LUFTLABOR



Dossier für Lehrpersonen - Luftreinhaltung

Wie sauber ist die Luft in der Schweiz?

1. Worum geht es? 2
2. Ziele 2
3. Relevante Begriffe 2
4. Lerngelegenheiten 2
5. Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen Lehrplan 21 3
6. Lösungen und Hinweise Lernjournal 4
7. Lösungen Experimente & Erkundungen 9
   7.1. Erkundung: Luftqualität – Gute und schlechte Luft an meinem Wohnort 9
   7.2 Erkundung Luftqualität - Vorbereitung 10
   7.3 Experiment: Saurer Regen – pH-Werte von Boden- und Regenwasserproben 12
8. Teste dich selbst: Lösungen 14

1. Worum geht es?

- Luftschadstoffe, deren Quellen und Auswirkungen
- Messung der Luftqualität in der Schweiz
- Geografische Verteilung der Luftschadstoffe in der Schweiz und Gründe dafür
- Veränderung der Luftqualität in der Schweiz
- Massnahmen der Schweiz gegen Luftschadstoffe und deren Wirkung

2. Ziele

Die Schülerinnen und Schüler …

- wissen, dass die Luftqualität in der Schweiz gemessen wird und können die entsprechenden Daten abrufen und interpretieren.
- kennen die drei wichtigsten Luftschadstoffe und können deren Quellen benennen.
- können eine Einschätzung der Luftqualität abgeben und dabei die zeitliche Entwicklung und die Grenzwerte berücksichtigen.
- Können Massnahmen aufzählen, die in der Schweiz umgesetzt worden sind, um die Luftqualität zu verbessern.

3. Relevante Begriffe

Luftschadstoffe, Emissionen, NABEL, primäre und sekundäre Schadstoffe, Feinstaub, Stickstoffdioxid, Ozon, Luftreinhalteverordnung LRV, Katalysator

4. Lerngelegenheiten

Webinhalte: ca. 30 Minuten

Lernjournal: ca. 85 Minuten

- Woher die Schadstoffe kommen (30’)
- Recherche: Schadstoffbelastung an deinem Wohnort (20’)
- Schweizer Karte (20’)
- Weiterdenken: Aussagen kommentieren (15’)

Experimente: ca. 150 Minuten

- Erkundung: Luftqualität – Gute und schlechte Luft an meinem Wohnort (60-90’)
- Erkundung Luftqualität – Vorbereitung (45’)
- Experiment: Saurer Regen – pH-Werte von Boden- und Regenwasserproben (45’)

5. Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen Lehrplan 21

	Luftqualität	Saurer Regen
Lehrplanbezug	NT 3.3 NT 6.1	NT 2.1
Erfahren		X
Betrachten		
Beobachten		
Erkennen		
Beschreiben	X	X
Fragen		X
Vermuten		X
Erkunden	X	X
Explorieren	X	
Laborieren		
Untersuchen	X	X
Experimentieren		
Sich informieren	X	X
Dokumentieren	X	X
Ordnen		
Vergleichen		X
Benennen		
Strukturieren		
Modellieren		
Erzählen		
Erklären	X	X
Analysieren		X
Einschätzen		
Beurteilen		
Reflektieren		
Mitteilen		
Austauschen		
Entwickeln		
Umsetzen		
Sich engagieren		

6. Lösungen und Hinweise Lernjournal

Woher die Schadstoffe kommen (30 min)

Zeichne im Schaubild ein, wo die folgenden Schadstoffe entstehen:

- Ammoniak (rot)
- VOC (hellblau)
- Feinstaub (gelb)
- NO_x (grün)
- Benzol (violett)



Abbildung 1 - Lösung Aufgabe Schaubild. Quelle: Lernetz AG (2015).

Recherche: Schadstoffbelastung an deinem Wohnort (20 min)

Suche die Werte für die Belastung der Luft durch NO_2, O_3 und Feinstaub (PM10) bei dir zu Hause über eine Internetrecherche. Mögliche Quellen:

- Feinstaub-Info: www.feinstaub.ch
- Ozon-Info: www.ozon-info.ch, www.bafu.admin.ch/luft/13769/13783/13784/index.html?lang=de
- Smartphone-App "airCHeck": http://cerclair.ch/aircheck

Vergleiche die Werte mit jenen der NABEL-Messstationen. Welche Station entspricht wohl am ehesten deinem Wohnort?

NABEL = **Na**tionales **Be**obachtungsnetz für **L**uftfremdstoffe

Schadstoff	**Aktuelle Belastung bei dir zu Hause**	**Aktuelle Belastung der ähnlichsten NABEL-Station**
NO_2		
O_3		
Feinstaub		
		Station:

Schweizer Karte (20 min)

Nimm eine Karte der Schweiz. Überlege dir, wo die Schadstoffbelastung am höchsten ist. Erstelle eine Liste der Merkmale für eine hohe Schadstoffbelastung und begründe diese.

Hier ist die Belastung hoch:	Grund:
Verkehrsachsen (Autobahn)	*Autos und Lastwagen stossen eine grosse Menge an Schadstoffen aus*
Grosse Ortschaften (Zürich, Basel, Bern, Lausanne, Genf, ...)	*Städte = viele Heizungen, viel Verkehr, Industrie*
Tessiner Südtäler	*Neben den lokalen Emissionen werden je nach Wetterlage Schadstoffe aus der Po-Ebene ins Tessin verfrachtet und stauen sich in den engen Tälern.*

Weiterdenken: Aussagen kommentieren (15 min)

Nimm Stellung zu den folgenden Aussagen und begründe:

- Um die Luftqualität zu messen, könnten wir auch die Menge an verbrauchten Erdölprodukten in der Schweiz beiziehen und daraus die resultierenden Schadstoffe berechnen. Messungen der Luftqualität braucht es deshalb keine.

  Der Erdölverbrauch kann nicht direkt mit den Emissionen und dadurch Immissionen gleichgesetzt werden. Trotz höheren Erdölproduktimporten sind die Luftschadstoffemissionen dank dem Einsatz moderner Verbrennungstechniken deutlich zurückgegangen. Schadstoffe stammen zudem nicht nur aus der Verbrennung von Erdölprodukten, sondern z.B. auch von Holzfeuerungen oder aus der Landwirtschaft. Im Weiteren könnten mit einer solchen Berechnung nur primäre Schadstoffe abgeschätzt werden. Die Berechnung von sekundären Schadstoffen, jenen Stoffen, welche durch chemische Reaktionen der primären Schadstoffe in der Atmosphäre entstehen, ist sehr schwierig und Messungen sind daher unumgänglich. Schlussendlich ist es auch wichtig zu wissen, wo genau die Schadstoffe ausgestossen werden, da die Luftqualität kleinräumig variieren kann.

- Dank den Gesetzen und dem technischen Fortschritt haben wir in der Schweiz keine Sorgen mehr, was die Luftbelastung durch Schadstoffe betrifft.

  In der Schweiz hat sich die Luftqualität über die letzten Jahre verbessert und ist aktuell relativ gut. Trotzdem ist die Luftqualität noch nicht so, dass es keine Folgen für die Gesundheit und die Umwelt gibt. Infolge der immer noch zu hohen Emissionen von Luftschadstoffen in der Schweiz und den Nachbarländern werden einige Immissionsgrenzwerte für Ozon, PM10 und Stickstoffdioxid weiterhin überschritten und übermässige Stickstoffeinträge belasten die Ökosysteme. Im Jahr 2010 konnten rund 3000 vorzeitige Todesfälle in der Schweiz auf die Luftverschmutzung zurückgeführt werden.

  Daher sind nach wie vor Anstrengungen notwendig, um die Schadstoffemissionen weiter zu senken. Ein wichtiger Beitrag liefert hierbei der Einsatz der besten verfügbaren Technologien zur Emissionsminderung bei Privathaushalten (Heizungen), der Industrie (Feuerungen, Dieselgeneratoren, Lösungsmitteleinsatz), der Landwirtschaft (emissionsarme Hofdüngerlagerung und Ausbringung) sowie bei Motorfahrzeugen und mobilen Maschinen in allen Bereichen.

Landesgrenzen sind für Luftschadstoffe kein Hindernis. Ein Teil der in der Schweiz gemessenen Belastung stammt aus Quellen in anderen Ländern. Daher sind Schadstoffreduktionen auch auf internationaler Ebene wichtig. Genau dieses Ziel verfolgt die Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung, in welcher sich 51 Parteien verpflichtet haben die Luftschadstoffemissionen in Zukunft zu senken.

- Weil die Motoren viel besser geworden sind und auch das Benzin weniger Zusatzstoffe hat, sind Partikelfilter und Katalysatoren unnötig geworden.

  Auch in modernen Motoren setzen die Verbrennungsprozesse nach wie vor Schadstoffe wie NOx und Russ frei. Deshalb braucht es immer noch Katalysatoren und Partikelfilter, um diese und weitere Schadstoffe zu vermindern.

7. Lösungen Experimente & Erkundungen

7.1. Erkundung: Luftqualität – Gute und schlechte Luft an meinem Wohnort

Kurzbeschrieb
In Gruppen bringen die Schülerinnen und Schüler in Erfahrung (eigene Erfahrungen, Kartenanalyse, Passantenbefragung), wo in ihrer Schulgemeinde die Luft gut oder schadstoffbelastet ist.

Bezug LP21: NT 3.3, NT.6.1	**Zeit:** 2-3 Lektionen
Leitfragen: 1. Wo in unserer Schulgemeinde ist die Luft kaum/stark belastet? 2. Woran erkennen Menschen gute/schlechte Luft?	**Material** • AB Erkundung Luftqualität – Vorbereitung • Kartenausschnitt Wohnregion • Zugang Internet • Notizmaterial • Fragebogen

Durchführung
1. Individuelle Vorbereitung der Schülerinnen und Schüler mittels Arbeitsblatt (Erkundung: Luftqualität, Vorbereitung).
2. Gestützt auf eigene Erfahrungen, individuelle Vorbereitung und die Kartenanalyse bestimmen die Schülerinnen und Schüler in Gruppen je einen Ort mit guter Luft und einen Ort mit belasteter Luft. Diese Orte werden aufgesucht und die Luftqualität mit den eigenen Sinnen überprüft (Hausaufgabe).
3. Schülerinnen und Schüler befragen auf der Strasse Passanten bezüglich der Orte in der Gemeinde mit der besten bzw. schlechtesten Luft.
4. Einzeichnen der untersuchten und benannten Orte auf der Karte und Vorbereitung der Präsentation vor der Klasse
5. Gemeinsam stellen die Schülerinnen und Schüler die Resultate ihrer Erkundung in einer Kurzpräsentation der Klasse vor.

7.2 Erkundung Luftqualität - Vorbereitung

Beantworte die folgenden Fragen:

Frage	Antwort
1. Welche Kriterien beeinflussen beim Einatmen von Luft den Entscheid, die Luft als gut bzw. schlecht zu bewerten?	Die Nase als Riechorgan entscheidet, ob die Luft gut oder schlecht riecht, ob sie dick oder dünn ist. Riechzellen werden durch Schadstoffe gebunden.
2. Wie erkennt man gute Luft?	Gute Luft riecht für jede Person anders. Es gibt viele Duftstoffe, die von Menschen als angenehm empfunden werden.
3. Wie erkennt man schlechte Luft?	Schlechte Luft kennen wir aus fremden Städten oder fernen Ländern. Meist kann man anhand der Weitsicht erkennen, dass Smog oder Rauch die Sicht trüben. Auch gut riechende Luft kann schädlich sein. Siehe Frage 4
4. Kann ungesunde Luft auch gut riechen?	Leider können für den menschlichen Körper schädliche Stoffe auch gut riechen. Beispiele: Lösungsmittel, Leim, Nagellackentferner, etc.
5. Kann gesunde Luft auch schlecht riechen? Gibt es dazu Beispiele?	Gewisse Leute haben eine Abneigung gegen den Kuhstall- oder Rossmistgeruch. Dieser ist überhaupt nicht schädlich, riecht für viele aber etwas streng.
6. Wie verlässlich ist unser körpereigenes Warnsignal betreffend dem Einatmen von qualitativ schlechter Luft? Gibt es dazu Beispiele?	Atmet der Mensch sauerstoffarme Luft ein, treten folgende Symptome auf: graue oder bläuliche Hautfarbe, livide Lippen, geschwollene Finger, kann von Bewusstseinstrübungen bis hin zur Ohnmacht, Atemnot und Muskelschwäche führen

Weiterdenken: Analysiere das Bild. Notiere was du erkennst und beantworte anschliessend Frage 7 und 8.

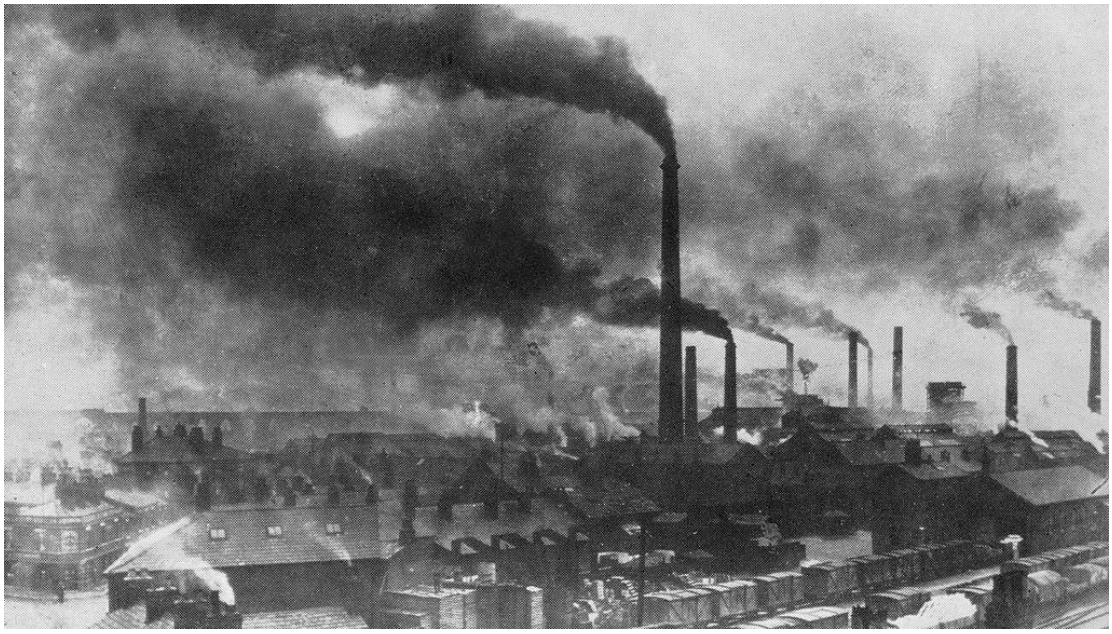


Abbildung 2 - Industriegebiet in Boston. Quelle: Humboldt EDU (2015).

Beobachtungen:

Frage	**Antwort**
7. Von welchem Zeitraum könnte dieses Bild stammen und warum? Begründe deine Vermutung.	Das Bild stammt aus dem Jahr 1813 (Industrialisierung). Man erkennt ein Industriegebiet mit rauchenden Kaminen. Die Abgase entstehen durch die Verbrennung von Kohle oder Holz zum Beispiel für den Antrieb von Dampfmaschinen.
8. Welche Zusammenhänge bestanden wohl damals in einer Industrieregion zwischen Hauptwindrichtung und Grundstückpreisen?	Grundstücke, welche im Windschatten (Hauptwindrichtung) eines Industriegebietes lagen, waren oft die günstigsten. Somit hatten die Fabrikbesitzer meistens bessere Luft als ihre Angestellten, die in den billigen Quartieren lebten.

7.3 Experiment: Saurer Regen – pH-Werte von Boden- und Regenwasserproben

Kurzbeschrieb
In Gruppen organisieren die Schülerinnen und Schüler Bodenproben und Regenwasser von verschiedenen Standorten ihres Wohnortes, zum Beispiel unter Bäumen, an Strassenböschungen sowie im Wald. Sie vergleichen den pH-Wert der Bodenproben mit jenem des Regenwassers.

Bezug LP21: NT.2.1	**Zeit:** 1 Lektion
Leitfragen • Welchen pH-Wert hat Regen in unserer Wohngemeinde? • Wie ist der pH-Wert des Erdbodens auf den der Regen fällt?	**Material** • Karte der Wohngemeinde • Gartenschaufel • Gläser (200 ml) mit Deckel (Proben) • Messzylinder (Messbecher) • Erlenmeyerkolben • destilliertes Wasser • pH-Wert Teststreifen • Waage (Genauigkeit 0.1g) • Malerband und Stift (Gläserbeschriftung)
Mögliche Ziele Die Schülerinnen und Schüler • können den pH-Wert einer Lösung und einer Aufschlämmung bestimmen. • verstehen das Problem des sauren Regens und können es einer Drittperson erklären.	

Sachinformation pH-Wert

Der pH-Wert gibt Auskunft über die Konzentration der Wasserstoff-Ionen und ermöglicht die Einschätzung, ob eine wässrige Lösung sauer, neutral oder basisch ist.

Die pH-Skala reicht von 0 bis 14. Dabei gilt, je tiefer der pH-Wert umso saurer, je höher der pH-Wert, umso basischer ist eine Lösung. Für verdünnte Lösungen bei 25 °C gilt:

- pH < 7 entspricht einer Lösung mit **saurer** Wirkung
- pH = 7 entspricht einer neutralen Lösung
- pH > 7 entspricht einer **basischen** Lösung

Verwendung pH-Wert Teststreifen/Indikatorpapier

Der pH-Messstreifen wird ein paar Sekunden (evtl. mit einer Pinzette) in die Flüssigkeit getaucht. Bei Mehrfeldertеststreifen muss darauf geachtet werden, dass alle Farbzonen benetzt werden.

Durchführung

6. Schülerinnen und Schüler entwickeln einen Plan für die Entnahme der Proben.
7. Schülerinnen und Schüler sammeln in verschiedenen Regionen der Wohngemeinde Boden- und Regenwasserproben (verschliessbare Gurken- oder Konfitürengläser). Jede Probe wird in einem Protokollblatt registriert und die Entnahmestelle auf einer Karte eingezeichnet.
8. pH-Werte bestimmen
9. Messungen festhalten & vergleichen
10. Recherche zum Thema „Saurer Regen“

Vorschlag Protokollblatt/Steckbrief

Arbeitsgruppe (Namen):		
Ort der Probenentnahme		Datum:
Kartenausschnitt map.geo.admin.ch		
Bemerkungen		
gemessener pH-Wert		

8. Teste dich selbst: Lösungen

1. Aufgabe: Kreuze an, ob die folgenden Aussagen stimmen oder nicht.

a) Luftqualität bezeichnet die Zusammensetzung der Luft bezogen auf ihren Anteil an Schadstoffen.

- Stimmt
- Stimmt nicht

b) Die Luftqualität ist gut, wenn sehr viele Schadstoffe enthalten sind.

- Stimmt
- Stimmt nicht – die Luftqualität ist gut, wenn wenig Schadstoffe in der Luft enthalten sind.

c) Emissionen entstehen in der Atmosphäre durch die Reaktion von mehreren Stoffen.

- Stimmt
- Stimmt nicht – Emissionen entstehen in Bodennähe in Form von Abgasen, Rauch, Lösemitteln oder anderen Formen

d) Messanlagen für Luftverschmutzung befinden sich immer in Städten.

- Stimmt
- Stimmt nicht – sie sind über das ganze Land verteilt und messen an unterschiedlich stark belasteten Standorten, wie zum Beispiel in Hochgebirgen

e) Die ganze Welt ist von Luftverschmutzung betroffen, da die Luft über Grenzen hinaus geht.

- Stimmt – Es gibt auf der Welt keinen Ort mehr, der völlig frei von Luftschadstoffen ist
- Stimmt nicht

f) Ein Grossteil der Luftbelastung mit Schadstoffen entsteht durch menschliche Aktivitäten.

- Stimmt
- Stimmt nicht

2. Aufgabe: Umkreise alle Luftschadstoffe:



3. Aufgabe: Nenne 4 Massnahmen, die die Luftqualität positiv beeinflusst haben.

- Abgasvorschriften -> Gewerbe- und Industriebetriebe wurden saniert
- Heizöl enthält weniger Schwefel
- Kleinerer Gehalt von Benzol im Benzin
- Abgasvorschriften für Motorfahrzeuge (Katalysator)
- Technische Fortschritte und strengere gesetzliche Regelungen