

## Chemie in der Küche



### Einleitung

Was fällt Dir beim Gedanken an Chemie ein? Höchstwahrscheinlich beschwört es Bilder von Wissenschaftlern in weißen Kitteln mit Schutzbrille, die in einem Labor vor sprudelnden Bechern und Flaschen stehen und farbige Flüssigkeiten miteinander mischen. Im Hintergrund stehen seltsame Instrumente aus Glas, welche mit Schläuchen miteinander verbunden sind und überall finden sich lodernde Brenner. In gewisser Weise stimmt diese Vorstellung: die Ausrüstung in den Laboren ist für spezielle Anforderungen entwickelt worden und da Chemikalien oft aggressiv mit unserer Kleidung und Haut reagieren können, tragen die Wissenschaftler spezielle Kleidung um sich zu schützen. Aber Chemie ist noch viel mehr! Sie ist überall um uns herum und unbemerkt Teil unseres Lebens.

Stell Dir vor, du möchtest ein neues Rezept entwickeln. Dazu mischst Du in der Küche unterschiedlichste Nahrungsmittel und Gewürze, so lange bis Dir das Endprodukt schmeckt. Damit unterscheidest Du Dich kaum von einem Chemiker. Deine Ausgangsprodukte nennen sich beispielsweise Kochsalz oder Essig, für den Chemiker haben sie die Namen Natriumchlorid oder Essigsäure. Trotz unterschiedlicher Namen verwendet Ihr die gleichen Zutaten.

### Was ist im Kit enthalten:

- 15 Blätter Chromatographiepapier
- 4 Kapillarröhrchen
- 0,5ml Lebensmittelfarbe, rot, blau, grün und gelb

- 15 Reaktionsstreifen (3x4)
- 25g Backpulver
- 25g Hirschhornsalz
- 25g Maisstärke
- 25g unbekanntes Pulver (BP)
- 30ml Essigsäure
- 30ml Lugolsche Säure
- 1 Box Zahnstocher
- 75 Reagenzgläser
- 10g Papain
- 8g Gelatine
- Ascorbinstandard zur Herstellung von 1l Lösung (1mg/ml)
- 90ml 0.1M Iod-Kaliumiodidlösung
- 30ml 1%ige Stärkelösung
- 90 Messbecher à 30ml
- 15 Pipetten à 1ml
- 100ml 5%iges Handwaschmittel
- 100ml 5%iges Spülmittel
- 100ml 5%ige Seifenlösung
- 50 pH-Teststreifen
- 30ml Calciumchloridlösung

**Weitere benötigte Materialien (nicht im Kit enthalten)**

- destilliertes Wasser
- Bechergläser 500ml
- Messbecher
- Vitamin C-haltigen Saft oder Soda-Wasser
- Reagenzglasständer
- Schutzbrillen
- Handschuhe
- Laborkittel

**Versuchsziele:**

- Durchführung einer Chromatografie mit Lebensmittelfarben
- Identifizierung einer unbekannt Substanz durch eine Anzahl vergleichender Tests
- Wie funktionieren chemische Weichmacher bei Fleisch?
- Techniken zur Titration (Vitamin C Nachweis)
- Entwicklung von Standardkurven zur Bestimmung des Vitamin C Gehaltes
- Eigenschaftsbestimmung von verschiedenen Detergenzien
- Vergleich der Eigenschaften von Seife und Maschinenwaschmittel

**Vorbereitung:**

Für die ersten beiden Experimente ist es empfehlenswert, wenn Sie einen gemeinsamen Arbeitsplatz vorbereiten, den sich die Schüler dann teilen können.

**1. Experiment:**

Stellen Sie ein Kapillarröhrchen für jede Lebensmittelfarbe zur Verfügung. Mit dieser Kapillare können die Schüler die „Spots“ auf das Chromatografiepapier auftragen.

**2. Experiment:**

Stellen Sie die unterschiedlichen Sorten Backpulver, sowie das „unbekannte“ Pulver in einem kleinen Becherglas zur Verfügung. Legen Sie eine Spatel neben jedes Glas, so dass jede Schülergruppe eine kleine Menge in Ihren Reaktionsstreifen spateln kann. Es ist ausreichend Material für 15 Schülergruppen vorhanden. Die Reaktionslösungen (Lugol'sche und Essigsäure) können Sie entweder selbst portionieren, oder die Schüler entnehmen jeweils 1ml von jeder Lösung und füllen Sie in entsprechende Reaktionsgefäße.

**Vorbereitung der Enzym- und Gelatinelösung:**

- Geben Sie 160ml destilliertes Wasser (Raumtemperatur) zu 8g Gelatine
- Erwärmen Sie die Lösung, bis die Gelatine vollständig gelöst ist
- Portionieren Sie 3-4ml dieser Lösung in je einen der 30 Reaktionsröhrchen
- Lassen Sie die Reaktionsröhrchen abkühlen (sie sollten binnen 3-4 Tagen verbraucht werden)
- Papain ebenfalls in 100ml Wasser lösen und innerhalb der nächsten Tage verwenden.

**Herstellen des Ascorbinsäurestandards:**

*Die Ascorbinsäure sollte so zeitnah wie möglich hergestellt und aufgebraucht werden, idealerweise am Tag des Experimentes. Bis zu Versuchsbeginn sollten die Reaktionsgefäße kalt und dunkel gelagert werden.*

- Lösen Sie die Ascorbinsäurekapsel in 1l Wasser auf
- Geben Sie 400 ml dieser Lösung in ein Becherglas (Konzentration der Lösung 1mg/ml)
- Weitere 300ml dieser Lösung geben Sie in ein anderes Becherglas und geben 100ml Wasser dazu (Konzentration der Lösung 0.75mg/ml)
- 200ml der Stocklösung geben Sie in ein drittes Becherglas und füllen mit 200ml destilliertem Wasser auf (Konzentration der Lösung 0.5mg/ml)
- 100ml der Stocklösung geben Sie in ein viertes Becherglas und füllen mit 300ml destilliertem Wasser (Konzentration der Lösung 0.25mg/ml)
- Stellen Sie verschiedene unbekannte Lösungen zur Verfügung (Vitamin C-haltige Säfte, Sode-Wasser etc.)

**Teil 1:**

**„Rot, Gelb, Blau & Grün – Worin besteht der Unterschied?“**

**Es werden folgenden Materialien pro Gruppe benötigt:**

- 1 Blatt Chromatografiepapier

- 1 Becherglas 500ml

**Folgende Materialien teilen sich die Gruppen:**

- rote, blaue, grüne, gelbe Lebensmittelfarbe
- destilliertes Wasser

Laborkittel, Schutzbrille und Handschuhe sollten **IMMER** getragen werden, da sie zur Sicherheit im Labor und Schutz der Schüler erheblich beitragen!!!

1. Die Schüler sollen ihr Becherglas ca. 1cm mit Wasser füllen.
2. Mit einem Bleistift wird die Auftragslinie für die Lebensmittelfarben auf dem Chromatografiepapier gezeichnet (**VORSICHT! Das Papier ist sehr empfindlich – es darf nicht mit starkem Druck gezeichnet werden**)
3. Unterhalb der Spots sollten die entsprechenden Farben markiert werden
4. Erst jetzt werden die vier Lebensmittelfarben auf dem Papier mittels Kapillare aufgebracht und kurz getrocknet.
5. Dann stellen die Schüler das Papier in das mit Wasser gefüllte Becherglas und beobachten den Lauf der Farben bis die Wasserlinie ca. 4 cm vor dem oberen Rand des Papiers ist.

**Teil 2:**

**„Aufschrift vergessen! – Bestimmung einer unbekanntes Substanz“**

**Es werden folgenden Materialien pro Gruppe benötigt:**

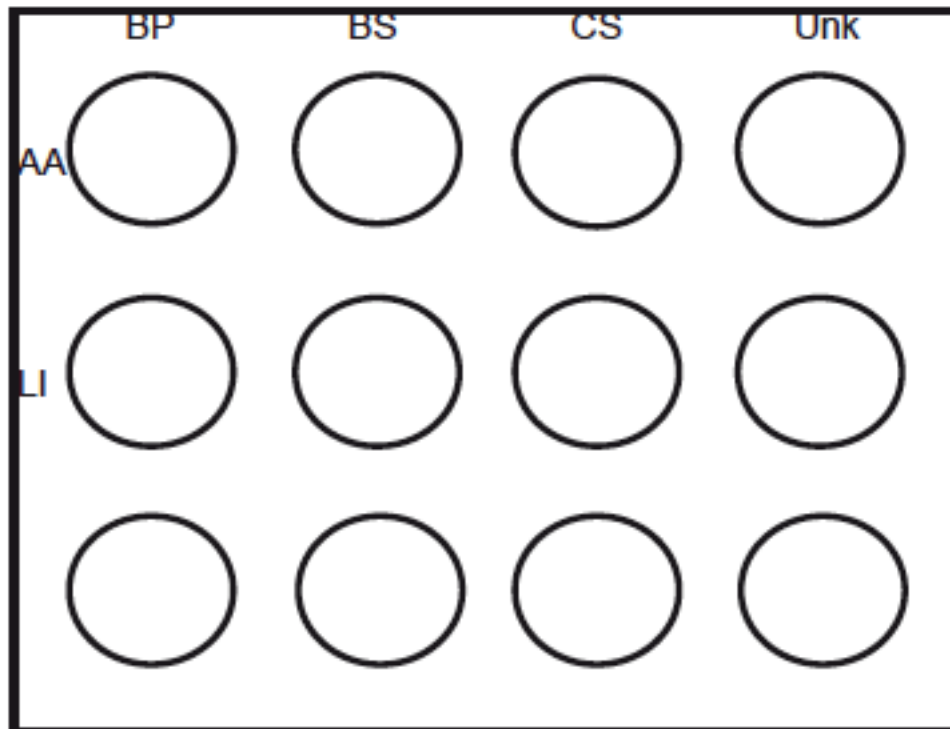
- 1 Reaktionsstreifen (3x4)
- 8 Zahnstocher

**Folgende Materialien teilen sich die Gruppen:**

- Backpulver, Hirschhornsalz, Maisstärke, unbekanntes Pulver
- Essigsäure, Lugol'sche Lösung
- Laborkittel, Schutzbrille und Handschuhe

**Versuchsablauf:**

1. Die Schüler beschriften Ihre Reaktionsstreifen wie folgt:



2. Anschließend wird je eine Spatelspitze der unterschiedlichen Proben gemäß Beschriftung in die Vertiefungen gebracht.
3. Die Schüler sollen zunächst die physikalischen Eigenschaften der Pulver beschreiben (Farbe, Konsistenz etc.)
4. In die Reihe AA sollen die Schüler einige Tropfen Essigsäure einbringen und die stattfindende Reaktion beschreiben.
5. In die Reihe LI sollen die Schüler einige Tropfen Lugol'sche Lösung einbringen und die stattfindende Reaktion beschreiben.
6. An Hand der beiden Reaktionen sollten die Schüler die unbekannte Substanz beschreiben können.

### **Teil 3:**

#### **„Weichmacher“**

#### **Es werden folgenden Materialien pro Gruppe benötigt:**

- Teströhrchen mit Gelatine

#### **Folgende Materialien teilen sich die Gruppen:**

- Enzymlösung zum Weichmachen von Fleisch
- Lineal

**Versuchsablauf:**

1. Jede Schülergruppe erhält zwei Reaktionsröhrchen mit Gelatine und beschriftet eines davon mit „Enzym“, das andere mit „Kontrolle“
2. Auf das „Kontroll“-Röhrchen geben die Schüler Wasser, so dass die Gelatine ca. 1-2cm bedeckt ist.
3. Mit dem Enzymröhrchen wird genauso verfahren, allerdings verwenden die Schüler hier die Papain-Enzymlösung
4. Beide Röhrchen werden über Nacht bei Raumtemperatur inkubiert und erst am nächsten Tag vorsichtig die Lösung abgenommen.
5. Mittels Lineal ermitteln die Schüler den Höhenunterschied zwischen den beiden Gelatine-Massen.

**Teil 4:**

**„100% des Tagesbedarfs an Vitamin C gedeckt – Fakt oder Werbelüge?“**

**Es werden folgenden Materialien pro Gruppe benötigt:**

- 6 Messbecher à 30ml
- 1 Pipette à 1ml
- 10ml Ascorbinsäure 1mg/ml
- 10ml Ascorbinsäure 0.75mg/ml
- 10ml Ascorbinsäure 0.5mg/ml
- 10ml Ascorbinsäure 0.25mg/ml

**Folgende Materialien teilen sich die Gruppen:**

- 0.1M Iod-Kaliumiodid-Lösung
- 1%ige Stärkelösung
- Vitamin C-haltiger Saft oder Soda-Wasser

**Versuchsablauf:**

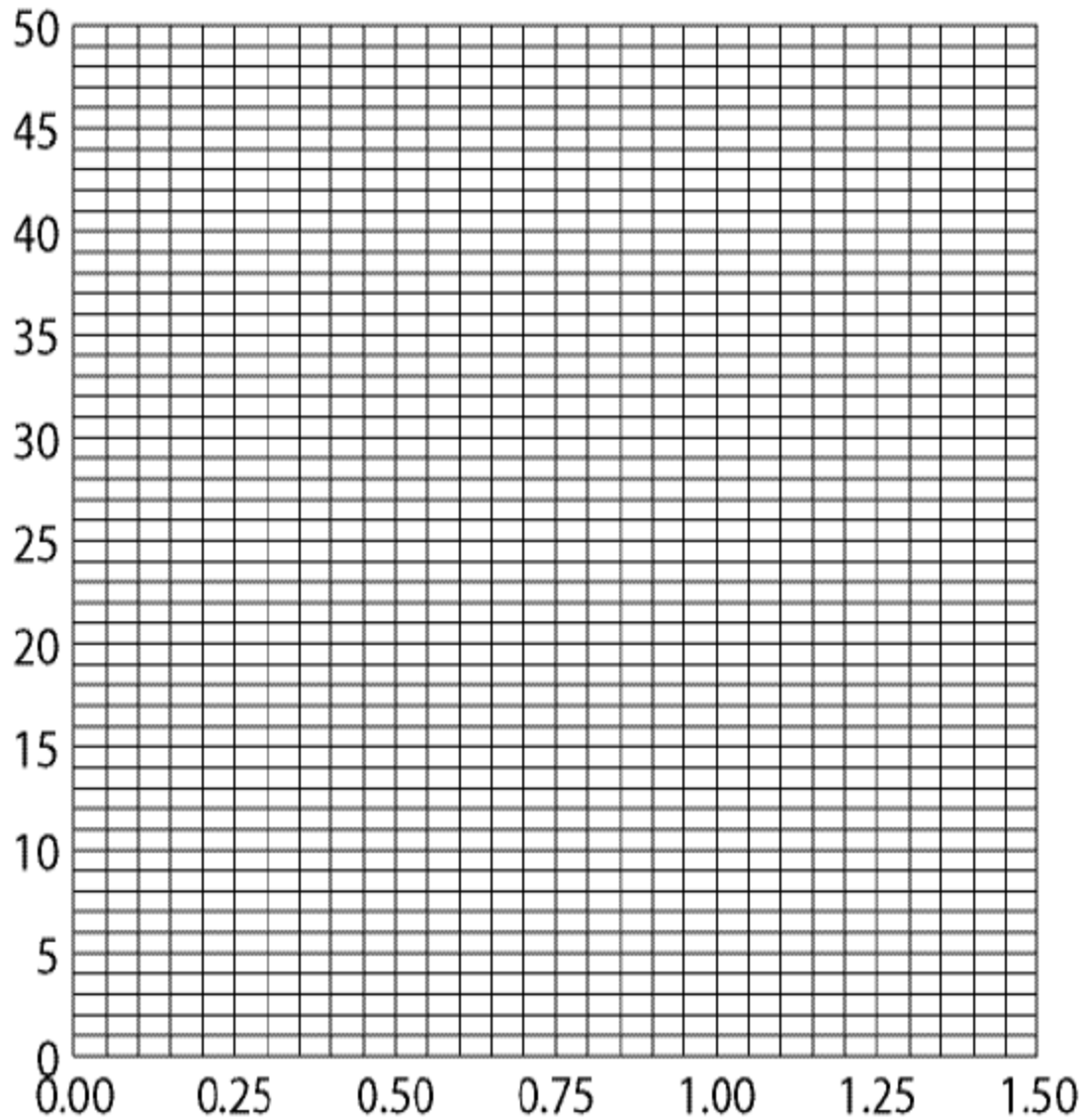
1. Die Schüler labeln 4 Messbecher entsprechend der Konzentrationen der Kontroll-Lösungen und geben je 10ml der entsprechenden Lösungen und 10 Tropfen Stärkelösung in die Becher (vorsichtig mischen)
2. Anschließend erfolgt die Zugabe von 5-6ml Iod-Kaliumiodid in einen 5.Mess-becher
3. Mittels Pipette geben die Schüler unter leichtem Schütteln so lange je einen Tropfen Iod-Kaliumiodidlösung in die entsprechenden Messbecher bis die Farbe des Tropfens für 30s nicht mehr verschwindet. Dabei sollte die Anzahl Tropfen notiert werden.

Table 4: Vitamin C Titration

Sample	# of Drops
1 mg/ml	
0.75 mg/ml	
0.5 mg/ml	
0.25 mg/ml	
Unknown Sample	

- Die entsprechenden Daten sollen von den Schülern in den angefügten Graphen eingetragen werden und eine Bestgerade erstellt werden.
- Mittels dieser Bestgerade kann die Konzentration der unbekanntes Lösung (Saft, Soda-Wasser etc.) bestimmt werden.

**DATA ANALYSIS**



**Teil 5:**

**„Reinigungsmittel, Seifen und Detergenzien“**

**Es werden folgenden Materialien pro Gruppe benötigt:**

- 3 Teströhrchen, pH-Teststreifen
- Reaktionsröhrchen



**Folgende Materialien teilen sich die Gruppen:**

- 5%iges Handwaschmittel
- 5%iger Maschinenreiniger
- 5%ige Seifenlösung
- Calciumchloridlösung

**Versuchsablauf:**

1. Die Schüler beschriften 3 Röhrchen mit „Seife“, „Maschine“ und „Hand“
2. In jedes der Röhrchen geben sie 3ml der entsprechenden Reinigungsmittel
3. Mittels pH-Teststreifen ermitteln die Schüler den pH-Wert der Lösungen und notieren diesen.
4. Dann werden alle Röhrchen nacheinander geschüttelt und die Schaumbildung beobachtet und notiert.
5. Zuletzt geben die Schüler 4-5 Tropfen Calciumchlorid-Lösung zu jeder Probe, schütteln die Proben erneut auf, beobachten das Verhalten der Lösungen und dokumentieren dieses.

**Datenanalyse:**

1. Entsprechen die Ergebnisse der Chromatographie Deinen Erwartungen? Welche Erwartungen wurden erfüllt, welche nicht?
2. Du verwendest als Fleischersatz bei der Untersuchung des „Weichmachenden“-Enzyms Gelatine. Warum denkst Du ist Gelatine für diesen Versuch geeignet?
3. Auf der Rückseite von Gelatine-Packungen findet sich neben Rezeptvorschlägen oftmals der Hinweis, die Gelatine nicht mit Fruchtzusätzen wie Ananas, Kiwi oder Grapefruits zu verwenden. Warum denkst Du ist das so?
4. Auf vielen Orangensäften findet sich der Aufdruck, dass dieser Saft die von der DGE empfohlene Menge an Vitamin C zu 100% enthält. Für einen Erwachsenen wird eine Menge von 100mg am Tag empfohlen. Trifft diese Aussage auf die von Dir untersuchten Säfte zu?
5. Stelle Deine Beobachtungen zum Detergenzien/Schaum-Experiment kurz den anderen Gruppen vor. Welche Beobachtungen wurden erwartet, welche nicht?
6. Laut Werbung sind manche Reinigungsmittel besser zum entfernen bestimmter Stoffe geeignet. Von einem amerikanischen Waschmittelhersteller wurde die Aussage „Proteine waschen Proteine aus“ geprägt. Wie verstehst Du diesen Slogan?
7. Seit dem späten 20. Jahrhundert enthalten Detergenzien Phosphate, welche man auch „Builder“ (= wörtlich: Hersteller oder Baumeister) nennt. Diese Builder machen es erst möglich, dass das Reinigungsmittel besser in den unterschiedlichsten Umgebungen arbeitet: sie verhindern die negativen Effekte von hartem Wasser und garantieren eine konstante Reinigungsleistung in nahezu allen Wasserqualitäten. Wie arbeiten Phosphate?

**Datenanalyse:**

Entsprechen die Ergebnisse der Chromatographie Deinen Erwartungen? Welche Erwartungen wurden erfüllt, welche nicht?

*Die meisten Schüler werden erwarten, dass grün keine Grundfarbe ist und daher in 2 verschiedenen Banden auftritt (blau + gelb) – einige Studenten könnten blau als Zusammenstellung zweier unterschiedlicher roter Banden erwarten.*

Du verwendest als Fleischersatz bei der Untersuchung des „Weichmachenden“-Enzyms Gelatine. Warum denkst Du ist Gelatine für diesen Versuch geeignet?

*„Weichmachende“-Enzyme gehören zu einer Klasse von Proteasen, welche eine Vielzahl unterschiedlicher Proteine abbauen. Da Gelatine ein Protein ist, kann sie von diesem Enzym (Papain) abgebaut werden.*

Auf der Rückseite von Gelatine-Packungen findet sich neben Rezeptvorschlägen oftmals der Hinweis, die Gelatine nicht mit Fruchtzusätzen wie Ananas, Kiwi oder Grapefruits zu verwenden. Warum denkst Du ist das so?

*Diese Früchte enthalten von Natur aus Enzyme, welche das Protein, aus dem die Gelatine besteht abbauen können.*

Auf vielen Orangensäften findet sich der Aufdruck, dass dieser Saft die von der DGE empfohlene Menge an Vitamin C zu 100% enthält. Für einen Erwachsenen wird eine Menge von 100mg am Tag empfohlen. Trifft diese Aussage auf die von Dir untersuchten Säfte zu?

*Zur Berechnung der Menge an Vitamin C im Saft müssen die Schüler zunächst herausfinden, wie hoch die Menge an Vitamin C in einem ml Saft ist:*

$$\frac{\text{(berechneter Vitamin C-Gehalt)}}{\text{(Menge an Saft im Messbecher)}} = \text{xxx mg/ml}$$

Stelle Deine Beobachtungen zum Detergenzien/Schaum-Experiment kurz den anderen Gruppen vor. Welche Beobachtungen wurden erwartet, welche nicht?

*Geschirrspüler sind meist sehr teure Geräte mit beweglichen Teilen (Geschirr). Eine zu große Menge an Schaum verursacht Reibung im Gerät und könnte dadurch Geschirrtile zerbrechen lassen. Deshalb wird hier darauf verzichtet zu viel oder zu beständigen Schaum entstehen zu lassen.*

Laut Werbung sind manche Reinigungsmittel besser zum entfernen bestimmter Stoffe geeignet. Von einem amerikanischen Waschmittelhersteller wurde die Aussage „Proteine waschen Proteine aus“ geprägt. Wie verstehst Du diesen Slogan?

*Manche Reinigungsmittel haben Protein-verdauende Enzyme in ihrer speziellen Formel. Diese Enzyme gehören jedoch selbst zur Gruppe der Proteine, weswegen der Slogan „Proteine entfernen Proteine (oder waschen aus)“ Sinn macht.*

Seit dem späten 20. Jahrhundert enthalten Detergenzien Phosphate, welche man auch „Builder“ (= wörtlich: Hersteller oder Baumeister) nennt. Diese Builder machen es erst möglich, dass das Reinigungsmittel besser in den unterschiedlichsten Umgebungen arbeitet: sie verhindern die negativen Effekte von hartem Wasser und garantieren eine konstante Reinigungsleistung in nahezu allen Wasserqualitäten. Wie arbeiten Phosphate?

*Diese Fragestellung kann in Form eines Referates recherchiert und diskutiert werden.*

*Phosphate üben in Waschmitteln viele Funktionen aus. Vor allem enthärten sie das Wasser, indem sie Kalziumionen binden. Dadurch verhindern sie, dass der im Wasser enthaltene Kalk sich in den Textilfasern absetzt. Wenn das Wasser hart ist und viel gelösten Kalk enthält, verringert sich seine Fähigkeit, die Seife aufzulösen: Die Waschkraft lässt nach. Ferner stabilisieren Phosphate den pH-Wert und fördern damit die oberflächenaktiven Substanzen des Wassers. Sie halten den aufgelösten Schmutz im Wasser und hindern ihn daran wieder in die Wäsche einzudringen.*

*Dass man seit einigen Jahren zunehmend phosphatfreie Waschmittel produziert, hängt mit der durch Phosphate verursachten Umweltbelastung zusammen. Denn Phosphate begünstigen das Algenwachstum in Seen und Wasserläufen. Wenn die Algen dann absterben, verringert sich der Sauerstoffgehalt des Wassers.*

*Als Ersatzstoffe verwendet man meist NTA, Zeolith A und Zitronensäure. NTA enthärtet das Wasser und besitzt gute Wascheigenschaften, lässt sich aber schwer abbauen und kann im Flussschlamm abgelagerte Schwermetalle wieder lösen. Zeolith A enthärtet Wasser und ist ungiftig, besitzt aber keine Wascheigenschaften. Zitronensäure enthärtet das Wasser ebenfalls und ist biologisch abbaubar. Doch auch sie hat keine Wascheigenschaften. Keine dieser Substanzen kann also allein sämtliche Wascheigenschaften der Phosphate ersetzen. Völlig gleichwertige und ungefährliche Ersatzstoffe gibt es bisher nicht. Deshalb sehen sich Waschmittelhersteller nach wie vor gezwungen, dem Waschpulver eine gewisse Menge Phosphate beizugeben. Das Abwasser muss dann in chemischen Kläranlagen gereinigt werden.*