



SCHWARZES GOLD

Erdöl ist in unserem Alltag allgegenwärtig und unsere moderne Industriegesellschaft ohne den Rohstoff Erdöl kaum vorstellbar. Mehr als zwei Drittel des Erdöls dienen als Energiequelle zum Heizen und zur Stromerzeugung. Weiterverarbeitet zu Benzin und Diesel dient das Erdöl als Kraftstoff für unsere Autos und treibt in Form von Kerosin Flugzeugturbinen an. Das restliche Öl steckt in irgendeiner Form in nahezu allen Produkten des täglichen Lebens. Vor allem für die chemische Industrie ist Erdöl ein wichtiger Rohstoff, woraus vor allem Kunststoffe z.B. für viele unserer Alltagsprodukte hergestellt werden.

Lernt in dieser Challenge über die Gewinnung des Rohstoffs Erdöl, die Folgen des immer weiter ansteigenden Erdölverbrauchs und deckt Alltagsprodukte auf, die ihren Ursprung in Öl haben.

Das dieser Challenge beigelegte Arbeitsblatt hilft euch beim Verständnis und versorgt euch mit wertvollen Hinweisen zu den einzelnen Aufgaben. Beschränkt euch dabei auf die von euch wichtigen Aspekte. Eure Lehrkraft hilft euch dabei.

Ihr könnt die Challenge gerne an euer Schulfach anpassen und euch auf einzelne Themen stärker fokussieren als auf andere. Seht euch dazu ebenfalls das Zusatzblatt an. Allgemein ist die Challenge in zwei Teile gegliedert:

- 1) **Nehmt die Erdölförderung unter die Lupe.** Wo und wie wird es gewonnen? Was sind die Umweltauswirkungen der Erdölgewinnung? Erarbeitet die Informationen aus dem Zusatzblatt mit aufbereiteten Informationen.
- 2) Neben Brenn- und Kraftstoffen wird ein großer Teil des Erdöls auch zu Kunststoffen weiterverarbeitet. Findet in eurem Klassenzimmer oder bei euch zuhause **Alltagsprodukte**, die auf Erdöl basieren. Listet die Gegenstände auf und hinterfragt kritisch, ob sie **i) unentbehrlich, ii) austauschbar** gegen nachhaltigere Alternativprodukte und **iii) verzichtbar** sind.

AUF EINEN BLICK

Ihr habt bestanden, wenn...

...ihr die wichtigsten Aspekte der Erdölförderung gemeinsam diskutiert, eine Liste mit mindestens zehn erdölbasierten Alltagsprodukten erstellt und die Produkte bewertet habt (unentbehrlich, austauschbar, verzichtbar).

Dauer



Minuten

Punktzahl



Punkte

Kategorie



Ressourcen &
Wasser

Typ



Recherche &
Diskussion

BENÖTIGTE HILFSMITTEL / QUELLEN

Zusatzblatt zur Challenge mit aufbereiteten Informationen zu zentralen Fragestellungen dieser Challenge. Beschränkt euch auf die für euch und euer Schulfach wichtigen Themen.



SCHWARZES GOLD – ZUSATZBLATT

Allgemein ist die Challenge in zwei Teile gegliedert:

1 Nehmt die Erdölförderung unter die Lupe? Wo und wie wird es gewonnen? Was sind die Umweltauswirkungen der Erdölgewinnung?

1.1 Anregungen für verschiedene Fächer

Naturwissenschaften

- Entstehung und Bestandteile des Erdöls
- Prinzip der Förderung
- Rohölaufbereitung (Trennung, Entschwefelung, Cracking, Isomerisierung...) in Erdö Raffinerien
- Anwendungen verschiedener Erdölfraktionen

Geografie

- Unterscheidung der Begrifflichkeiten Ressourcen, Reserven, Reichweite
- Geografische Verteilung der Erdölvorkommen
- Erschließung von Erdölvorkommen
- Verteilung und Transport von Erdöl in Pipelines

1.2 Erdölförderung nach Ländern

Seht euch nun die Tabelle mit der Erdöl-Fördermenge nach Ländern an. Was fällt euch bei der Verteilung auf? Übrigens entwickelten sich die USA in den letzten Jahren von einem Importland hin zu einem Spitzenexporteur – mit massiven Auswirkungen auf den Erdölpreis. Könnt ihr erklären, wie und warum es dazu kam?

Rang	Land	Förderung / Mio. t	Anteil an ges. Förderung / %
1	Vereinigte Staaten	669,4	15,0
2	Saudi-Arabien	578,3	12,9
3	Russland	563,3	12,6
4	Kanada	255,5	5,7
5	Irak	226,1	4,9
6	Iran	220,4	4,9
7	Volksrepublik China	189,1	4,2
8	Vereinigte Arabische Emirate	177,7	4,0
9	Kuwait	146,8	3,3
10	Brasilien	140,3	3,1
...
56	Deutschland ^a	0	0

^a2017 waren es noch 2,4 Miot. t



Ihr habt die Tabelle mit Daten zur Erdölförderung analysiert? Gut! Schraffiert nun auf der gezeigten Weltkarte die Länder mit den größten Fördermengen mit einer gut sichtbaren Farbe (z.B. blau), um euch die Hauptförderländer geographisch zu vergegenwärtigen.

Im Folgenden gehen wir anhand konkreter Beispiele auf verschiedene Arten der Erdölförderung ein.

Quelle: World Energy Review 2019. 68th edition; British Petroleum;
<https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf>; zuletzt geprüft: 18.02.2020

1.3 Verschiedene Arten der Erdölförderung, Transport und Umweltauswirkungen

Erdöl kann von Lagerstätten am Land (On-shore) sowie mithilfe von Bohrplattformen im Meer (Off-shore) gewonnen werden. Bei einfach zu erschließenden Ölfeldern, wo das Öl unter Druck steht, wird es einfach mit großen Pumpen an die Oberfläche befördert. Diese Phase bezeichnet man als Primärförderung. Mit zunehmender Ausbeutung sinkt der Druck in der Lagerstätte. Um die Ausbeutequote weiter zu erhöhen bedarf es der Sekundärförderung. In dieser Phase wird über zusätzliche Bohrungen Wasser oder Erdgas eingepresst, um weiteres Öl herauszutreiben. Mit diesen Maßnahmen können Ausbeutequoten von bis zu 40 % erzielt werden, was gerade in den 1900er Jahren gut genug war. Der Großteil verbleibt im Boden. Doch mit abnehmenden Reserven und großer Nachfrage nach Öl steigt der Ölpreis an, sodass aufwendigere Verfahren zur Erdölgewinnung wirtschaftlich sind.

Diese Phase wird tertiäre Förderung oder auch „Enhanced Oil Recovery (EOR)“ genannt. Um den Lagerstätten Druck zu erhöhen, werden Wasserdampf, Stickstoff sowie CO₂ eingepresst, sodass das Öl besser abgepumpt werden kann. Zusätzlich werden die Viskosität (Zähflüssigkeit) und Grenzflächenspannung des Öls durch Chemikalien-Cocktails (z.B. Tenside oder Polymere) gezielt verändert, sodass sich dieses leichter vom Speichergestein ablöst. Durch diesen hohen Aufwand kann die Förderquote auf 60 % erhöht werden.



Tiefpumpe an einer texanischen Ölquelle; Wikipedia

Darüber hinaus steigt die Zunahme an unkonventionellen Lagerstätten wie Ölsande in der kanadischen Provinz Alberta und Hydraulic Fracturing (Fracking) vor allem in den USA, die dadurch vom Importland zum größten Ölexporteur der Welt aufstiegen. Bei diesen Verfahren sind der Energieaufwand und der Einsatz von Chemikalien hoch. Der Eingriff in die Umwelt ist enorm hoch: Abholzung gigantischer Waldflächen, riesiger Wasserbedarf, Verschmutzung des Wassers mit umwelt- und gesundheitsgefährlichen Schwermetallen und anderen Chemikalien. Als vermutlich eines der bekanntesten Beispiele für die massiven Auswirkungen auf Mensch und Umwelt ist die extrem starke Zunahme an Krebserkrankungen bei der indigenen Bevölkerung in Alberta zu nennen.



Gewinnung der Athabasca Ölsande in Kanada; Wikipedia

Doch die Umweltrisiken sind nicht nur bei unkonventionellen Ausbeutemethoden gravierend. Vielleicht erinnert ihr euch an die Explosion der Bohrinsel „Deepwater Horizon“ von BP im Golf von Mexiko in 2010. Nach dem Untergang der Bohrinsel traten über einen Zeitraum von knapp drei Monaten schätzungsweise 800 Millionen Liter (672 Tonnen) Öl aus. Die Ölpest hatte u.a. die Verseuchung von 800 Kilometer Küstenlinie und wichtigen Feuchtgebieten sowie das Absterben zahlreicher Pflanzen, Meerestiere und Seevögel zur Folge. Die Brände des schweren Rohöls haben die Freisetzung von großen Schadstoffmengen zur Folge.

So tragisch die Havarie der Deepwater Horizon

auch klingen mag – diese Ölkatastrophe ist leider kein Einzelfall. Die Liste historisch bedeutender Öltankerunglücke und Bohrölunfälle seit Beginn des 20. Jahrhunderts ist lang. Der bislang schwerste Unfall auf einer Bohrinsel, bei dem 1.4 Millionen Tonnen austraten, ereignete sich ebenfalls im Golf von Mexiko im Jahr 1979.



*Havarie der Deepwater Horizon 2010;
Wikipedia*

Besonders wichtig ist, sich nicht von medial wirksamen Ereignissen und Schlagzeilen leiten zu lassen, sondern sich kritisch mit den Fakten auseinanderzusetzen. Ölkatastrophen sind tragisch und dominieren daher wochenlang die Nachrichten und Titelseiten von Zeitungen. Dabei geraten aber andere wichtige Themen in den Hintergrund.

Ähnlich ist das auch im Rahmen des Erdöl- und Erdgastransports mit Pipelines. Diese gigantischen Fernleitungen können länger als 1000 Kilometer lang sein und

sind wichtig für die Infrastruktur. Sie gehen aber auch mit großen Auswirkungen auf die Umwelt einher. Enormer Materialbedarf, massiver Eingriff in die lokalen Ökosysteme und lokale Umweltbelastungen durch Öl-Austritte sind Aspekte die greifbar und leichter wahrnehmbar sind. Scheinbar unsichtbare Umweltfolgen sind jedoch ebenso kritisch zu betrachten sind, erfahren aber deutlich geringere mediale Aufmerksamkeit. So schätzt



Trans-Alaska Pipeline; Wikipedia

die Internationale Energieagentur, dass jährlich etwa 75 Millionen Tonnen Methan durch Lecks in Raffinerien und Pipelines bei der Erdöl- und Erdgasförderung verloren gehen. Weil Methan ein stärkeres Treibhausgas ist, entspricht das einer Menge von 2,1 Milliarden Tonnen CO₂-Äquivalenten (Global Warming Potential von 28, bezogen auf 100 Jahre). Um euch diese Zahl besser vorstellen zu können, empfehlen wir euch CO₂-Rechner wie dem des Umweltbundesamtes (https://uba.co2-rechner.de/de_DE/). Oder vergleicht diese Menge mit dem durchschnittlichen CO₂-Fußabdruck einer Person in Deutschland (11,6 Tonnen CO₂-Äquivalente).

Quellen:

[https://www.planet-](https://www.planet-wissen.de/technik/energie/erdoel/pwieoelsandabbauinkanada100.html)

[wissen.de/technik/energie/erdoel/pwieoelsandabbauinkanada100.html](https://www.planet-wissen.de/technik/energie/erdoel/pwieoelsandabbauinkanada100.html); zuletzt geprüft: 23.02.2020

<https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2010-04/oelpest-bohrinsel-hintergrund>

zuletzt geprüft: 23.02.2020

[https://www.deutschlandfunk.de/deepwater-horizon-fuenf-jahre-nach-der-](https://www.deutschlandfunk.de/deepwater-horizon-fuenf-jahre-nach-der-katastrophe.676.de.html?dram:article_id=317617)

[katastrophe.676.de.html?dram:article_id=317617](https://www.deutschlandfunk.de/deepwater-horizon-fuenf-jahre-nach-der-katastrophe.676.de.html?dram:article_id=317617); zuletzt geprüft: 23.02.2020

[https://www.deutschlandfunk.de/methanverluste-lecks-in-der-oel-und-](https://www.deutschlandfunk.de/methanverluste-lecks-in-der-oel-und-gasindustrie.676.de.html?dram:article_id=402450)

[gasindustrie.676.de.html?dram:article_id=402450](https://www.deutschlandfunk.de/methanverluste-lecks-in-der-oel-und-gasindustrie.676.de.html?dram:article_id=402450); zuletzt geprüft: 23.02.2020

https://uba.co2-rechner.de/de_DE/; zuletzt geprüft: 23.02.2020

2 Nutzung von Erdöl – welche Staaten, welche Produkte?

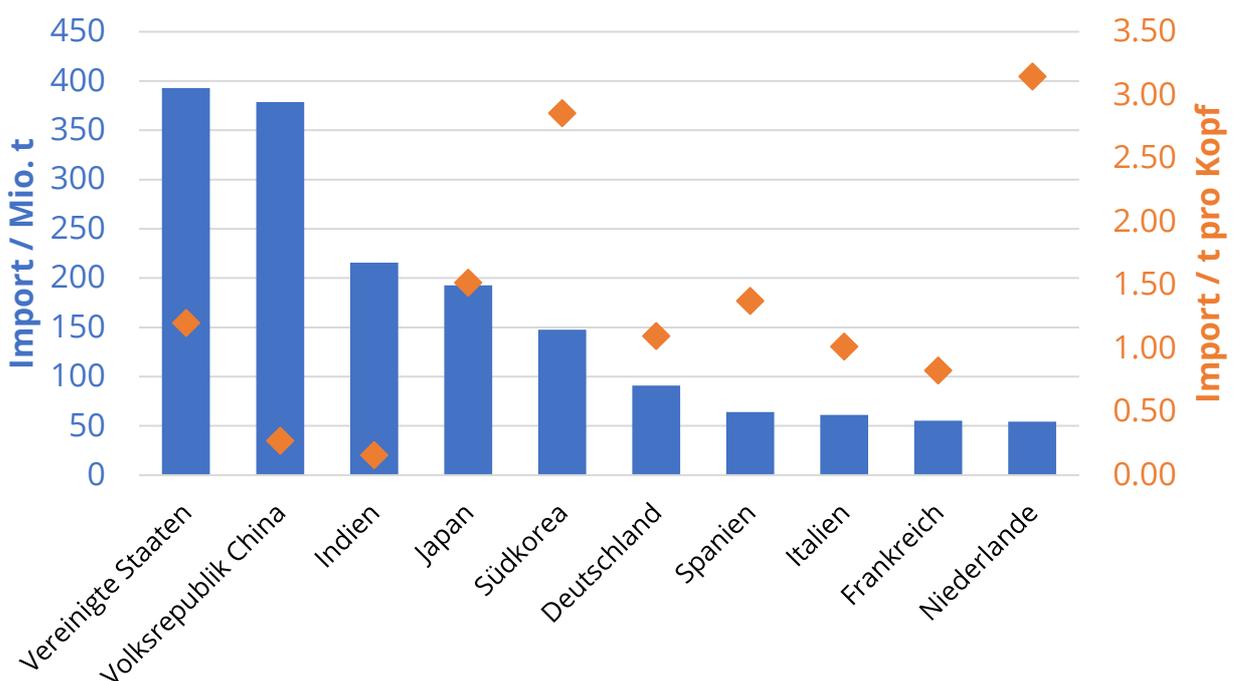
2.1 Anregungen für verschiedene Fächer

Wirtschaft & Recht, Geschichte & Sozialkunde

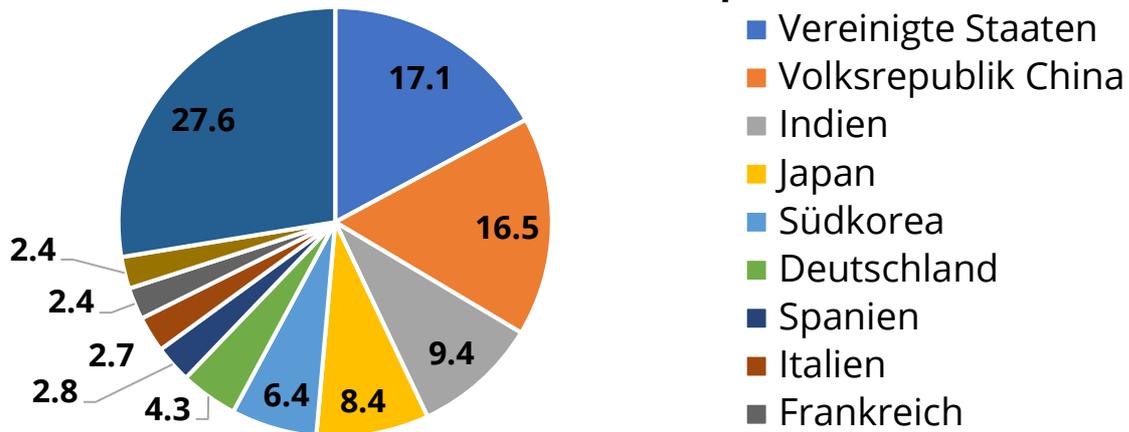
- Bedeutung des Erdöls für moderne Wertschöpfungsketten
- Geopolitische Aspekte des Erdöls, globale Konflikte (Kuwait-Krieg, Ölkrise in den 1970er Jahren, ...)
- Erdölpreis und die OPEC

2.2 Nutzung nach Ländern

In den folgenden zwei Abbildungen seht ihr Importmengen der Länder mit den größten Bedarfsmengen an Erdöl. Vergleicht sowohl die Gesamtimportmengen als auch den Pro-Kopf-Import. Was fällt euch auf?



Anteil am Gesamtimport / %

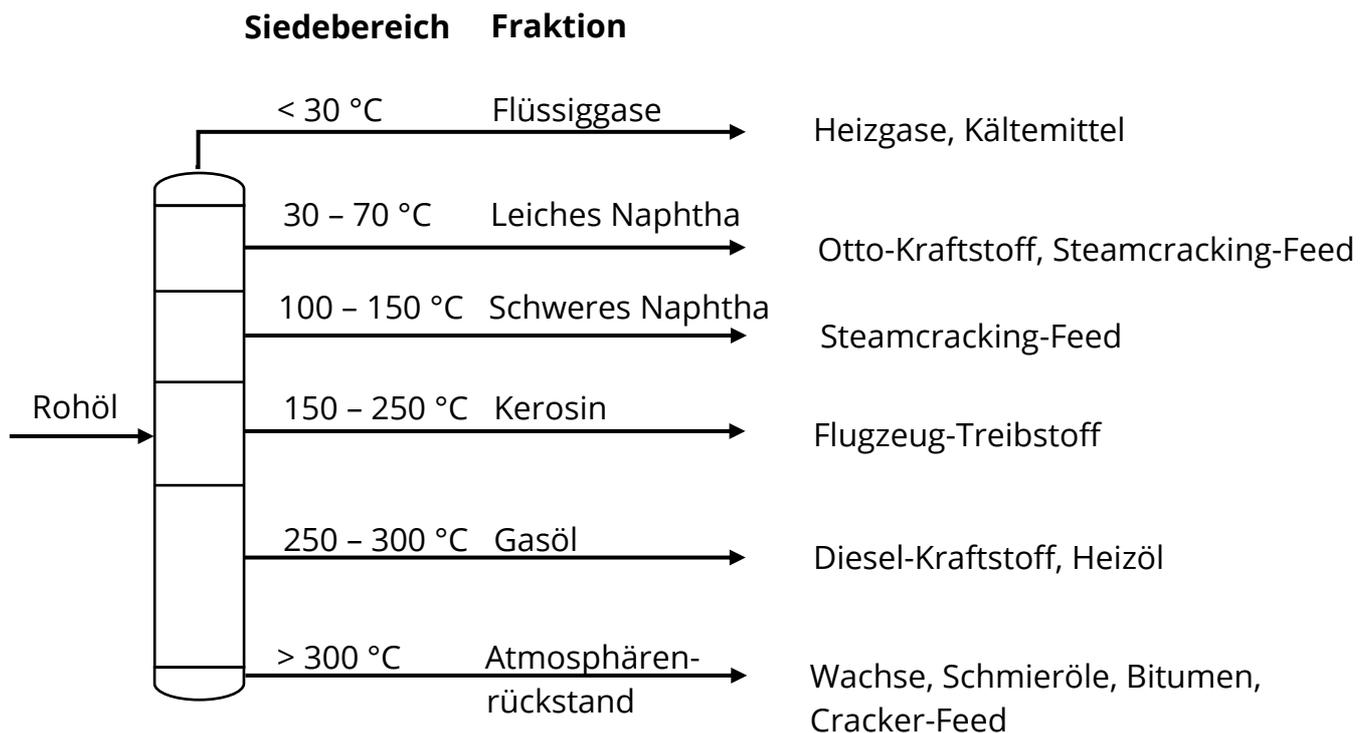


Schraffiert jetzt die Länder mit den höchsten Exporten in der Weltkarte oben in einer zweiten Farbe (z.B. rot). Diskutiert nun die Verteilung zwischen Förderung und Verbrauch. Welche gesellschaftlichen und politischen Folgen ergeben sich daraus?

2.3 Nutzung nach Sektoren

Wir haben nun geklärt, wo auf der Welt die größten Erdölreserven liegen, wie die Lagerstätten ausgebeutet werden, welche Probleme es bei der Förderung und beim Transport gibt und in welche Länder die größten Mengen an Erdöl importiert wird.

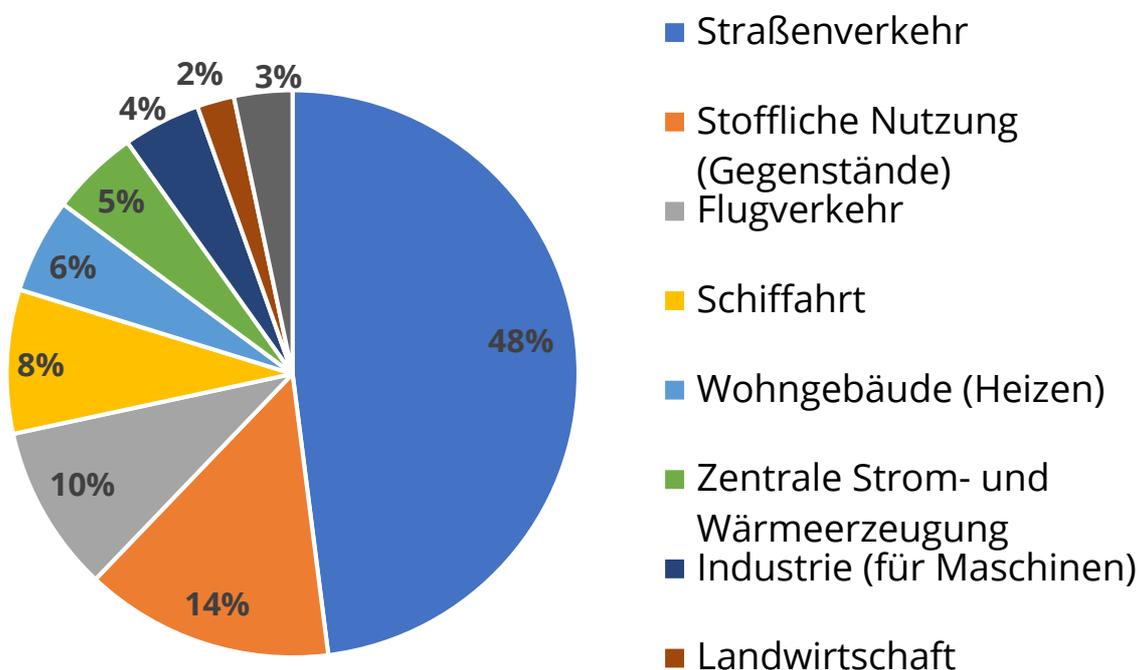
Aber welche Produkte werden aus Erdöl überhaupt hergestellt? Geht dieser Frage hier auf den Grund, indem ihr euch mit den Siedefractionen vertraut macht. Seht euch an, welche Produkte aus welcher Fraktion hergestellt werden.



Beim Steamcracken werden längerkettige Kohlenwasserstoffe (ca. C5 – C12, sogenanntes Naphtha) thermisch (800 – 900 °C) unter Zugabe von Wasserdampf (Steam = Wasserdampf, Cracking = Spalten) gespalten. Das Produktspektrum ist unüberschaubar groß. Die Hauptprodukte sind kurzkettige und cyclische Verbindungen wie Ethen, Propen und BTX-Aromaten (Benzol, Toluol, Xylol). Ethen und Propen werden überwiegend Kunststoffe hergestellt. Polyethylen und Polypropylen werden v.a. für Verpackungen und Folien verwendet. Die BTX-Aromaten sind wiederum Ausgangsstoffe für eine Vielzahl an Endprodukten. Einige besonders wichtige Beispiele sind Polystyrol (Styropor) zur Dämmung, Kunstfasern (Nylon) für Strümpfe, Weichmacher, Lösungsmittel, Klebstoffe, Farben und Lacke sowie Arzneimittel.

Um besser zu verstehen, wie hoch der Verbrauch verschiedener Erdöl-Produkte ist, seht ihr hier die Anteile verschiedener Sektoren am Gesamtverbrauch. Die Zahlen beziehen sich auf den europäischen (EU-28) durchschnitt. Was fällt euch beim Tortendiagramm auf? Überwiegen die Produkte der chemischen Industrie (Steamcracker-Produkte) oder Kraftstoffe?

Anteil am Gesamtverbrauch / %



Neben der Erdöl-Förderung kennt ihr euch nun auch mit verschiedensten Endprodukten aus und habt auch bereits einen guten Überblick über die Wertschöpfungskette. Spätestens jetzt wird euch klar sein, warum die

Weltwirtschaft so stark vom Rohöl-Preis abhängt. Aber eines ist klar – Erdöl ist ein fossiler Rohstoff und wird uns nicht ewig zur Verfügung stehen. Zudem ist die ökologische Nachhaltigkeit von fossilen Rohstoffen sehr begrenzt. Wie können wir also Erdöl einsparen? Wo und wie können wir Erdöl ersetzen?

Überlegt euch in Kleingruppen oder gemeinsam mit eurer Lehrkraft Lösungsansätze und diskutiert eure Ideen untereinander!

Quellen:

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Oil_and_petroleum_products_-_a_statistical_overview#Production_of_crude_oil; zuletzt geprüft: 18.02.2020