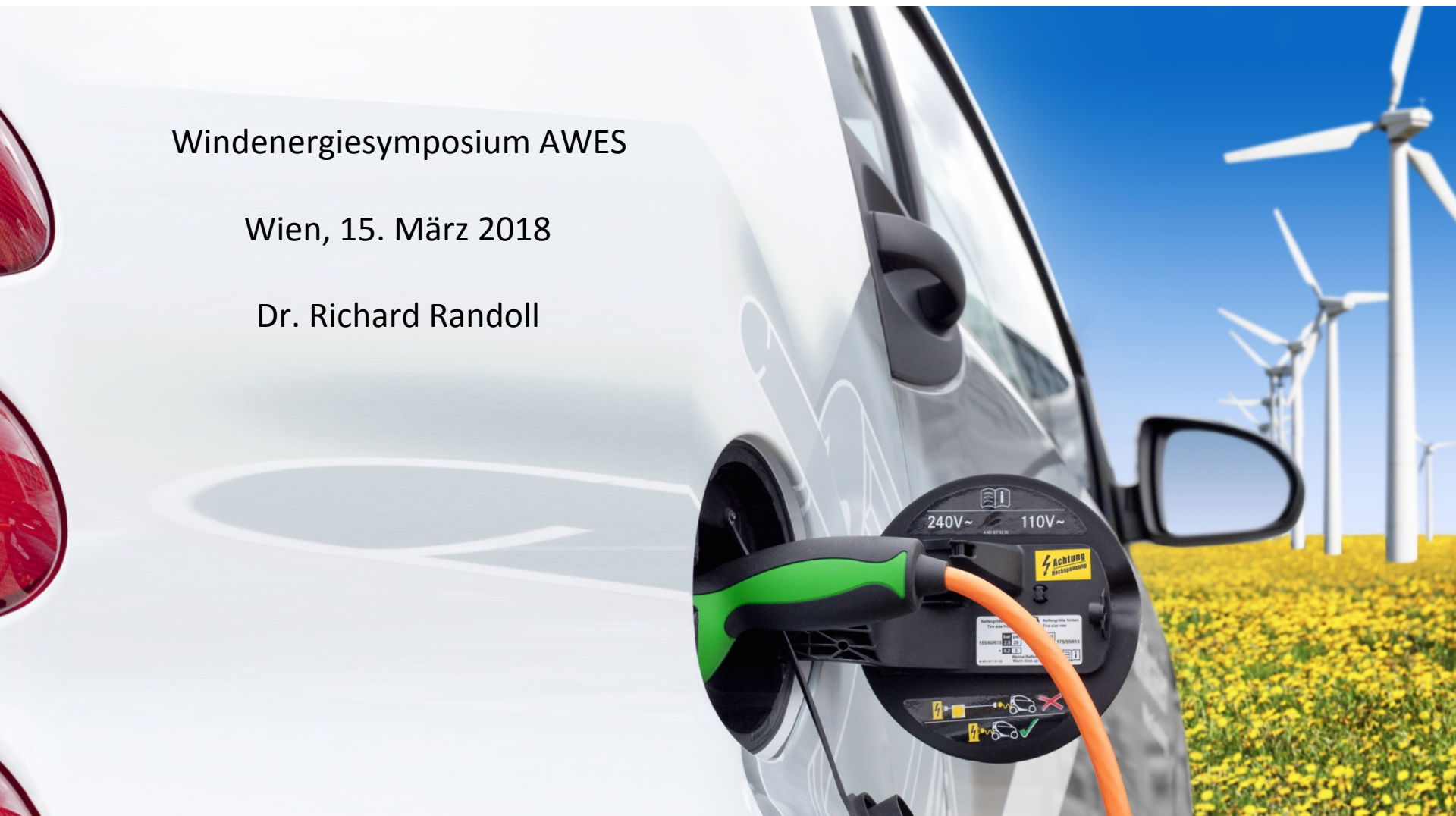


Zeitliche Abschätzungen zur Energie- und Mobilitätswende

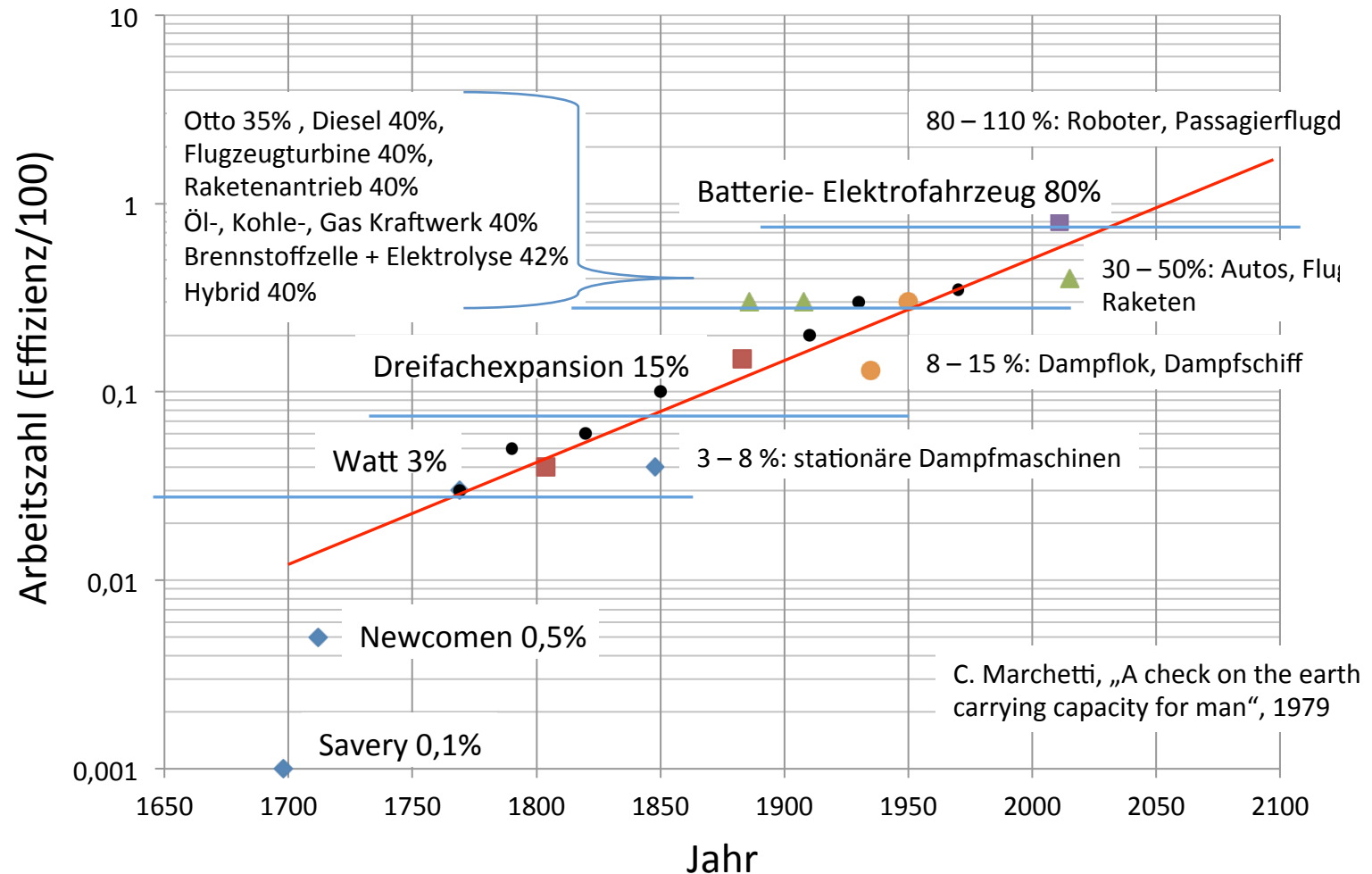
Windenergiesymposium AWES

Wien, 15. März 2018

Dr. Richard Randoll



Verdopplung der Effizienz von Bewegungsmaschinen alle 60 Jahre



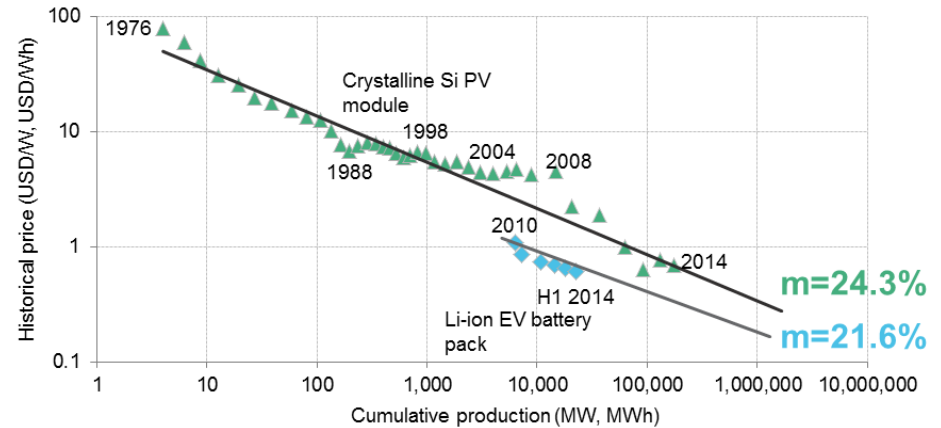
alle Maschinen werden auf den neuen Wirkungsgrad angehoben, neue Mobilitätsformen entstehen.
80% Effizienz machen Roboter sowie senkrecht startende Passagierflugdrohnen möglich,
z.B. mit einem Solardach sind technische Wirkungsgrade von über 100% (Arbeitszahl >1) möglich.

Entwicklung von Batterien

Swanson Gesetz für Batterien

LITHIUM-ION EV BATTERY EXPERIENCE CURVE COMPARED WITH SOLAR PV EXPERIENCE CURVE

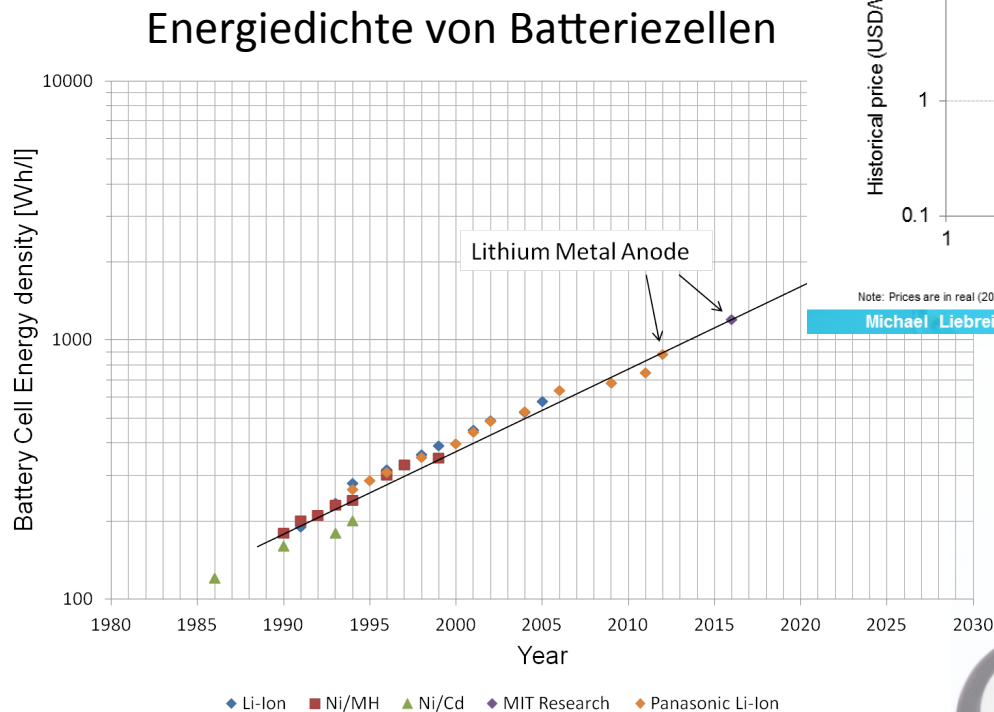
Bloomberg
NEW ENERGY FINANCE



Michael Liebreich, New York, 14 April 2015

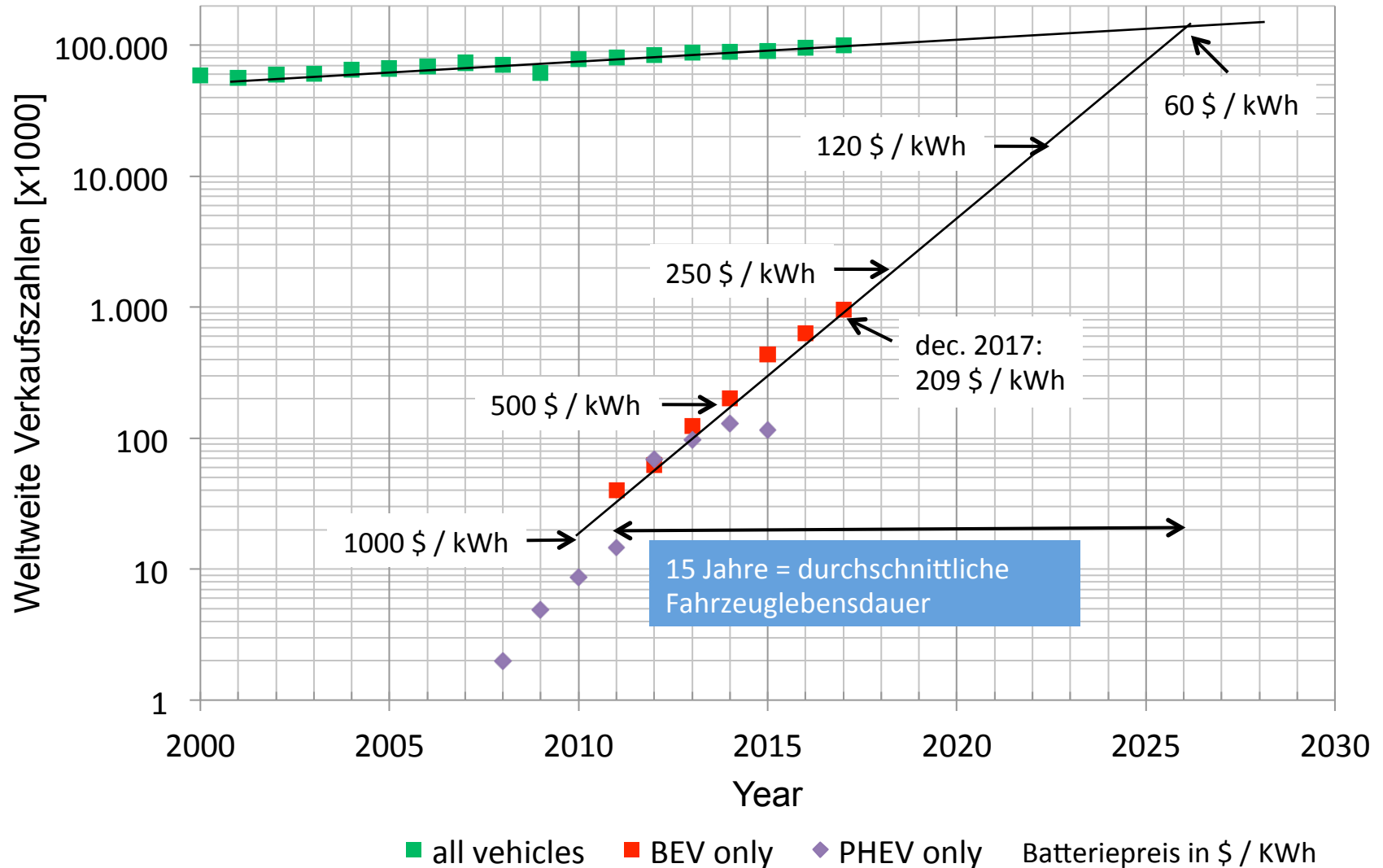
@MLiebreich #BNEFSummit

1



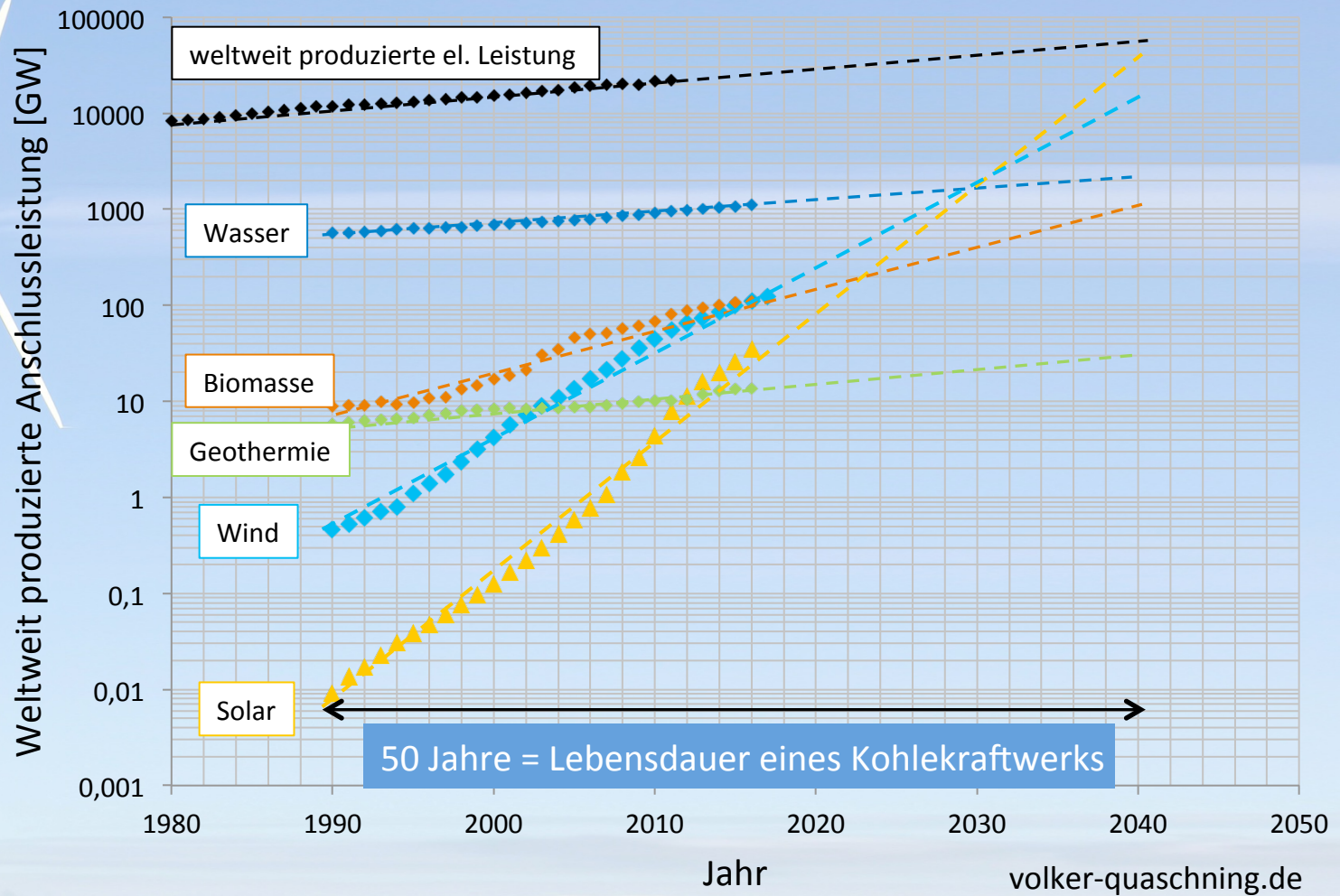
Mit jeder Verdopplung der kumulativen Produktionsmenge reduziert sich der Preis um 21,6%
Die Energiedichte von Batterien in [Wh/l] sowie [Wh/kg] verdoppelt sich alle 10 Jahre.

Verdopplung der Anzahl Elektrofahrzeuge auf dem Neuwagenmarkt alle 15 Monate



2026 werden alle neuen Fahrzeuge batterieelektrisch sein, 2040 der gesamte Fahrzeugbestand.
Bis 2026 halbiert sich der Batteriepreis alle 4 Jahre.

Verdopplung der Windkraft alle 3, der Photovoltaik alle 2 Jahre



Das Öl-Zeitalter hat eine verbleibende Lebensdauer von 22 Jahren.
2040 werden wir unseren Planeten vollständig mit erneuerbarer Energie versorgen.

Im Jahr 2040

Elektrizitätsmenge:

Deutschland: $40 \text{ Mio Autos} * 15.000 \text{ km/Jahr} * 15 \text{ kWh/100km} = 90 \text{ TWh /Jahr}$

In D. produzierte Strommenge: $654 \text{ TWh/Jahr} \Rightarrow 14 \% \text{ mehr Stromproduktion notwendig.}$

Pumpspeicher Kapazität:

$40 \text{ Mio Autos} * \text{durchschnittl. } 75 \text{ kWh} = 3 \text{ TWh Kapazität.}$

Summe Pumpspeicherkraftwerke in D.: 38 MWh

$1,26 \% \text{ einer jeden Autobatterie} = \text{Kapazität aller Pumpspeicherkraftwerke in D.}$

$\Rightarrow$ Der Nissan Leaf kann bereits heute bidirektional laden.

Pumpspeicher Anschlussleistung:

Deutsche Pumpspeicherkraftwerke können $6,5 \text{ GW}$ einspeisen.

$2,2 \text{ Mio Autos (5,5 \%)} \text{ angeschlossen mit } 3 \text{ KW können ebenfalls } 6,5 \text{ GW einspeisen.}$

Netzüberlastung?

Wenn 40 Mio Autos mit 3 KW nachts laden, werden 120 GW benötigt.

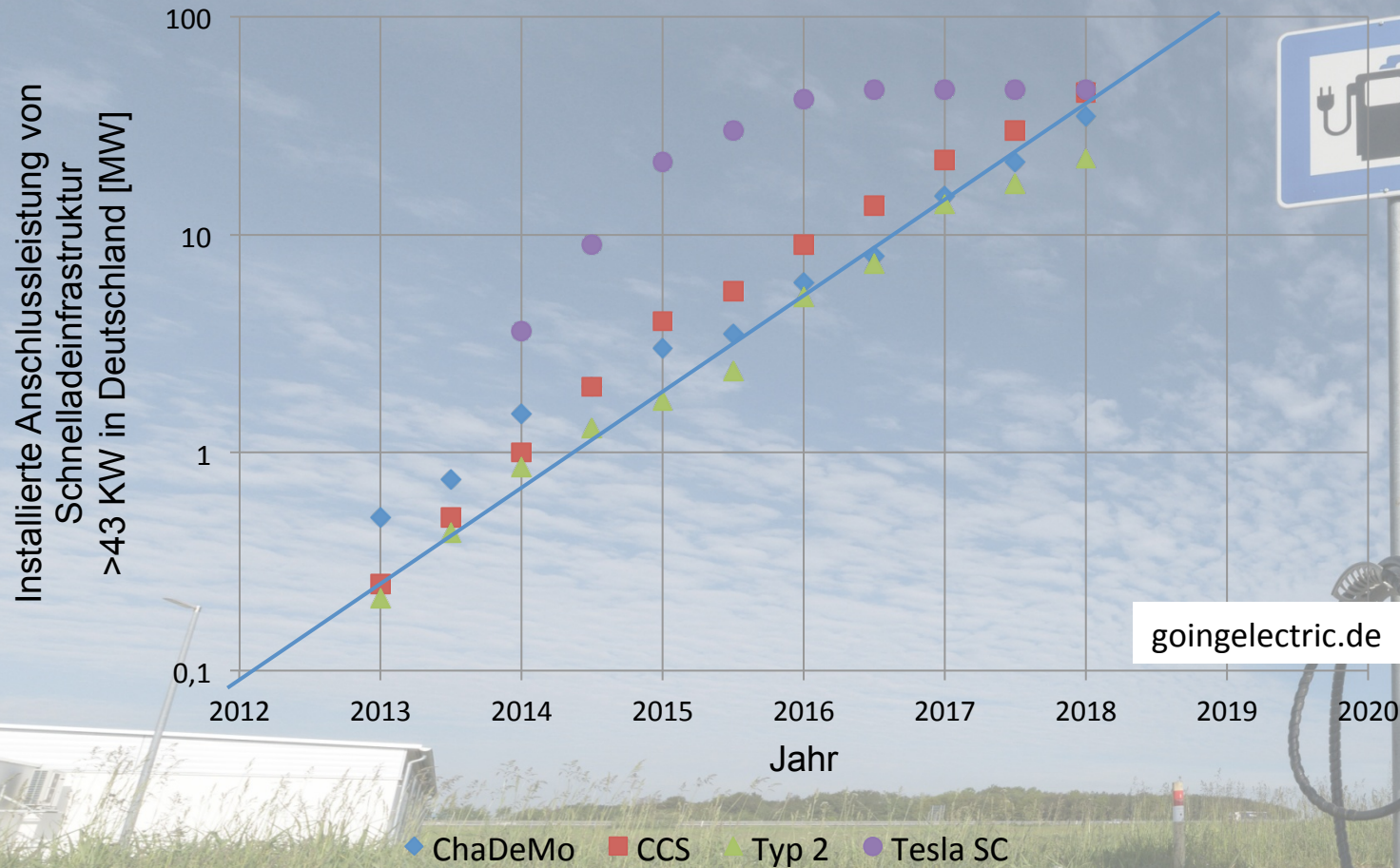
Der Strombedarf in D. ist nachts um 30 GW geringer als tagsüber.

$\Rightarrow$ Ist es also ausreichend, das Auto nur jede vierte Nacht zu laden?

$\Rightarrow 365 \text{ Tage} / 4 * 3 \text{ KW} * 8 \text{ h} / 15 [\text{kWh/100km}] * 100 \text{ km} = 14.600 \text{ km/Jahr}$

$\Rightarrow$ Nachts und Tags gleich hoher Stromverbrauch, Nachfrage richtet sich nach Angebot

Ladeinfrastruktur



Verdopplung der Anschlussleistung der Schnellladeinfrastruktur in D. alle 8 Monate.

Energie- und Mobilitätswende lösen bis 2040 unser Ölzeitalter ab.

Dabei stärken sich Elektroautos und erneuerbare Energien gegenseitig.

Vielen Dank

Dr. Richard Randoll, AWES, Wien,
15.03.2018

