik gewonnenen Kenntnisse über den Druck in Flüssigkeiten veranschaulichen.

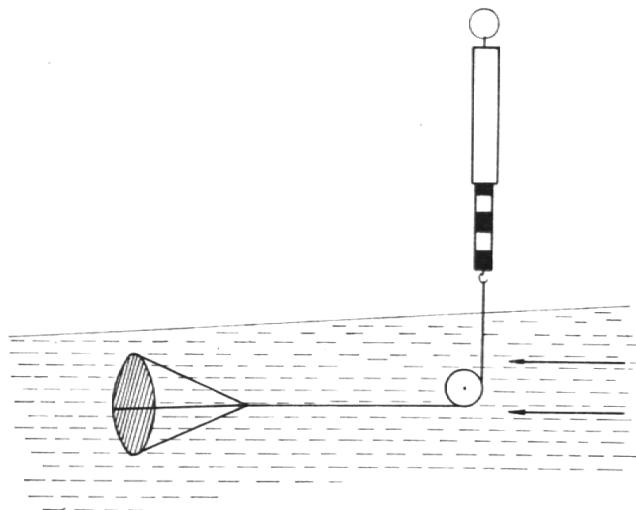
1.2. Aufgabe

Der Wasserdruck soll bestimmt werden.

2. Material

1 Kraftmesser à 1 kp und 10 kp, sog. Federwaage; 1 flache Waagschale aus Aluminium; diverse Rollen und Stäbe.

3. Versuchsaufbau



4. Durchführung

Die ganz ins Wasser getauchte Waagschale wird über Rollen mit dem entsprechenden Kraftmesser verbunden.

Weiter muß die Fläche der Waagschale genau bestimmt werden. Die gemessenen Werte sind wiederum im Meßprotokoll festzuhalten.

5. Auswertung

5.1. Formel

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft (p)}}{\text{gedrückte Fläche (cm}^2\text{)}}$$

$$p = \frac{F}{A}$$

F: Kraft

A: gedrückte Fläche (Waagschale)

p: Druck

5.2. Meßprotokoll

Gruppe: _____ Standort: _____ Datum: _____

Messung Nr.	Ausdehnung der Waagschale A (cm ²)	Kraft F (p)	Druck p = $\frac{F}{A}$

6. Schlußbetrachtung

Auch diese Meßwerte können ausgezeichnet mit den übrigen Meßreihen in Beziehung gebracht werden. Gut eignet sich die Darstellung in Säulenform.

Wir berechnen, messen als Mathematiker:

das Gefälle der Bäche

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Die Messung des Gefälles dient als sehr eindrückliche Anwendung der Prozentrechnungen.

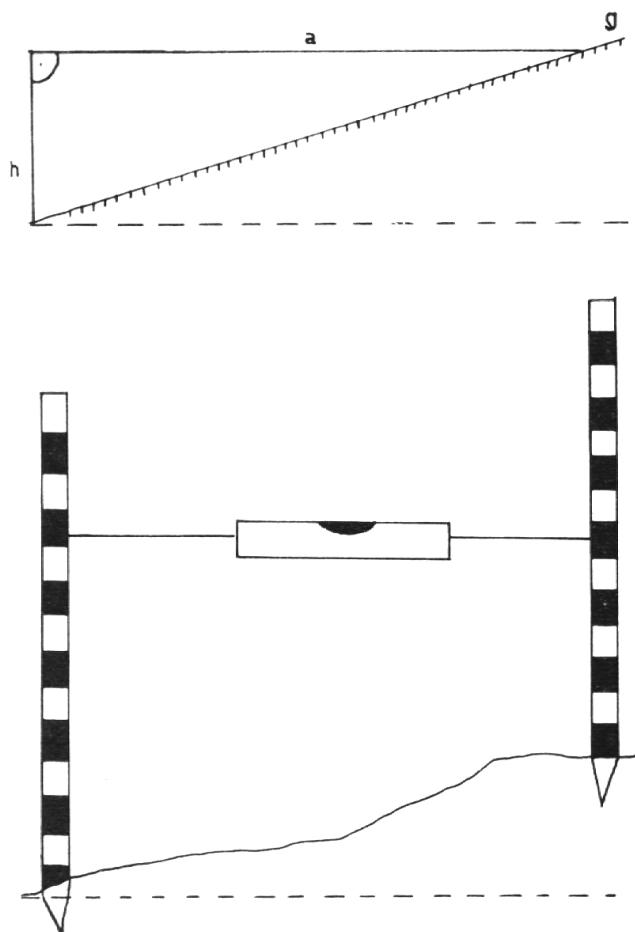
1.2. Aufgabe

In den verschiedenen Bachabschnitten wird das Gefälle bestimmt.

2. Material

Pro Vermessungsequipe: 2 Meßlatten (von Baugeschäft, Vermessungsbüro); 10 m Schnur; 1 Wasserwaage; 1 Senkblei.

3. Versuchsaufbau



4. Durchführung

Die Schüler stecken die beiden Meßblätten in einer Horizontaldistanz von 10 m senkrecht und gleich tief im Bachbett ein. Mit Hilfe der Wasserwaage wird daraufhin die Schnur waagrecht gespannt. Nun ist noch der Höhenunterschied bei den Meßblätten zu bestimmen.

5. Auswertung

5.1. Formel

Das Gefälle (Steigung) einer Geraden ist das Verhältnis der Höhendifferenz zur Horizontaldistanz. Sie wird in Prozenten angegeben.

$$\text{Gefälle} = \frac{\text{Höhendifferenz (m)}}{\text{Horizontaldistanz (m)}}$$

$$s = \frac{\Delta h}{a} \quad a: \text{Horizontaldistanz (10 m)} \\ \Delta h: \text{Höhendifferenz} \\ s: \text{Gefälle}$$

in Prozenten

$$s = \frac{\Delta h \cdot 100}{a}$$

5.2. Meßprotokoll und Berechnung

Gruppe: _____ Standort: _____ Datum: _____

Messung Nr.	Höhe h_1 Latte 1	Höhe h_2 Latte 2	$h_2 - h_1$ Δh	Steigung in % $\Delta h \cdot 10$

6. Schlußbetrachtung

Der Schüler erlebt anhand dieser einfachen Meßmethode sehr eindrücklich und anschaulich, aus welchen Größen das Gefälle berechnet wird.

Auch lassen sich hier einfache Vermessungsinstrumente einsetzen.

Wir untersuchen, bestimmen als Chemiker:

den pH-Wert

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Eine pH-Bestimmung dient als einfache chemische Untersuchung, ob unsere Gewässer sauer, basisch oder neutral reagieren.

1.2. Aufgabe

Die Wasserproben sind mit Farbindikatoren auf ihre Reaktion hin zu prüfen.

2. Material

Gefäß; Lackmuspapier; Pehameter von Hellige oder Universalindikator von Merck.

3. Durchführung

Ein Streifen Farbindikator wird in die Wasserprobe getaucht. Die beobachtete Farbänderung wird mit der vorgedruckten Farbskala verglichen. Der abgelesene Wert wird in die Tabelle eingetragen.

4. Auswertung

Alle gelösten anorganischen Stoffe sind zu einem Teil in ihre Ionen gespalten (dissosziiert); so auch das Wasser in H- und OH-Ionen. Das Produkt der beiden Ionenmengen

beträgt bei 25° 10^{-14} Mol/Liter. Ist der Anteil beider Ionen gleich, reagiert die Lösung neutral; dann ist der Molanteil der H-Ionen = 10^{-7} ; oder einfacher geschrieben: pH = 7. Sind mehr H-Ionen vorhanden, ist die Lösung sauer (pH = 1 bis 7); sind weniger H-Ionen vorhanden, reagiert die Lösung basisch (pH = 7 bis 14).

Die gefundenen Werte können in einer Tabelle zusammengestellt werden.

5. Schlußbetrachtung

Es ist bemerkenswert, wie eng die einzelnen Meßwerte beieinander liegen. Veränderungen in der stofflichen Zusammensetzung können daher sehr rasch festgestellt werden.

den O₂-Gehalt

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Die Gase, aus denen die Luft besteht, nämlich Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäuregas, finden sich auch im Wasser. Alle Gase haben die Eigenschaft, sich im Wasser aufzulösen, und zwar jedes gemäß seinen besonderen natürlichen Eigenschaften in ganz bestimmter Menge. Unsere Gewässer (wenigstens die sauberer!) enthalten deshalb immer Sauerstoff, ohne den die Wassertiere und -pflanzen nicht leben könnten.

Mit den Schülern wollen wir untersuchen, ob in bezug auf den Sauerstoffgehalt die Voraussetzungen für ein gesundes, reichhaltiges Tier- und Pflanzenleben in unseren Bächen vorhanden sind.

1.2. Aufgabe

Mit Hilfe von Natriumhydroxid und Manganchlorid bestimmen die Schüler den Sauerstoffgehalt der Wasserproben.

2. Material und Reagenzien

Farblose Flaschen mit Glasstopfen, Inhalt etwa 200 ml; Natriumhydroxid in Tabletten (Siegfried, Zofingen); Manganchlorid in Kristallen (Siegfried, Zofingen); Natriumsulfit kristallisiert (Siegfried, Zofingen); evtl. Farbskala von Weiß über Gelb bis Braun.

3. Durchführung

Die Glasflasche wird mit einem Schlauch, der bis zum Flaschenboden reichen soll, mit dem Wasser bis zum Rande gefüllt. Lange überfließen lassen. Sodann wird eine

gehäufte Messerspitze Manganchlorid (etwa ein halbes Gramm) zugefügt und gewartet, bis es sich aufgelöst hat. Anschließend geben wir 4 Tabletten Natriumhydroxid zu, verschließen die Flasche, ohne Luftblasen einzuschließen und schütteln solange kräftig um, bis alle Tabletten verschwunden sind. Es entsteht ein brauner Niederschlag.

4. Auswertung

Der braune Niederschlag ist folgendermaßen zu erklären: Mangan und Hydroxid (enthalten im Manganchlorid und im Natriumhydroxid) reagieren zusammen zu Manganhydroxid, einem weißen, voluminösen Niederschlag. Der im Wasser vorhandene gelöste Sauerstoff oxydiert das weiße (zweiwertige) zum braunen dreiwertigen Manganhydroxid, das sich in kurzer Zeit am Flaschenboden absetzt.

Beurteilung:

Weißer Niederschlag:

Kein Sauerstoff vorhanden.

Hellgelber Niederschlag:

Sehr wenig Sauerstoff. Verdacht auf Fäulnisvorgänge.

Hellbraun:

Wenig Sauerstoff. Noch zu wenig für höhere Wasserorganismen.

Braun (Farbe von Milchkaffee):

Mittlerer Sauerstoffgehalt.

Dunkelbraun:

Viel Sauerstoff.

Sauberer Bachwasser enthält etwa 10 bis 12 mg Sauerstoff im Liter. Dies entspricht rund 7 bis 8,5 ml gasförmigem Sauerstoff, der pro Liter Wasser gelöst ist.

Forellen benötigen mindestens 5 mg Sauerstoff pro Liter.

5. Schlußbetrachtung

Nebenversuch:

Eine zweite Flasche voll Wasser versetzen wir mit einer Messerspitze Natriumsulfit und schwenken um, bis das weiße Salz gelöst ist. Dieses zehrt nun den Sauerstoff restlos auf. Wir geben wieder die beiden Reagenzien zu und beobachten die jetzt entstehende Fällung: Sie ist weiß. Ist somit kein Sauerstoff im Wasser vorhanden, so wird auch kein braunes Manganhydroxid gebildet.

Zur Beurteilung kann auch eine Farbtafel herangezogen werden. Die entsprechenden Farben sind mit Zahlen zu versehen, weiß = 0, hellgelb 1, gelb 2, ...

6. Beachte

Natriumhydroxid ätzt die Haut. Hände nach Berührung sofort waschen.

den Ammonium-Anteil

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Ammonium kommt in sauberen Gewässern höchstens in Spuren vor. Treten Zersetzungsvorgänge (Fäulnis) auf, so zerfallen die organischen Verbindungen und damit auch die Verbindungen des Stickstoffes (Eiweiß). Das Endprodukt dieses Zerfalls ist das Ammonium. Wir finden Ammonium in häuslichem Abwasser und — in sehr großer Menge — in Jauche und in Silo-Abwasser. Ammonium ist ein sicherer Anzeiger auf Fäulnisvorgänge und damit auf Verunreinigung.

Wir untersuchen mit unseren Schülern, wie weit die Fäulnisvorgänge in unseren Bächen vorangeschritten sind.

1.2. Aufgabe

Wir bestimmen den Ammoniumgehalt des Wassers unserer Bäche.

2. Material und Reagenzien

Erlenmeyerkolben, 200 ml Inhalt; Seignettesalz (Kaliumnatriumtartrat, Siegfried, Zofingen), 50 g werden in 100 ml Wasser gelöst; Neßler-Reagens (Siegfried, Zofingen); Meßzylinder.

3. Durchführung

Von der Wasserprobe, dessen feste Bestandteile wir vorher entfernt haben, füllen wir 100 ml in den Kolben ab und versetzen sie mit je 1 ml Seignettesalz-Lösung und 4 ml Neßler-Reagens. Dieses Reagens ist stark alkalisch und würde deshalb eine Ausfällung von Kalk erzeugen. Der Zusatz von Seignettesalz verhindert aber diese störende Fällung. Das Neßler-Reagens bildet mit Ammonium zusammen eine intensiv gelb bis braun gefärbte Verbindung, welche in niederen Konzentrationen in Lösung bleibt, bei starkem Auftreten als rostbrauner Niederschlag ausfällt.

4. Auswertung

Schwache Gelbfärbung:

Geringer Ammoniumgehalt, unter 0,5 mg/l NH₃.

Stark Gelb- bis Braunfärbung:

Mittlerer Gehalt, einige mg/l.

Braune Trübung, Niederschlag:

Hoher Gehalt, über 10 mg/l. Stark fischgiftig!

5. Schlußbetrachtung

Ammonium ist auch eines der stärksten Fischgifte. Rund zwei Drittel der Fischvergiftungen, welche sich jedes Jahr ereignen, gehen auf Ammonium beziehungsweise Einleitung von Jauche in ein Gewässer zurück! Führe den Versuch vergleichsweise mit Brunnenwasser und Abwasser durch.

den Anteil an Nitrit

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Zur natürlichen Zersetzung organischer Stoffe wird Sauerstoff gebraucht. Dieser ist aber — im Gegensatz zur Luft — im Wasser nur in geringen Mengen vorhanden. Er wird deshalb rasch aufgebraucht. Bei Anwesenheit von Sauerstoff sind die Zersetzungsvorgänge gesamthaft Oxydationsprozesse, so lange bis kein Sauerstoff mehr vorhanden ist. Die Oxydation schlägt dann um in Reduktion (Zersetzung ohne Sauerstoff, Fäulnis). Organische Stickstoffverbindungen, welche einen sehr wichtigen Teil jeder pflanzlichen und tierischen Körpersubstanz ausmachen, werden zu Ammonium reduziert. Anorganische Verbindungen werden ebenfalls reduziert, z. B. in das in jedem natürlichen Wasser vorhandene Nitrat, welches vor seiner Reduktion zu Ammonium zuerst zu Nitrit abgebaut wird.

Wir wollen mit unseren Schülern untersuchen, wie weit Fäulnisvorgänge in unseren Gewässern stattfinden.

1.2. Aufgabe

Mit Hilfe einer der empfindlichsten chemischen Reaktionen bestimmen wir den Anteil an Nitrit im Wasser unserer Bäche.

2. Material und Reagenzien

Erlenmeyerkolben, etwa 200 ml Inhalt; Diazoreagens A und B (Siegfried, Zofingen).

3. Durchführung

100 ml unserer Wasserprobe wird mit 10 ml Diazoreagens (A und B je 5 ml) versetzt. Ist Nitrit vorhanden, so tritt allmählich eine Rotfärbung ein, die sich lange Zeit unverändert hält. Das Maximum der Farbstärke ist nach einer halben Stunde erreicht. Nitrit bildet mit dem Reagens einen roten organischen Farbstoff, einen sogenannten Diazofarbstoff.

4. Auswertung

Das farblose Reagens enthält die Bestandteile, aus denen der Farbstoff zusammengesetzt wird. Um diese aber zum eigentlichen Farbstoff zu verbinden, ist noch Nitrit notwendig. Es kann sich aber nur so viel Farbstoff bilden, als Nitrit vorhanden ist, weshalb man diese Reaktion auch zur genauen (quantitativen) Bestimmung von Nitrit verwenden kann.

Beurteilung:

Probe farblos oder schwach rosa:

Sauberer Wasser. (Trinkwasser darf kein Nitrit enthalten.)

Probe wird rot:

Enthält Nitrit.

5 Mikrogramm Nitrit pro Liter (1 Mikrogramm = 1 Millionstel Gramm) erzeugen bereits eine deutliche Rosafärbung.

100 Mikrogramm pro Liter (= 0,1 Milligramm = 1 Zehntausendstel Gramm) erzeugen die Farbe von Himbeersirup.

5. Schlußbetrachtung

Führe den Versuch auch mit Brunnenwasser und Abwasser durch. Sehr interessant sind auch die Vergleiche mit den Ergebnissen der anderen chemischen Untersuchungen.

die Karbonathärte

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Mit Ausnahme des Regenwassers enthält jedes natürliche Wasser etwas Kalzium-Bikarbonat, und zwar je nach der Beschaffenheit des Bodens, den es auf seinem Weg zur Quelle oder zum Grundwasserstrom durchsickert hat, mehr oder weniger viel. Die Eigenschaften, welche dieser Bikarbonat-Gehalt dem Wasser verleiht, bezeichnet man

als «Härte». Ein hartes Wasser enthält viel Bikarbonat, ein weiches wenig. Wir stellen mit den Schülern die Härte unseres Wassers fest.

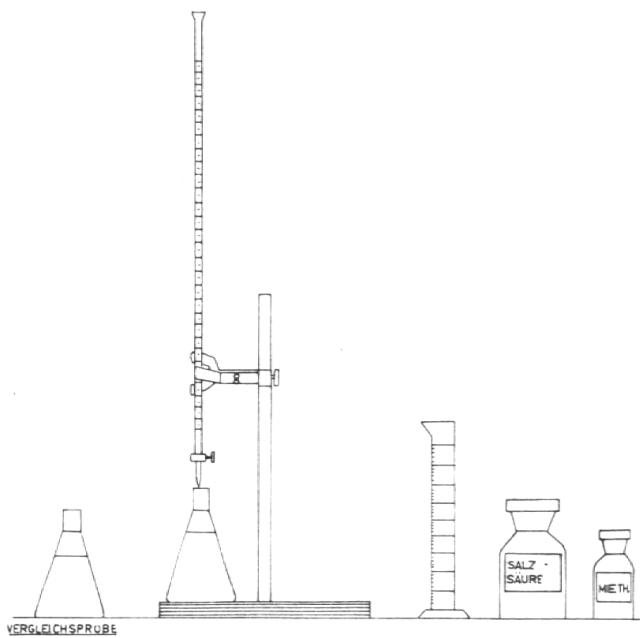
1.2. Aufgabe

Der Gehalt des Wassers an Bikarbonat (= aufgelöster Kalk!) wird durch Titration mit Salzsäure bestimmt. Als Indikator dient Methylorange.

2. Material und Reagenzien

Bürette, Meßzylinder; Erlenmeyerkolben, ca. 200 ml Inhalt; Methylorange: ca. 0,05prozentige wässrige Lösung; Salzsäure 0,1 - normal.

3. Versuchsaufbau



4. Durchführung

100 ml der Wasserprobe werden in einen Erlenmeyerkolben gegeben und mit vier Tropfen der Methylorange-Lösung versetzt. Aus der vorher gefüllten Bürette wird nun solange 0,1 normale Salzsäure zugegeben, bis die gelborange Farbe nach Orangerot umschlägt. Gut umschwenken. Man kann diesen Farbumschlag leichter erkennen, wenn man die Probe gegen eine zweite, nicht mit Säure behandelte Probe vergleicht. Weißes Papier als Hintergrund benutzen. Als Endpunkt gilt der erste deutlich wahrnehmbare bleibende Farbumschlag.

5. Auswertung

5.1. Berechnung

Anzahl ml der verbrauchten Salzsäure mal 5 = Wasserhärte in französischen Härtegraden (fr. H°).

1 fr. H° entspricht 10 Milligramm gelöstem Kalk pro Liter.

Beispiel: Zur Titration von 100 ml Wasser wurden 4,2 ml 0,1-normaler Salzsäure verbraucht.

$$4,2 \cdot 5 = 21,0 \text{ fr. H}^{\circ}$$

Das Wasser enthält $21,0 \cdot 10 = 210 \text{ mg Kalk}$

5.2. Beurteilung

0 — 10 fr. H°:	weiches Wasser
10 — 20 fr. H°:	mittelhartes Wasser
über 20 fr. H°:	hartes Wasser

Wasser aus dem Juragebiet und den Voralpen ist hart, solches aus dem Gotthardgebiet weich.

6. Schlußbetrachtung

Seife bringt man mit hartem Wasser nur schwer zum Schäumen, mit weichem dagegen sehr gut.

7. Beachte

Die Reagenzien bezieht man am besten durch eine Apotheke. Sollten Schwierigkeiten in der Beschaffung der Chemikalien oder bei den Versuchen auftreten, so darf man bestimmt auf die Hilfe des Laboratoriums des Kantschemikers bauen.

Wir erforschen als Biologen: das Leben im und am Wasser

Für den Naturfreund gibt es kein lohnenderes Feld für eigene Untersuchungen und Beobachtungen als Tümpel und Bach. Ungezählt bieten sich hier dem Lehrer die Möglichkeiten an, mit den Schülern zu Entdekkungsfahrten zu starten. Ich möchte mich dem Rat Wolfgang Engelhardts anschließen, der seinen Lesern zuruft:

«Wählt euch einen Tümpel oder einen Bach und macht ihn dann zu eurem Tümpel, zu eurem Bach! Euch gehört er erst, wenn ihr all seine Bewohner und ihre Lebensgewohnheiten kennt. Besucht ihn immer wieder, nicht nur im Sommer zur Badezeit, sondern auch im ersten Frühjahr, im Herbst, im Winter! Und laßt euch Zeit, viel, viel Zeit! Legt euch am Ufer auf den Bauch und schaut ins Wasser, lange Zeit. Erst ganz zuletzt greift zum Netz und fangt euch etwas fürs Aquarium daheim! Nicht wer die meisten Bäche abgelaufen ist, die meisten Tümpel aufgestöbert hat, besitzt die beste Chance, in die Geheimnisse ihrer Lebewesen einzudringen und vielleicht das eine oder andere zu ergründen, sondern wer mit der größten Ausdauer beobachtet. Und es gibt noch so viel zu erforschen!»

So möchte ich mich begnügen, auf ein paar wertvolle Bücher hinzuweisen, die Wegleitung und Handreichung zu mannigfachen Unternehmen bieten.

Garms Harry: Lebendige Welt, Westermann 1967; Engelhardt Wolfgang: Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher? Kosmos 1962; Mackean D. G.: Einführung in die Biologie, Landwirtschaftsverlag, München 1968; Rohling Oswald: 200 biologische Versuche, Kamp, Bochum; Schmitt Cornel: 250 einfache Versuche mit Pflanzen und Tieren, Datterer, Freising 1960; Schönmann Walter: Tierkunde, Sauerländer; Stehli Georg: Mikroskopie für jedermann, Kosmos, Stuttgart.

den Zustand unserer Gewässer

mit dem Permanganattest
(Nachweis von Schmutzstoffen)

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Rein und klar und so durchsichtig, daß sich jeder Kieselstein deutlich vom Grund abhebt, fließt der Bergbach zu Tal. Je mehr er aber aus seinem Oberlauf ins offene Land hinaustritt, um so mehr wird sein Wasser trübe und verschmutzt durch die Abwässer, die ihm von beiden Seiten her zugeführt werden aus Städten und Dörfern.

Mit den Schülern stellen wir die Frage: Sind unsere Bäche auch mit Schmutzstoffen belastet?

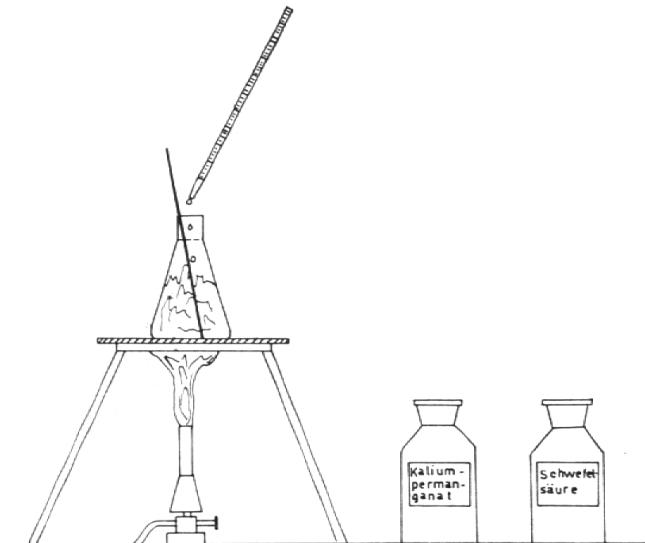
1.2. Aufgabe

Organische Stoffe können mit starken Oxydationsmitteln zerstört werden, zum Beispiel durch Kaliumpermanganat. In der Abwasseruntersuchung spielt dieser sogenannte «Permanganat-Test» seit vielen Jahren eine wichtige Rolle. Auch wir wollen ihn für unsere Untersuchung benützen.

2. Material und Reagenzien

Erlenmeyerkolben, 200 ml Inhalt; Siedesteine oder Siedestäbchen aus Glas; Konzentrierte Schwefelsäure; Kaliumpermanganat-Lösung (3 g KMnO_4) werden in 1 Liter dest. Wasser gelöst; Stabpipette, graduiert.

3. Versuchsaufbau



4. Durchführung

In den Erlenmeyerkolben geben wir 100 ml unserer Wasserprobe und säuern sie mit drei Tropfen Schwefelsäure an. Wir fügen die Siedesteinchen oder das Siedestäbchen bei und erhitzen die Probe anschließend zum Sieden. Aus der Stabpipette lassen wir langsam Permanganatlösung zutropfen, bis die rote Farbe im kochenden Gemisch nicht mehr verschwindet. Die verbrauchte Menge Permanganat notieren wir.

5. Auswertung

Beurteilung:

Rotfärbung mit einigen Tropfen:

Sauberer Wasser.

Rotfärbung mit 0,5 ml:

Mäßig verunreinigtes Wasser.

Rotfärbung mit mehr als 1 ml:

Stark verunreinigtes Wasser.

6. Schlußbetrachtung

Abwasser benötigt mehrere ml Permanganatlösung und enthält demnach viel organische Stoffe.

7. Beachte

Permanganatlösung hinterläßt auf Haut und Kleidern braune Flecken. Zur Entfernung verwenden wir Natriumsulfit, das aufgestreut, angefeuchtet und rasch wieder abgewaschen wird.

mit der Prüfung auf Fäulnis

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Die Gewässerverschmutzung zieht zahlreiche schwerwiegende Folgen nach sich: Durch die Auswirkungen der Abwässer ist in zahlreichen Seen das biologische Gleichgewicht gestört worden. Dies führt zur Ablagerung von Faulschlamm; gleichzeitig erhöht sich der Bakteriengehalt im Gewässer. Die Veränderungen, welche in einem solchen Wasserlauf entstehen, sind augenfällig: Trübes Wasser, Abwasserfahnen, grüne Algenpolster, dunkle Schlammbänke, weiße oder graue Zotten. Beim Stochern im Bachgrund steigen dicke, stinkende Blasen aus Faulgas an die Oberfläche. Die Zersetzung organischen Materials durch Fäulnisprozesse geht ohne Sauerstoff vor sich (anaerobe Zersetzung).

Finden wir in unseren Gewässern Stellen, die mit organischen Stoffen, das heißt mit Fäkalien, Harnstoff, Schmutz aller Art, Abgängen aus Landwirtschaft und Gewerbe, belastet sind und einen Herd intensiver Fäulnis bilden?

1.2. Aufgabe

Mit einer einfachen Prüfmethode untersuchen wir die Wasserproben aus den einzelnen Bachabschnitten auf ihren Verschmutzungsgrad.

2. Material und Reagenzien

Farblose Flaschen mit Glasstopfen, 200 bis 300 ml; Methylenblau (Siegfried, Zofingen). Man lasse sich eine 1prozentige wässrige Lösung herstellen.

3. Durchführung

Unsere gekennzeichneten Wasserproben werden in farblosen Glasflaschen mit Methy-

lenblaulösung versetzt, bis die Lösung hellblau erscheint. Beobachte anfänglich jede Stunde, später jeden halben Tag, in welcher Reihenfolge sich die Proben entfärben. Wir notieren die Entfärbungszeit.

4. Auswertung

Je kürzer die Entfärbungszeit, um so schmutziger ist das Wasser.

5. Beachte

Der Farbstoff Methylenblau ist sehr intensiv und färbt Haut und Kleider.

mit dem Saprobiensystem

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Man kennt eine Reihe von Organismen, die durch ein gehäuftes Vorkommen in einem Gewässer bestimmte Verhältnisse anzeigen. So sind gewisse Eintags- und Steinfliengelarven Indikatoren für ausgesprochen sauberes Wasser, während *Tubifex* (Röhrenwürmer) Schmutzwasser anzeigen. Für die vielen möglichen Zwischenstationen in der Verunreinigung existieren weitere typische Organismen. Man hat nun versucht, die Zusammenhänge zwischen der Beschaffenheit des Wassers und der Zusammensetzung der Lebewelt des betreffenden Gewässers in einem System, dem empirischen Saprobiensystem, zusammenzufassen. Danach wird die Stufe des sauberen Wassers als oligosaprobe Stufe oder Klasse 1 bezeichnet, die Stufe beginnender Verunreinigung als betamesosaprobe Stufe oder Klasse 2, die Stufe starker Verunreinigung als alpha-mesosaprobe Stufe oder Klasse 3 und schließlich die Stufe stärkster Verunreinigung und intensiver Fäulnis als polysaprobe Stufe oder Klasse 4.

1.2. Aufgabe

Wir beurteilen mit Hilfe der wichtigsten Leitorganismen die Wassergüte unserer Gewässer.

2. Material

Limnologische Bildtafel (Saproben), zu beziehen bei der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH Zürich; Mikroskope, Luppen; Glasgefäße; feine Haarpinsel, evtl. feinmaschiges Netz.

3. Durchführung

In den verschiedenen Bachabschnitten suchen wir nach den entsprechenden Organismen. Gute Fundorte sind die Steine, besonders die Unterseite, seichte Stellen, Ansammlungen von Holz und Blättern. Die gefundenen Organismen lassen sich leicht mit dem Haarpinsel in ein Glasgefäß, gefüllt mit Wasser aus der Entnahmestelle, von den Gegenständen abstreifen. Die Glasbehälter sollen sofort mit dem Namen des Fundortes beschriftet werden.

4. Auswertung

Größere Formen können bereits im Freien bestimmt und die Namen in die vorbereitete Tabelle eingetragen werden. Die restlichen Proben untersuche man im Klassenzimmer anhand der entsprechenden Bestimmungstabellen unter dem Mikroskop oder der Lupe.

Mit Hilfe der limnologischen Bildtafeln kann dann die Klassenzuteilung vorgenommen werden.

5. Schlussbetrachtung

Sehr aufschlußreich ist es bei dieser Versuchsreihe, die Ergebnisse der übrigen Untersuchungen und Tests heranzuziehen und in Beziehung zu bringen.

6. Beachte

Das Einsammeln von Proben in stark verschmutzten Bachabschnitten ist gefährlich (Infektion) und sollte nur vom Lehrer vorgenommen werden. Hände nachher gut waschen und vielleicht sogar desinfizieren.

7. Literatur

Wolfgang Engelhardt: *Was lebt in Tümpel, Bach und Weiher?* Kosmos, Stuttgart. Georg Stehli: *Mikroskopie*, Kosmos, Stuttgart; W. Burmeister: *Planktonkunde für jedermann*, Kosmos, Stuttgart.

den Vorgang in einer Kläranlage

1. Ziel

1.1. Unterrichtsziel

Was ist nun vorzukehren, um der katastrophalen Entwicklung unserer Gewässer Einhalt zu gebieten? Die Antwort auf diese Frage ist verhältnismäßig einfach: Sämtliche Abwässer aus Gemeinden, Gewerbe und Industrie müssen, bevor sie dem Vorfluter —

Fluß oder See — zugeleitet werden, in Abwasserklärwerken gereinigt werden.

Wie wird das Abwasser in den Kläranlagen von seinem Schmutz befreit?

1.2. Aufgabe

Anhand des Schulwandbildes wollen wir den Vorgang in einer Kläranlage verstehen lernen.

2. Material

Schulwandbild (mit Begleittext) über die Behandlung des Abwassers in einer Kläranlage. Bezugsquellen: Die Erziehungsdirektionen oder durch Herrn Dr. H. E. Vogel, Geschäftsführer der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene, Kürbergstraße 19, 8049 Zürich.

Versuchsmaterial aus: «als Chemiker den O₂-Gehalt».

3. Durchführung

Siehe Begleitheft

4. Schlußbetrachtung

Wie wir gesehen haben, braucht es zur Reinigung des Abwassers sehr große Mengen von Sauerstoff, der in den Kläranlagen mit Kompressoren oder Bürstenwalzen ins Abwasser hineingepreßt oder geschlagen wird. Der Versuch über die Sauerstoffzehrung kann hier gut eingeflochten werden.

Fülle zwei Proben von Abwasser ab und prüfe in der einen den Sauerstoffgehalt. Notiere die Farbe des Niederschlages. Die zweite Probe stelle 5 Tage verschlossen ins Dunkle und versetze sie erst dann mit den Reagenzien: Die hellere, unter Umständen sogar weiße Farbe des Niederschlages zeigt an, daß Sauerstoff aufgebraucht worden ist.

Wir üben und schulen als Germanisten:

Urs Affentranger

1. Unser Sprachgefühl

Die Klasse hat «Geschichten aus meinem Dorf am See» von Josef Maria Camenzind gelesen. Die Schilderung eines Gewitters über dem Gersauer Becken hat uns besonders gefallen. Wir wollten natürlich wissen, welche Einzelheiten unsere Begeisterung eigentlich begründeten.

1. Arbeiten im Klassenverband

Bei der zweiten Lektüre des bezeichneten Abschnittes erkannten wir:

1.1. den einfachen Satzbau

Ganze Abschnitte bestehen aus einer Folge kurzer Sätze. Beispiel:

Plötzlich erstarb der Himmelsbrand. Über den Pilatus wälzte sich eine pechschwarze Wolkenwand. Im Stanser Tal zuckte ein Blitz. Es wurde beinahe nachtdunkel. Fernher rollte ein Donner. Jetzt sah man vom Pilatus kein bißchen mehr. Die Wolken fuhren dem Ländersee entgegen. Das Seebecken wurde mit einem Mal giftiggrün. Schaumgekrönte Wellen standen in ihm auf und wogten und wälzten sich seeaufwärts. Oben am Rigiberg begannen die Wälder zu rauschen. In der Stanser Ebene wurde es milchweiß.

1.2. Ausdrücke aus der Mundart

- die Wüstwetterseite
- offene Fensterflügelchen schletzten
- eine zerbrochene Scheibe scherbelte zu Boden
- haltet 's Maul, ihr Gofen!
- man sieht liberament nichts
- Herrschaft abeinander!
- zu Hudel und Fetzen reißen
- Jesses Gott
- man sollte präzis meinen
- rübis und stübis

1.3. die bildhafte Sprache

- die Berge waren wie in Feuerglut getaucht
- es schlug wie mit Feuergarben über den Pilatus hinweg
- in der Stanser Ebene wurde es milchweiß
- es begann wie mit Kübeln vom Himmel herunterzuschütten
- vielleicht hockt der Irländer pudelwohl unten
- die Dame war leichenblaß

1.4. die treffenden Verben und Adjektive

Sie geben uns Anregungen für die Gruppenarbeiten unter Pt. 2.

1.5. die Spannung

Der Leser hofft mit den Gersauern auf Rettung der Menschen, die in Seenot geraten sind.

- «Gott gnad' den Menschen, die jetzt auf dem See sind!»

- «Was ist los? Was gibt's? Was willst?» frägelte es von allen Seiten. «Unsere irländischen Gäste sind mit dem Schiffli auf dem See draußen.»
- «Ihr Männer, helft mir um Gottes Willen die Kurgäste suchen!»
- Jetzt vernahm man einen Hilferuf.

2. den Stil

Immer zwei Zweiergruppen lösen die gleiche Aufgabe. Der Lehrer legt nachher der ganzen Klasse die bessern Arbeiten vor.

Der Arbeitsgang ist den Schülern von früheren, ähnlichen Übungen bekannt.

Als Hilfsmittel sind vorhanden: Duden, Deutsches Wörterbuch, Deutscher Wortschatz, Lexikon, Wörterbuch für Englisch-Deutsch und Französisch-Deutsch.

2.1. Verbreihen

Lehrer: Sucht 10 Verben, welche für die Geräusche des Wassers stehen. Wir wollen sie dann von laut bis leise einordnen.

Schüler: donnern, weinen, jammern, plätschern, tropfen, sprudeln, tosen, gurgeln, zischen, rauschen.

Lehrer: Sucht 10 Verben, welche die Bewegungen des Wassers wiedergeben. Sie wer-

den in eine absteigende Reihe von rasch bis ruhig eingeordnet.

Schüler: wogen, liegen, reisen, fließen, hoppen, wirbeln, reißen, spülen, rieseln, fluten.

2.2. Verben einsetzen

Lehrer: Schreibt zum Thema «Mensch und Wasser» zehn Sätze. Die Verben läßt ihr weg.

Wir werden die passenden Worte einsetzen.

Schüler: Schon — die Fischer in See. Der Bach — über die Ufer. Durch die engen Gassen — sich eine dicke, braune Brühe. Ein junges Wässerchen — über die Alpweide. Der Wind — graue Wasserwände gegen die Frontscheibe unseres Wagens. Elegant — das Segelboot seine Bahnen. Der schwere Rumpf des Fischkutters — sich durch die Brandung. Tag und Nacht — der Fluß an den morschen Brückenpfeilern. Das Abwaschwasser — in den Ablauf. Die Mutter — das Wasser aus dem tropfenden Lappen.

2.3. Substantiv und Verb

Lehrer: Formt zum Thema «Mensch und Wasser» acht kurze Sätze. Die einzelnen Satzteile mischt ihr dann bunt durcheinander. Wir werden die Sätze wieder zusammenfügen.

Schüler:	der Fischer	lenkt	über den Strom
	der Schwimmer	planscht	an Bord
	der Lotse	setzt	in der Wanne
	der Kapitän	wendet	nach verborgenen Schätzen
	das Kind	kommandiert	durch Untiefen
	der Froschmann	geht	mit Würde
	der Fährmann	übt	am Bassinrand
	der Reisende	taucht	Geduld

Jeder vollständige Satz besteht aus je einem Glied der drei Kolonnen. Die einzelnen Satzglieder dürfen nur einmal verwendet werden!

2.4. Adjektive und Adverbien einsetzen

Lehrer: In welche Sätze würden die folgenden Wörter passen?

sumpfig, undurchsichtig, knietief, bodenlos, bewegungslos, lautlos, unterirdisch, schlammig, kristallklar, harmlos.

Wir werden auch feststellen, ob es sich im Satz um ein Adjektiv oder Adverb handelt. Schüler: Die Buben waten durch den —

Bach. Das Holzstück liegt — im stillen Teich. In der Trockenzeit rieselt der Wildbach ganz —. Seine Stiefel blieben im — Mooroden stecken. Ein buntes Eichenlaub segelt — auf die Wasserfläche nieder. Kennst du einen — See? Der Schmutzfink hüpfte in die — Wasserlache. Durch das — Wasser erkenne ich den Grund sehr gut. Mit deinem Stock machst du den Tümpel —. Sein Benehmen ist eine — Gemeinheit.

2.5. Fremdwörter ersetzen

Lehrer: Sucht aus euren Beobachtungsberichten die Fremdwörter heraus. Setzt 10

davon in kurzen Sätzen ein. Wir werden uns überlegen, welche Fremdwörter durch deutsche Ausdrücke ersetzt werden können.

Schüler: Der Schläuling will überall profitieren. Kannst du da noch neutral bleiben? Auf diese Distanz erkenne ich ihn kaum. Hans führte das Protokoll. Die beiden Landstreicher halten sich nicht ans Protokoll. Er koordiniert alle Arbeiten bei der Konstruktion des neuen Hochhauses. Die Abenteurer fahren zur Sondierung durch die Stromschnellen. Dank ihrem vorbildlichen Team-work siegte die Gruppe fünf. Mit deiner Grafik wird das Problem viel deutlicher. Unser Dogist organisiert morgen eine Ballon-Aktion.

2.6. Sprichwörtliche Redensarten

Lehrer: Sucht möglichst viele sprichwörtliche Redensarten zum Thema «Wasser». Wir wollen uns nachher über die Bedeutung eurer Beispiele unterhalten.

Schüler:

Er kann kein Wässerchen trüben.
Stille Wasser sind tief.
Übers Meer führt keine Brücke.
Er fischt im Trüben.
Er schwimmt mit dem Strom.
Das ist ein Schlag ins Wasser.
Sie vertragen sich wie Feuer und Wasser.
Er lebt wie der Fisch im Wasser.
Er ist mit allen Wassern gewaschen.
Das ist Wasser auf seine Mühle.
Er wird zu Brot und Wasser verurteilt.
Er schöpft Wasser in ein Sieb.
Er trägt Wasser in den Fluß.
Ihm wird das Wasser abgegraben.
Bis dahin fließt noch viel Wasser den Berg hinunter.
Er reicht ihm nicht das Wasser.

3. den schriftlichen Ausdruck

- Berichte über chem. und phys. Versuche
- Beobachtungen im Freien
- Tagebuch
- Mein Beobachtungsstandort zu allen Jahreszeiten
- Einsendungen an die Lokalpresse:
Aufruf an die Bevölkerung
Reportage über unsere Entrümpelungsaktion
- Briefe an verantwortliche Amtsstellen

4. den mündlichen Ausdruck

4.1. Kurzgeschichten:

Die Geschichte vom Tümpel, Carl Zuckmayer
Reusenheben, Wolfdriethrich Schnurre
Brudermord im Altwasser, Georg Britting
Zwei Männer, Günther Weisenborn
Der Herbststurm am See, Hermann Löns
Wassernot — Menschennot, ein Aufsatz von
Friedrich Schnack
Der Steuermann, eine Parabel von Franz
Kafka. («Welt im Wort», Bd. I)

4.2. Gedichte und Balladen:

Auf dem See, J. W. Goethe
Meeresstille, J. W. Goethe
Glückliche Fahrt, J. W. Goethe
Der Fischer, J. W. Goethe
Der Taucher, Friedrich Schiller
Der Knabe im Moor, A. von Droste-Hülshoff
Die Brücke am Tay, Th. Fontane
Der römische Brunnen, C. F. Meyer
Gesang des Meeres, C. F. Meyer
Der alte Brunnen, Hans Carossa
Wasserspiele, F. G. Jünger
Die Stimme des Meeres, E. Langgässer.
(«Welt im Wort», Bd. II)

Dank

Ich möchte diese Arbeit nicht schließen, ohne all den vielen Helfern zu danken, die mir mit Rat und Tat, mit Material und Geräten zur Seite standen. Zu besonderem Dank fühle ich mich verpflichtet gegenüber der Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH Zürich, vorab den Herren Dr. O. Jaag und Dr. Ambühl. Besonders für die chemischen und hydrobiologischen Untersuchungen konnte ich mich sehr stark auf die Arbeiten von Dr. H. Ambühl stützen, die sich in der Schule als sehr instruktiv und sorgfältig ausgewählt erwiesen.

In den Vorlesungen und im hydrobiologischen Praktikum an der Universität Zürich erhielt ich durch Herrn Professor Dr. Eugen Thomas manch wertvolle Anregung und Belehrung.

D. J.

Wir machen unsere Leser auf den beiliegenden Prospekt aufmerksam. CH