



VEHICLE₂GRID

WIE DIE E-MOBILITÄT EIN SCHLÜSSELPROBLEM DER ENERGIEWENDE LÖSEN KANN



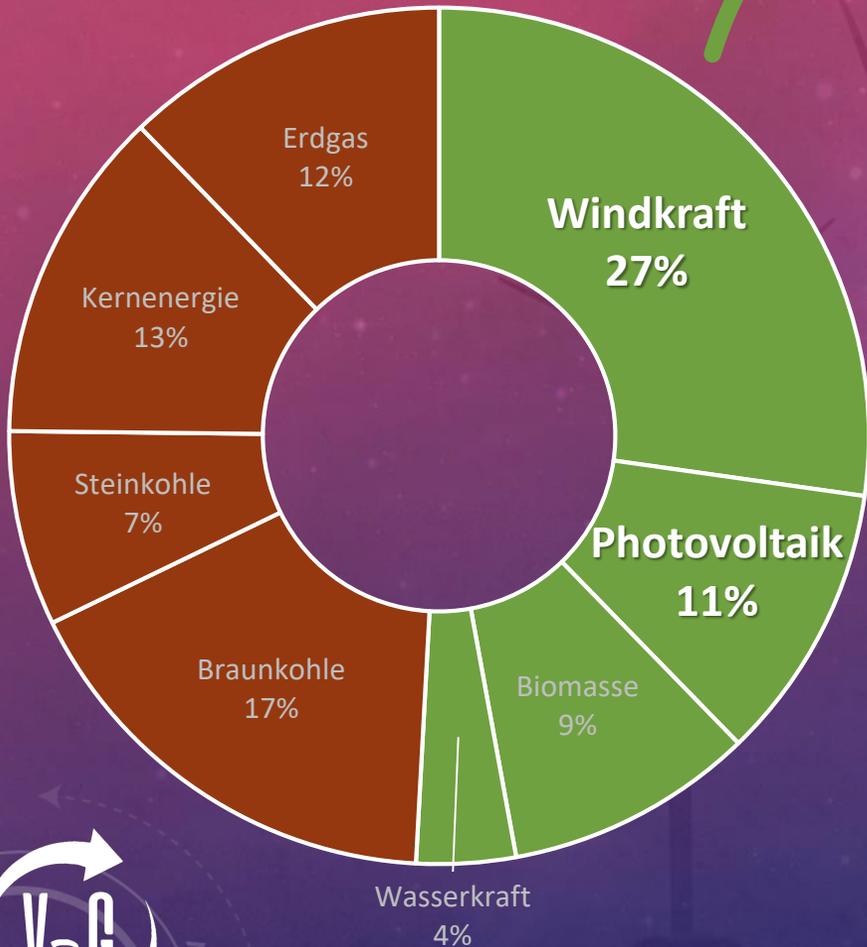
Bildung mit Energie
ENTDECKEN, ERFORSCHEN, ERLEBEN



Don-Bosco-
Gymnasium

Ein Schülerprojekt des Technik-Leistungskurses am Don-Bosco-Gymnasium im Rahmen des 3malE-Schulwettbewerbs im Schuljahr 2020/21.

DAS AUSGANGSPROBLEM



Mehr als 50 % des Stroms in Deutschland stammen bereits aus **erneuerbaren Quellen**.

Vor allem **Windkraft** und **Photovoltaik** stehen uns aber nur sehr **unregelmäßig** zur Verfügung.

Dies führt zu **Schwankungen** in der Stromproduktion, zu **Netzinstabilitäten** und zu schwankenden Preisen an der Strombörse, wo überschüssiger Strom **billig verkauft** und benötigter Strom **teuer erkauf**t wird.



Benötigt wird eine **Speichermöglichkeit** im großen Rahmen, um den Strom dann nutzen zu können, wenn er auch benötigt wird. Dies ist momentan noch ein **riesiges Problem** der Energiewende.

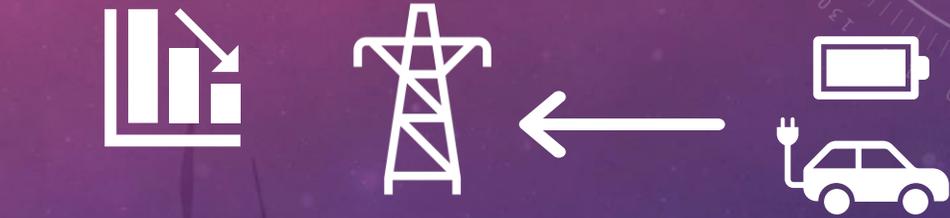


DIE IDEE



In Zeiten sehr niedriger regenerativer Stromerzeugung werden Defizite im Netz durch die gespeicherte Energie der Akkus wieder ausgeglichen.

The diagram illustrates the process of energy discharge during low renewable production. On the left, a cloud with rain and a bar chart with a downward arrow represent low renewable energy generation. An arrow points from an electric car with a battery icon to a power line tower, indicating that stored energy from the vehicle is used to supply the grid.



- ✓ Die Netzbetreiber sind nicht mehr auf Stromkäufe aus dem Ausland angewiesen.
- ✓ Die Besitzer der Elektroautos profitieren, in dem sie an den Einsparungen der Netzbetreiber mitverdienen.
- ✓ Es wird im Sinne einer nachhaltigen Nutzung unserer Ressourcen verantwortungsvoll mit der uns zur Verfügung stehenden Energie gewirtschaftet.

LOHNT SICH DAS?

2020



150.000 zugelassene Elektrofahrzeuge

→ ca. **9 GWh** Akkukapazität

→ entspricht **22,5 %** der Kapazität aller Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland

Bisher wird der überschüssige Strom in Pumpspeicherkraftwerken gespeichert, deren weiterer Ausbau nicht mehr wirklich möglich ist. Die Gesamtkapazität aller Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland beträgt 40 GWh.

2030



10.000.000 zugelassene Elektrofahrzeuge

→ ca. **600 GWh** Akkukapazität

→ entspricht **1500 %** der Kapazität aller Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland



Riesiger zukünftiger Markt!

DIE TECHNISCHE UMSETZUNG - SCHEMA



DIE WALLBOX



DAS E-AUTO



Das Fahrzeug sendet fortlaufend seinen aktuellen Akkustand an die Wallbox.

Der Akkustand wird in einer Cloud hinterlegt.



Der Nutzer kann jederzeit per App den Akkustand des Fahrzeugs erfragen.

DIE APP



Der Nutzer bestätigt den Vorschlag des Energieunternehmens, die gespeicherte Energie wieder einzuspeisen.



Am Ende des Monats erhält der Nutzer eine detaillierte Abrechnung über alle Transaktionen.

Der Gewinn wird mit dem Energieunternehmen geteilt. Eine Win-Win-Situation.

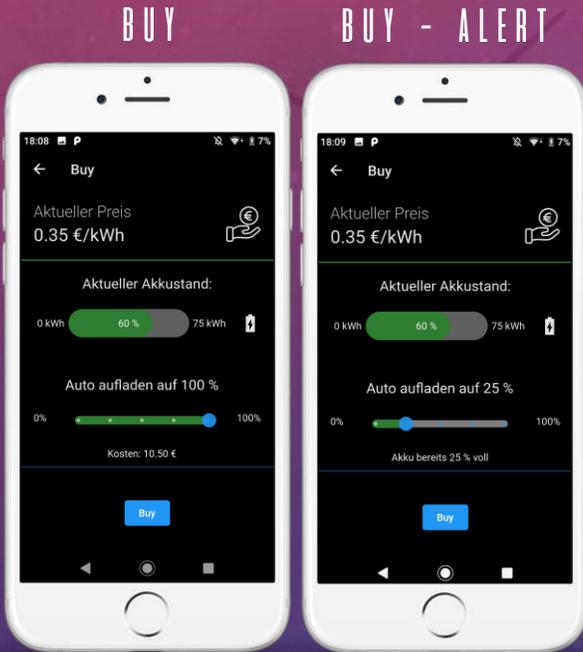


Das Energieunternehmen analysiert fortlaufend den Strompreis an der Strombörse und informiert den Nutzer per App über interessante Entwicklungen. Hier z.B. die Information, dass sich eine Einspeisung der im Akku gespeicherten Energie lohnen würde.



DIE TECHNISCHE UMSETZUNG - DIE APP

Zur Programmierung unserer App haben wir das neue **Flutter** Framework von Google benutzt, welches eine Erweiterung für die Programmiersprache **Dart** ist. Der programmierte Code umfasst mehr als 1250 Zeilen und wurde vollständig von uns geschrieben.



Die **Buy-Page** der App zeigt dem Benutzer den aktuellen Kurs und den aktuellen Akkustand an.

Der **V2G**-User kann über einen Schieberegler einstellen, auf wie viel Prozent das E-Auto aufgeladen werden soll.

Die simultane Kostenberechnung erleichtert die Entscheidung.

Die App bemerkt falsche Eingaben und meldet diese zum Beispiel durch den Text „Akku bereits 25 % voll“ zurück. Das Einstellen ist somit kinderleicht und beugt Fehlkäufen vor.

Die **Sell-Page** ist das Äquivalent zur Buy-Page mit dem Unterschied, dass auf dieser Seite eingestellt wird, wie viel Energie verkauft werden soll. Auch hier erscheint sofort die zu erwartende Vergütung.



Die **Home-Page** der App weist drei wichtige Merkmale auf. Das Dollar-Icon oben rechts (Link zur Wallet-Page), den aktuellen Akkustand in einem Kreisdiagramm und das Diagramm mit den aktuellen Energiepreisen der Strombörse mit den zwei Buttons „Buy“ und „Sell“.



V2G-User behalten immer den Überblick über Ihre finanziellen Erfolge durch die **Wallet-Page**. Diese zeigt den Durchschnittsverkaufs- und -einkaufspreis an. Der Nutzer hat Einblick in den monatlichen Gewinn und den **V2G**-Kontostand. Dieser Kontostand ist besonders nützlich, weil der über **V2G** gekaufte Strom damit bezahlt wird. Natürlich ist es auch möglich, die Lade- und Entladevorgänge vollautomatisch und möglichst gewinnbringend durchführen zu lassen.



DIE TECHNISCHE UMSETZUNG – DIE LADEINFRASTRUKTUR

DIE WALLBOX



Die Wallbox ist futuristisch designt und mit **3D-Druck**-Elementen versehen. Sie lässt sich überall dort anbringen, wo ein Stromanschluss vorhanden ist. Mit dem **Ladekabel** lässt sich die Wallbox mit dem E-Auto verbinden.

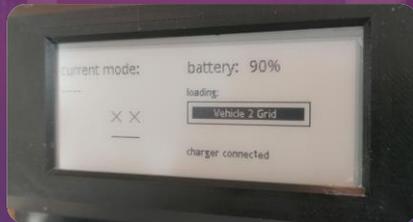


Die Wallbox wird von einem **Raspberry Pi 3b+ Mikrocontroller** gesteuert der erkennt, wann das E-Auto mit der Wallbox verbunden ist. Über **WLAN** kommuniziert der Mikrocontroller der Wallbox mit dem Mikrocontroller des E-Autos und regelt so die Lade- bzw. Entladevorgänge. Der aktuelle Akkustand wird in einer Cloud (Datenbank) hinterlegt und mit der App synchronisiert.

DAS E-AUTO



In unserem Projekt simulieren wir die Ladung bzw. Entladung des Akkus mithilfe eines kleinen E-Auto Modells. Die Entladung lässt sich über einen Taster einleiten. Der neue Akkustand wird vollautomatisch an die Wallbox geschickt, die den aktuellen Akkustand übernimmt. Am E-Auto Modell ist ebenfalls ein E-Paper-Display angebracht, welches die wichtigsten Parameter anzeigt.



Zentrales Element der Wallbox ist das **Display**, über das sich der Akkustand des E-Autos, der Modus (Laden oder Entladen) sowie der Fortschritt des Ladevorgangs ablesen lassen. Es handelt sich um ein E-Paper-Display.

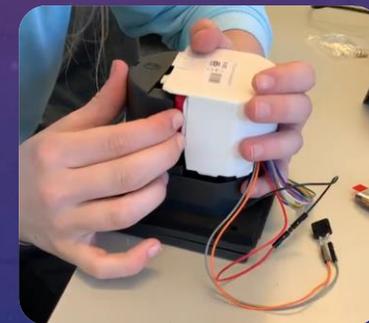
```
raw.rectangle((208, 10), str(b) + "%", font = font14, f
raw.text((150, 35), "loading:", font = font10, fi
raw.rectangle((150, 50, 260, 70), outline = 0)

if a != 155:
    draw.rectangle((155, 55, a, 65), fill = 0)
    draw.text((175, 54), "Vehicle 2 Grid", font = f

if (mode == "buy"):
    logging.info("loading(buy)")
    draw.text((10, 10), 'current mode:', font = for

draw.line((50, 95, 57, 95), fill = 0)
draw.line((67, 95, 90, 95), fill = 0)
draw.line((100, 95, 110, 95), fill = 0)
draw.line((50, 75, 50, 95), fill = 0)
draw.line((110, 85, 110, 95), fill = 0)
```

Für die Mikrocontrollersteuerung wurden von uns insgesamt ca. 1200 Zeilen Code in der Programmiersprache **Python** geschrieben.



Im E-Auto ist ein kleiner **Raspberry Pi Zero** Mikrocontroller verbaut, der mit der Wallbox kommuniziert und die Lade- bzw. Entladevorgänge regelt.



DIE TECHNISCHE UMSETZUNG - UNSER MODELL

Um unser Projekt möglichst vielen Leuten anschaulich erklären zu können, haben wir eine technisch voll funktionsfähige Wallbox und ein E-Auto-Modell auf ein Board montiert, welches nun an einer Wand der Schule befestigt und ausgestellt werden kann.

Alle wichtigen Informationen sind übersichtlich und verständlich aufbereitet und durch selbst angefertigte Plots wirkt das Modell sehr ansprechend.

Für tiefere Informationen befinden sich auf dem Modell noch QR-Codes mit Verweisen zu unserem **Erklär - und Making - of - Video** und zu diesem Abschlussbericht.



Zu unserem Video:
<https://youtu.be/5k0IG7-yEK8>





Wir möchten uns für die großzügige finanzielle Unterstützung unseres Projektes recht herzlich bedanken. Wir hoffen sehr, dass wir die Leser mit unserer Idee überzeugen konnten. Wir alle hatten während der Projektphase sehr viel Spaß, haben viel gelernt und sind sehr stolz auf unser Ergebnis.

Technik Leistungskurs am Don-Bosco-Gymnasium im Schuljahr 2020/21

C. Wolfgang
Luis Manuel
Dimitri
Lina
Mia
Tom
Kevin
Marc
Ella
Leon-P
Janni
Jasme

