



# VOM BÜRGER FÜR BÜRGER - PHOTOVOLTAIK UND ELEKTROMOBILITÄT IM PRAXISTEST

Axel Schwingenheuer

# Zur Person



Name: Axel Schwingenheuer

Beruf: seit 2006 Berufsschullehrer in der BBS Burgdorf

Wohnhaft: In Nettlingen im Landkreis Hildesheim

Verheiratet: 2 Kinder

Interesse: Erneuerbare Energien und Elektromobilität  
seit 2013 insbesondere Kosten der Energieerzeugung  
und dessen Einsparmöglichkeiten

# „Meine neue Tankstelle“ – Herstellungskosten je kWh mittels PV



Leistung: 4,68 kwp  
Fläche: 30 qm  
Kosten brutto: 8,99 Euro  
Kosten netto: 7,55 Euro  
Menge für 1 Jahr: 5.12 kWh  
Menge 20 Jahre: 102.400 kWh

Bei der Ladung von meinem Dach kosten 100km  
für das Elektroauto:

$7,38 \text{ ct/kWh} * 12 \text{ kWh} = 88,5 \text{ ct/100km}$   
Wenn die Anlage nach 20 Jahren kaputt geht

100km an der Tankstelle kosten ... 10 Euro?

# Erfahrungen mit Photovoltaik und Elektromobilität

- Erste E-Auto Fahrt: Mitsubishi I Miev in 2011
- Erste PV Anlage ab April 2013
- Zweite PV Anlage ab November 2015
- Erstes E-Auto Mitte Juni 2018 (35.000 KM/Jahr)
- Batterie in 12 / 2018
- Wallbox Ende 09 / 2019
- Weiterer PV Ausbau – In Planung
- Ersatz bestehender Fahrzeuge durch elektrische Fahrzeuge – In Planung
- Car Sharing – In Planung
- Bau weiterer PV Anlagen auf den Dächern im familiären Umfeld – In Planung

# Öffentliche Ladesäulen



# Praxistest: Urlaubsfahrt 2019 mit dem E-Auto

Dauer: 17 Tage

Gesamtkilometer: 3.861 km

Tagesstrecke: 227 km

Energieverbrauch: 438 kWh -> 43,8 Liter Kraftstoff für 3.861 Kilometer

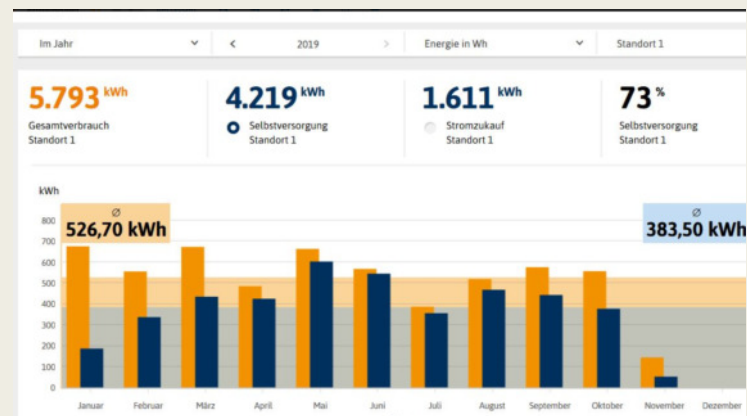
Durchschnittsverbrauch: 11,36 kWh pro 100 km - > 1,14 Liter Kraftstoff pro 100 Km

- 80 % der Strecken konnten kostenlos geladen werden:  
z.B.: ALDI, Lidl, Kaufland und nachts per Schuko-Steckdose
- Verbleibende Stromkosten ca. 25 Euro bzw. 65 ct pro 100 km

# Ein Vergleich

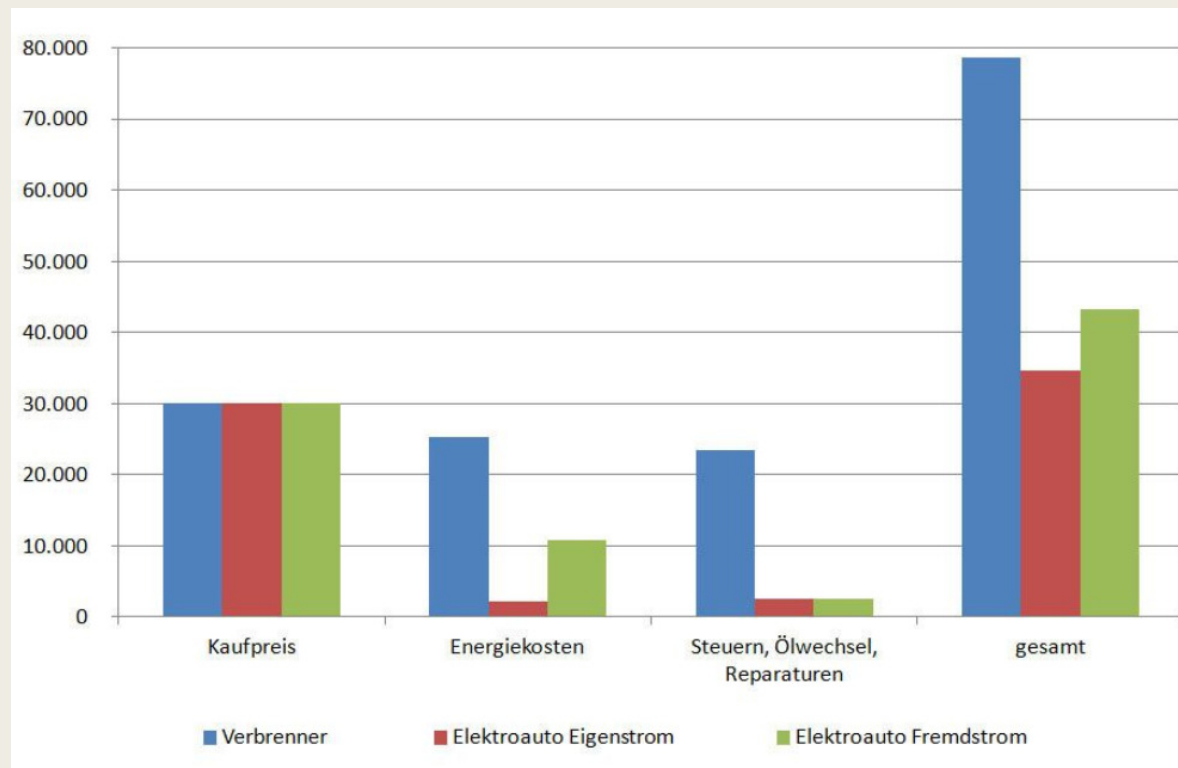
- 1 Liter Kraftstoff enthält ca. 10 kwh (Wärme)energie das entspricht einer Leistung von 1.000 Watt über 10 Stunden oder 200 Watt (Leistung eines Radfahrers) über 50 Stunden
- Verbrennungsmotor kann ca. 20% in Bewegung umwandeln, d.h. 80% Wörmverluste an die Umgebung
- Ein Elektromotor kann ca. 95% der zugeführten Energie ausnutzen. Der Verlust beträgt 5% statt 80% wie beim Verbrennungsmotor
- $11,14 \text{ kwh} / 100\text{km} = 1,14 \text{ Liter pro } 100 \text{ Kilometer}$
- $5 \text{ Liter} / 100\text{km} = 50 \text{ kwh pro } 100 \text{ Klilometer}$

# Ertrag Autarkie





# Vergleich TCO (Total Cost Ownership) 10 Jahre und 300.000 km





|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

#### Ertrag in 2018

Anzahl Module 18 KWH

Platz Module auf dem Dach 33 KWH

statt 315 Wp mittlerweile 395 Wp

#### daraus folgt:

Potential des Daches

reicht bei Verbrauch von 12 KWH/ 100 KM elektrische Kilometer  
für elektrische KM von

- | bei 15 Mio Häusern mit der Leistung entspräche das
- | 40 % des gesamten Deutschen Stromverbrauches
- | nur aus PV Strom von 1 - Familienhausdächern
- | ohne Scheunen, Schul- und Behördendächer
- | ohne Freilandanlagen
- | ohne Wind- und Wasserkraft
- | sowie ohne Biogasanlagen

#### es hat nur einen Haken:

Das Eigentum geht in eine Vielzahl private Besitzer über  
die ihre Abhängigkeit verlieren



Im Jahr



2019



Energie in Wh



Keba KC-P30 c-series 19537789

**216,58 kWh**

Ladung  
Keba KC-P30 c-series 19537789

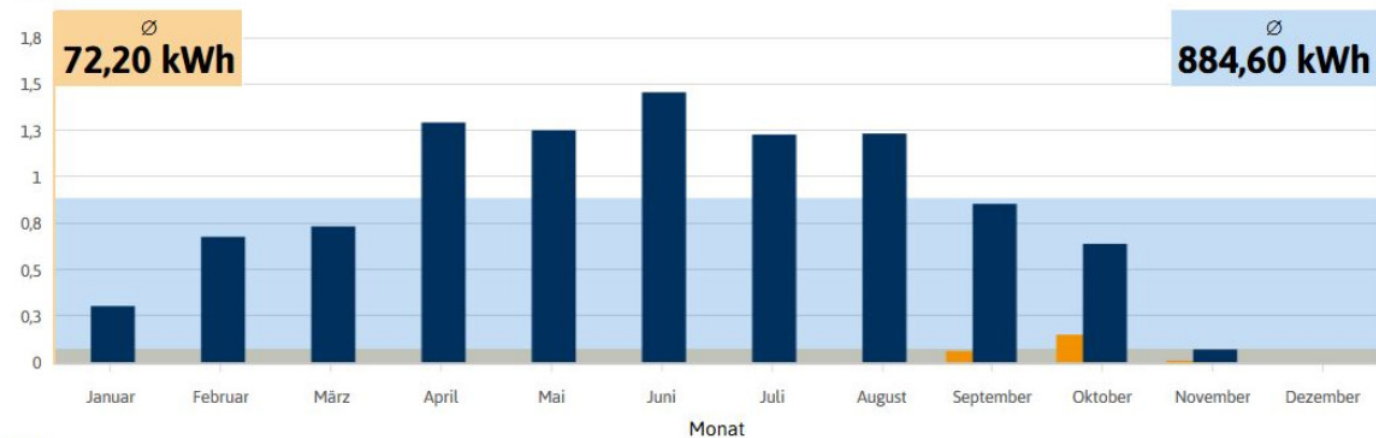
**9.730 kWh**

Stromerzeugung  
Standort 1

**1.883 km**

Zugeladene Reichweite  
Keba KC-P30 c-series 19537789

MWh



## Energiebilanz

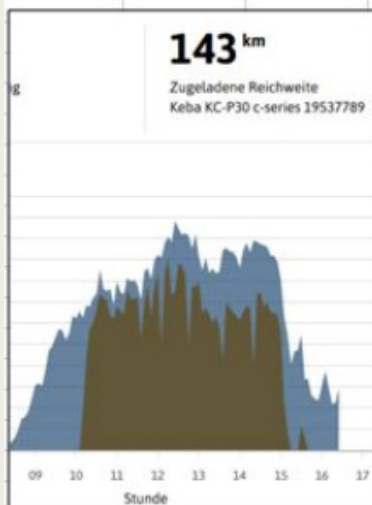
Heute, 26.10.19

Live Tagesübersicht



## Autarkie & Eigennutzung

Heute, 26.10.19  
0:00 - 16:27 Uhr



alkulierte Herstellkosten: 6,5 ct/ kWh  
Netzpreis: 30 ct / kWh



100 KM an der Tankstelle: 10 €  
100 KM über Netzstrom: 3,60 € über PV Strom 0,77 €

## Kosten ohne E Auto ohne PV

|          |       |      |
|----------|-------|------|
| Auto     | 14,30 |      |
| HH Strom | 7,50  |      |
| Summe    | 21,80 | 100% |

## Kosten ohne E Auto mit PV

|          |       |     |
|----------|-------|-----|
| Auto     | 14,30 |     |
| HH Strom | 1,56  |     |
| Summe    | 15,86 | 73% |

## Kosten mit E Auto ohne PV

|          |       |     |
|----------|-------|-----|
| Auto     | 4,94  |     |
| HH Strom | 7,50  |     |
| Summe    | 12,44 | 57% |

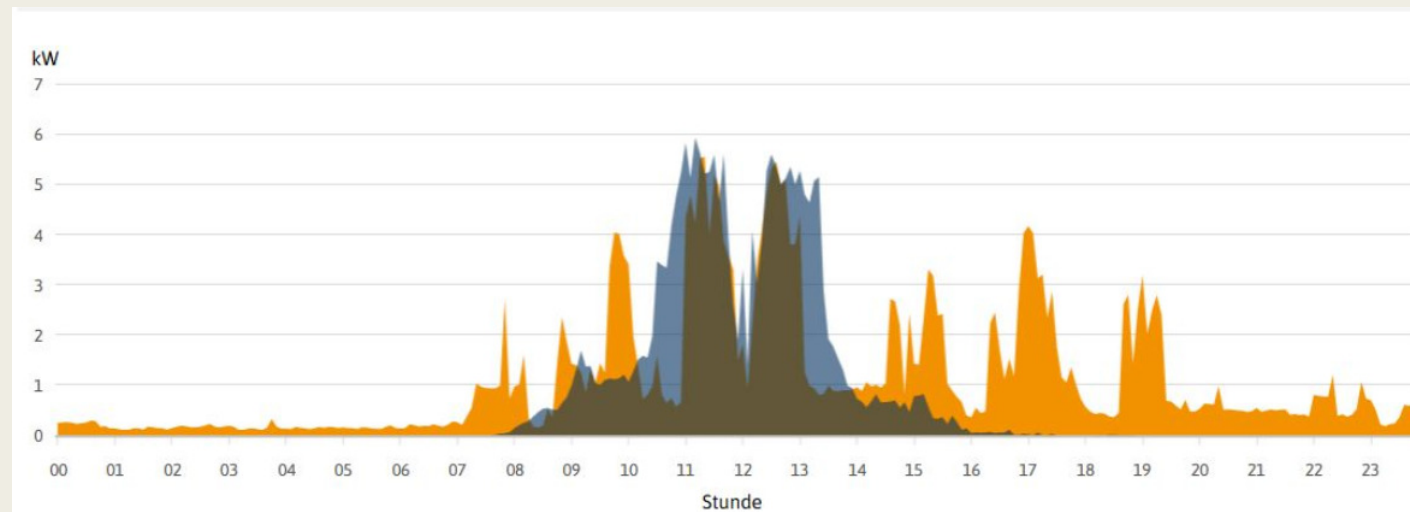
## Kosten mit E Auto mit PV

|          |      |     |
|----------|------|-----|
| Auto     | 1,01 |     |
| HH Strom | 1,56 |     |
| Summe    | 2,57 | 12% |

# Smart Laden

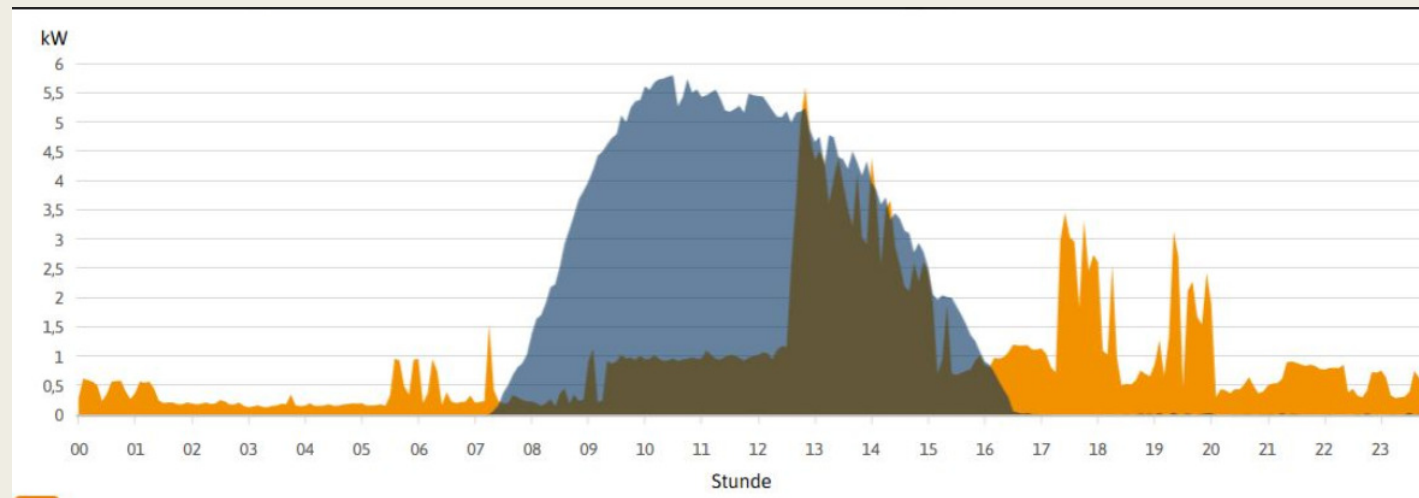


# Smart Laden

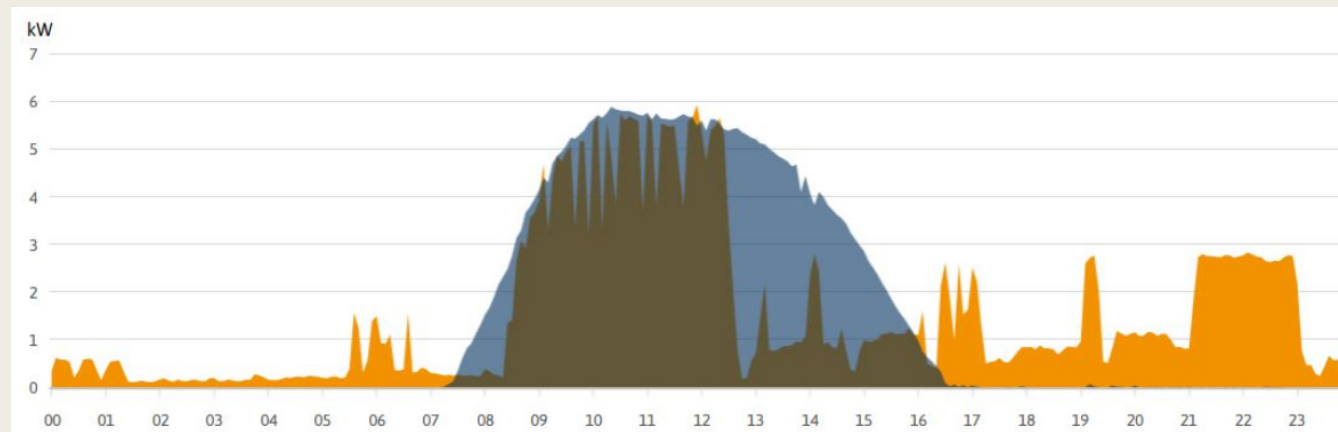




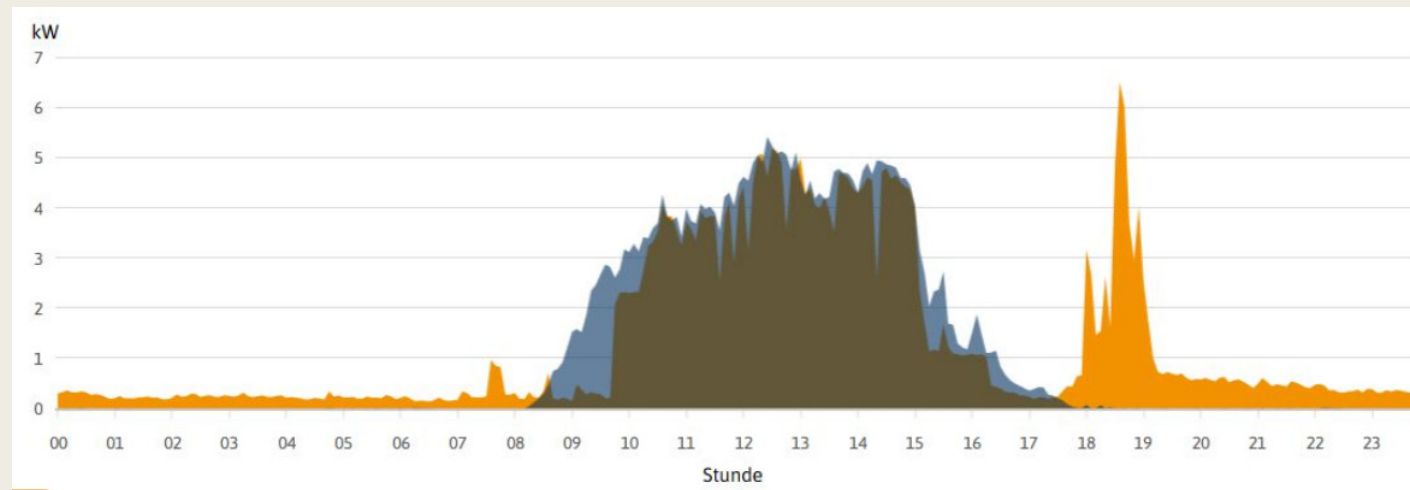
# Smart Laden



# Smart Laden



# Smart Laden



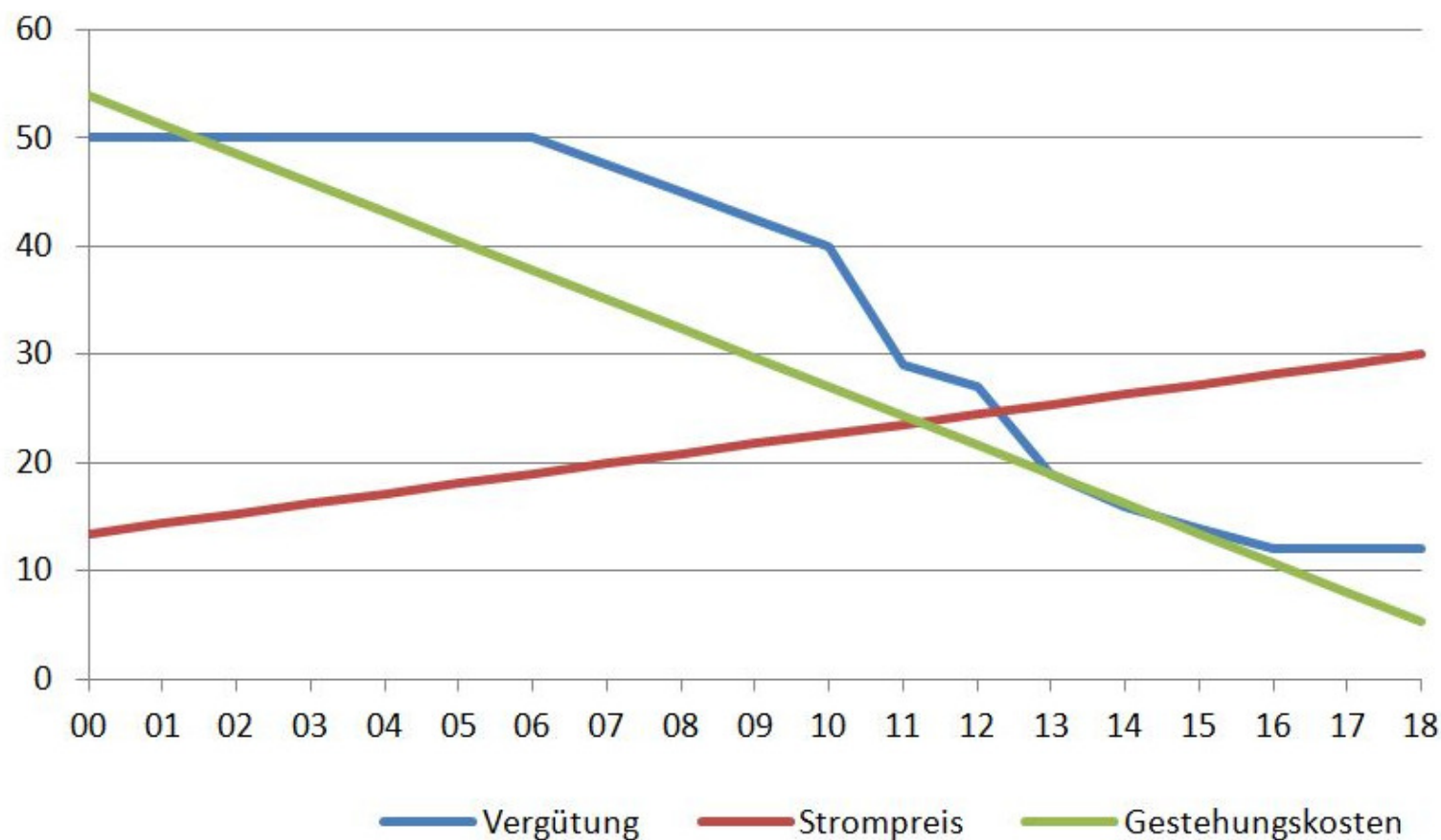
# Herstellungskosten Rechnung

| Berechnung Herstellungskosten je KWh bei PV      |        |                  |                 |               |                   |
|--------------------------------------------------|--------|------------------|-----------------|---------------|-------------------|
|                                                  | Fläche | Kosten<br>brutto | Kosten<br>netto | Menge<br>Jahr | Menge<br>20 Jahre |
|                                                  | 30 qm  | 8.990 €          | 7.555 €         | 5.120         | 102.400           |
| Investition                                      |        | 7.555 €          |                 | 0,074 €       |                   |
| Menge KWh                                        |        | 102.400          | bzw.            | 7,38 ct       |                   |
| <b>bei Ladung vom eigenen Dach</b>               |        |                  |                 |               |                   |
| <b><u>kosten 100 KM für das Elektroauto:</u></b> |        |                  |                 |               |                   |
| 7,38 ct/ KWH * 12 KWH = <b>88,5 ct/ 100 KM</b>   |        |                  |                 |               |                   |
| wenn die Anlage nach 20 Jahren kaputt geht       |        |                  |                 |               |                   |
| 100 KM an der Tankstelle kosten .... 10 Euro ?   |        |                  |                 |               |                   |
|                                                  |        |                  |                 |               |                   |
|                                                  |        |                  |                 |               |                   |
|                                                  |        |                  |                 |               |                   |

## Gewinner & Verlierer bei den Betriebskosten

|                                  |                      |         |      | <u>Faktor</u> | <u>Gewinner</u>        | <u>Verlierer</u> |
|----------------------------------|----------------------|---------|------|---------------|------------------------|------------------|
| <u>100 KM Benzin</u>             |                      | 10,00 € | 100% |               | Ölindustrie            | Nachfrager       |
| <u>100 KM im E-Auto</u>          |                      |         |      |               |                        |                  |
|                                  | mit Netzstrom        | 3,60 €  | 36%  | 3             | Kunde/<br>Stromkonzern | Ölindustrie      |
|                                  | mit eigenem PV Strom | 0,72 €  | 7%   | 14            | Kunde / PV<br>Erzeuger | Ölindustrie      |
| <u>1 KWH Strom</u>               |                      |         |      |               |                        |                  |
| <u>bei Verbrauch im Haushalt</u> |                      |         |      |               |                        |                  |
|                                  | Netzpreis            | 0,30 €  | 100% |               | Stromkonzern           | Kunde            |
|                                  | selbst erzeugt       | 0,06 €  | 20%  | 5             | Kunde / PV<br>Erzeuger | Stromkonzern     |

# PV- Strom: Gestehungskosten Vs. Vergütung und Netzpreis (ct/kwh)



# Ohne Energie geht nichts – das muss man wissen

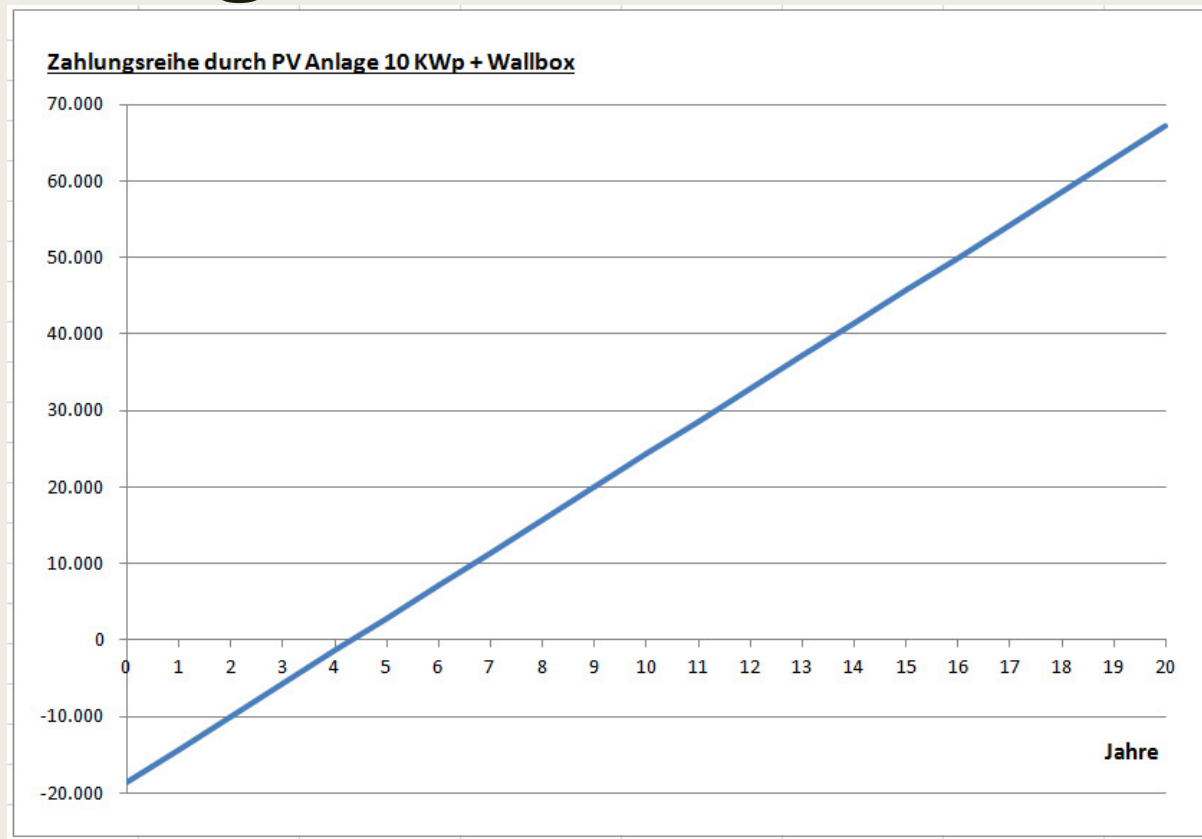
| Jährliche Energiekosten eines 4 Personen Haushaltes (ca. Werte) |                |                     |            |
|-----------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|------------|
| Strom                                                           | 4.000 kWh      | 0,30 Euro           | 1.200 Euro |
| Wärme                                                           | 3.500 Liter Öl | 0,65 Euro           | 2.275 Euro |
| Mobilität                                                       | 25.000 km      | 10,00<br>Euro/100km | 2.500 Euro |

| Berechnung (ohne Preissteigerung) |              |
|-----------------------------------|--------------|
| 10 Jahre                          | 59.750 Euro  |
| 20 Jahre                          | 119.500 Euro |
| 30 Jahre                          | 179.250 Euro |

| Amortisationsdauer und Kapitalrückfluss                  |           |     |                      |                          |       |
|----------------------------------------------------------|-----------|-----|----------------------|--------------------------|-------|
| PV Anlage mit 10 KWP plus Wallbox                        |           |     |                      |                          |       |
| 30.000 KM Jahresfahrleistung (50% Ladung mit Eigenstrom) |           |     |                      |                          |       |
| brutto                                                   | netto     | KWp | <u>Einsparungen:</u> |                          |       |
| 19.209,40                                                | 16.142,35 | 10  | Kraftstoff           | ersetzt durch Eigenstrom | 1.500 |
|                                                          |           |     | Kraftstoff           | ersetzt durch Netzstrom  | 960   |
|                                                          |           |     | Strom                | Eigenverbrauch           | 480   |
|                                                          |           |     | Strom                | Einspeisevergütung       | 746   |
|                                                          |           |     | KFZ Steuern          |                          | 300   |
|                                                          |           |     | Ölwechsel            |                          | 300   |
| PV                                                       | 16.142    |     | Wartung              |                          |       |
| Wallbox                                                  | 2.400     |     |                      |                          | 4.286 |
| Summe                                                    | 18.542    |     |                      |                          |       |
| Amortisationsdauer                                       |           |     | entspricht           |                          |       |
| AD                                                       | 18.542    |     | Kapital              | 23,1%                    |       |
|                                                          | 4.286     |     | rückfluss            |                          |       |
|                                                          |           |     | p.A.                 |                          |       |
| Jahre                                                    | 4,33      |     |                      |                          |       |



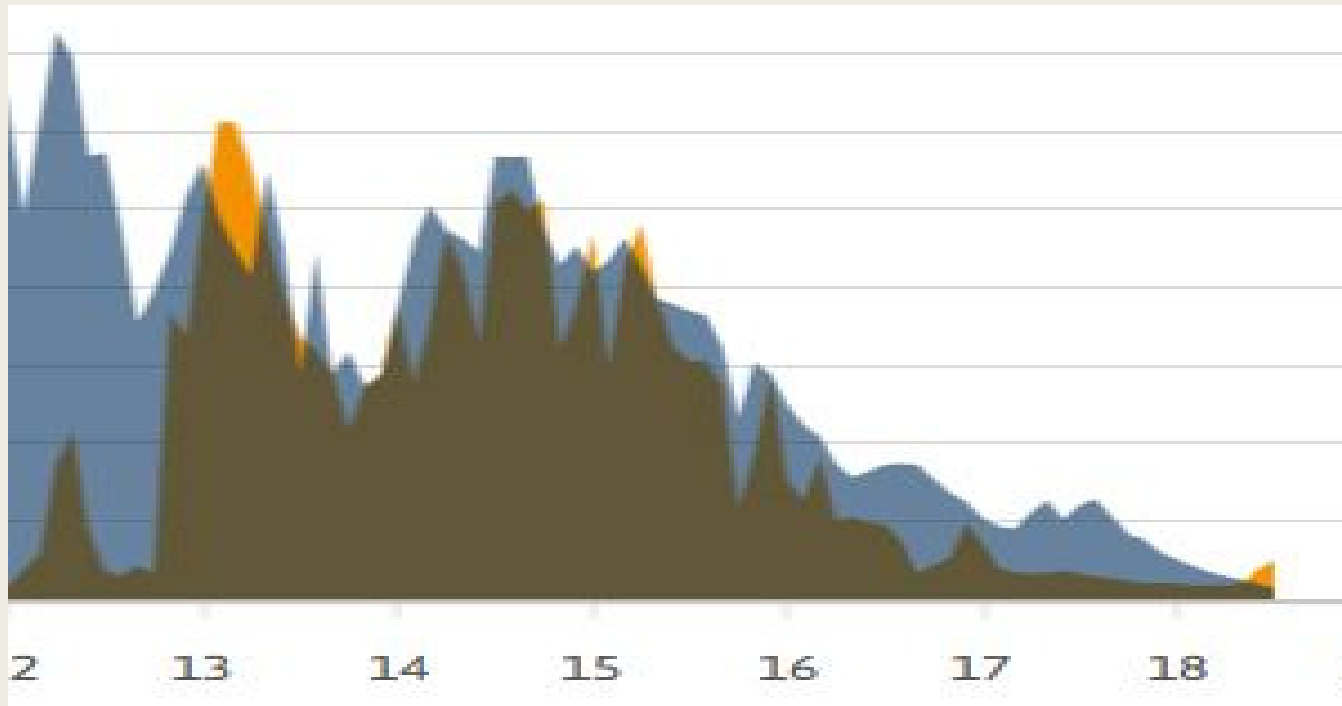
# Wann „rechnet“ sich eine Photovoltaik-Anlage?

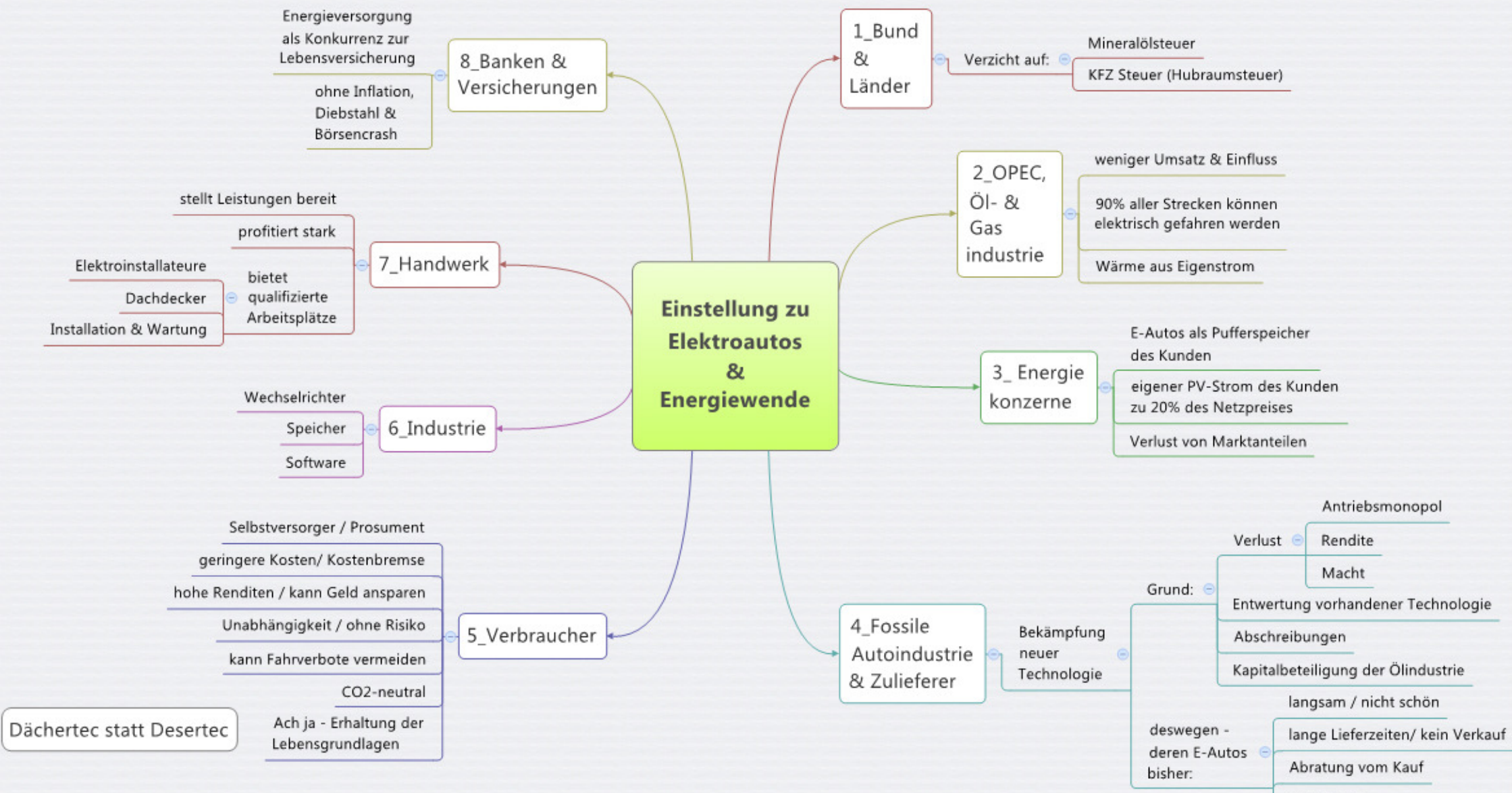


# Einsparung mit einer PV-Anlage und dem Elektroauto

| Posten         | Alternative                 | Kosten pro Jahr | Bemerkung                                                            |
|----------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------|
| Kraftstoff     | Ersetzt durch<br>Eigenstrom | 1.500 Euro      | 15.000 km                                                            |
| Kraftstoff     | Ersetzt durch Netzstrom     | 960 Euro        | 15.000 km                                                            |
| Strom          | Vermiedener Netzbezug       | 480 Euro        |                                                                      |
| Strom          | Einspeisevergütung          | 746 Euro        |                                                                      |
| KFZ Steuer     |                             | 300 Euro        |                                                                      |
| Ölwechsel etc. |                             | 300 Euro        |                                                                      |
| Wartung        |                             |                 | Entfallende Wartung<br>entspricht dem höheren<br>Preis eines E-Autos |
| Summe          |                             | 4.286 Euro      |                                                                      |

# Smart Laden





# Weltweiter Ölverbrauch 2018

nur Öl - ohne Gas

|                   |        |        | Umsatz            |                              |        |
|-------------------|--------|--------|-------------------|------------------------------|--------|
|                   |        |        | Rohöl             | Mischpreis<br>Benzin/ Diesel |        |
|                   |        |        | [\$]              | [€]                          |        |
| 99.800.000        | Barrel | Tag    |                   |                              |        |
| 36.427.000.000    | Barrel | Jahr   |                   |                              |        |
| Barrel            | Liter  |        |                   |                              |        |
| 1                 | 159    |        | 0,40              | 1,40                         |        |
| 5.791.893.000.000 | Liter  | [Jahr] | 2.316.757.200.000 | 8.108.650.200.000            | [Jahr] |
| 482.657.750.000   | Liter  | [Mon]  | 193.063.100.000   | 675.720.850.000              | [Mon]  |
| 15.868.200.000    | Liter  | [Tag]  | 6.347.280.000     | 22.215.480.000               | [Tag]  |
| 661.175.000       | Liter  | [h]    | 264.470.000       | 925.645.000                  | [h]    |
| 11.019.583        | Liter  | [min]  | 4.407.833         | 15.427.417                   | [min]  |
| 183.660           | Liter  | [sec]  | 73.464            | 257.124                      | [sec]  |

1 Tanklastwagen hat ein Fassungsvermögen von 30.000 Liter

d.h. jede Sec wird das Volumen von 6 Tanklastwagen verbrannt

Die öffentliche Diskussion fokussiert sich jedoch auf die Lebensdauer von Akkus

die dauerhaft genutzt werden können anstatt einmalig verbrannt zu werden.

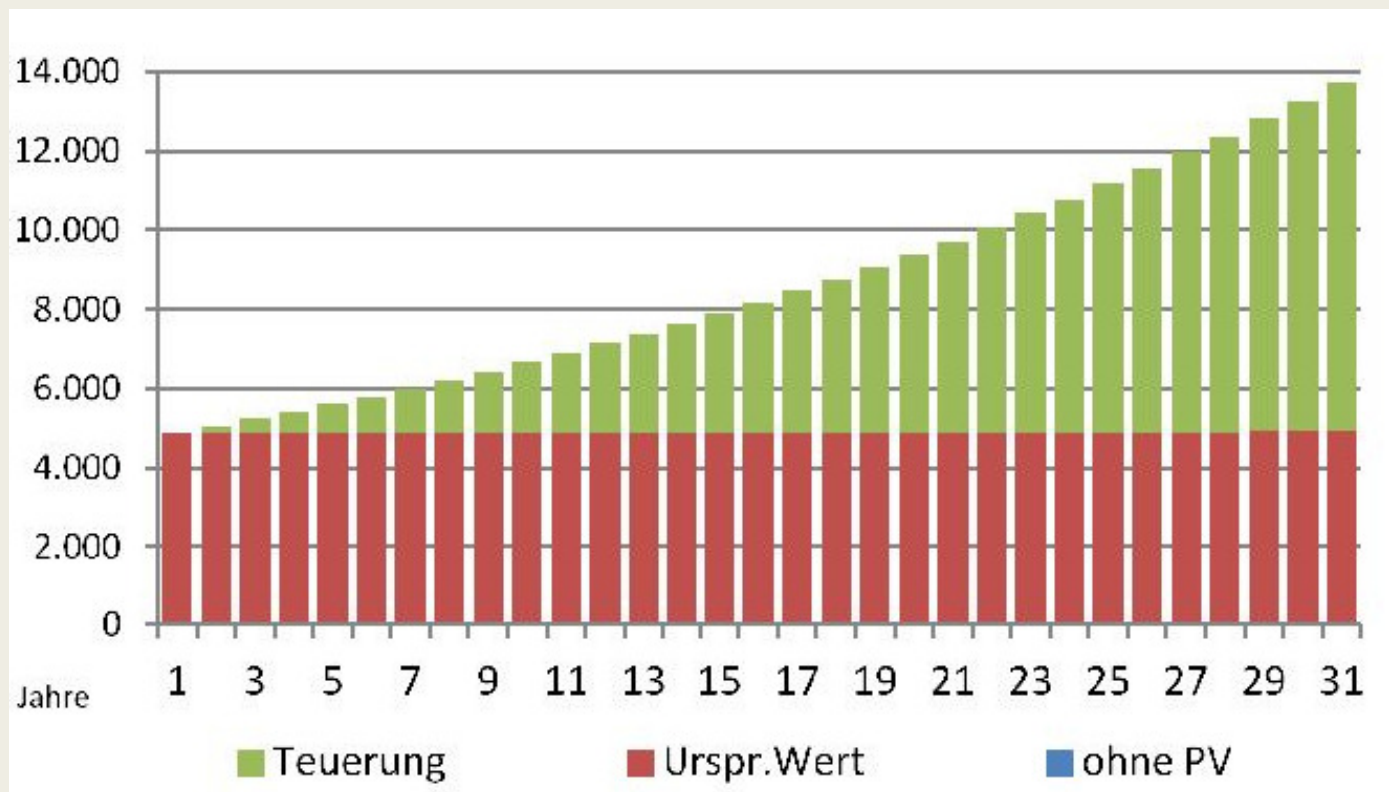
# Unterschiedliche Treibstoffe

| Kriterien         | Batterie elektrisch (BEV)      | Wasserstoff – Brennstoffzelle (FCV) | Verbrenner + Elektro (Hybrid) |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Energie - Einkauf | Kann selbst hergestellt werden | Muss gekauft werden                 | Muss gekauft werden           |
|                   | Unabhängigkeit                 | Abhängigkeit                        | Abhängigkeit                  |
|                   | Zum Bruchteil des Kaufpreises  | teuer                               | teuer                         |
|                   |                                |                                     |                               |
| Wartung           | Nahezu wartungsfrei            | teuer                               | teuer, 2 Systeme gleichzeitig |
|                   |                                |                                     |                               |
|                   | Vorteil für                    | Vorteil für                         | Vorteil für                   |
| Kunden            |                                | Energiewirtschaft                   | Energiewirtschaft             |
|                   |                                | Automobilwirtschaft                 | Automobilwirtschaft           |

# Verluste im Vergleich

|                                                      | Verbrennungs-<br>motor | Elektroauto mit<br>konventionellen<br>Strom (Kohle etc.) | Elektroauto mit PV-<br>Strom                                                            |
|------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Wirkungsgrade im Vergleich: Verbrenner & Elektroauto |                        |                                                          |                                                                                         |
| Kraftwerk                                            |                        | 45 %                                                     | Jeden Tag neuer<br>Strom zu 80% des<br>Jahres vom<br>eigenen Dach.<br>Rest aus Ökostrom |
| Energiekette                                         | ?                      |                                                          |                                                                                         |
| Auto                                                 | 20 %                   | 95 %                                                     | 95 %                                                                                    |
|                                                      | Verlust 80 %           | Verlust 5 %                                              | Verlust 5 %                                                                             |
| Gesamt                                               | 20%                    | 43 %                                                     | 95 %                                                                                    |

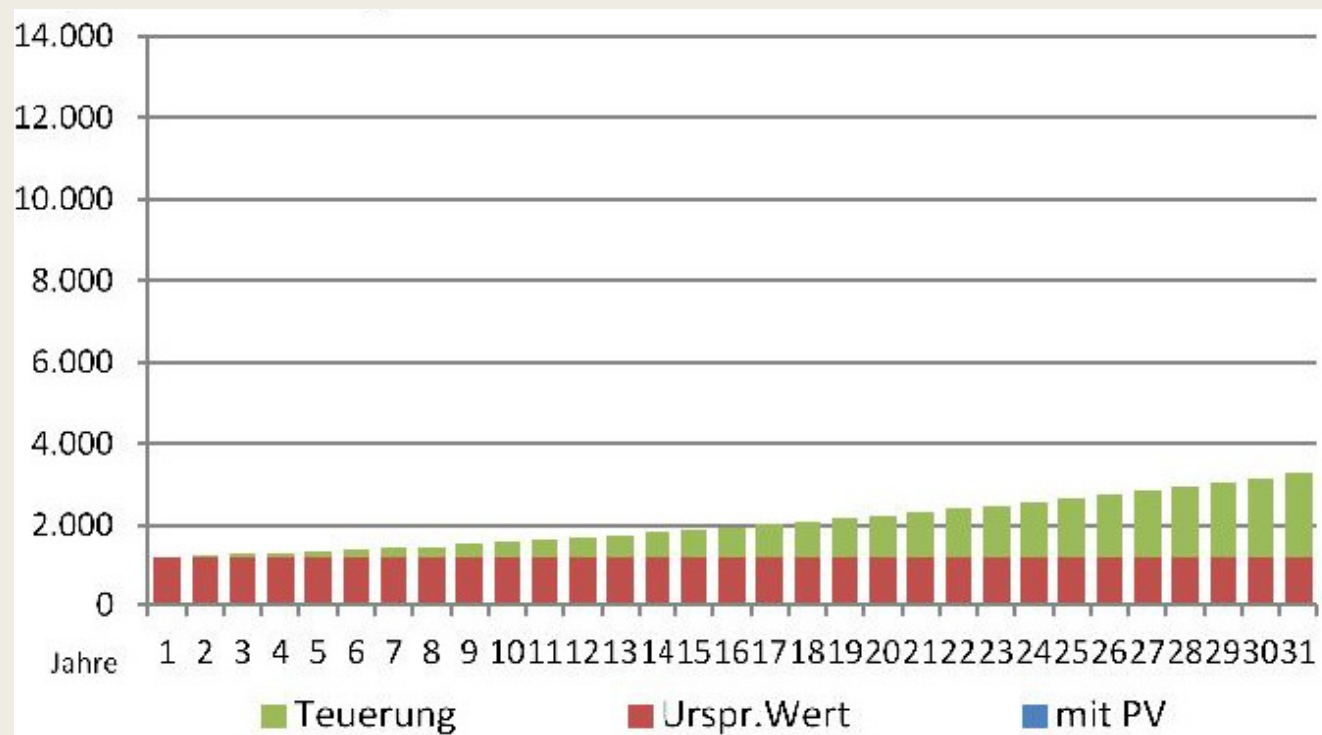
# Jährliche Energiekosten ohne PV



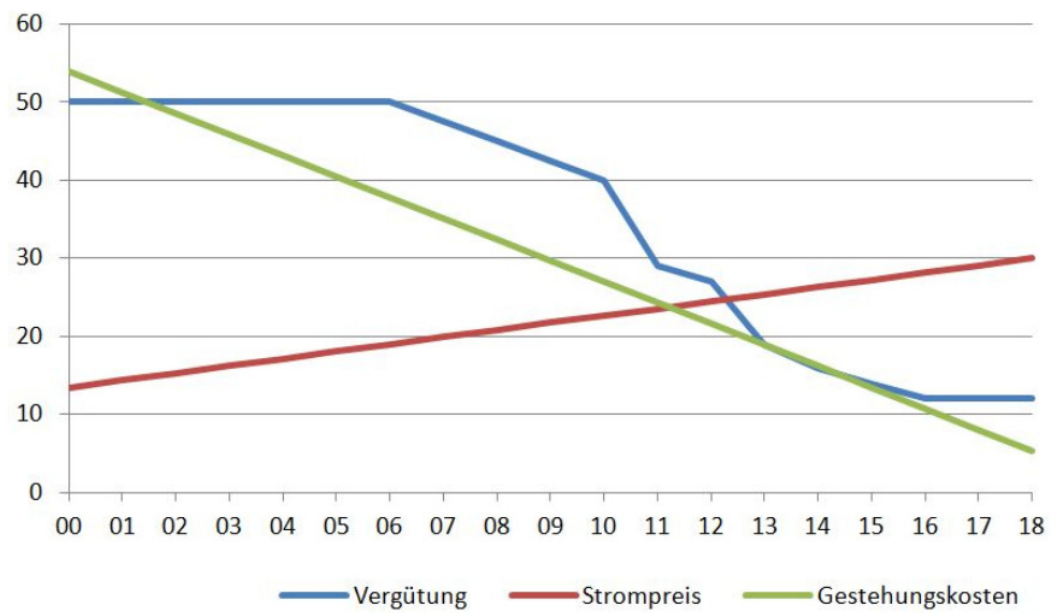


|                                |               |                                                                              |                                             |
|--------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
|                                |               | vorraussichtliche Strombilanz 2019                                           |                                             |
|                                |               | 4 Personen EFH, PV 10 KWP 4,8 KWh Batterie,<br>Hyundai Ioniq electric 28 KWh |                                             |
|                                |               | incl. 35.000 KM Elektroauto bei max 300 €<br>externen Ladekosten p.A.        |                                             |
|                                |               | 1 Halbjahr (Ist - Werte)                                                     | Prognose Gesamtjahr<br>(Halbjahreswerte x2) |
| Erzeugung                      | KWh           | 5.545                                                                        | 11.090                                      |
| Gesamtverbrauch                | KWh           | 3.566                                                                        | 7.132                                       |
| Eigenverbrauch                 | KWh           | 2.479                                                                        | 4.958                                       |
| davon für E-Auto               | KWh           | 800                                                                          | 1.600                                       |
| Netzbezug                      | KWh           | 1.087                                                                        | 2.174                                       |
| Autarkie                       | %             | 70%                                                                          | 70%                                         |
| Eigenverbrauch                 | %             | 45%                                                                          | 45%                                         |
| Einspeisung                    | KWh           | 3.066                                                                        | 6.132                                       |
| Einspeisevergütung, netto      |               |                                                                              | 721 €                                       |
| <u>vermiedene Kosten [€]:</u>  |               |                                                                              |                                             |
| Strom Eigenverbrauch           |               |                                                                              | 1.487 €                                     |
| Kraftstoffkosten               | (7L á 1,30 €) |                                                                              | 3.185 €                                     |
| Reparaturen Verbrenner         |               |                                                                              | man schätze bitte selbst €                  |
| KFZ Steuer                     |               |                                                                              | 300 €                                       |
| Ölwechsel                      |               |                                                                              | 300 €                                       |
| zusätzliche externe Ladekosten |               |                                                                              | 900 €                                       |
|                                |               |                                                                              | 5.094                                       |

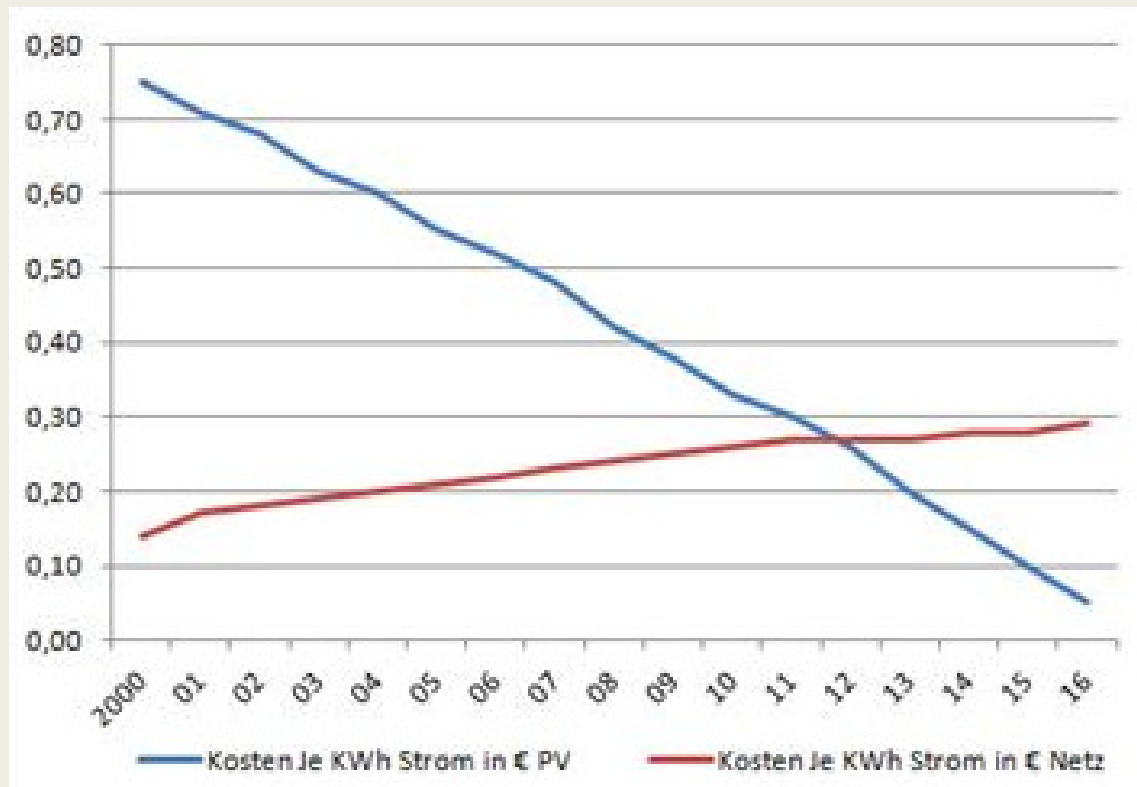
# Jährliche Energiekosten mit PV und Elektroauto



**PV-Strom:** Gestehungskosten vs. Vergütung und Netzpreis (ct/KWh)



# Erzeugerpreis und Netzbezugspreis



- Netzbezugspreis ?
- Erzeugerpreis ?

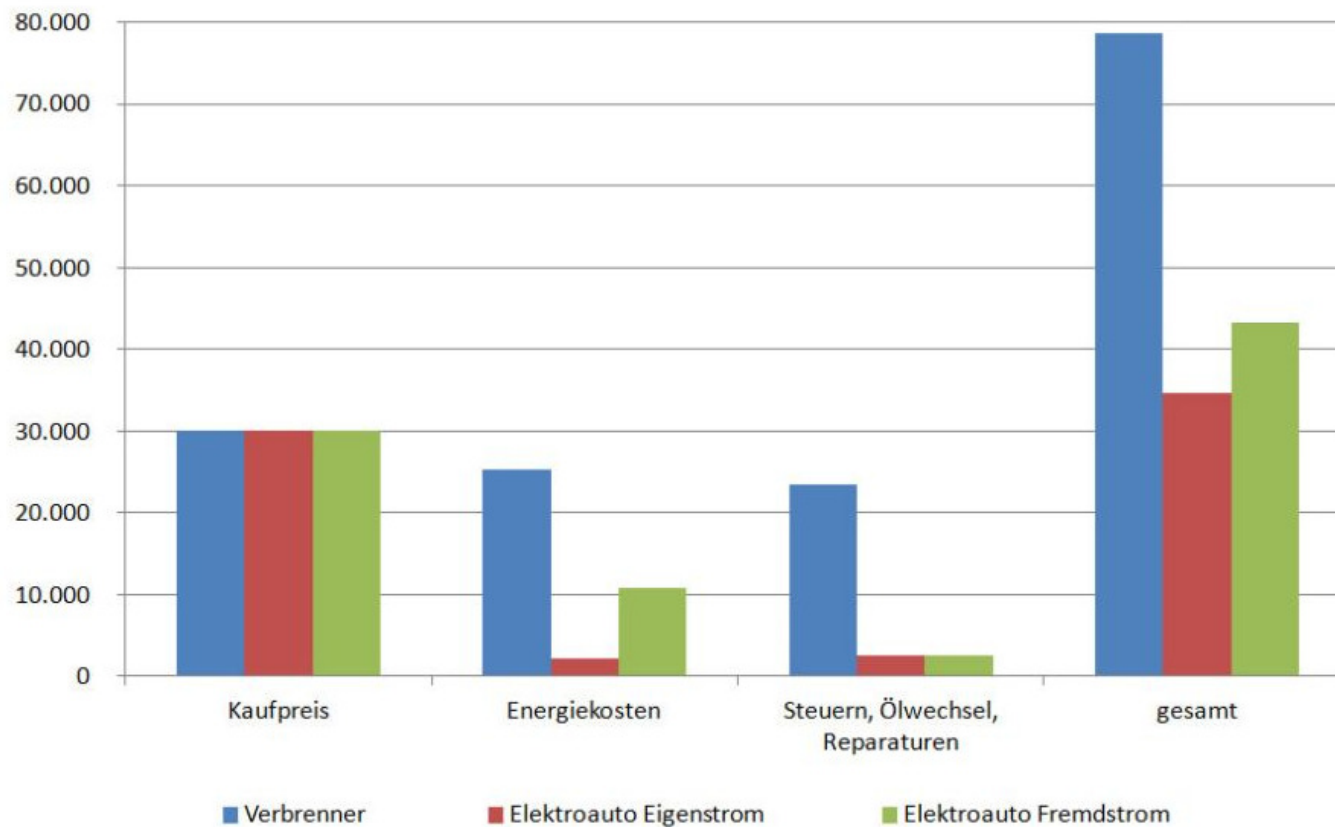
# Persönliche Empfehlung

- Altersvorsorge bzw. Kapitalanlage
  - *Durch Aktien bzw. Fonds*
  - *Vom Finanzdienstleister mit Bearbeitungsgebühr mit Steuergeld bezuschusst bei Nullzinsen und Kapitalmarktrisiko (z.B. Finanzkrise 20008)*
    - **FAZIT....???**

ODER

Vom eignen Dach durch den Handwerker vor Ort

# Gesamtkosten des Betriebs (10 Jahre und 300.000 km)

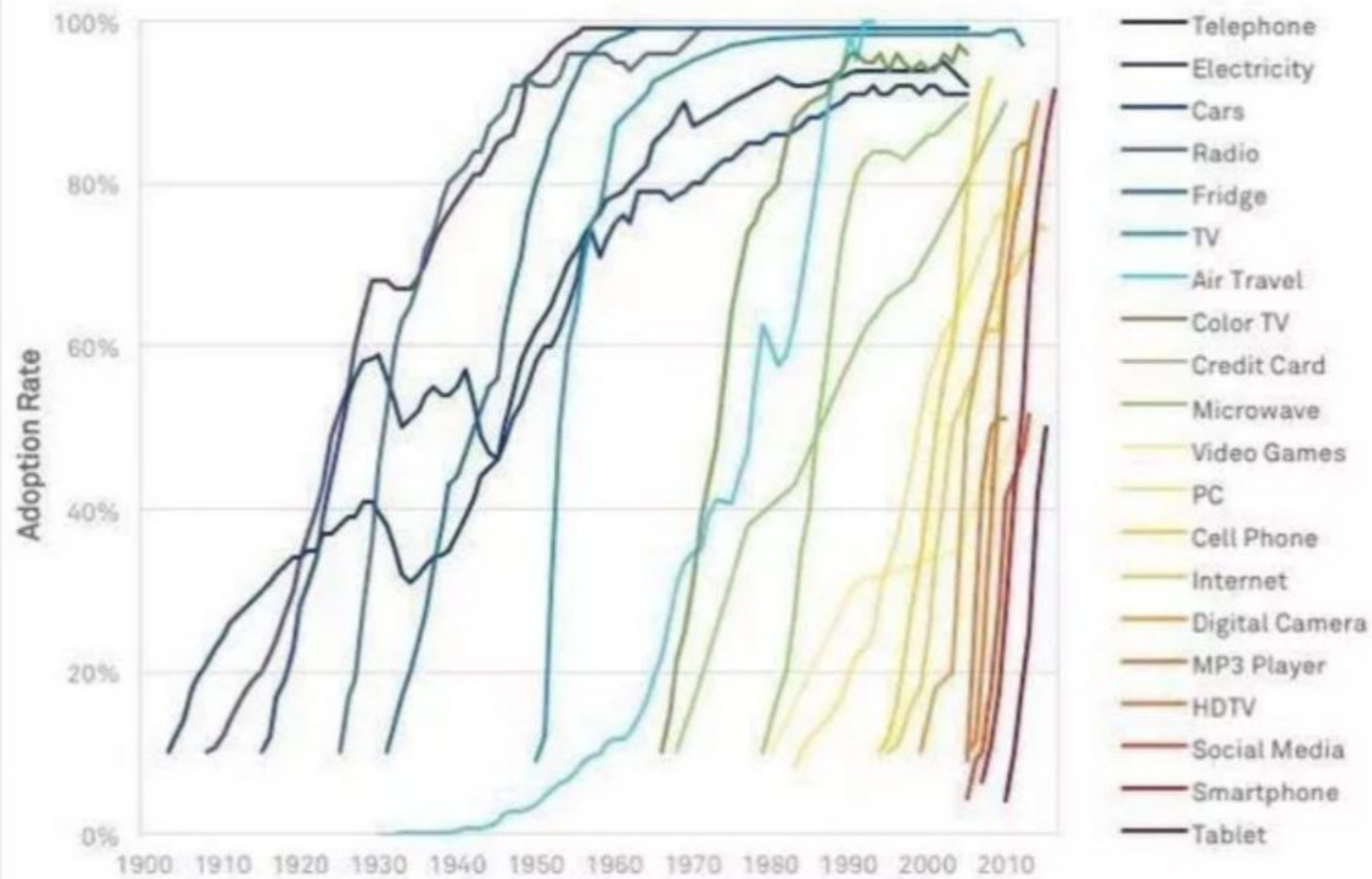




Die Menge Strom für 100 KM in meinem E-Auto ist die gleiche, wie zur Herstellung von 7 Liter Kraftstoff in der Raffinerie.

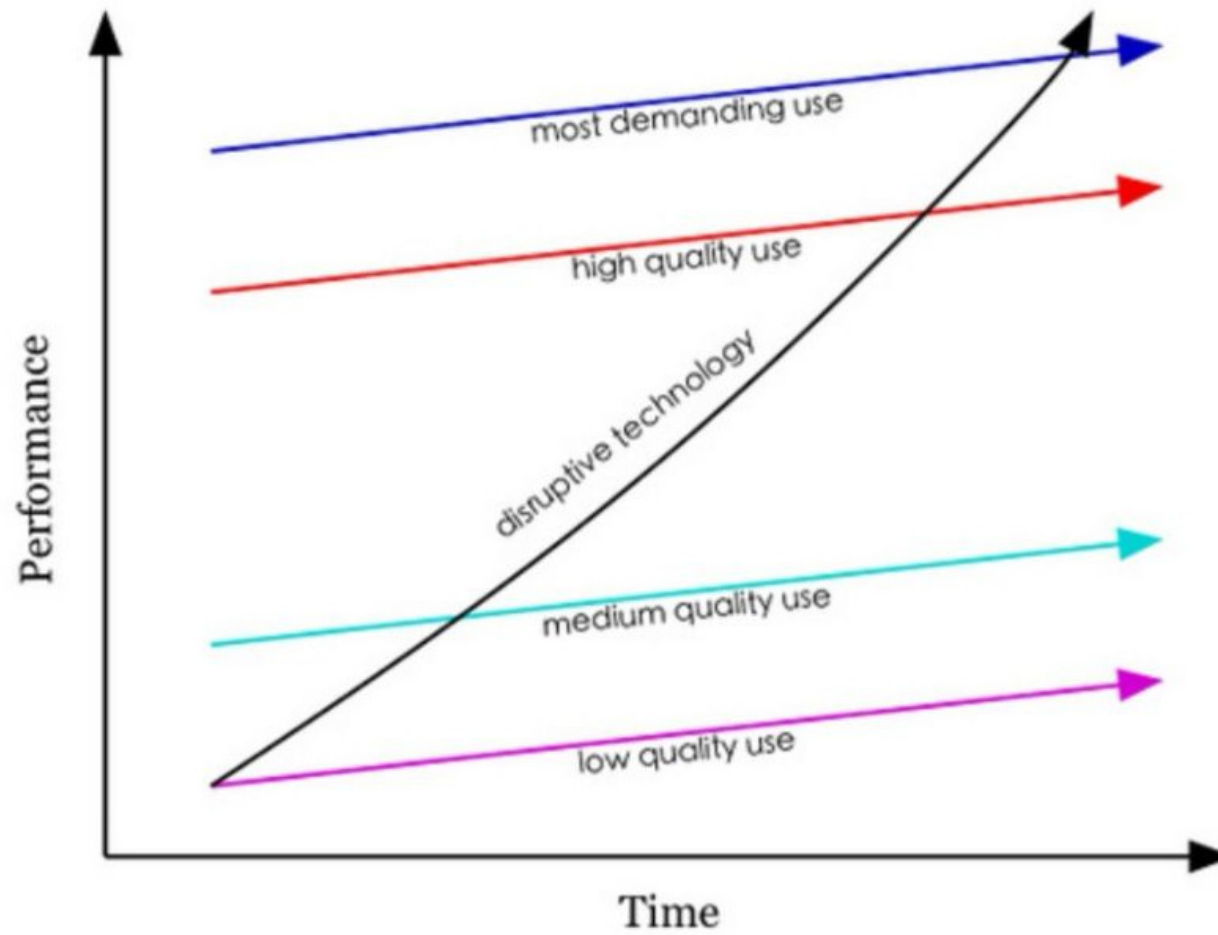
Nur dass der Sprit im Verbrenner dann noch extra verbrannt werden muss.

Bei 80% Wärmeverlust im Verbrennungsmotor, zusätzlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen und Klimawandel.





## Disruptive Innovation Cycle



# Erkennen einer tatsächlichen Verkaufsabsicht von Fahrzeugen anhand von Design und Erscheinungsbild

| Design von Elektroautos                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| fossile Autohersteller                                                                                                                                                                                                                        | reine Elektroauto Hersteller                                                                                                                                                                                  |
|  A small, red, two-seater Smart car parked on a street. The car has a white roof and a black front grille. A "gettyimages" watermark is visible on the side. |  A sleek, dark grey Tesla Model S sedan shown from a side profile against a white background with a grey checkered pattern. |
|  A red Chevrolet Spark car shown from a front-three-quarter view, parked on a paved surface.                                                               |  A white Tesla Model X shown from a front view with its falcon-wing doors open, parked on a light-colored surface.        |

# E-Auto Sono Motors Sion





Immer noch  
Energiesklave?



**die Katze ist aus dem Sack!**  
*(the cat is out of the bag!)*







