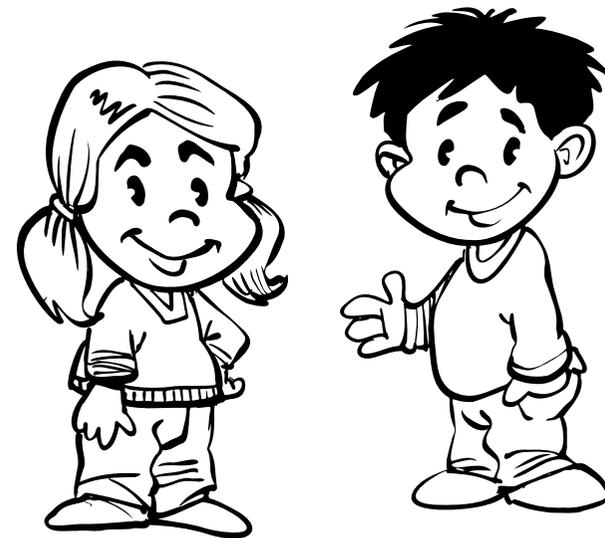


Energieversorgung sichern **UND!**
Umwelt und Klima nachhaltig schützen!

*Lisa und Markus diskutieren
über den richtigen Weg.*

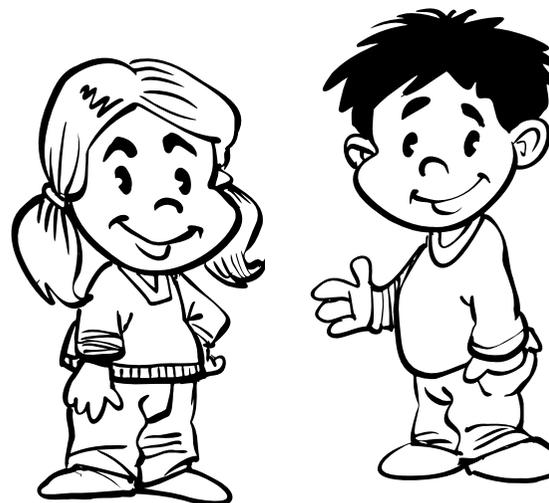


Energiewende: JA, UNBEDINGT. Aber wie?

Die Geschwister Lisa und Markus sind vielseitig interessiert und engagiert. Vor allem den Schutz des Klimas und der Umwelt halten sie für extrem wichtig. Deshalb findet es Lisa auch so gut, dass Deutschland bei der Energie- und Wärmeversorgung neue innovative Wege beschreitet. Aber Lisa macht sich auch Sorgen. Vor allem eine Frage treibt sie um ...

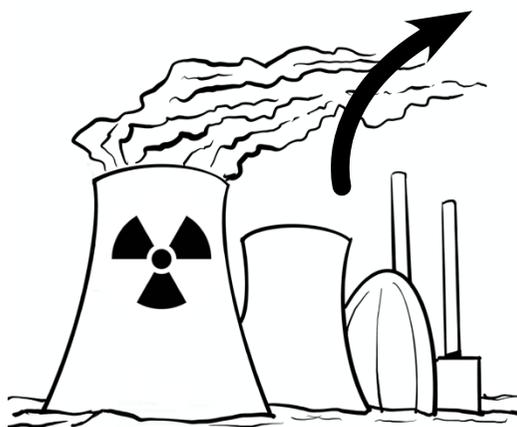
1

Das sind Lisa (11) und Markus (14). Die beiden beschäftigen sich intensiv mit dem Thema Energiewende.



2

Lisa und Markus wissen, dass politisch beschlossen wurde, aus der Atomenergie auszusteigen.



3

Als nächstes soll nun auch noch die Nutzung fossiler Energien wie Öl oder Kohle reduziert werden. Lisa ist sich allerdings unsicher ...

4

„Wie kann unsere Energieversorgung funktionieren, wenn wir auf Atomkraft, Erdöl, Kohle und nun auch noch auf Erdgas zugleich verzichten wollen?“



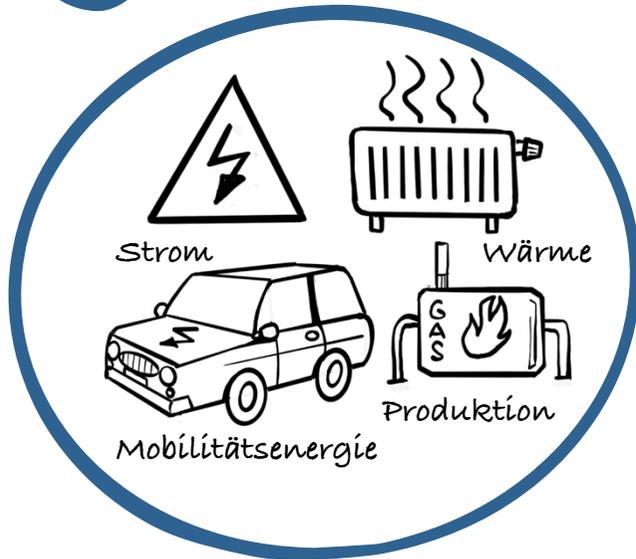
Wer sich als jüngere Leser*in mit dem Thema Energieversorgung noch nicht so gut auskennt, kann sich über das Video „Willi will's wissen: So kommt der Strom in die Steckdose“ des Bayerischen Rundfunks informieren:



Das Prinzip: Nach dem Vorbild der Natur.

1

Unser Energiebedarf ist mittlerweile tatsächlich riesig – und umfasst unzählige Bereiche ...



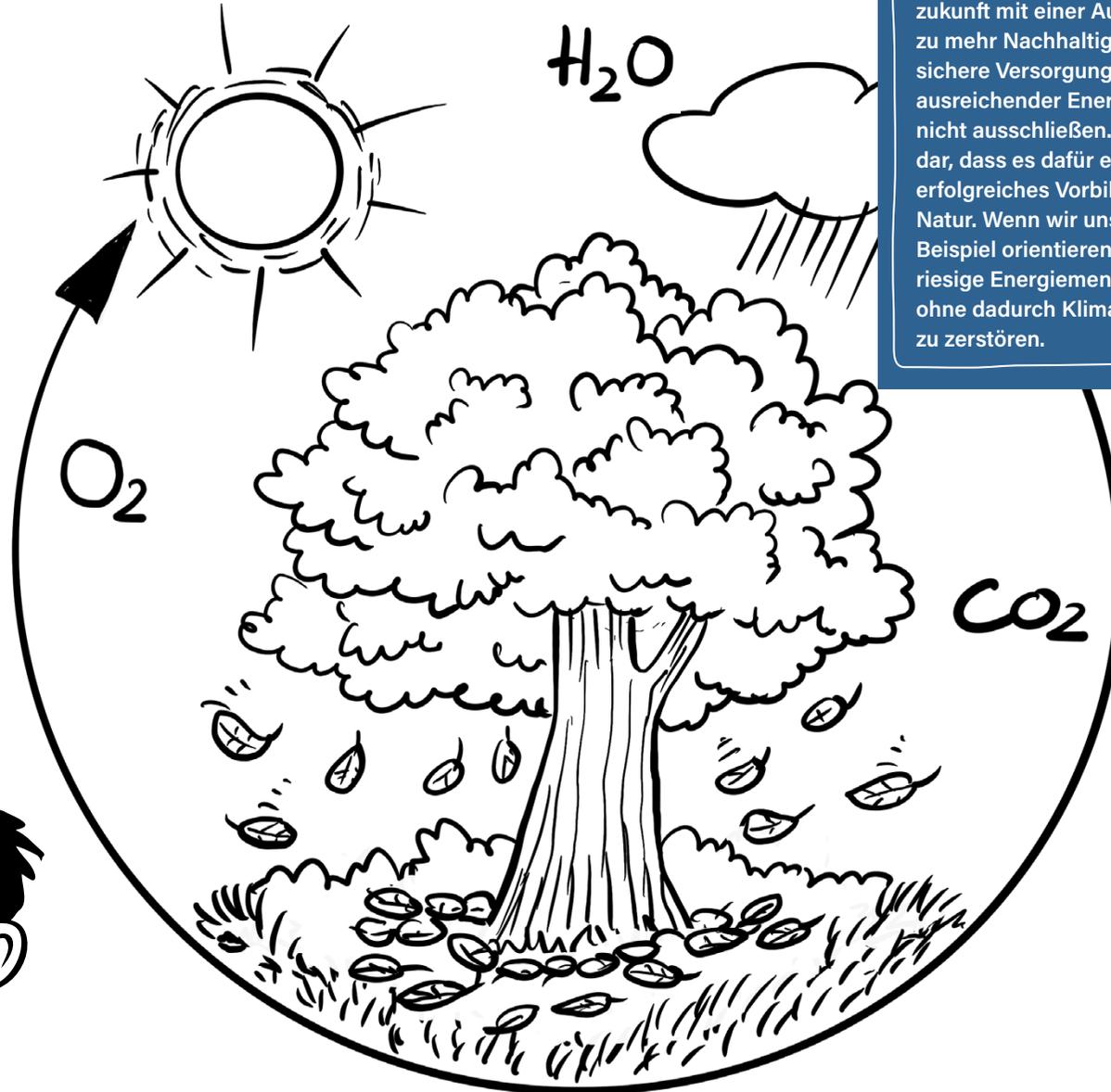
„Es gibt aber ein einzigartiges Vorbild, an dem wir uns bei einer wirklich nachhaltigen Energieversorgung orientieren können: die Natur selbst.“

2



3

Die Natur macht uns vor, wie es gelingen kann, unsere Energieversorgung im Einklang mit der Umwelt und auf Dauer sicherzustellen.



Auch Markus ist sich bewusst, dass unser Energiebedarf riesig ist. Trotzdem ist er fest davon überzeugt, dass sich die Energiezukunft mit einer Ausrichtung hin zu mehr Nachhaltigkeit und eine sichere Versorgung auf Basis ausreichender Energiemengen nicht ausschließen. Er stellt Lisa dar, dass es dafür ein überaus erfolgreiches Vorbild gibt: die Natur. Wenn wir uns an ihrem Beispiel orientieren, können wir riesige Energiemengen nutzen, ohne dadurch Klima und Umwelt zu zerstören.

Kaum zu glauben. Aber die Potenziale sind da.

Lisa ist sich trotzdem unsicher. Sie kann sich nicht vorstellen, wo wir die riesigen Energiemengen hernehmen wollen, die wir benötigen. Doch Markus macht ihr deutlich, wie viele verschiedene Energiequellen sich tatsächlich nutzen lassen – und welche gewaltigen Potenziale über jede einzelne dieser Quellen nachhaltig erschlossen werden können. Tatsächlich nutzen wir davon derzeit oft nur einen kleinen Teil!

„Was haben wir denn alles für nachhaltige Energiequellen, auf die wir bei uns zurückgreifen können?“

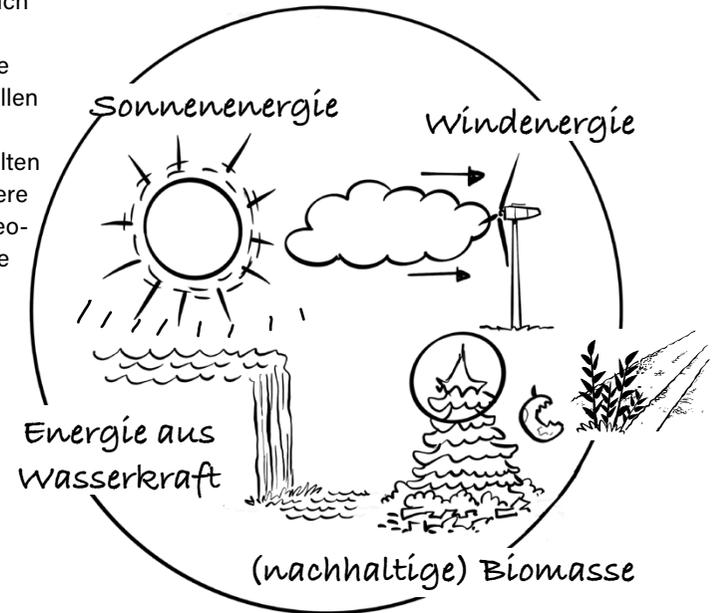
1



2

Es lassen sich sehr viele erneuerbare Energiequellen

nutzen. Neben den dargestellten auch noch viele weitere – zum Beispiel die Geothermie (= die Wärme des Erdinneren).



3

Weltenergiebedarf / nachhaltige Energiepotenziale

Energiepotenzial Sonne (Einstrahlung auf der Erde)

$152.424.0 \times 10^{13}$ kWh

Die Sonne beispielsweise strahlt die zig-fache Energiemenge ab, die die Welt derzeit benötigt. Und auch wenn davon nur ein Bruchteil auf der Erde ankommt, entspricht diese Menge mehr als dem 10.000fachen des Weltenergiebedarfs!

Energiepotenzial Wind

$3.084,4 \times 10^{13}$ kWh

Energiepotenzial Wellen/Meer

$762,1 \times 10^{13}$ kWh

Energiepotenzial Biomasse

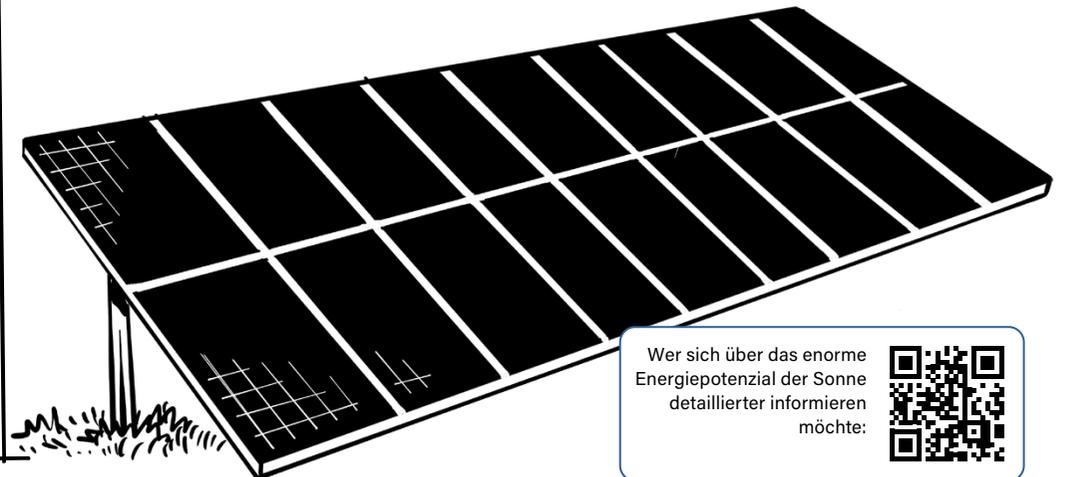
$152,4 \times 10^{13}$ kWh

Weltenergieverbrauch 2014

14×10^{13} kWh

4

Ganz Deutschland könnte komplett mit Sonnenstrom versorgt werden, wenn hier alle Dächer mit PV-Modulen ausgestattet würden. Schon jetzt beträgt der Anteil von Sonnenstrom rund 9 %!



Wer sich über das enorme Energiepotenzial der Sonne detaillierter informieren möchte:



Quelle: Eurec.Agency/Eurosolar „WIP: Power for the World – A Common Concept“

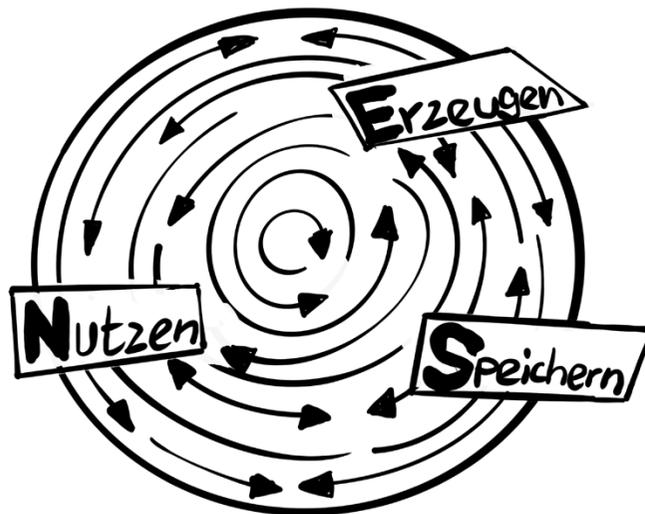
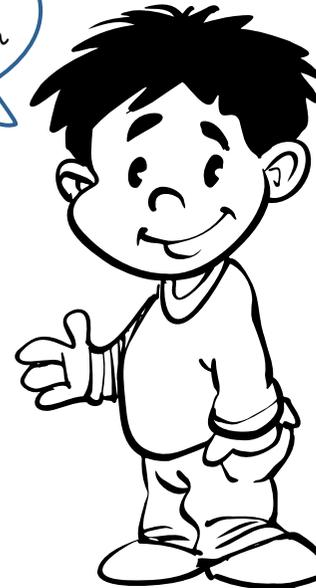
Die größte Herausforderung: Die Steuerung von Erzeugung und Speicherung

1

„Passen denn die Erzeugung und die Nachfrage zeitlich und räumlich immer zusammen?“



„Nein. Genau deshalb ist es so wichtig, intelligent mit den verschiedenen Situationen umzugehen!“

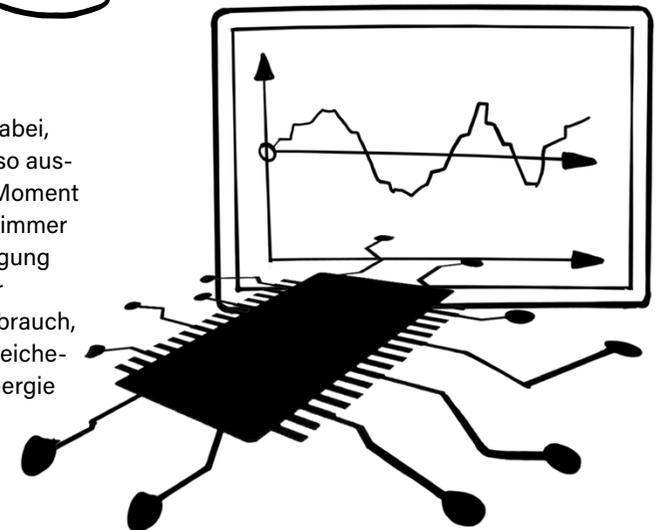


2

Da Energie aus regenerativen Quellen nicht gleichmäßig zur Verfügung steht, muss je nach Angebot und Nachfrage kurzfristig zwischen Energie „erzeugen“, „speichern“ und „nutzen“ gewechselt werden!

3

Das Wichtigste ist dabei, das Gesamtsystem so auszusteuern, dass im Moment des Bedarfs vor Ort immer ausreichend Energie zur Verfügung steht. Deshalb gilt es, nicht nur an die Erzeugung und den Verbrauch, sondern immer auch an die Speicherung und den Transport der Energie zu denken.



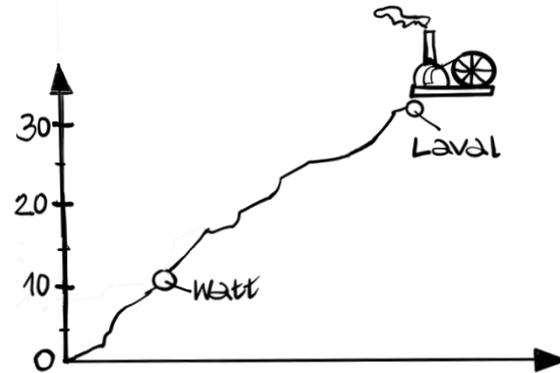
Lisa hat verstanden, dass wir also grundsätzlich über mehr als ausreichende Energiepotenziale verfügen, um uns sicher und nachhaltig versorgen zu können. Allerdings fragt sie sich zurecht, ob denn die Energienachfrage und das Energieangebot auch jeweils zeitlich und räumlich zueinander passen. Markus erklärt ihr, dass genau das die große Herausforderung ist – dass es aber auch dafür Lösungen gibt. Entscheidend ist, dass flexibel reagiert werden kann, wozu die verschiedenen Sektoren intelligent miteinander vernetzt werden müssen!

Weg vom Wirkungsgrad-Denken – hin zum Gesamtnutzungsgrad-Denken

Bevor Markus Lisa mehr zum Thema Speicherung von Energie erklärt, vermittelt er ihr ein Grundverständnis für ein weiteres zentrales Grundprinzip der neuen Energiewelt – und worin sich diese ganz elementar von der alten unterscheidet: In der neuen Energiewelt steht nämlich der Gesamtnutzungsgrad und nicht der Einzelwirkungsgrad im Fokus. Was das konkret bedeutet ...? Das macht Markus Lisa anhand eines Beispiels deutlich.

1

Tatsächlich waren wir Menschen schon immer auf eine optimale Nutzung der Energierohstoffe bedacht. Carl Gustaf Patrik de Laval (1845 – 1913) war genau deshalb beispielsweise sehr stolz, dass sich mit der von ihm erfundenen Dampfturbine der



Wirkungsgrad zur Erzeugung kinetischer Energie (= Bewegungsenergie) gegenüber der von James Watt (1736 – 1819) eingeführten Dampfmaschine von 10 % auf immerhin 30 % steigern ließ.

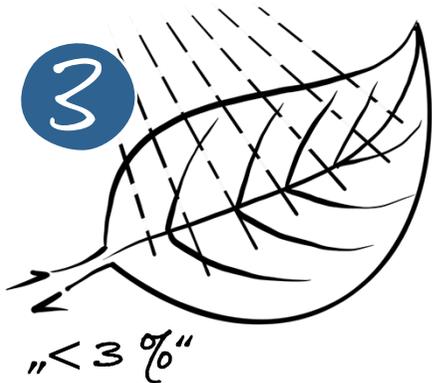
2

Diese Sichtweise prägte lange Zeit auch unsere Kraftwerkstechnik zur Stromerzeugung: Ziel war es, den Wirkungsgrad von Kohlekraftwerken (ganz ähnlich auch bei Atomkraftwerken) bei der

Erzeugung elektrischer Energie von rund 40 % auf zuletzt bis zu 45 % zu steigern. Der Knackpunkt dabei: 55 % der Energie gehen dabei als ungenutzte Wärme energetisch „verloren“. Zudem werden Rohstoffe verbraucht und Abfall erzeugt.

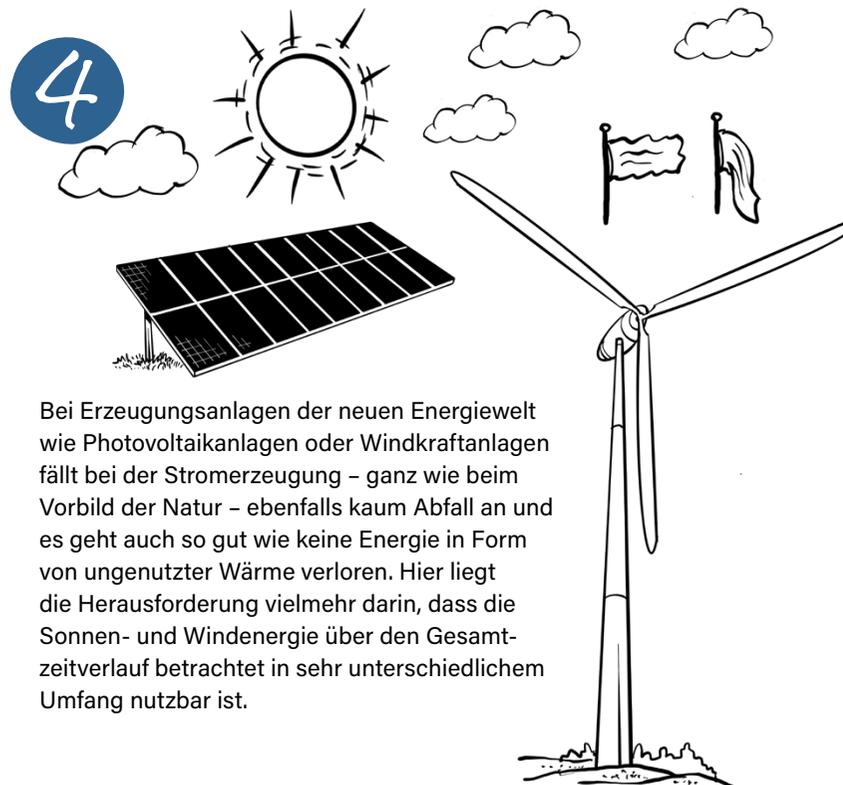


3



Die neue Energiewelt orientiert sich stattdessen an dem Vorbild der Natur. Diese erzielt bei Einzelsystemen wie der Photosynthese teilweise zwar sehr niedrige Wirkungsgrade (bis unter 3 % bei der chemischen Energiegewinnung!), hat jedoch stets einen Gesamtnutzungsgrad von 100 %. **In der Natur geht eben nichts verloren – auch keine Energie.** Und es fällt kein Abfall an.

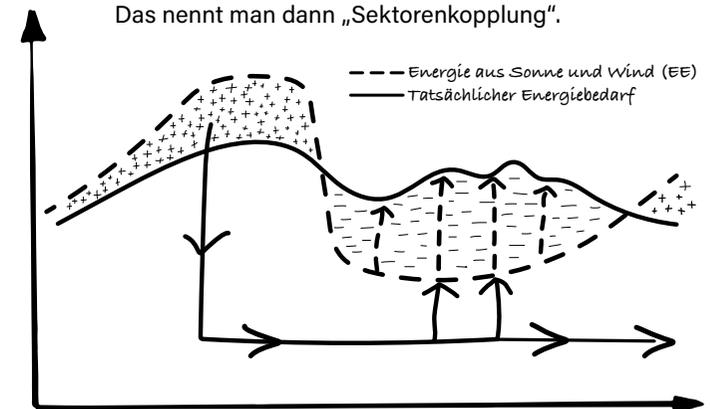
4



Bei Erzeugungsanlagen der neuen Energiewelt wie Photovoltaikanlagen oder Windkraftanlagen fällt bei der Stromerzeugung – ganz wie beim Vorbild der Natur – ebenfalls kaum Abfall an und es geht auch so gut wie keine Energie in Form von ungenutzter Wärme verloren. Hier liegt die Herausforderung vielmehr darin, dass die Sonnen- und Windenergie über den Gesamtzeitverlauf betrachtet in sehr unterschiedlichem Umfang nutzbar ist.

5

Um diese Herausforderung zu bewältigen, ist es notwendig, „überschüssigen“ Strom aus Sonnen- und Windkraft zwischenspeichern oder in eine andere Energieform umzuwandeln. Überschreitet dann der Energiebedarf die Sonnen- und Windkraft-Strommenge, kann die zuvor gespeicherte Energie für den Ausgleich eingesetzt werden. Zum Beispiel dadurch, dass mit den durch Sonnen- und Windstrom erzeugten bzw. durch Trocknung energetisch aufgewerteten Hackschnitzeln oder Pellets Strom und Wärme zugleich erzeugt wird. Das nennt man dann „Sektorenkopplung“.



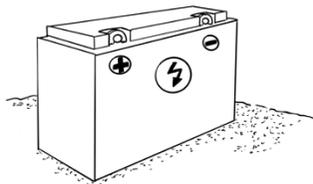
6

Entscheidend: Das intelligente Speichern von Energie

„Mir fallen als Energiespeicher nur Batterien ein. Müssen wir also überall riesige Batterien aufstellen?“



1

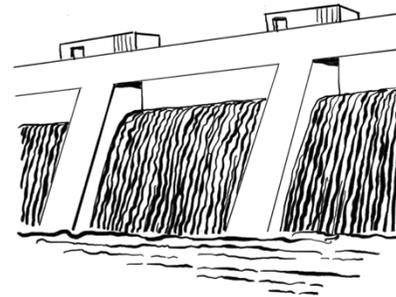


„Tatsächlich werden wir in Zukunft viele Energiespeicher benötigen. Aber zum einen sehen die NICHT so aus. Und zum anderen lässt sich Energie noch ganz anders speichern!“



2

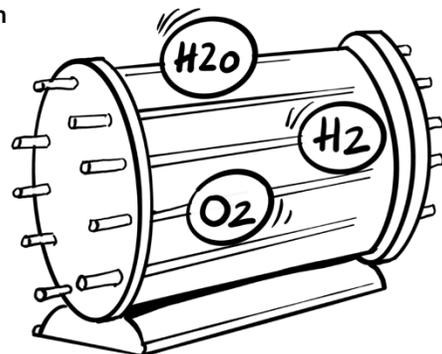
Ein recht bekanntes und schon lange genutztes Beispiel für ein nachhaltiges Energiespeichersystem ist das Pumpspeicherkraftwerk. Aktuell nicht nutzbare Energie wird dafür genutzt, Wasser in einen höher gelegenen Speichersee zu pumpen, um bei Bedarf dann wieder Strom aus dem ablaufenden Wasser über eine Turbine gewinnen zu können.



Die Natur macht vor, wie wichtig es ist, nicht den Einzelwirkungsgrad, sondern den Gesamtnutzungsgrad in den Fokus zu rücken. Notwendig ist dafür, nicht in Einzelsystemen, vielmehr ganzheitlich zu denken und zu handeln (Energiefachleute nennen das „Sektorenkopplung“) und sich vor allem rechtzeitig Gedanken darüber zu machen, wie Energie intelligent zwischengespeichert werden kann, um sie dann zu nutzen, wann (und wo) sie benötigt wird.

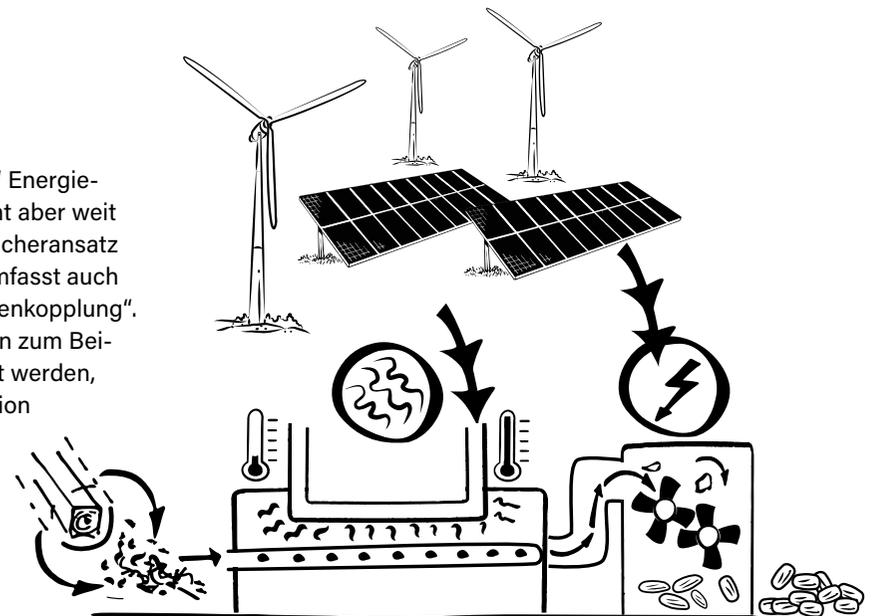
3

„Intelligentes“ Energiespeichern geht allerdings über die bewährte, jedoch nicht so einfach erweiterbare Technik des Pumpspeicherkraftwerks hinaus. Eine Möglichkeit besteht zum Beispiel darin, „überschüssigen“ Strom aus nachhaltigen Quellen dafür zu nutzen, damit sogenannten „grünen Wasserstoff“ per Elektrolyse zu erzeugen – der dann gespeichert und energetisch dann genutzt werden kann, wenn die Energie tatsächlich benötigt wird. Denkbar ist auch, dass die Akkus von E-Autos als Speicher verwendet werden oder die Sektorenkopplung dadurch realisiert wird, dass Energie in die Industrienutzung fließt.



4

„Intelligentes“ Energiespeichern geht aber weit über den Speicheransatz hinaus und umfasst auch die sogenannte „Sektorenkopplung“. Elektrische Energie kann zum Beispiel auch dafür genutzt werden, dass sie für die Produktion von Pellets genutzt wird, die sich dann zur Erzeugung von Wärme UND Strom einsetzen lassen!



Spezialthema Holz und Biomasse

Lisa denkt beim Thema „nachhaltige Energie“ vor allem an Sonnen- und Windkraft. Aber Markus hält es für wichtig, dass Lisa bei ihren Überlegungen auch die Biomasse mit berücksichtigt. Die steht auch dann zur Verfügung, wenn keine Sonne scheint und kein Wind weht. Entscheidend ist, dass sie intelligent und nachhaltig genutzt wird.

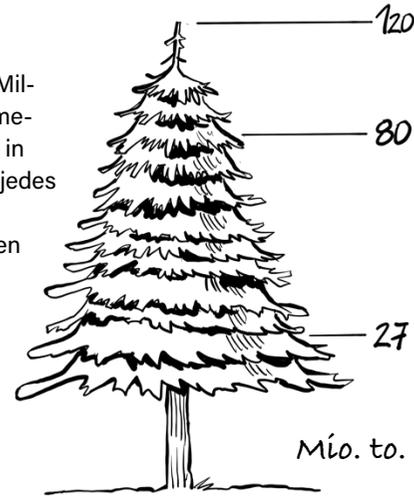
Das dürfte kaum bekannt sein – und macht die Dimension des Holzpotenzials deutlich: **In Deutschland wächst jedes Jahr genauso viel Holz neu nach wie im „Waldland“ Schweden: Rund 120 Millionen Kubikmeter!**

2



3 Von den 120 Millionen Kubikmetern Holz, die in Deutschland jedes

Jahr neu nachwachsen, werden etwa 80 Millionen „eingeschlagen“, davon rund 27 Millionen als Schadholz z. B. wegen des Borkenkäferbefalls. Wobei wichtig zu wissen ist: Ein großer Teil des von Borkenkäfern befallenen Holzes kann durchaus noch als Nutz- oder Bauholz verwendet werden. Und das macht auch absolut Sinn: Denn Holz als Baustoff bietet nicht nur sehr viele baustoffspezifische Vorteile (u. a. sehr gute Dämmeigenschaften), Bauholz lagert zudem langfristig CO₂ ein – und kann auch gut recycelt werden.



Selbst bei komplett gesunden Bäumen ist der Anteil an Schwachholz enorm: Zusammen mit den final nicht verwertbaren Schadholzanteilen ergibt sich in Deutschland deshalb ein gewaltiges Biomassereservoir, das heute nur zu einem geringen Teil energetisch genutzt wird. Was ziemlich dumm ist. Denn ...

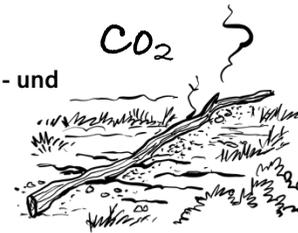
7

„Sonnen- und Windkraft sind für unsere Energieversorgung enorm wichtig, Lisa. Aber Holz und Biomasse haben ebenfalls ein gewaltiges Potenzial – und sie sind besonders effizient und ökologisch, weil damit Energie auch noch angereichert und gespeichert werden kann. Schon die Bauern in vorindustrieller Zeit machten sich dieses Prinzip zunutze und behielten nach der Ernte einen Teil der Ernte als Energiespeicher für die Motoren der damaligen Zeit, also die Zugtiere, zurück.“



5 ... wird Schwach- und unverwertbares Schadholz nicht energetisch ge-

nutzt, verrottet es völlig sinnlos – und ein großer Teil davon wird zudem in CO₂ umgewandelt. Bei der energetischen Verwertung entsteht im Unterschied dazu zwar auch CO₂ (allerdings nur so viel, wie zuvor gebunden wurde), aber die enthaltene Energie trägt eben mit zur Versorgung bei! Dazu kommt, dass speziell Pellets über den Verarbeitungs- und Trocknungsprozess auch noch zur Energiespeicherung verwendet werden können, weil ihr Energiegehalt steigerbar ist. Sie werden so zu kleinen Sonnen- und Windenergiespeichern!

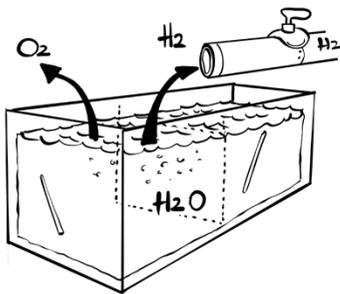


Wer wissen möchte, was Holzpellets eigentlich ganz genau sind – die „Sendung mit der Maus“ hat das vor längerer Zeit schon einmal sehr schön erklärt:



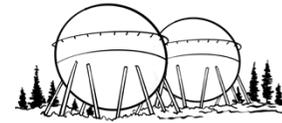
Spezialthema „grüne Gase“ (grüner Wasserstoff, Biogas, Biomethan)

1 Strom aus erneuerbaren Energiequellen (EE) eignet sich hervorragend dafür, Wasser (H₂O) in Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) aufzuspalten. Das Verfahren nennt sich Elektrolyse – und als „grüner Wasserstoff“ wird das Endprodukt dann bezeichnet, wenn der dafür eingesetzte Strom aus erneuerbaren Quellen stammt.



Noch ist der Ausstoß der deutschen Wasserstoffproduktion mit rund 4.000 Mio. cbm pro Jahr überschaubar, aber die Technik ist „skalierbar“, das heißt, es lassen sich weitere Anlagen bauen. Und das Allerbeste an Wasserstoff ist, dass sich dieses Gas – im Unterschied zu fossilem Erdgas – bei der Nutzung in völlig umweltunschädliches Wasser umwandelt!

2 Ebenfalls sehr positiv ist, dass Wasserstoff relativ einfach gespeichert werden kann (wird es chemisch „rein“



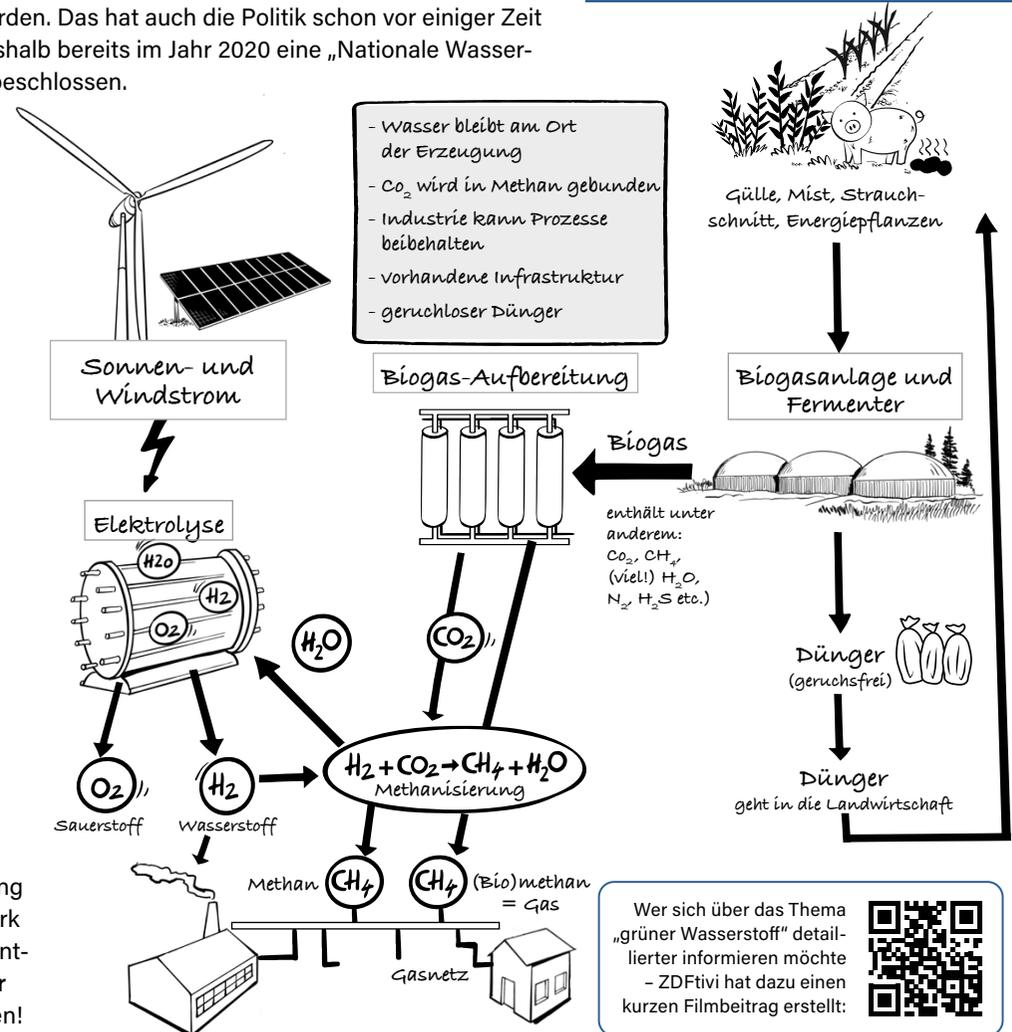
gespeichert, sollte es verdichtet werden, weil die Energiedichte im Vergleich zu Erdgas niedriger ist). Für diese Speicherung sowie für die Verteilung und Verwertung als Energieträger kann die bereits vorhandene Erdgasinfrastruktur mit relativ überschaubaren Anpassungen genutzt werden. Das hat auch die Politik schon vor einiger Zeit erkannt und deshalb bereits im Jahr 2020 eine „Nationale Wasserstoffstrategie“ beschlossen.

Enorme Versorgungspotenziale im Rahmen einer nachhaltigen Energiewirtschaft sieht Markus auch bei Biogas bzw. Biomethan und vor allem auch beim Thema „grüner Wasserstoff“.

3 Schon heute tragen die grünen Gase Biogas (das durch Vergärung aus Bioabfällen, Gülle, Reststoffen wie Strauch- und Straßenschnittgut sowie aus nachwachsenden Energiepflanzen gewonnen wird) sowie das auf Basis von Biogas veredelte Biomethan in ganz erheblichem Umfang zur Energieversorgung bei. **Mit Biogas erzeugter Strom versorgt beispielweise bereits mehr als 9 Millionen Haushalte in Deutschland.** Und das veredelte Biomethan, das in seinen Eigenschaften fossilem Erdgas gleicht, kann und wird schon länger auch genau wie dieses verwendet. An deutschen Erdgastankstellen enthält das dort eingesetzte Gas oft bis zu 50 % Biomethan und mehr!

4 Noch nicht so bekannt ist allerdings in der Öffentlichkeit, dass **Biogas, Biomethan und Wasserstoff zu einem extrem interessanten Kreislauf zusammengeführt werden könn(t)en** – der wie folgt funktioniert: Die mit Sonnen- oder Windstrom betriebene Elektrolyse erzeugt aus Wasser Wasserstoff und Sauerstoff (H₂O -> H₂ + O₂). Ein Teil des dafür benötigten Wassers wird wiederum bei der Aufbereitung von Wasserstoff frei, wenn bei der sogenannten Methanisierung (= Anreicherung zu Methan) Kohlendioxid zugegeben wird (H₂ + CO₂ -> CH₄ + H₂O). Das macht Sinn, weil die bestehenden Erdgasnetze dann nicht auf Wasserstoff umgerüstet werden müssen! Weiterer Vorteil: Das für die Methanisierung benötigte CO₂ kann Biogas bei der Aufbereitung zu Biomethan entzogen werden!

5 Dazu kommt: Dadurch, dass bei diesen Kreisläufen den bei der Fleisch- und Milcherzeugung anfallenden Gülle- und Dungmengen das (stark stinkende) Methan für die Biogaserzeugung entzogen wird, **bleibt als Reststoff ein nahezu geruchsfreier Dünger übrig.** Kreisläufe werden also sinnvoll geschlossen!



Wer sich über das Thema „grüner Wasserstoff“ detaillierter informieren möchte – ZDFtivi hat dazu einen kurzen Filmbeitrag erstellt:

Welche Rolle spielt bei alledem die E-Mobilität?

Lisa hat verstanden, dass die neue Energiewelt enorme Potenziale bietet, wie Versorgung künftig nachhaltig(er) sichergestellt werden kann. Aber dann fällt ihr ein, dass es einen Aspekt gibt, den sie und Markus beim Gespräch bisher völlig außer Acht gelassen haben: die wachsende Zahl von E-Fahrzeugen. Die müssen doch auch mit Strom versorgt werden – das ist vermutlich ein riesenproblem, oder etwa nicht?

„Über eines haben wir noch gar nicht gesprochen, Markus: Die wachsende Zahl von Elektroautos. Die machen alles noch komplizierter, oder?“



„Die Elektroautos benötigen Strom, Lisa, aber sie sind nicht Teil des Problems, sondern Teil der Lösung!“



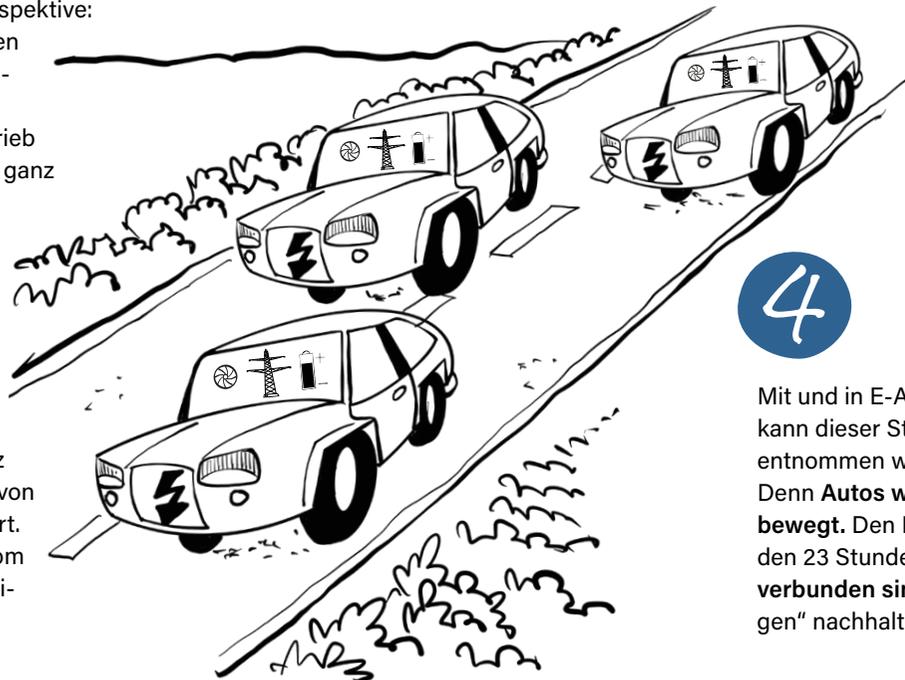
3

Ein gutes Beispiel für eine solche Mehrfachnutzung ist das Smartphone. Dessen Ursprungsfunktion war einmal das Telefonieren. Aber schlaue Köpfe haben in das kleine Kästchen viel, viel mehr Funktionen hineingepackt. Heute ist es Fotoapparat, Radio, Schallplattenspieler, Diktiergerät, Kompass und mehr – und zwar alles zugleich.

2

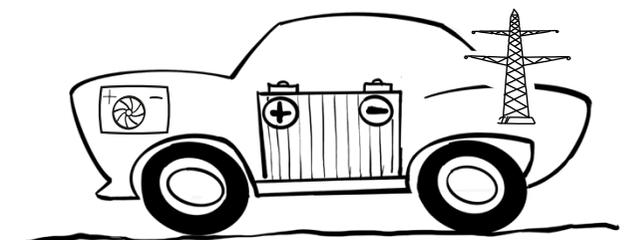
Entscheidend bei der Bewertung der E-Auto-Thematik ist die Perspektive: Die meisten Menschen sehen im E-Auto nur den potenziellen

Verbraucher – das Auto, das auf den Straßen fährt und dabei Energie in Vortrieb umwandelt. Die Realität sieht allerdings ganz anders aus. **Das E-Auto kann mehrere Funktionen übernehmen:** Es ist ein Energiekraftwerk – weil es Energie von einem Zustand in einen anderen umwandelt (beim Bremsen wird Bewegungsenergie durch die Rekuperation in elektrische Energie umgewandelt, die dann im Akku gespeichert wird). Es ist ein Energienetz bzw. -kabel – weil es Energie (im Akku) von einem Ort an einen anderen transportiert. Und es ist ein Energiespeicher, weil Strom aus der Ladeeinrichtung im Akku gespeichert wird.



4

Mit und in E-Autos kann relativ viel Strom gespeichert werden – und aus ihnen kann dieser Strom (unter bestimmten Rahmenbedingungen) auch wieder entnommen werden. Die dafür notwendige Zeit ist jedenfalls vorhanden: **Denn Autos werden im Durchschnitt in Deutschland meist nur 1 h pro Tag bewegt.** Den Rest des Tages sind alle unsere Fahrzeuge „Stehzeuge“. Und in den 23 Stunden (oder **zumindest in der Zeit, in der sie mit dem Stromnetz verbunden sind**) können die E-Autos als **Energiespeicher** für „überschüssigen“ nachhaltigen Strom genutzt werden.



Ein Gesamtsystem wird sichtbar ...

„Die eine, alle Probleme lösende Technik gibt es also demnach gar nicht, Markus?“

1

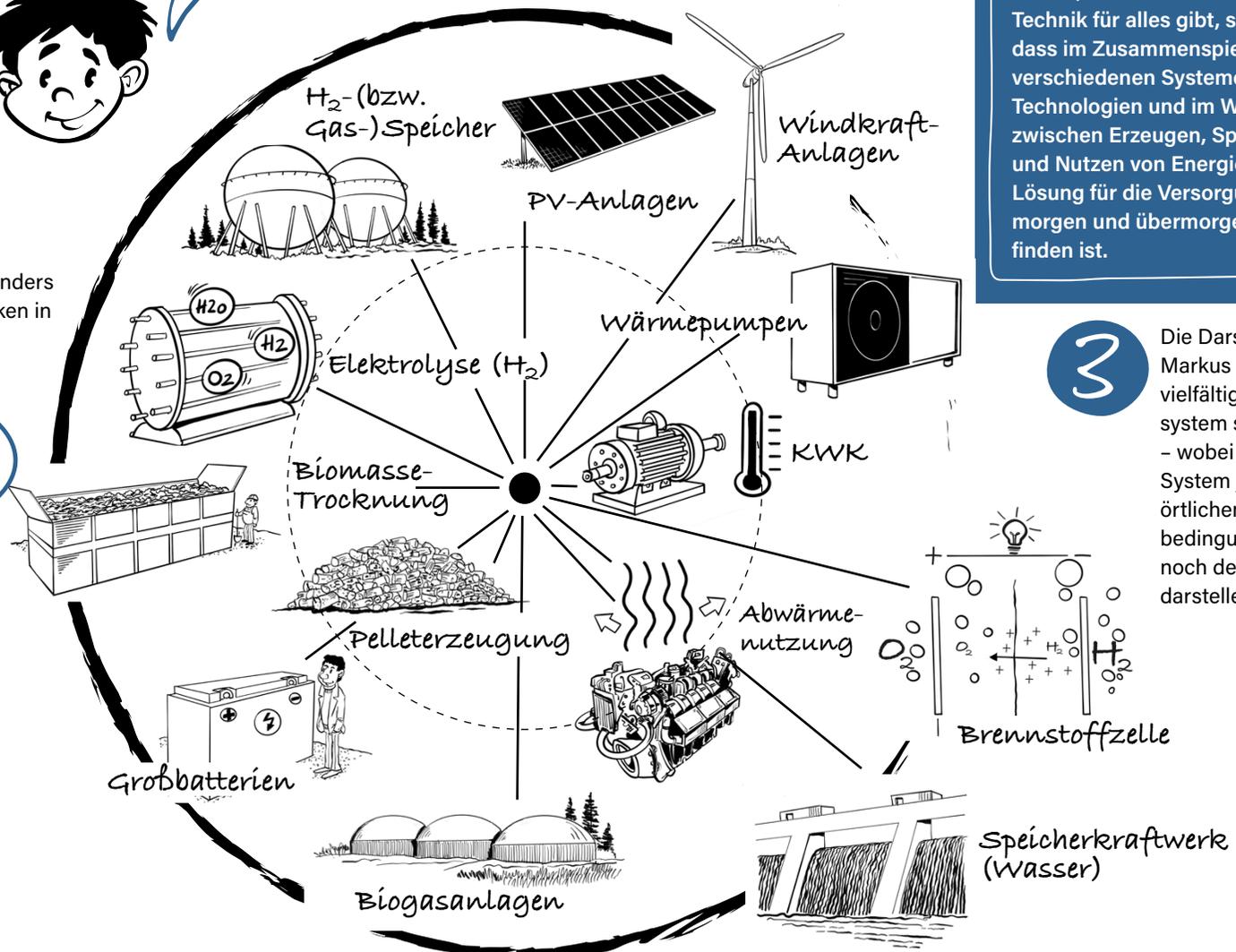
„Nein, Lisa. Die Lösung liegt in der Kopplung verschiedener Funktionen und vor allem darin, Dinge ganz neu zu denken ...“



2

Markus trägt für Lisa einige besonders wichtige Teilsysteme und Techniken in einem Schaubild zusammen.

„Ganz ähnlich müssen wir die neue Energiewelt denken!“



Lisa wird immer deutlicher, dass es in der neuen Energiewelt viele Teilelemente gibt, an die sie bisher gar nicht gedacht hat. Außerdem versteht sie immer besser, dass es nicht die eine Technik für alles gibt, sondern dass im Zusammenspiel der verschiedenen Systeme und Technologien und im Wechsel zwischen Erzeugen, Speichern und Nutzen von Energie die Lösung für die Versorgung von morgen und übermorgen zu finden ist.

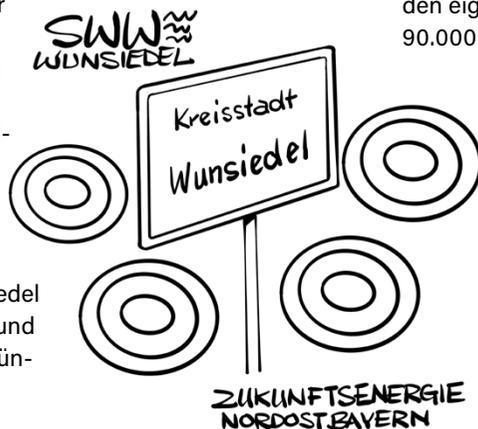
3

Die Darstellung von Markus deutet an, wie vielfältig das Gesamtsystem sein muss – wobei sich dieses System je nach den örtlichen Rahmenbedingungen auch noch deutlich anders darstellen kann!

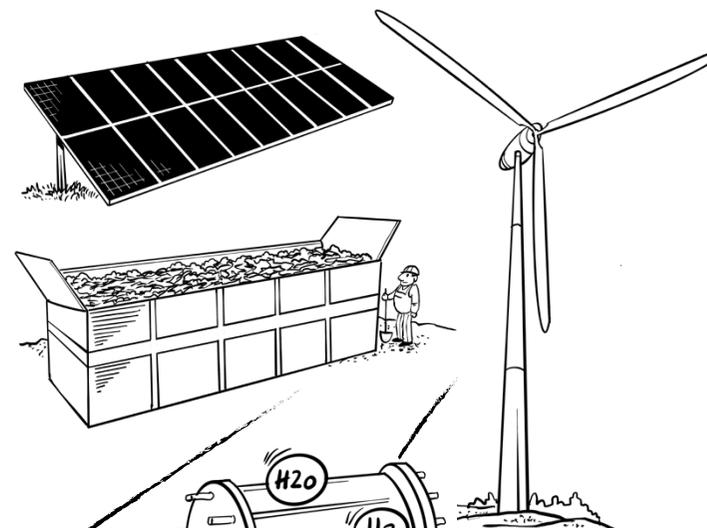
Ist das reine Zukunftsmusik – oder gibt es das schon?

Lisa findet es super-spannend, wohin sich die neue Energiewelt entwickelt. Allerdings macht es die aktuelle Situation notwendig, dass das Ganze möglichst umgehend Realität wird. Sie stellt sich deshalb die Frage: „Wie steht es denn mit der Umsetzung? Gibt es bereits konkrete Beispiele?“ Und tatsächlich erinnert die aktuelle Situation an einen bekannten Unterhaltungscomic. So ähnlich wie bei diesem könnte man die Geschichte folgendermaßen beginnen ...

2 In Wunsiedel hat die Stadt mit ihren Stadtwerken, der SWW Wunsiedel GmbH, weitere Unternehmen gegründet, um die Energiezukunft zu gestalten. Darunter die ZENOB Zukunftsenergie Nordostbayern. In dieser werden Kompetenzen gebündelt und die Idee des WUNsiedler Wegs Energie in die weiteren Kommunen transportiert. Die ZENOB hat 31 Gesellschafter, darunter 27 Kommunen und vier Landkreise. Die SWW und die Stadt Wunsiedel sind neben Arzberg und Kirchenlamitz die Gründungsgesellschafter.

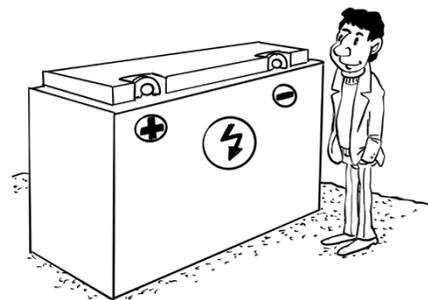
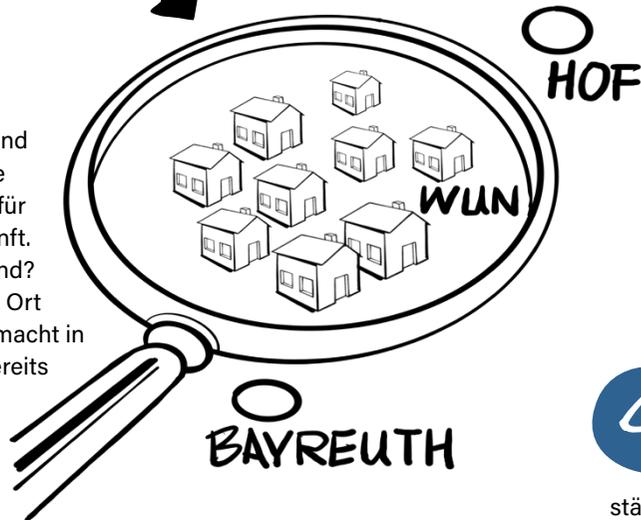


3 Die kohlenstofffreie Energie für die 10.000-Einwohner-Stadt Wunsiedel ist bereits jetzt zu 100 % klimaneutral und stammt ganz überwiegend aus lokalen Anlagen (der Stadtwerke, aber auch anderer Betreiber), die Wind, Sonne und Biomasse nutzen. Derzeit (2022) werden im Netzgebiet bei einem bilanziellen Strombezug von rund 90 Millionen Kilowattstunden fast 119 Millionen Kilowattstunden Strom selbst erzeugt. Und diese Leistung wird stetig weiter ausgebaut! Und auch Wärme wird deutlich über den eigenen Verbrauch hinaus erzeugt. Insgesamt ein Wärmeäquivalent von rund 90.000.000 Litern Heizöl pro Jahr – genug für rund 30.000 Haushalte.



7

„Ganz Deutschland ist auf der Suche nach Lösungen für die Energiezukunft. Ganz Deutschland? Nein. Ein kleiner Ort in Oberfranken macht in vielen Details bereits heute vor, was alles möglich ist ...“



4

Wunsiedel verfügt zudem heute schon über den **stärksten kommunalen Energiespeicher Bayerns** (der zudem „schwarzstartfähig“ ist, also z. B. bei einem „Blackout-Fall“ eigenständig hochgefahren werden kann). Und weitere Speicher folgen – sowohl vom Stadtwerk errichtet, aber auch durch Partner und Kunden.

5

In Wunsiedel steht außerdem heute schon die mit 6,75 Megawatt **derzeit wohl größte deutsche Produktionsanlage grünen Wasserstoffs**, bei der die Elektrolyse mit Strom ausschließlich aus nachhaltigen Quellen betrieben wird, um damit die stark volatile (= stark schwankende) Eigenerzeugung von Strom aus Sonnen- und Windstrom für die Erzeugung eines speicherbaren Energieträgers zu nutzen.

Der WUNsiedler Weg Energie

6

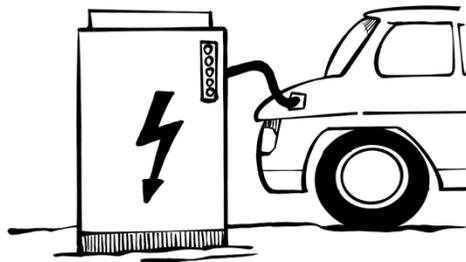
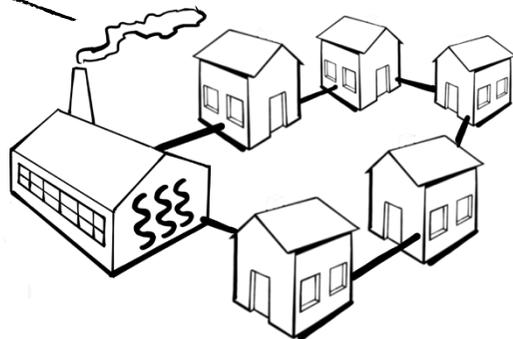
Als Teilsystem eines umfassenderen „Satellitenkonzeptes“ wird in Wunsiedel bereits heute ein **hochmodernes Biomasse-Heizkraftwerk** (mit direkter

Abwärmenutzung bzw. Kraft-Wärme-Kopplung KWK) betrieben, mit dem Baumspitzen und Landschaftspflegematerial der waldreichen Umgebung Wunsiedels optimal verwertet und in Wärme und Strom umgewandelt werden können. Dadurch, dass in Wunsiedel von der Baumspitze über das Schwachholz (Biomassekraftwerk und Pelletproduktion) bis zum Nutzholz (für Bauholz etc.) der gesamte Baum genutzt wird, gilt auch hier: kein Abfall!



7

Die WUNBioenergie stellt in Wunsiedel zudem – ebenfalls im Rahmen des übergeordneten „Satellitenkonzeptes“ – in großtechnischem Maßstab **Pellets und Holzbriketts** her und „veredelt“ diese (nutzt also „überschüssige“ nachhaltige Energie, um den Trockengrad der Produkte zu erhöhen und so Energie darüber zu speichern). Mit den Pellets lässt sich also Energie speichern, die dann wieder in Strom und Wärme umgewandelt werden kann.



8

Als weitere Teilkomponente des „Satellitenkonzeptes“ betreiben die Stadtwerke Wunsiedel auf der energetischen Basis der selbst erzeugten Pellets außerdem **bereits seit 2014 ein hocheffizientes und nachhaltiges Nahwärmenetz** und bauen dieses Netz sukzessive weiter aus.

9

Auch die nachhaltige Mobilität steht in Wunsiedel längst im Fokus – nicht nur der eigene Fuhrpark der Stadtwerke ist überwiegend e-mobilisiert, die Stadtwerke unterhalten und pflegen zudem zahlreiche Ladestationen in Stadt und Umland und schon sehr bald soll hier auch noch eine H₂-Tankstelle entstehen.



11

Außerdem werden in Wunsiedel Kunden und Partner schon seit längerem über eine darauf abgestimmte Angebotspalette sowie durch Beratung, Information und Fördermittelvermittlung dabei unterstützt, direkt mit zur notwendigen Energiewende beizutragen. Zum Beispiel mit eigenen Photovoltaik-Anlagen und Energiespeichern. Oder auch durch Energieeffizienzsteigerungen (z. B. am eigenen Gebäude).

10

Das Zusammenspiel von „Erzeugung“, „Speicherung“ und „Nutzung“ von Energie wird in Wunsiedel heute schon mit einer dezentralen und intelligenten Leittechnik und einer modernen IT-Infrastruktur gesteuert.

Das ZDF hat den WUNsiedler Weg Energie in einem TV-Beitrag dargestellt:



Trotzdem: Wie greift das denn jetzt alles ineinander?

Lisa freut sich, dass in Wunsiedel bereits sehr vieles von dem, was die neue Energiewelt ausmacht, umgesetzt wurde und offensichtlich bereits im Einsatz ist. Aber wie das genau funktioniert, ist ihr doch noch nicht so richtig klar. Schließlich sind die Rahmenbedingungen nicht immer gleich – sondern verändern sich tatsächlich immer wieder.



7

„Wenn ich das richtig verstehe, wird ja gerade auch in Wunsiedel sehr viel der dort benötigten Energie mit der Kraft der Sonne und des Windes erzeugt, Markus. Doch was passiert, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht?“

Folgende Beispielszenarios machen deutlich, wie das konkret funktioniert:

Szenario 1:

Überschuss an Erneuerbaren Energien (EE) + geringer Wärmebedarf

Szenario 2:

Unterdeckung EE + hoher Wärmebedarf

Szenario 3:

Überschuss EE + hoher Wärmebedarf

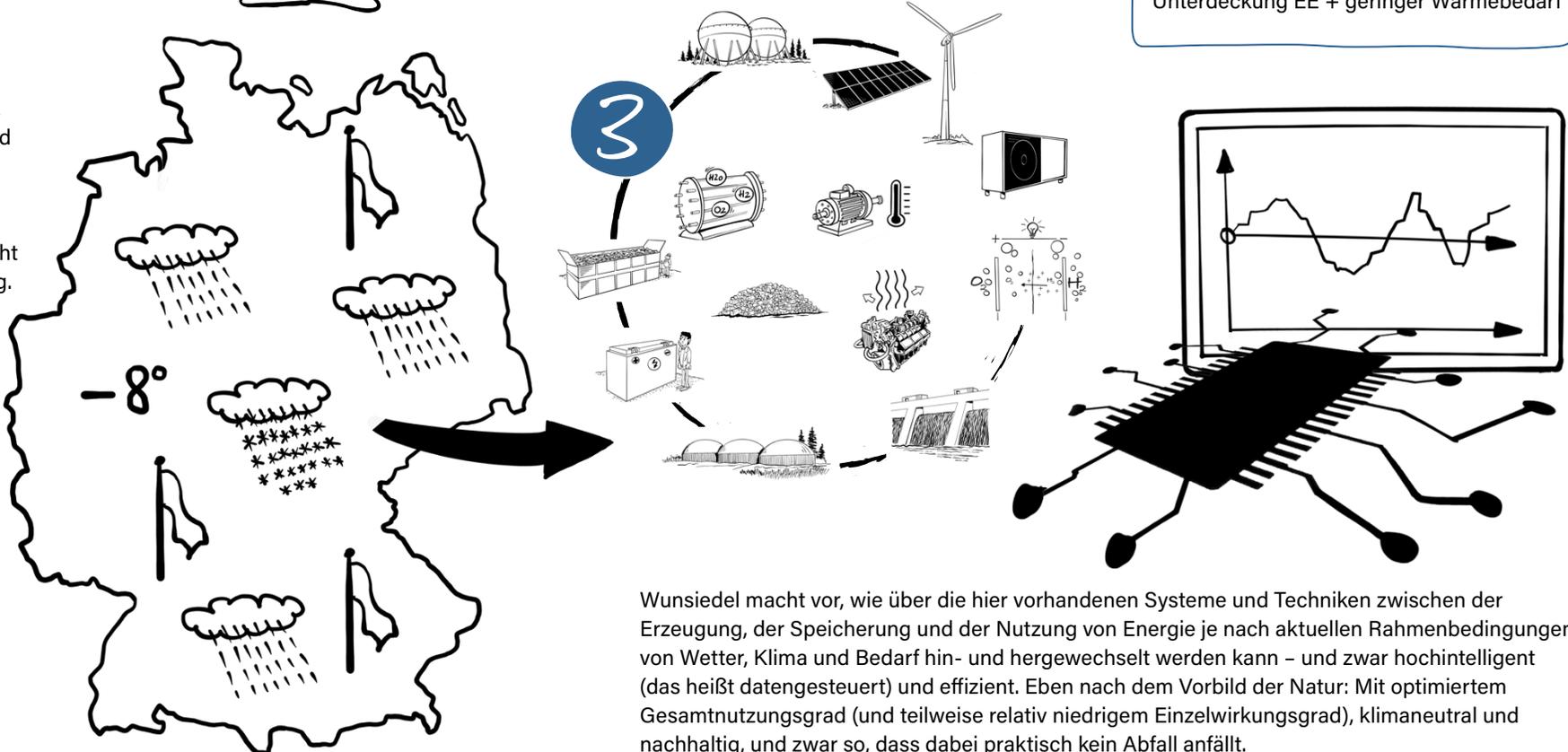
Szenario 4:

Unterdeckung EE + geringer Wärmebedarf

2

Wie in ganz Deutschland gilt auch in Wunsiedel:

Nicht immer scheint die Sonne und der Wind weht ebenfalls nicht jeden Tag. Dazu kommt, dass Wunsiedel im Fichtelgebirge liegt, wo es recht häufig sehr kalt wird, so dass viel Wärme(energie) benötigt wird.

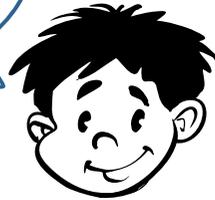


Wunsiedel macht vor, wie über die hier vorhandenen Systeme und Techniken zwischen der Erzeugung, der Speicherung und der Nutzung von Energie je nach aktuellen Rahmenbedingungen von Wetter, Klima und Bedarf hin- und hergewechselt werden kann – und zwar hochintelligent (das heißt datengesteuert) und effizient. Eben nach dem Vorbild der Natur: Mit optimiertem Gesamtnutzungsgrad (und teilweise relativ niedrigem Einzelwirkungsgrad), klimaneutral und nachhaltig, und zwar so, dass dabei praktisch kein Abfall anfällt.

Szenario 1: Ein schöner, aber windiger Sommertag

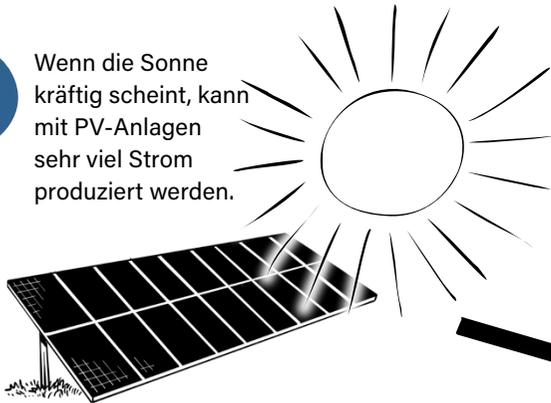
„Lisa: Stell dir zunächst einmal die Situation vor, dass an einem warmen Sommertag die Sonne scheint und zugleich ein relativ kräftiger Wind bläst ...“

1



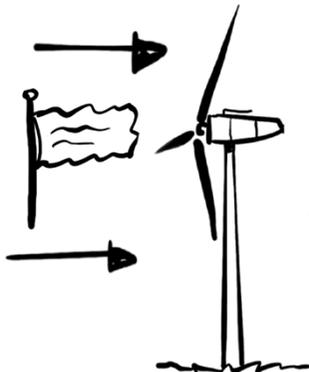
3

Wenn die Sonne kräftig scheint, kann mit PV-Anlagen sehr viel Strom produziert werden.



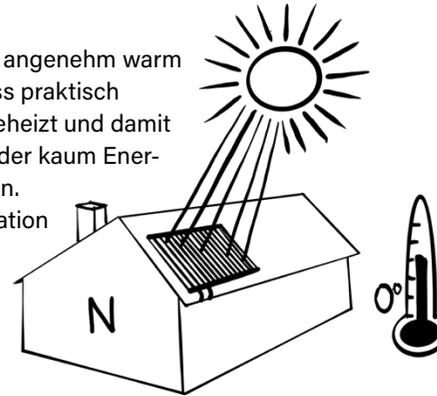
4

Wenn der Wind kräftig weht, können die Windkraftanlagen ebenfalls sehr viel Energie erzeugen.



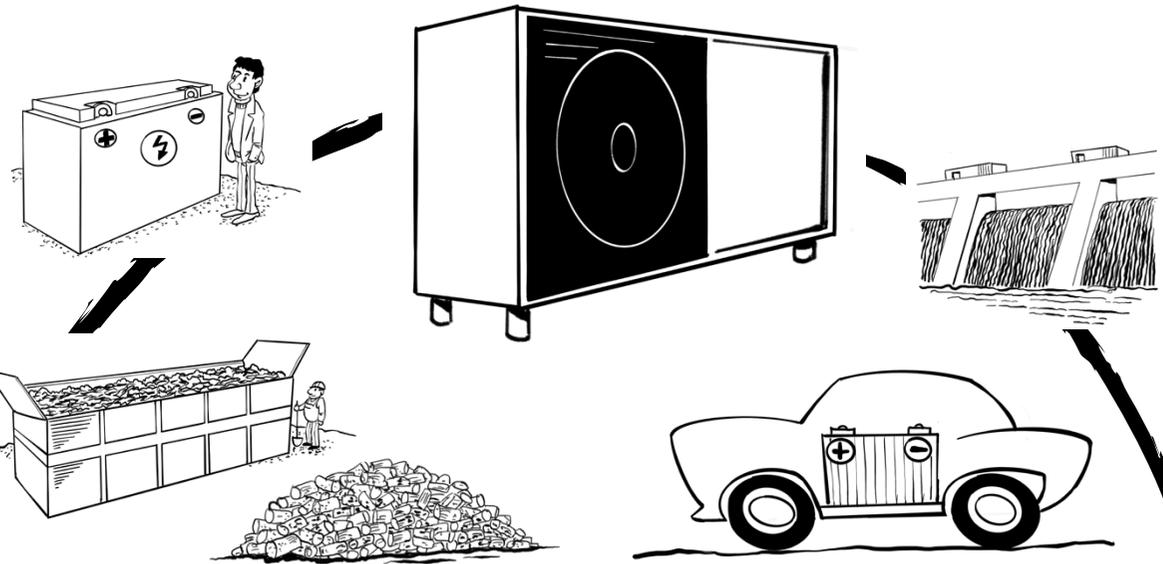
2

Weil es angenehm warm ist, muss praktisch nicht geheizt und damit keine oder kaum Energie genutzt werden. Das in dieser Situation benötigte warme Brauchwasser und die wenige erforderliche Energie werden mittlerweile oft mit Solaranlagen direkt vor Ort erzeugt.



5

In einer solchen Situation des Überangebots kann sehr viel Energie für erzeugungsschwächere Phasen gespeichert werden: unter anderem in Großbatterien oder über den mit dem Energieplus erzeugbaren Wasserstoff (H₂). Außerdem dadurch, dass mit dem Energieplus Pellets produziert werden (und die Energie so darin gespeichert wird). Darüber hinaus in Speicherkraftwerken (sofern vor Ort vorhanden) und künftig – sobald die Rahmenbedingungen dafür geschaffen sind – auch verstärkt in Batterien von E-Fahrzeugen und/oder Kundenspeichern!



Markus verdeutlicht Lisa anhand verschiedener Beispielszenarios, wie beim WUNSiedler Weg Energie die verschiedenen Technologien und Systeme ineinandergreifen. Das erste Szenario ist das eines schönen Sommertages, an dem in erheblichem Umfang Energie erzeugt und (für erzeugungsschwächere Phasen) gespeichert werden kann.

Szenario 2: Ein kalter, dunkler Wintertag

Lisa hat verstanden, dass sich sonnige und zugleich windige Sommertage perfekt für die Energieerzeugung und -speicherung eignen. Aber wie stellt sich die Gesamtsituation dar, wenn es – ganz im Gegenteil – kalt und dunkel ist und noch dazu kein Wind weht? Markus erläutert Lisa, wie solche Phasen der „Dunkelflaute“ – wie diese Situationen bezeichnet werden – bewältigt werden.

1

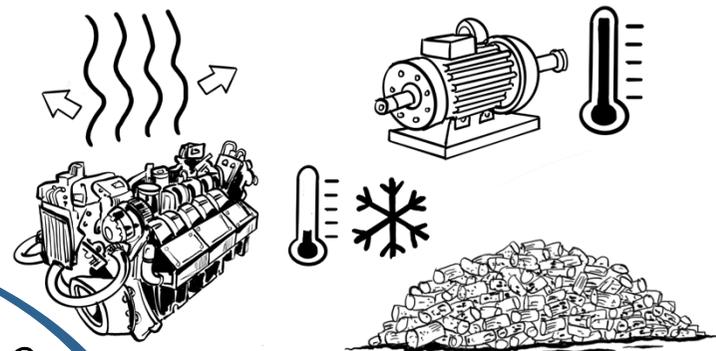


„Lisa: Stell dir nun mal vor, dass kein Wind weht, die Sonne durch mächtige Wolken verdeckt ist und es noch dazu bitterkalt ist ...“



2

In so einer Situation der Energieunterdeckung sind leistungsfähige KraftWärmeKopplungsanlagen (KWK) und andere Einrichtungen zur Stromerzeugung für die Abwärmenutzung ganz entscheidend, die nun aus nachhaltiger und energetisch „veredelter“ Biomasse (wie den getrockneten Pellets) Wärme (z. B. zur Nutzung bzw. Wärmeversorgung über Nahwärmenetze) und zugleich Strom für die Stromversorgung der Nutzer erzeugen können.

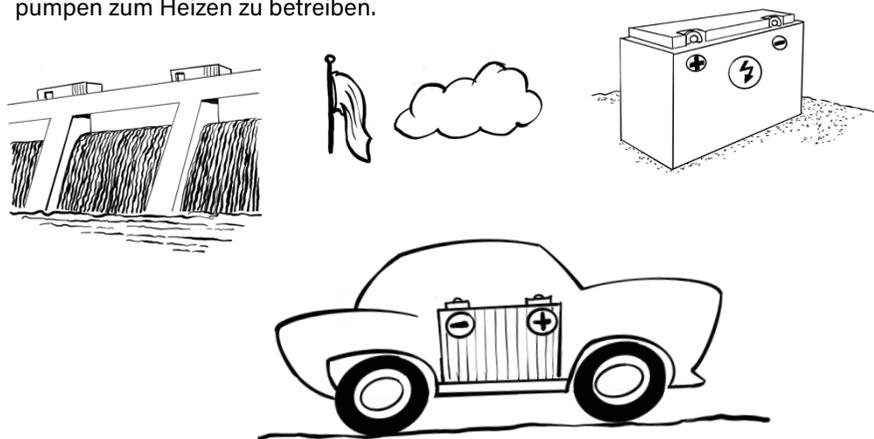


„Denk' doch nur mal Lisa: bei den fossilen Kraftwerken wurde die mit erzeugte Wärme wie Abfall behandelt. Die müssen wir künftig mitnutzen!“



3

Nachhaltig erzeugter Strom kann in so einer Phase außerdem aus Energiespeichern wie Speicherkraftwerken oder aus Großbatterien vor allem auch dafür genutzt werden, um elektrische Wärmepumpen zum Heizen zu betreiben.



4

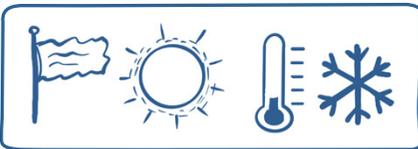
Ebenfalls genutzt werden kann in so einer Phase nun auch der mit nachhaltig erzeugtem Strom über Elektrolyseanlagen gewonnene Wasserstoff (H₂). Entweder direkt (gasförmig) für Produktionszwecke (wo dann auch die Abwärme wieder genutzt wird!). Oder indirekt – für den Betrieb von Brennstoffzellen bzw. zur kombinierten Erzeugung und Nutzung von Strom und Wärme.



Szenario 3: Ein kalter Wintertag mit Sonne und Wind

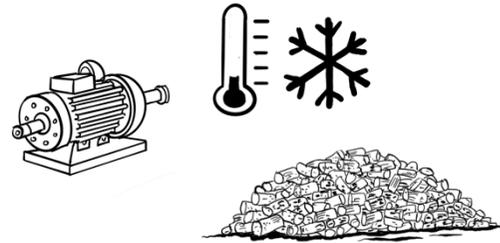
1

„Eine recht typische Situation an Wintertagen ist ja auch, Lisa, dass ein ebenso kalter wie kräftiger Ostwind weht, der zum einen für besonders frostige Temperaturen, aber zugleich auch für einen wolkenfreien Himmel sorgt, so dass die Sonne am blauen Himmel scheint ...“



2

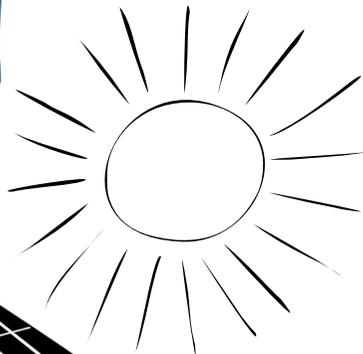
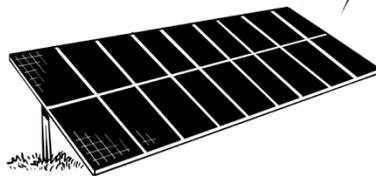
Auch in dieser Situation sind wieder die leistungsfähigen KraftWärmeKopplungsanlagen (KWK) gefordert, die nun aus nachhaltiger und energetisch „veredelter“ Biomasse (wie den getrockneten Pellets) die benötigte Wärme (z.B. zur direkten Nutzung bzw. zur Wärmeversorgung über Nahwärmenetze) liefern.



Markus erläutert Lisa, dass die Rahmenbedingungen der lokalen Energieversorgung selten so extrem sind wie in Szenario 1 und 2 beschrieben. Viel häufiger sind „durchmischte“ Situationen, in denen auf der einen Seite zwar relativ viel Energie (in Form von Wärme) benötigt wird – es zugleich aber auch möglich ist, in größerem Umfang Strom aus nachhaltigen Quellen zu erzeugen!

3

Auch wenn es im Winter extrem kalt ist: Wenn jetzt die Sonne kräftig scheint, kann mit PV-Anlagen viel Energie erzeugt werden.

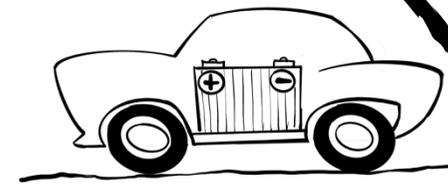
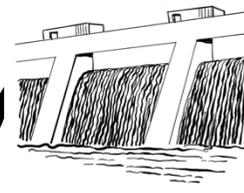
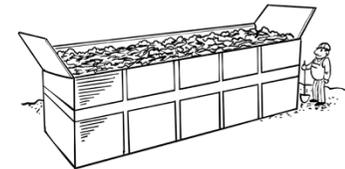
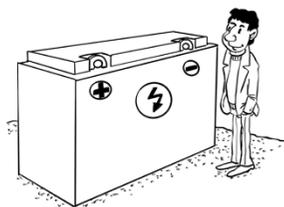
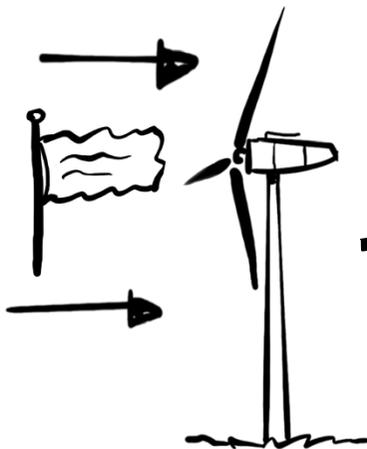


5

Selbst wenn der in einer solchen Situation benötigte Strom teilweise in den Betrieb von Wärmepumpen (für Heizzwecke) fließt, kann überschüssige Energie für erzeugungsschwächere Phasen gespeichert werden: unter anderem in Großbatterien, über den mit dem Energieplus erzeugbaren Wasserstoff (H₂), dadurch, dass mit dem Energieplus Pellets erzeugt werden (und die Energie darin gespeichert wird) oder auch in Speicherkraftwerken!

4

Gerade wenn im Winter der (kalte) Ostwind kräftig weht, können die Windkraftanlagen jetzt ebenfalls viel Strom produzieren.



Szenario 4: Ein stark bedeckter Frühlingsstag ohne Wind

Auch an Frühlings- oder Sommertagen scheint nicht immer die Sonne. Und der Wind weht ebenfalls nicht an jedem Tag, an dem die Temperatur angenehm ist. Da stellt sich schon die Frage: Wie sieht die Gesamtversorgungssituation denn an solchen Tagen in der neuen Energiewelt aus? Markus stellt Lisa auch dieses Versorgungsszenario dar ...

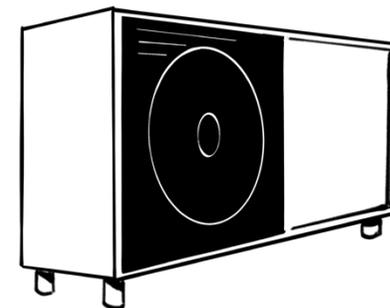
1

„Sicher kennst du diese Frühlingstagsituation ebenfalls, Lisa: Es ist zwar schon recht warm und die Heizung wird allenfalls für die Brauchwassererwärmung, also für das Waschen, Duschen und Baden benötigt, aber der Himmel ist eben stark bedeckt und nennenswerter Wind weht auch nicht ...“



2

Wegen der recht milden Temperaturen wird nur relativ wenig Wärme benötigt, die ganz überwiegend mit Wärmepumpen erzeugt wird.



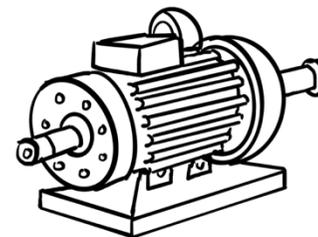
3

Der unter anderem für den Betrieb der Wärmepumpen (aber auch darüber hinaus) benötigte Strom wird in dieser Situation – da kaum Strom aus Sonnenkraft gewonnen werden kann – ganz überwiegend mit den KWK-Anlagen erzeugt, wobei die so erzeugte Energie ebenfalls u. a. zur Produktion von Pellets eingesetzt wird. Die Wärme und der Strom werden so energetisch im Holzspan oder im Pellet gespeichert!



4

Da in der dargestellten Situation auch kein Wind weht, kann es nur so funktionieren: Der benötigte Strom wird in dieser Situation nicht mit Windkraftanlagen, sondern ganz überwiegend mit den KWK-Anlagen erzeugt.

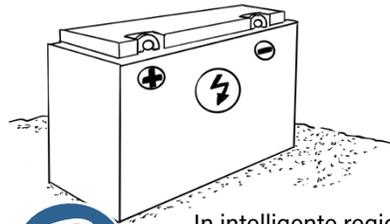


Die Rolle der Netze

„Dass die Strom- und Gasnetze wichtig sind, liegt auf der Hand. Aber wie wird ihre Rolle in Zukunft tatsächlich sein?“

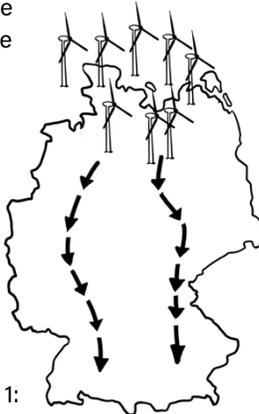


„Große Stromautobahnen übertragen künftig über lange Distanzen hinweg in großem Maßstab Strom aus dem windenergiereichen Norden in den Süden Deutschlands. Eine besondere Rolle für die Energiezukunft spielen jedoch gerade auch regionale Stromnetze und effiziente Speicherlösungen.“



Das Zusammenspiel der verschiedenen Systemkomponenten der neuen Energiewelt ist Lisa nun mittlerweile klar. Nur bei einem Detail ist sie noch unsicher: dem Netz. Darüber hat Lisa schon viel gehört. Wobei die Rolle der Netze durchaus unterschiedlich interpretiert wird. Deshalb will sie von Markus auch dazu Genaueres wissen ...

1 Die Idee des Wunsiedler Wegs, also der regenerativen Energieerzeugung sowie deren Speicherung und Nutzung vor Ort, kann sich positiv auf unser gesamtes Stromnetz auswirken. Die regionalen Netze und Speicher verdienen – neben den großen Stromautobahnen – deshalb besondere Aufmerksamkeit, da sie vielfältige Vorteile eröffnen.

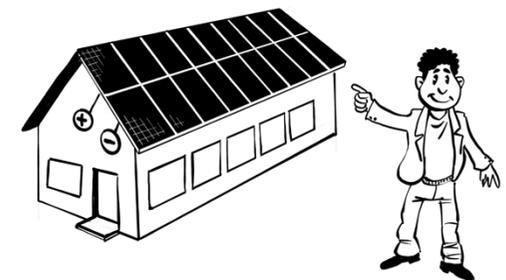
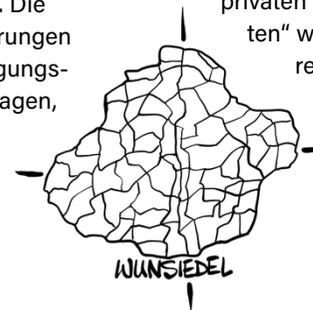


2 Gerade in windreichen Gegenden ist es sinnvoll, vor Ort mit dem Einsatz von regenerativ erzeugtem Überschuss-Strom durch Elektrolyse Wasserstoff zu erzeugen. Vorteil 1: Viele Windkraftanlagen müssen so nicht immer wieder kurzfristig abgeschaltet werden. Vorteil 2: Wasserstoff kann, ebenso wie andere grüne Gase (in aufbereiteter Form), in das Gasnetz eingespeichert werden, das dafür optimal geeignet ist. Wasserstoff wird somit zum Energiespeicher, der Schwankungen prima ausgleichen kann.

3 In intelligente regionale Stromnetze können auch andere Energiespeicher sehr gut eingebunden werden. Denken wir nur an große Batteriespeicher oder die Möglichkeit, künftig die Akkus von Elektrofahrzeugen als flexible Energiespeicher zu nutzen. Die positiven Effekte liegen auf der Hand: Bei Störungen in einem Teil des Netzes können lokale Erzeugungs- und Speicherlösungen maßgeblich dazu beitragen, die Stromversorgung zu sichern. Außerdem besteht die Möglichkeit, flexibel und schnell auf lokale Bedarfsschwankungen zu reagieren.

4 Durch regionale Speicherung bzw. Nutzung der vor Ort erzeugten Energie können Stromverluste reduziert werden, die durch den Transport über lange Distanzen entstehen. Ein Grund dafür ist vor allem die Wärmeentwicklung in den Leitungen. Zur besseren Einschätzung: Die Stromnetzverluste Deutschlands betragen um die 5 % der gesamtdeutschen Stromverbrauchsmenge.

5 Intelligenz in lokalen und regionalen Netzen kommt auch deswegen eine stetig wachsende Bedeutung zu, weil die früher rein konsumierenden Energiekunden in zunehmendem Umfang selbst Energie erzeugen (u. a. über die wachsenden privaten Photovoltaikflächen) und zu sogenannten „Prosumenten“ werden. Das wiederum bedingt, dass die lokalen und regionalen Netze Energie in unterschiedliche Richtungen und hochintelligent übertragen können müssen!



Beim Thema „Netze“ werden also wiederum die Grundprinzipien der neuen Energiewelt deutlich. Sie wird intelligenter, lokaler und variabler. Sie vermeidet Abfall und setzt – ganz nach dem Vorbild der Natur – auf die Steigerung des Gesamtnutzungsgrads. Dezentrale Energiestrukturen stabilisieren übrigens nicht nur das Netz, sondern auch die Wirtschaft in der jeweiligen Region, da Arbeitsplätze und Wertschöpfung vor Ort entstehen.

Alles auf Grün

„Keine Frage: Die Energiewelt verändert sich derzeit massiv. Aber nachdem ich mich intensiv damit beschäftigt habe, macht mir das keine Angst. Ich sehe die Veränderung jetzt als Chance, die Versorgung in Richtung Nachhaltigkeit zu optimieren und unsere Energiezukunft positiv zu gestalten!“



„Vor 130 Jahren sagte die renommierte US-amerikanische Zeitschrift Times voraus, dass die Straßen bis 1950 mit einer 3 Meter hohen Pferdemistschicht bedeckt sein würden. Der kurz darauf einsetzende Wandel der zentralen Mobilitätsenergie bewahrte uns vor diesem Schreckensszenario. Auch die herausfordernde Energieversorgungssituation von heute lässt sich mit geplanten und sinnvollen Veränderungen bewältigen. Wunsiedel macht es vor – mit dem WUNSiedler Weg Energie!“



„Alles auf Grün“ das ist das Motto des WUNSiedler Wegs Energie – und das aus gutem Grund. Denn in Wunsiedel und Umgebung ist man schon heute bereit, die Energieversorgung ganz neu zu denken – und eine (lokale) Energiewelt zu schaffen, die das System vor Ort so plant und umsetzt, als ob keine fossilen Energieträger (mehr) zur Verfügung stünden. Damit genau das nicht passiert, sollten sich am besten auch andere genau diese Frage stellen: „Was wäre, wenn wir tatsächlich außer Sonne, Wind und Biomasse keine anderen Ressourcen mehr nutzen könnten? Wie sollte, ja, müsste unser Energiesystem dann aussehen ...?“

SWW
wunsiedel
wir bewegen

SWW WUNSIEDEL GMBH
Rot-Kreuz-Str. 6 | 95632 Wunsiedel
Telefon 09232 887-0
info@s-w-w.com
www.s-w-w.com

Zum kinder- und
jugendgerechten
Erklärvideo:



Weiterführende
Infos zum
WUNSiedler Weg
Energie unter/bei:

