

Windenergie in der Schweiz

Wo sind geeignete Gebiete, um Windenergieanlagen zu bauen? Warum eignen sich nicht alle Gebiete, auch wenn genug Wind vorhanden ist? Welche Argumente gibt es für oder gegen den Bau von Windenergieanlagen?

Ausgehend von diesen themenspezifischen Fragestellungen lernen die Schülerinnen und Schüler den Kartenviewer map.geo.admin.ch kennen. Sie profitieren dabei von den vielfältigen und detaillierten Daten, die auf dem Kartenviewer visualisiert werden können.

Diese Unterrichtseinheit wurde von Reto Hugenberg, Schule Bremgarten AG, entwickelt und mit einer Klasse erprobt.

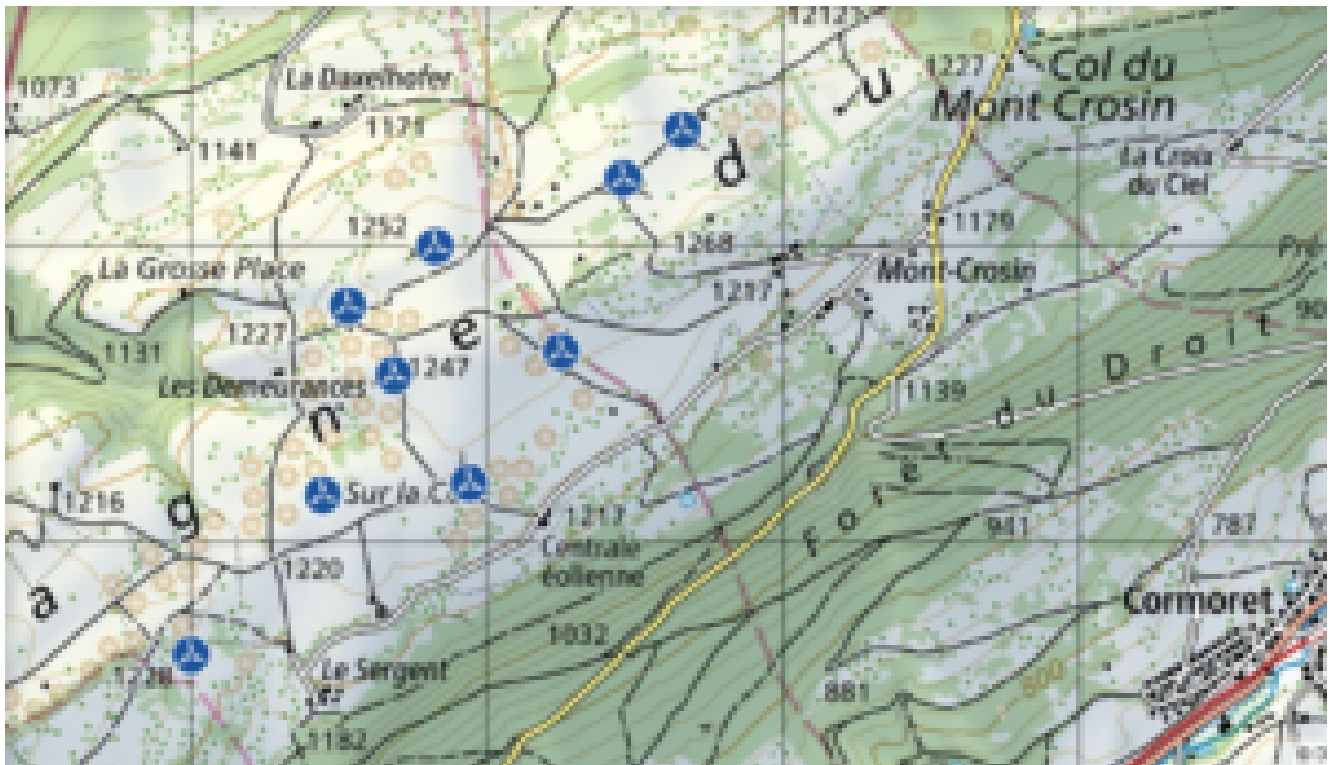


Abb: Windenergieanlagen auf dem Mont Crosin

Einbettung ins Thema

Die erste Windenergieanlage wurde in der Schweiz 1986 erbaut. Seither entstanden laufend neue Anlagen und 2018 stellten alle bestehenden Windenergieanlagen nur gerade 0.2% der benötigten elektrischen Energie zur Verfügung. In der Energiestrategie 2050 des Bundes sollen Windenergieanlagen einen Anteil von 7% des in der Schweiz benötigten Stroms produzieren. Dazu müssen Standorte gefunden werden, deren Eignung nicht nur von den Windverhältnissen abhängt.

Mit dieser Unterrichtseinheit erkennen die Schülerinnen und Schüler, wie eine Windenergieanlage prinzipiell funktioniert, welche Gebiete sich für den Bau von Windenergieanlagen eignen und welche Voraussetzungen dafür gegeben sein müssen. Ausserdem erkennen sie Vor- und Nachteile von Windenergieanlagen und setzen sich dazu mit der Beurteilung von Informationsquellen im Netz auseinander. So werden Themen aus RZG, NT, Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) und Medien und Informatik verbunden.

Beschreibung der Unterrichtseinheit

Voraussetzungen / Vorwissen / Präkonzepte

Für die Bearbeitung der Aufträge ist bekannt, welchen Formen zur Produktion

von elektrischer Energie umweltfreundlich sind und welche nicht bzw. ist bekannt, welcher Zusammenhang zwischen dem Umsetzen von Energiezielen und dem Erreichen von Klimazielen besteht.

Zudem sind allgemeine Kenntnisse eines Webbrowsers von Vorteil. Die Einführung in die Bedienung des Kartenviewers kann situativ während des Unterrichts stattfinden.

Art der Aufgabe

Die Aufgabe ist geeignet als Ergänzung zu den Themenbereichen «Bauen nach Regeln», «Rohstoffe und Energieträger» (NMG und RZG/GGS), «Energieformen und Energieumwandlung» (NMG und NT) oder “Natürliche Umwelt und Ressourcen” (BNE). Die Unterrichtseinheit bietet hervorragende Anknüpfungspunkte, um weitere Fragestellungen rund um oben genannten Themenbereiche und Themen aus BNE zu bearbeiten und zu vertiefen.

Vorgehen

Zuerst machen sich die Schülerinnen und Schüler Gedanken, wo eine Windenergieanlage am besten aufgestellt wird und formulieren dazu eine Hypothese.

Auftrag 1

Eine Windenergieanlage wandelt Windenergie in elektrische Energie um. Wo werden Windenergieanlagen am besten gebaut? Schreibe eine Hypothese auf.

Weiter erhalten die Schülerinnen und Schüler einen Überblick über den Aufbau und die grundlegende Funktion einer Windenergieanlage und wo sich in der Schweiz bereits Anlagen befinden. Mit Auftrag 2 lernen sie die Einheit GWh kennen und verschaffen sich einen Überblick darüber, wie viele Windenergieanlagen bis 2050 gebaut werden und für wie viele Haushalte dies reichen wird. Sie erhalten so eine Vorstellung davon, welcher Anteil elektrischer Energie realistisch in der Schweiz bis 2050 von Windenergieanlagen stammen wird.

1 Wichtiges zu Windenergieanlagen

Der Propeller (1) einer Windenergieanlage besteht aus den Flügeln (2) und der Nabe (3). Durch den Wind dreht sich der Propeller. Weil sich der Propeller dreht, wird der Generator (4) angetrieben. Dadurch erzeugt der Generator elektrische Energie.

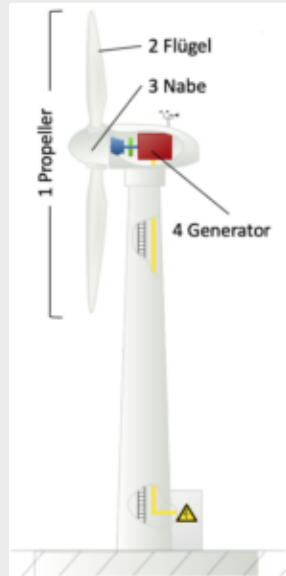


Bild 1: Vereinfachter Aufbau einer Windenergieanlage

Windenergieanlagen in der Schweiz

Die erste Windenergieanlage der Schweiz wurde 1986 beim Soolhof (Langenbruck) gebaut. Die erzeugte Energie reichte etwa für 20 Haushalte. Im Jahr 2018 gab es in unserem Land 37 Anlagen, die insgesamt rund 122 GWh (GWh = Gigawattstunden) elektrische Energie produzieren. Der grösste Windpark befindet sich auf dem Mont Crosin im Berner Jura bei St. Imier. Dort stehen 16 Windenergieanlagen, die alle zusammen pro Jahr etwa 80 GWh Energie produzieren. Weitere Grossanlagen stehen u.a. im Wallis im Rhonetal, bei Entlebuch im Kanton Luzern und auf dem Gütsch im Kanton Uri.

In der Schweiz sollen mehr Windenergieanlagen gebaut werden. Denn im Jahr 2018 erzeugten alle Windenergieanlagen etwa 122 GWh elektrische Energie. Das sind nur 0.2% der benötigten elektrischen Energie in der Schweiz. Das reicht für etwa 26'000 Haushalte. Bis im Jahr 2050 sollen 4000 GWh elektrische Energie erzeugt werden.

Gut zu wissen: Alle Haushalte in der Schweiz benötigen etwa 27% der gesamten elektrischen Energie. Der Dienstleistungssektor benötigt etwa 16%, die Industrie etwa 18% und der Verkehr etwa 38%.

Auftrag 2

Rechne aus:

- Wievielmehr Windenergieanlagen sollen im Vergleich zu 2018 gebaut werden?
- Alle Windenergieanlagen werden 2050 einen höheren Anteil am gesamtschweizerischen Strombedarf abdecken. Welcher prozentuale Anteil wird das sein?
- Wie viele Haushalte können 2050 mit Strom aus Windenergieanlagen versorgt werden?

Mit Auftrag 3 schaffen sich die Lernenden einen Überblick über die verschiedenen Energieträger, die in der Schweiz verwendet werden. Dabei erhalten sie eine Vorstellung, welche Energieträger am meisten verwendet werden und warum eine Investition in erneuerbare Energiequellen für die Zukunft sinnvoll ist.

Auftrag 3

In der Schweiz wird nicht nur elektrische Energie benötigt. Informiere dich in der schweizerischen [Gesamtenergiestatistik](#) von 2018, welche Energieträger auch noch verwendet werden.

- Die Grafik auf Seite 3 der Gesamtenergiestatistik zeigt die am häufigsten verwendeten Energieträger, eingeteilt in 9 Gruppen. Ordne die Energieträgergruppen nach ihrer Häufigkeit. Beginne mit der häufigsten.
 - Schreibe für die ersten fünf Energieträger mindestens ein Beispiel auf, was damit betrieben wird.
 - Beschreibe die Entwicklung von 1910 bis 2018. *Beispiel: «Die Verwendung von Holz hat seit 1910 leicht zugenommen.»*
- In der Schweiz soll bis 2050 der Ausstoss von Abgasen reduziert werden. Das kann zum Beispiel gelingen, wenn mehr Elektroautos gefahren werden. Dazu braucht es aber mehr elektrische Energie. Bis 2050 soll möglichst viel elektrische Energie aus erneuerbaren Quellen stammen. Zum Beispiel ist Wind eine erneuerbare Energiequelle.
Besprich mit jemandem aus der Klasse: Welche anderen erneuerbaren Energiequellen kennt ihr noch und warum sind sie wichtig für die Zukunft?

Idealerweise wird diese Sequenz mit einer Diskussion in der Klasse abgeschlossen. Zum Beispiel kann weiter diskutiert werden, warum nicht einfach Kernkraftwerke gebaut werden, um mehr elektrische Energie bereit zu stellen, warum erneuerbare Energiequellen wie Windenergie zu mehr Unabhängigkeit vom Ausland führen oder wie die Energie aus Windenergieanlagen gespeichert werden kann.

Bei dieser Diskussion geht es v.a. darum, dass die Schülerinnen und Schüler verstehen, dass Windenergieanlagen dazu beitragen, die Schweiz für die Zukunft umweltverträglicher zu gestalten.

Im Weiteren lernen die Schülerinnen und Schüler 5 Punkte kennen, die beim Bau von Windenergieanlagen zentral sind.

2 Windenergieanlagen kann man nicht überall bauen

Nicht jeder Standort ist für eine Windenergieanlage geeignet. Gute Standorte befinden sich auf den Jurahöhen, in den Alpen und Voralpen und im westlichen Mittelland. Der Bund hat 2010 Empfehlungen zur Planung von Windenergieanlagen verfasst. Folgende 5 Punkte sind wichtig:

1. Windenergieanlagen an geeigneten Standorten konzentrieren
2. Genügend Wind
3. Gute Erschliessung
4. Nicht zu nah an Siedlungen
5. Verträglichkeit mit Natur und Landschaft

Auftrag 4

Beschreibe, was mit den fünf Punkten gemeint ist. Recherchiere im Internet, z.B. unter:

- <https://www.ostwind.de/info/infos-und-presse/faqs/>
- <https://www.suisse-eole.ch/de/windenergie/faq/>

Nun beginnt die eigentliche Arbeit mit [map.geo.admin.ch](https://www.geo.admin.ch). Die Schülerinnen und Schüler lernen, welche Datensätze sich eignen, um einen geeigneten Standort für den Bau von Windenergieanlagen zu finden.

3 Geeignete Gebiete finden

Vom Boden bis zur Nabe gemessen, sind Windenergieanlagen etwa zwischen 50 und 150 Meter hoch. Darum sind für den Bau von Windenergieanlagen die Windgeschwindigkeiten zwischen 50 und 150 Meter ab Boden interessant. Auf map.geo.admin.ch findest du Karten, auf denen die Windgeschwindigkeiten in verschiedenen Höhen dargestellt sind:

Auftrag 5

Öffne die Webseite map.geo.admin.ch.

- Um die wichtigsten Funktionen der Webseite kennen zu lernen, schau dir [diesen Film](#) an.
- Suche mit der Suchfunktion nach den folgenden Karten:
 - Windgeschwindigkeit in 50 Meter Höhe
 - Windgeschwindigkeit in 100 Meter Höhe
 - Windgeschwindigkeit in 150 Meter Höhe

c. Vergleiche die drei Karten. Klick dazu die Karten abwechselungsweise an und aktiviere die Infobox zu den einzelnen Karten (Bild 2). Notiere die Unterschiede zwischen den Windgeschwindigkeiten auf den verschiedenen Höhen.

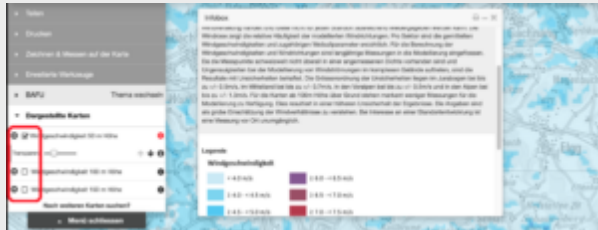


Bild 2: Darstellung einzelner Karten und aktivierte Infobox

d. Überlege und beschreibe den Zusammenhang zwischen Windgeschwindigkeit und Windenergie.

e. Suche nach der Karte «Windenergieanlagen». Verschaffe dir einen Überblick über die Bedeutung der verschiedenen Farben. Klick dazu auf das Zahnrad und aktiviere die Infobox.

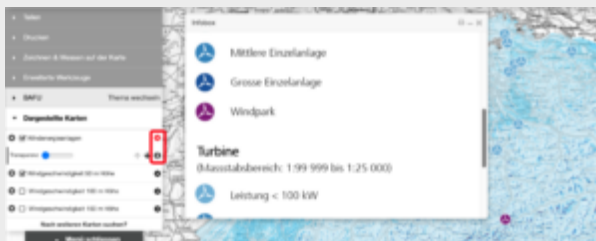


Bild 3: Informationen zu den Windenergieanlagen

f. Zoome bei einem Windpark in die Karte hinein, so dass du die einzelnen Anlagen sehen kannst.

g. Wähle eine Anlage aus und klicke auf das Symbol (Bild 4).



Bild 4: Windenergieanlage in Lajoux (JU) und die dazugehörenden Objektinformationen

h. Zeige jemandem aus der Klasse, wo die Windgeschwindigkeit und die Windhäufigkeit abgelesen werden kann.

i. Schau dir unter «Zusatzinformationen» die Informationen der Anlage an.

j. Wähle drei grosse Einzelanlagen aus. Beschreibe Zusammenhänge zwischen den Anlagen.

k. Wähle drei kleine Einzelanlagen aus. Beschreibe Zusammenhänge zwischen den Anlagen.

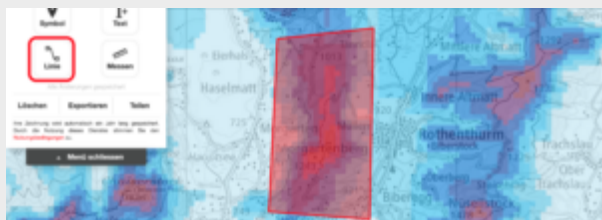
l. Suche den Windpark auf dem Mont Crosin. Begründe, warum dort so viele Anlagen stehen.

m. Suche die Windenergieanlage Gries. Begründe, warum die vier Anlagen dort gebaut wurden.

Nachdem sich die Schülerinnen und Schüler mit den Funktionen des Kartenviewers und den wichtigen Datensätzen vertraut gemacht haben, suchen sie selber Gebiete aus und beurteilen sie aufgrund der 5 Punkte nach deren Eignung.

Auftrag 6:

Suche selbst Gebiete, welche für den Bau von Windenergieanlagen geeignet sein könnten. Beachte dabei die 5 Punkte unter «2 Windenergieanlagen kann man nicht überall bauen». **a.** Markiere mindestens drei Gebiete mit der Funktion «Zeichnen & Messen auf der Karte». Verwende die Funktion «Linie» und folge den Anweisungen. Wie das aussehen



kann, siehst du in Bild 5.

Bild 5: Mit der Zeichnen-Funktion markiertes Gebiet.

b. So kannst du untersuchen, ob in einem Gebiet Windenergieanlagen gebaut werden können:

- Suche die Karte «Wind: Bundesinteressen».
- Klicke in deinem eingezeichneten Gebiet auf einen Punkt, wo deiner Ansicht nach eine Windenergieanlage sinnvoll ist.
- Klick unter «Objektinformationen» auf «Zusatzinformation». Entscheide anhand der Zusatzinformationen, ob der Bau einer Windenergieanlage möglich wäre.

Untersuche für jedes deiner eingezeichneten Gebiete, ob eine Windenergieanlage gebaut werden könnte oder nicht. Notiere für jedes Gebiet eine Begründung wie im folgenden Beispiel:

Auf dem Morgartenberg ist die Windgeschwindigkeit relativ hoch und der Berg ist gut erschlossen. Jedoch befindet sich auf dem Morgartenberg ein Wald, der geschützt ist. Darum kann dort wahrscheinlich keine Windenergieanlage gebaut werden.



Bild 6: Beispiel zum Aufrufen der Objektinformationen und Zusatzinformationen

Abschliessend bilden sich die Schülerinnen und Schüler eine Meinung für oder gegen den Bau von Windkraftanlagen und erstellen mit dem Gelernten einen Bericht.

Auftrag 7:

Bist du selber für oder gegen den Bau von Windenergieanlagen? Um dir eine Meinung zu bilden, solltest du immer die Argumente von Befürwortern und Gegnern kennen. Im Internet findest du dazu Informationen. **a.** Suche mindestens fünf Argumente, die für den Bau einer Windenergieanlage sprechen.

b. Suche mindestens fünf Argumente, die gegen den Bau einer Windenergieanlage sprechen.

c. Geh auf die Seite <http://www.windpark-lindenbergl.ch/> und verschaffe dir einen Überblick. Eignet sich die Seite, um sich eine eigene Meinung zum Bau von Windenergieanlagen zu bilden. Begründe. **Auftrag 8:**

Erstelle einen Bericht zu folgenden drei Themen:

a. Beschreibe, welche Gebiete sich für den Bau von Windanlagen eignen. Begründe, warum sich die Gebiete eignen.

b. Stelle die für dich wichtigsten Argumente für und gegen den Bau von Windenergieanlagen zusammen. Begründe, warum die Argumente für dich wichtig sind.

c. Beschreibe, warum du selber für oder gegen den Bau von Windenergieanlagen bist. Für den Bericht kannst einen Text mit Bildern schreiben, ein Plakat oder eine Präsentation gestalten, einen Erklärfilm erstellen, einen Wikiartikel verfassen oder die Erkenntnisse auf eine andere Art festhalten. Beziehe alle Fakten, die du in dieser Unterrichtseinheit kennengelernt hast, in deinen Bericht mit ein.

Hinweise und Bemerkungen

Einstieg in map.geo.admin.ch

Um sich mit der Bedienung von map.geo.admin.ch vertraut zu machen, ist eine Einführung von ca. einer Lektion zu empfehlen. Die Schülerinnen und Schüler lernen dabei die wichtigsten Funktionen und können anschliessend selbständiger mit dem Tool umgehen:

1. Film «[Erste Schritte mit map.geo.admin.ch](#)»

2. Sehr niederschwelliger Einstieg in die Bedienung mit der Suche ungewöhnlicher Ortsnamen: [Orte finden](#)
3. Ein weiterer Einstieg in die Bedienung des Kartenviewers: [Meinen Wohnort erkunden](#)

Die weiteren Funktionen können dem Auftrag 5 entnommen werden.

Bezug zum Lehrplan 21

Neben dem Bezug zu [Bildung für Nachhaltige Entwicklung](#) wird an folgenden Kompetenzen aus NMG und RZG / GGS und MI / IB gearbeitet:

NT 4.2	Die Schülerinnen und Schüler können Herausforderungen zu Speicherung, Bereitstellung und Transport von Energie beschreiben und reflektieren.
RZG / GGS 1.4	Die Schülerinnen und Schüler können natürliche Ressourcen und Energieträger untersuchen.
RZG / GGS 3.3	Die Schülerinnen und Schüler können Prozesse der Raumplanung nachvollziehen.
RZG / GGS 4.1	Die Schülerinnen und Schüler können Orte lokalisieren.
MI / IB 1.2	Die Schülerinnen und Schüler können Medien und Medienbeiträge entschlüsseln, reflektieren und nutzen.

Zudem wird aus den **Anwendungskompetenzen Medien und Informatik** bzw. **informatische Bildung** an folgenden Kompetenzen gearbeitet:

Recherche und Lernunterstützung	Mit Hilfe von vorgegebenen Medien lernen und Informationen zu einem bestimmten Thema beschaffen (...). Medien und Daten auswählen, auswerten und als Informationsquelle für das eigene Lernen nutzen (...). Medien für den eigenen Lernprozess selbständig auswählen und einsetzen (...).
Produktion und Präsentation	Medien zum gegenseitigen Austausch sowie zum Erstellen und Präsentieren der eigenen Arbeiten einsetzen (...). Grundfunktionen von Geräten und Programmen zur Erstellung, Bearbeitung, und Gestaltung von Texten, Tabellen, Präsentationen, Diagrammen, Bildern, Tönen, Videos und Algorithmen anwenden