Elektrofahrzeuge machen viel Fahrspaß und sind komfortabel – wenn diese immer vollgeladen auf dem Parkplatz stehen! Denn keiner mag an Elektrotankstellen während der Ladung warten. Daher ist es für Elektrofahrer wichtig, am eigenen Stellplatz bequem aufladen zu können.

Ein Großteil der Menschen in den Städten lebt in Mehrfamilienhäusern zu denen große Tiefgaragen oder sonstige Stellplätze für eine Vielzahl an Fahrzeugen gehören. Viele Hausverwaltungen und Gebäudeeigentümer stehen zunehmend häufiger vor Anfragen von Hausbewohnern, ob diese einen Elektroanschluss für ihr Fahrzeug installieren dürfen. Doch schon allein die technische Umsetzung wirft Fragen auf: Reicht der Stromanschluss des Gebäudes? Wieviel Leistung darf der einzelne Parkplatznutzer beanspruchen? Wie wird der Strom abgerechnet? Oftmals wird behauptet, dass es keine oder nur sehr kostenintensive Lösungen gäbe.

Gesucht sind also keine utopischen, sondern praktisch und kostengünstig umsetzbare Lösungen, die den größtmöglichen Nutzen für alle heutigen und zukünftigen E-Mobilisten bieten, dabei aber auch bezahlbar sind. Der Vortrag stellt technische Lösungsansätze vor und zeigt, welche Kosten sowohl für die Investition, als auch den dauerhaften Betrieb betrachtet werden müssen. Mit einem unkonventionellen, aber pragmatischem Konzept soll die Debatte um die besten Lösungen für die Zukunft bereichert werden.

Der Sonnenkraft-Vorsitzende Dr. Andreas Horn berichtet aus seiner Tätigkeit als Photovoltaikplaner und möchte die Erfahrungen weitergeben, um möglichst viele Menschen zu einem schnellen Umstieg auf Elektromobilität und Erneuerbaren Energien zu motivieren.

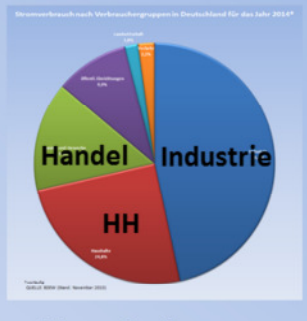
Lebenslauf und Pressebild unter www.solardoktor.de

Elektromobilität im Mehrfamilienhaus.

Gibt es überhaupt genug Energie?

Jahresbetrachtung für Deutschland:

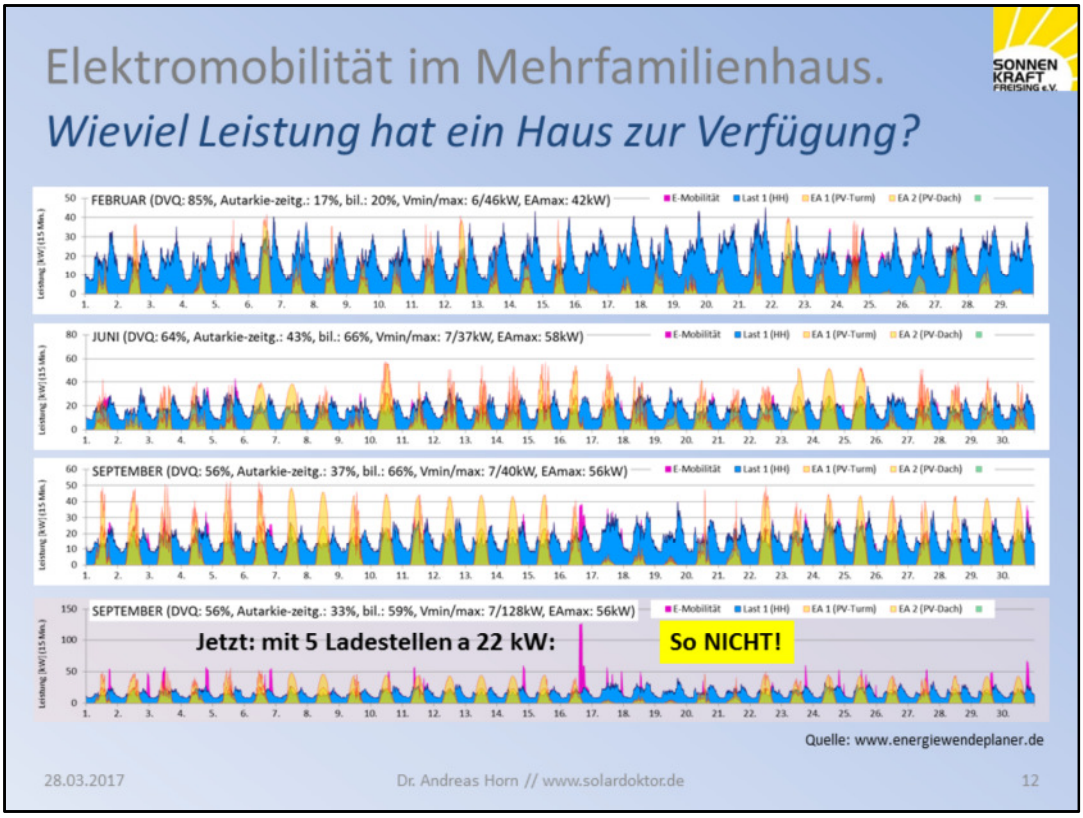
- Stromverbrauch D: ca. 600 TWh
  - Erneuerbare: 1/3 (ca. 200 TWh)
  - Haushalte: ca. 25% (ca. 150 TWh)
- Umstellung Individualverkehr:
  - Bei 100% elektrisch: ca. 200 TWh
  - Also: Verdopplung des Verbrauchs der Haushalte



28.03.2017 Dr. Andreas Horn // www.solardoktor.de 10

Haushalte bisher: ca. 150 TWh, Individualverkehr wird zu einem Großteil ebenfalls von den Haushalten verursacht, teilweise aber auch gewerblich (z. B. Taxi, Firmen- und Behördenfahrzeuge etc.)

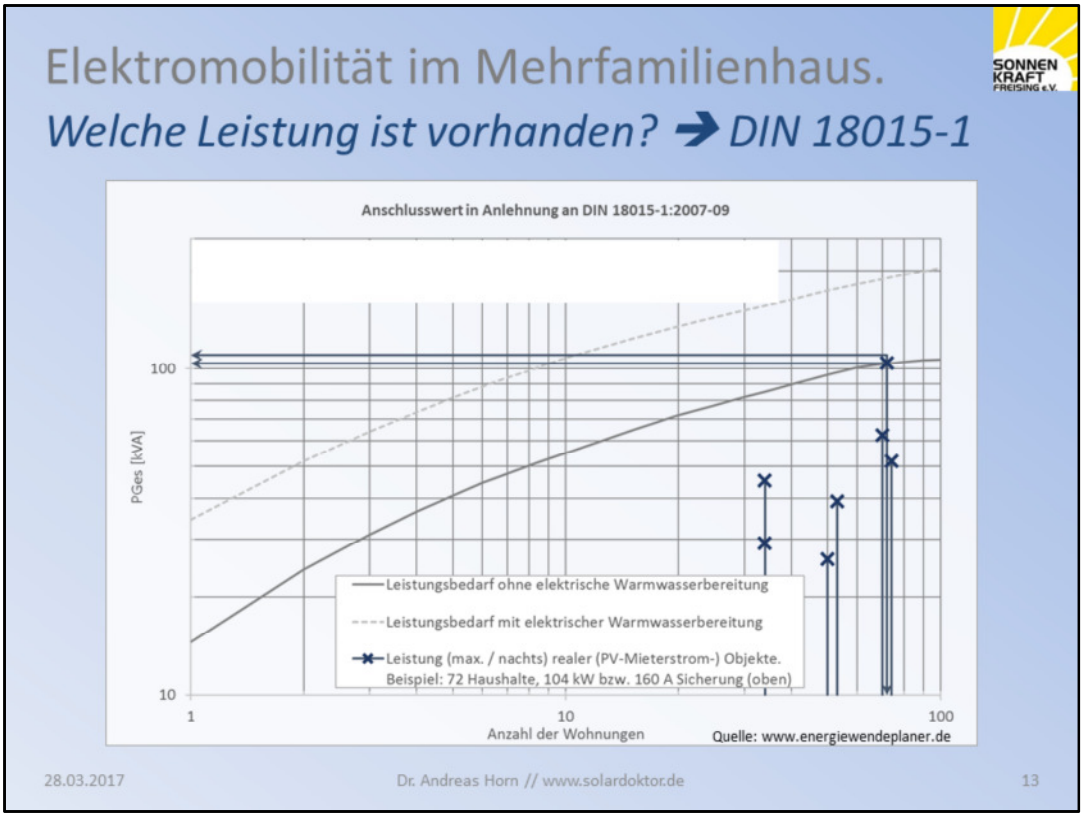
Sicherlich gibt es bei privaten Haushalten nicht nur beim Stromverbrauch große Unterschiede, sondern auch beim Mobilitätsverhalten. Die Betrachtung zeigt einen „Mittelwert“, der bei größeren Mehrfamilienhäuser vermutlich eine gute Abschätzung darstellt.
Auch wenn die Darstellung nur Mittelwerte betrachtet, so wird doch deutlich, dass zumindest theoretisch die mittlere Hausanschlussleistung pro Haushalt (>1,1 kW / HH) für Ladevorgänge ausreichen müsste. Die nächsten Grafiken zeigen, wie es in der Realität aussieht.



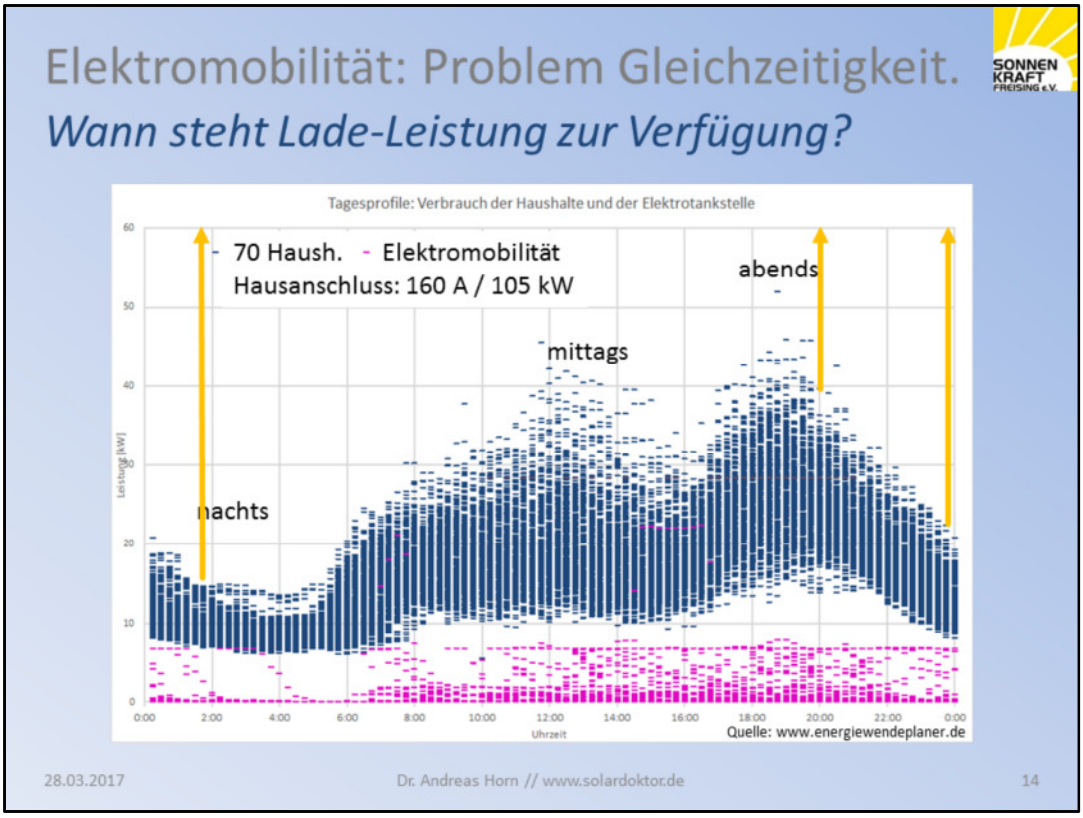
Beispiel-Gebäude: 74 Haushalte, ab September mit Ladestation 22 kW, PV-Anlage mit 74,1 kWp
Autarkiegrad: 45% (bilanziell), Deckungsgrad: 29% (zeitgleich, ohne Speicher), Direktverbrauchsquote: 64%
Die drei oberen Grafiken wurden real gemessen, die unterste Grafik hochgerechnet.

Klar ist: „dummes“ Laden zu einem beliebigen Zeitpunkt (also meist dann, wenn die meisten Hausbewohner nahezu gleichzeitig aus der Arbeit nach Hause kommen) und mit maximaler Ladeleistung eines Fahrzeugs würde einen Hausanschluss überlasten. Es würde aber auch einen Mittelspannungsanschluss überlasten und insbesondere auch das Verteilnetz des Netzbetreibers. Daher ist „intelligentes“ Laden ein MUSS! Die „smarte“ Steuerung kann aber im Haus selber sein, muss also die Daten aus dem Haus nicht unbedingt nach „draussen“ geben. Ziel einer intelligenten Steuerung muss es sein, den Ladevorgang auf die Zeiten zu verschieben, wo genügend „freie“ Leistungsreserve zum Laden zur Verfügung steht. Dies kann mit einem „dynamischen Lastmanagement“ erreicht werden: eine Regelung misst die aktuelle Leistung am Hausanschlusspunkt und regelt dementsprechend die Ladeleistung der jeweiligen Fahrzeuge.
Übrigens: man erkennt an den Flächenverhältnissen von Verbrauch (blaues Gebirge) und Erzeugung (gelbes Gebirge), dass die Stromüberschüsse tagsüber an vielen Tagen den Verbrauch in der Nacht perfekt decken könnten, falls der Strom für einen Tageszyklus zwischengespeichert würde.

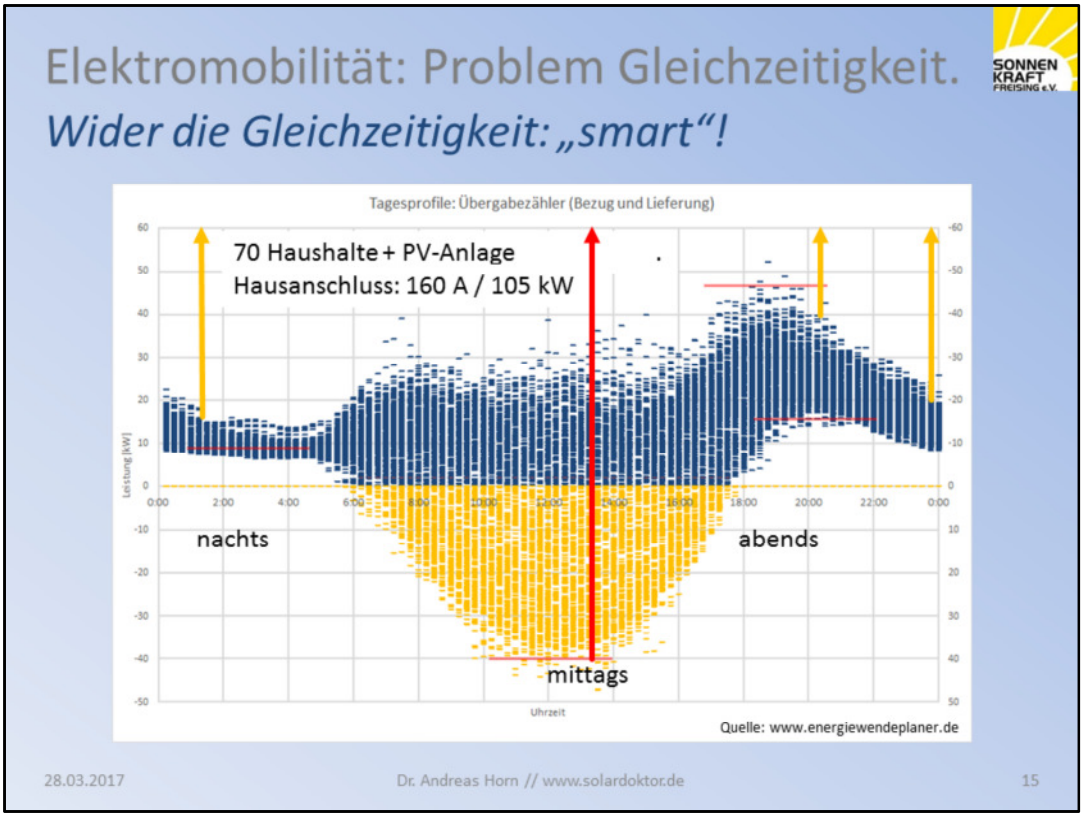
Aber zunächst in der nächsten Grafik: welche Leistungen stehen denn bislang an Hausanschlüssen zur Verfügung?



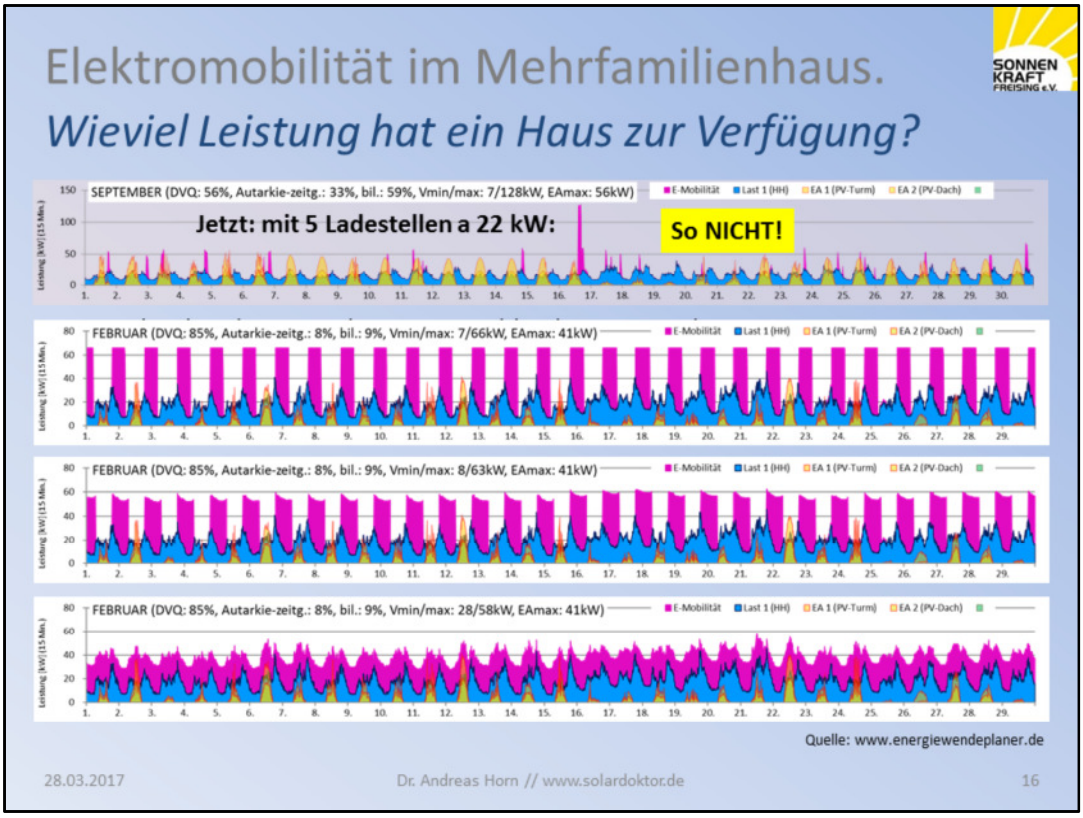
Achtung: logarithmische Darstellung der x- und y-Achse! 1-10 in Einer-Schritten, 10-100 in Zehner-Schritten. Anwendung: Anzahl der Wohnungen auf x-Achse wählen, zur Kurve hochgehen und dann nach links, um die Hausanschlussleistung abzulesen. Die Kreuze unterhalb der Kurve stellen real gemessene Werte von einigen Mieterstromprojekten aus dem Jahr 2016 dar. Ein Wohngebäude mit 10 Haushalten hätte also >55 kW, ein Haus mit 30 HH ca. >80 kW, ein Haus mit 100 HH ca. 104 kW zur Verfügung. Vor dieser Leistung werden nachts von den Bewohnern weniger als 10 kW benötigt, es steht also einiges an Leistung zum Laden von Elektrofahrzeugen zur Verfügung!



Jeder Punkt stellt einen Viertelstunden-Leistungsbezug dar, alle Punkte eines Jahres sind dargestellt. Die Grafik eignet sich, um den Tageslastgang im Jahresmittel optisch abschätzen zu können. Die Pfeile zeigen an, dass je nach Tageszeit eine unterschiedliche Leistung zum Laden zur Verfügung steht: um 19:00 Uhr relativ wenig, aber nachts ziemlich viel.



Bei Gebäuden mit PV-Anlage wird der Strombezug tagsüber reduziert, ggf. wird sogar ein erheblicher Leistungsüberschuss ins Netz eingespeist. Der Überschuss könnte besonders gut von Elektrofahrzeugen aufgenommen werden oder in einem Stromspeicher für die Nacht zwischengespeichert werden.
Es stellt sich die Frage, ob die Energiemengen (Leistung x Zeit) ausreichen, um den Mobilitätsbedarf der Hausbewohner zu Befriedigen.
Überschlägige Berechnung am obigen Beispiel: Leistung zum Laden von 0:00 Uhr bis 6:00 Uhr (6 Stunden) a 40 kW (Grundlast ist <20 kW, Hausanschluss wird maximal mit 60% der maximal zur Verfügung stehenden Hausanschlussleistung von 105 kW belastet): 6h x 40kW = 240kWh entspricht ca. 1.000 km Fahrleistung, also etwa dem mittleren Tagesbedarf von ca. 30 (!) Elektrofahrzeugen, wenn diese ausschließlich zuhause geladen würden. In den restlichen 18 Stunden des Tages kann natürlich ebenfalls geladen werden, wenn auch teilweise mit geringerer Leistung (ausser die Sonne produziert Überschüsse). Insgesamt stellt man fest, dass die Hausanschlussleistung ausreicht, um die Mobilitätsbedürfnisse der Hausbewohner weit überwiegend mit eigener Anschlussleistung bedienen zu können.



Beispiel-Gebäude: 74 Haushalte, ab September mit Ladestation 22 kW, PV-Anlage mit 74,1 kWp
Autarkiegrad: 45% (bilanziell), Deckungsgrad: 29% (zeitgleich, ohne Speicher), Direktverbrauchsquote: 64%
Die drei oberen Grafiken wurden real gemessen, die Ladeleistung wurde unter folgenden Annahmen simuliert:

74 Fahrzeuge a 12.000 km Jahresfahrleistung und 25 kWh/100km mittlerem Verbrauch
Der Energiebedarf der Fahrzeuge wird zu 80% aus dem Haus gedeckt, nur 20% der Ladevorgänge finden an Ladepunkten ausserhalb des Hauses statt.
(Beispielmonat Februar, wenig Sonne)

Bild 1: Laden, wenn man nach Hause kommt: SO NICHT!
Bild 2: Laden nur nachts (ab 19:00), so schnell wie möglich, max. 60% der Hausanschlussleistung
Bild 3: Laden nur nachts (bis 7:00 Uhr morgens), mit möglichst niedriger Hausanschlussleistung
Bild 4: Laden den ganzen Tag über (nur 20% der max. PV-Leistung), niedrige Leistung (sehr netzdienliche Belastung des Hausanschlusses!)

Fazit: für ALLE Haushalte (je 1 Fzg. je HH) ist der durchschnittliche Mobilitätsbedarf zur vollsten Zufriedenheit zu bedienen!

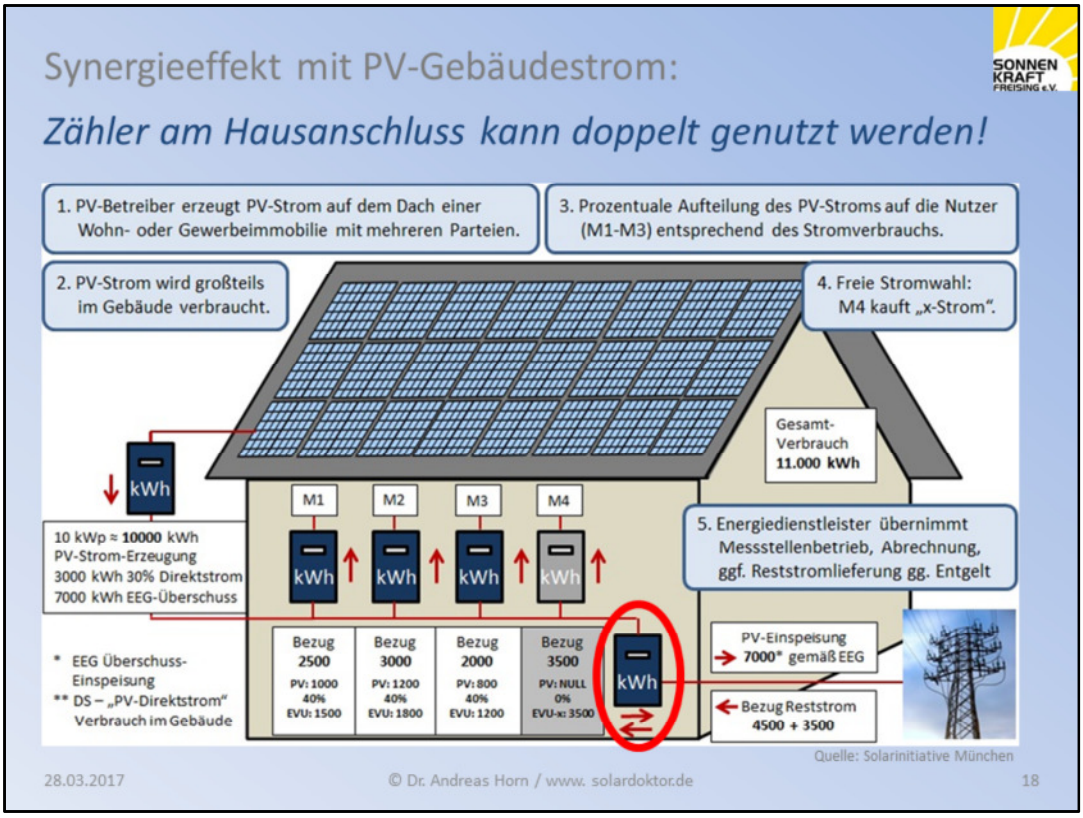
Elektromobilität in Mehrfamilienhäusern.

Technische Lösung (Grundsätzlich)

- **Begrenzung der Ladeleistung mittels „dynamischem Lastmanagement“ auf Gesamtleistung am Hausanschluss.**

➢ zeitliche Verschiebung auf verbrauchsarme Zeiten (nachts) oder Stromüberschüsse (Sonne).

- Synergie: Übergabezähler am Hausanschluss ist gleichzeitig für „Mieterstromprojekte“ mit PV/BHKW und Lade-Lastmanagement nutzbar.
- In-Haus-Lastman. könnte „netzdienlich“ sein!



PV-Anlage mit PV-Erzeugungszähler wird errichtet.
Zur Abrechnung wird zwischen Hausanschluss und Mieterzählern ein Summen- bzw. Übergabezähler zusätzlich erforderlich (ggf. Wandlermessung)
Alle Gebäudenutzer (Mieter, Eigentümer, evtl. Gewerbe) haben weiterhin die freie Wahl des Stromlieferanten (also PV-Betreiber o. „normaler" Stromanbieter).
Der PV-Betreiber wird in der Kundenanlage („Hausnetz") zum Energiever-sorger und beliefert die Kunden vollumfänglich mit Strom aus PV und Netz.
Der PV-Betreiber beschafft Reststrom und führt EEG-Umlage ab.
Da PV-Strom billiger ist, kann der PV-Betreiber den Strom billiger an die Hauskunden verkaufen: Einsparung anfangs ca. 10%, langfristig ca. 20-25%

Übrigens: Optimal ist die Ergänzung der PV-Anlage (Strom im Sommer) mit einem Blockheizkraftwerk (BHKW, Strom im Winter) im eigenen Heizkeller!

Elektromobilität im Mehrfamilienhaus.

„Provokante“ Schlussfolgerungen:

- Autos stehen lange Zeit am eigenen Parkplatz: genügend Zeit zum Laden. Schnelles Laden Zuhause ist nicht / nur eingeschränkt möglich.
- Erstrebenswert ist das Laden tagsüber (Sonne!)
- Dadurch sinkt die Zuhause-Lade-Quote.
- Übliche Hausanschlüsse genügen auch für Ladestellen für Elektromobilität, um die meisten Komfortanforderungen der Nutzer zu erfüllen!
- Nur in Einzelfällen müssen öffentliche E-Schnelllade-Tankstellen in Anspruch genommen werden.

Elektromobilität im Mehrfamilienhaus.

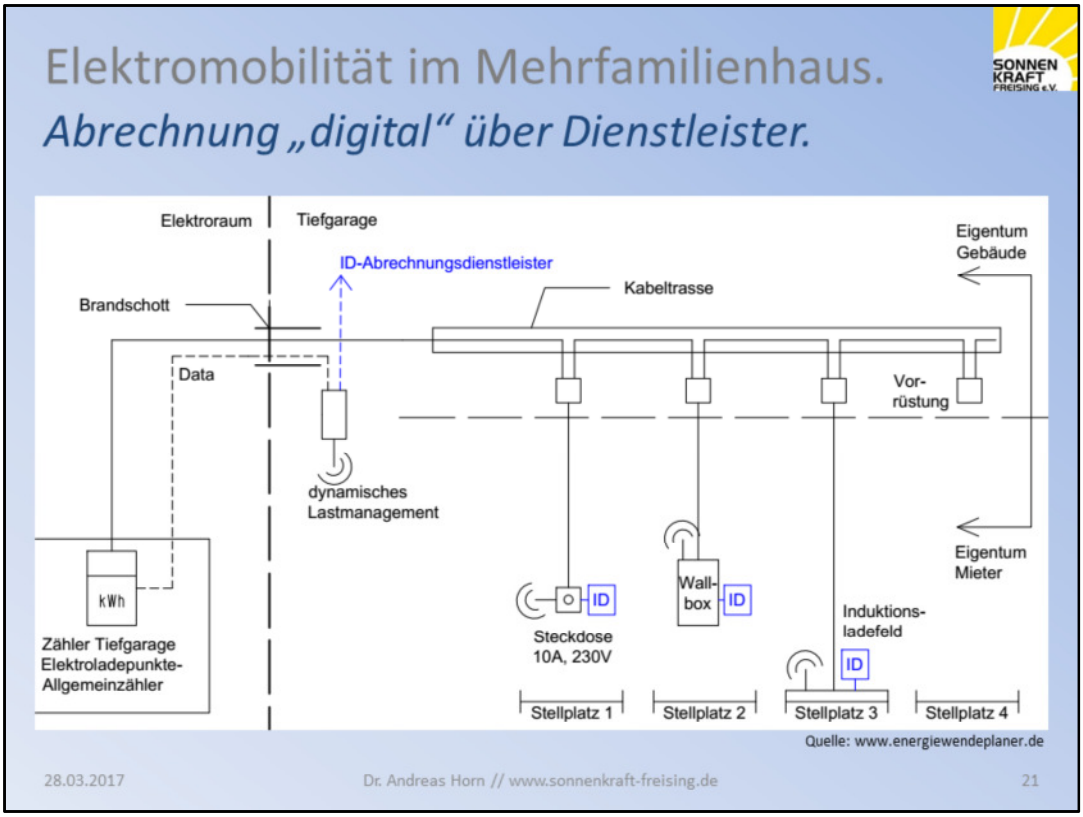
Konzepte für die praktische Umsetzung.

Wie wird der Ladestrom abgerechnet?

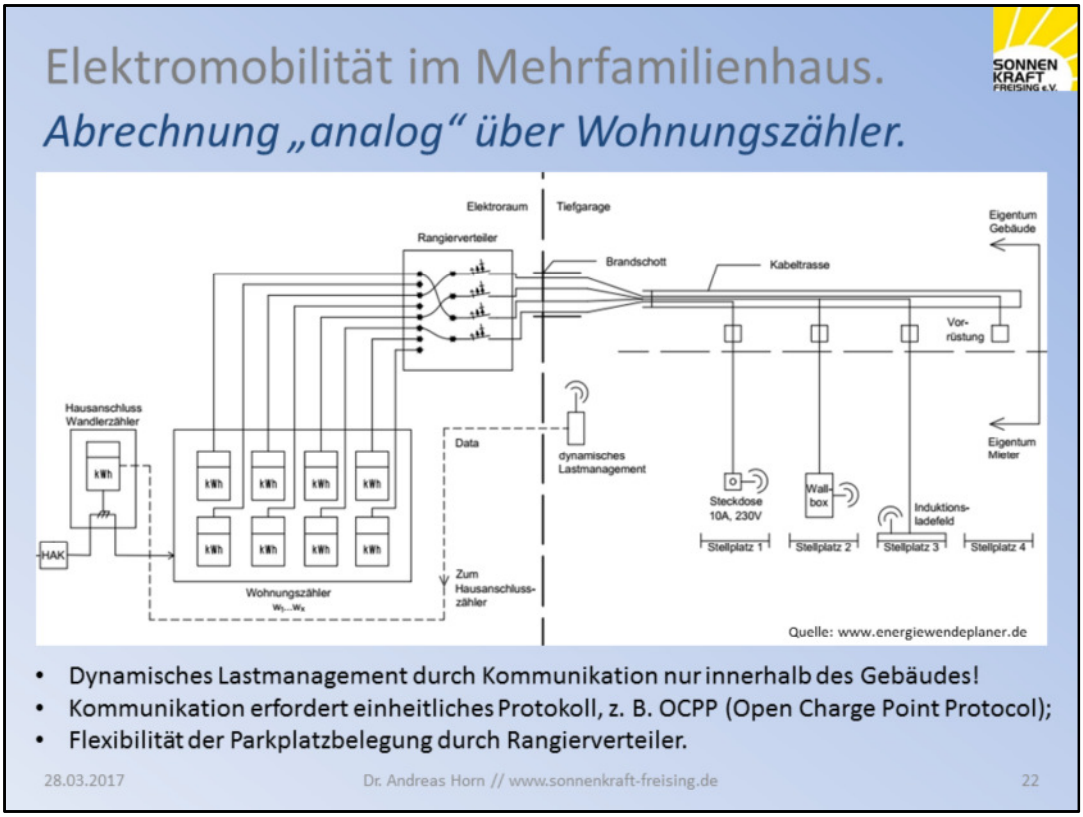
- „digital“ per Dienstleister
  Kosten: weniger Kupfer, aber lfd. (Grund-) Gebühren
- „analog“ per Kupferkabel / Wohnungszähler
  Kosten: mehr Kupfer.

➢ **Entscheidung: was ist langfristig preiswerter?**
Kann objektspezifisch unterschiedlich sein.

- Nebenaspekt: Flexibilität der Parkplatzbelegung.



Einpoliges Stromlauf-Schema für eine Versorgung aller Tiefgaragen-Ladeplätze mit nur einem (dicken) Kabel. In der Praxis würde man wohl trotzdem mehrere dünnere Kabel verwenden, da diese leichter handhabbar sind. Insofern ist die Grafik symbolisch zu verstehen.

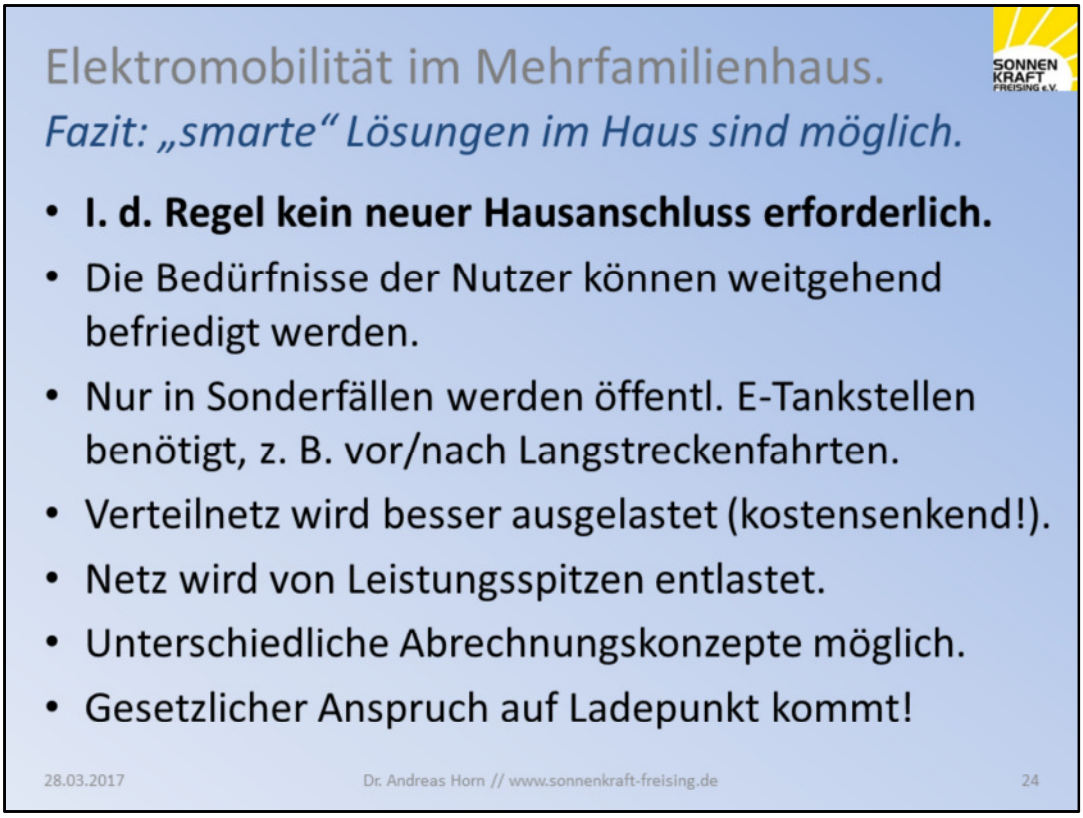


Entscheidend ist die Frage, für welche Maximalleistung man die Kabel pro Stellplatz auslegt. Realistisch wäre z. B. eine Begrenzung auf 11 kW pro Stellplatz, um die Kupferkosten in einem vernünftigen Rahmen zu halten. Übrigens: aktuell werden viele Elektrofahrzeuge nur einphasig beladen.

Elektromobilität im Mehrfamilienhaus.

Zukunftsfähige „Vorrüstung“ für alle Nutzer.

- E-Mobilität / Ladetechnik wird sich i. d. nächsten 10 Jahren rasend entwickeln und verändern!
- Unterschiedliche Systeme! (AC / DC / induktiv …)
- Max. 1-2 Schnelladepunkte (VIP) pro Haus (kostenpflichtig: Belegungszeit + Stromkosten)
- Max. 11 kW pro Privatstellplatz, kein Leistungsgarantie, „first come, first serve“
- Hausbewohner werden verpflichtet, am dyn. Lastmanagement teilzunehmen (z. B. OCPP…)
- „Wallboxen“ etc. sind Eigentum des Mieters.



Neue Hausanschlüsse oder eine Erhöhung der Hausanschlussleistung kosten viel Geld! Durch Hausanschlüsse ist das Problem der Gleichzeitigkeit beim Laden allerdings nicht zu lösen: z. B. eine Stadt wie München kann unter keinen Umständen alle Fahrzeuge zu beliebigen Zeiten laden, es muss also verhindert werden, dass alle Fahrzeuge z. B. um 18:00 Uhr mit dem Laden beginnen, insbesondere wenn hohe Ladeleistungen (22 kW und größer) gefordert werden. Auch bei neuen Hausanschlüssen wird also zwangsweise die Leistung zu bestimmten Zeiten eingeschränkt werden müssen!

Der Hausanschluss kann mit dem vorgeschlagenen Verfahren gut ausgenutzt werden. Das Verfahren ist effizient und kostensparend, auch für den Netzbetreiber! Durch die Leitungen fließt gleichmäßig mehr Strom.

Da ein Rechtsanspruch auf Ladepunkte in Mieter-Tiefgaragen in Kürze absehbar ist, sollten Eigentümergemeinschaften (WEG) Missstimmungen aus dem Weg gehen und Eigentümern, die schon jetzt in Elektromobilität und Ladepunkte einsteigen wollen nicht durch ablehnende Beschlüsse bremsen. Erfahrungsgemäß wird die Umsetzung von entsprechenden Ladekonzepten eher teurer, wenn der Gesetzgeber alle Rechte und Pflichten festgeschrieben hat. Für den Bestand gilt in der Regel Bestandsschutz.

Der Selbstbau von Ladeboxen macht Spaß und ist sehr lehrreich! Vielen Dank an die ehrenamtlichen Mitstreiter der Interessengemeinschaft zur Förderung der Elektromobilität im Unterallgäu www.i-feu.de um Thomas Scharpf!

Der Verein Sonnenkraft Freising e. V. unterstützt Privatpersonen im Landkreis Freising bei Fragen rund um die Energiewende. Schwerpunktthema des Vereins ist derzeit „Photovoltaik ohne Finanzamt“. Siehe www.sonnenkraft-freising.de!

Für die Region München weise ich auf das hochwertige und kostenlose bzw. preisgünstige Beratungsangebot des Bauzentrum München hin. Mit den dortigen Beratern Fr. Cigdem Sanalmis, Hr. Josip Zuparic und Hr. Bäder stehen wir in regelmäßigem und partnerschaftlichen Austausch!
https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Klimaschutz_und_Energie/Energieeffizientes_Bauen/Beratung/Beratung_kostenfrei/PV_Solarthermie.html

Die Präsentation basiert auf vielen Erfahrungen, die im PV-Planungsbüro „Energiewendeplaner GmbH“ erarbeitet wurden. Gerne erhalten Sie dort Unterstützung auch für Ihr Projekt! Siehe www.ew-planer.de!
Zu Dr. Andreas Horn.: www.solardoktor.de