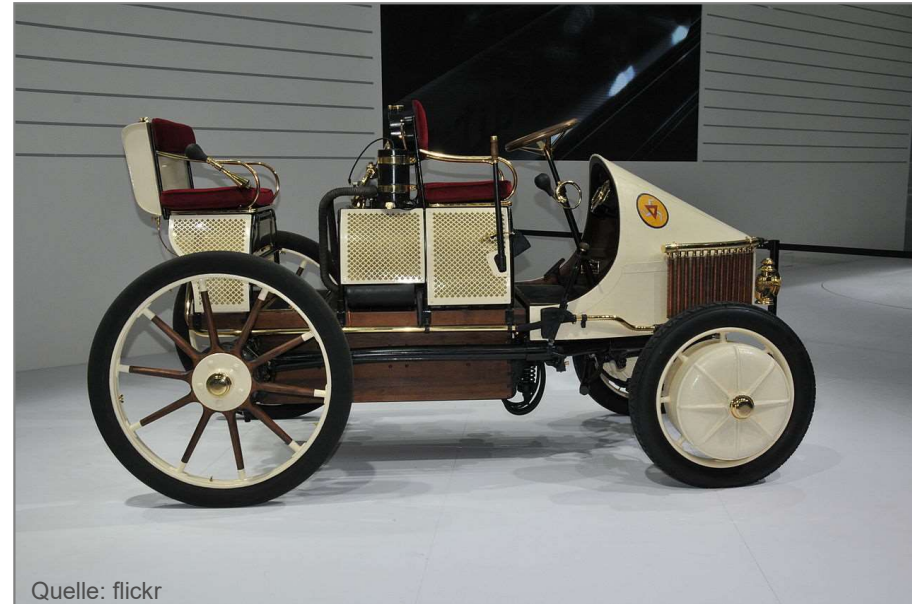
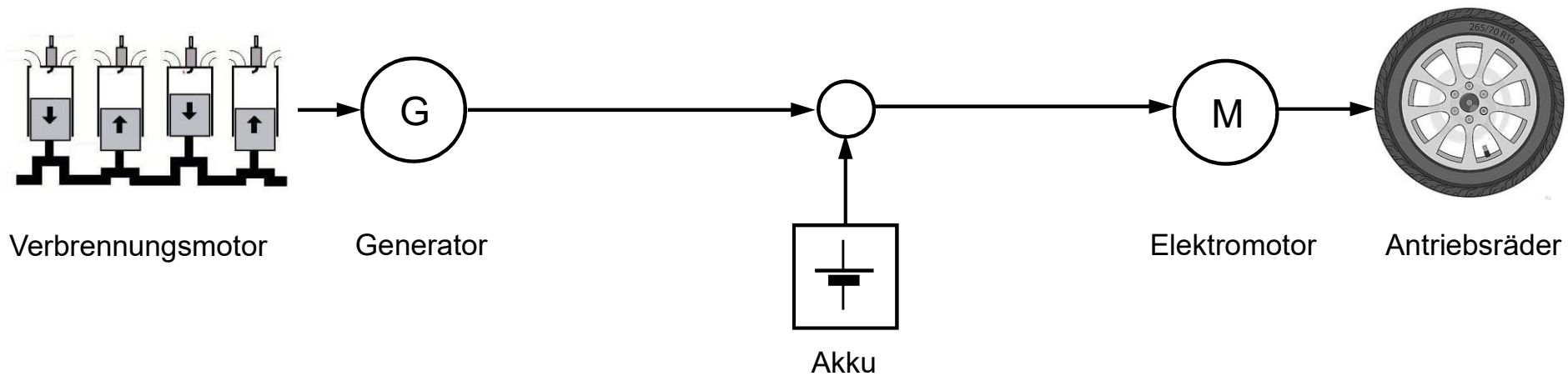


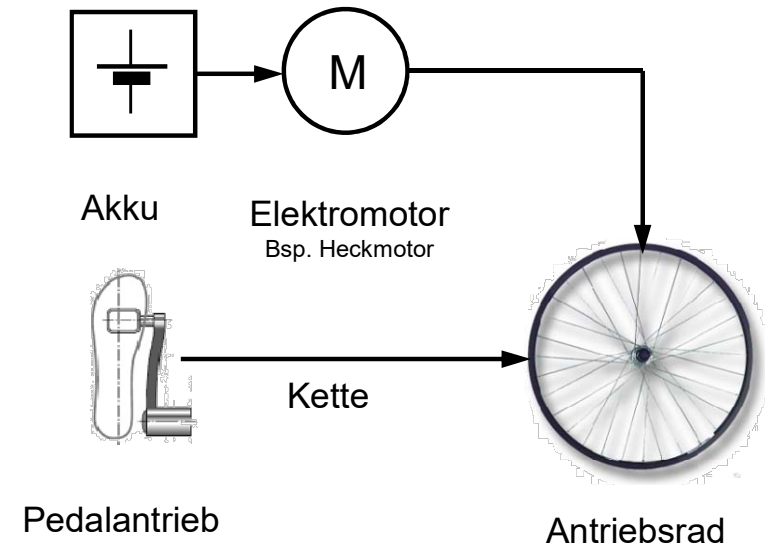
- 1902: Erster serieller Hybridantrieb, Mixte-Wagen, entwickelt von Ferdinand Porsche



Prinzip serieller Hybrid:

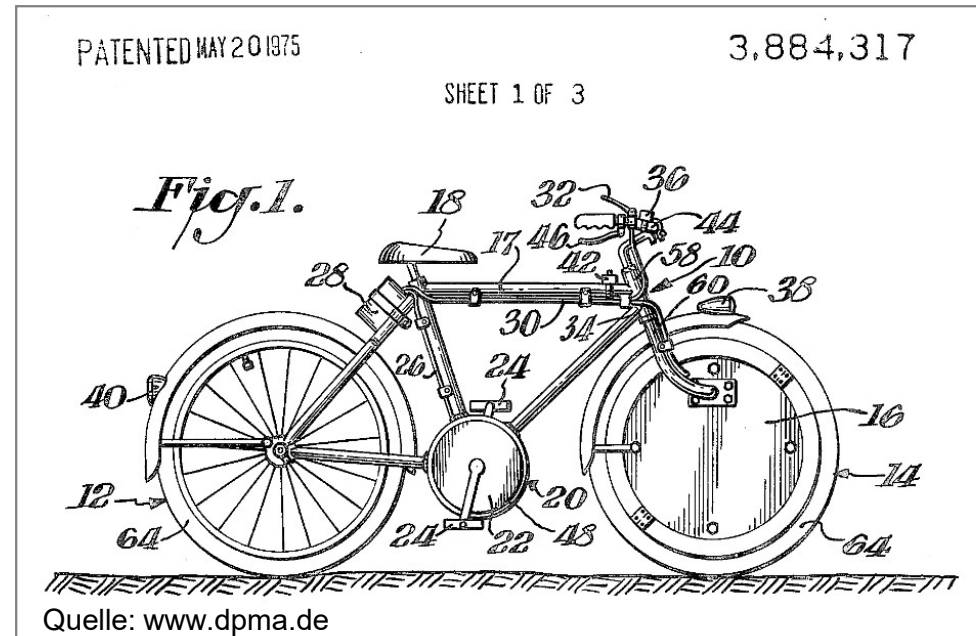


- 📍 Nahezu alle E-Bikes am Markt sind als parallel-hybride Antriebe ausgeführt

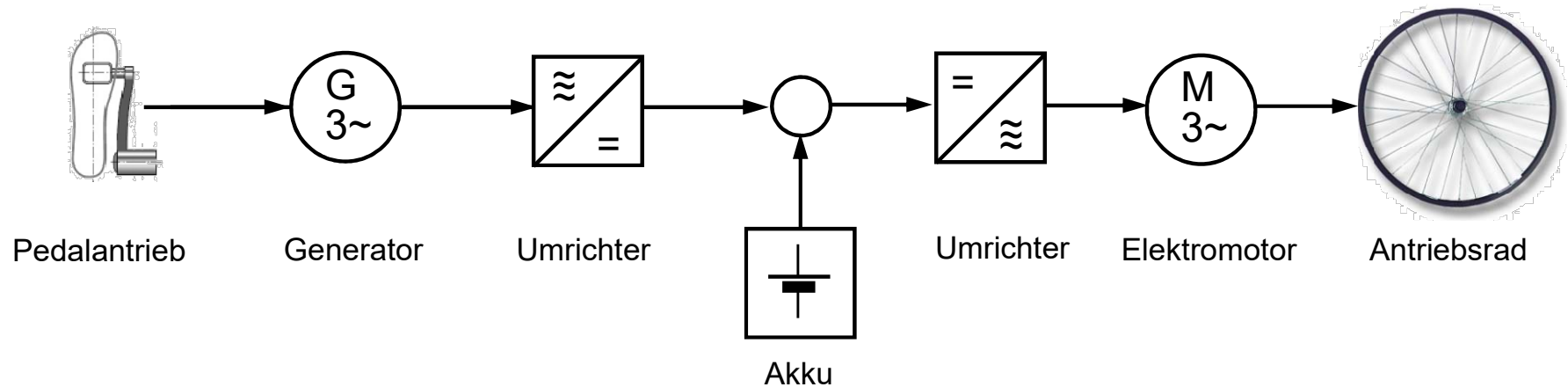


- Erste Patentanmeldung zum seriell-hybriden Antrieb im Fahrrad

Augustus B. Kinzel, Californien, 5.04.1974



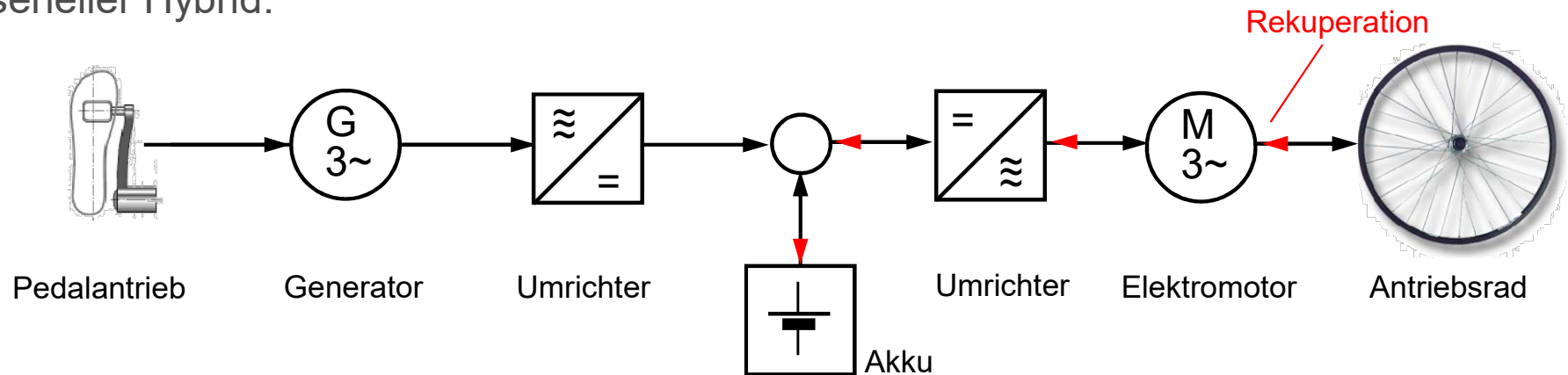
Prinzip serieller Hybrid:



- es entfallen: Kettenblatt
Kette/Riemen
Kettenschutz
Kettenschaltung
Schalthebel
Drehmomentsensor (Parallel-hybrid)

- Zusätzlich: Generator / Umrichter
Hilfsmotor wird zum Vollentrieb
wartungsfrei
Rekuperation wird möglich

Prinzip serieller Hybrid:



Meilensteine:

- 📌 präzise Analyse der Fahreigenschaften eines konventionellen Fahrrades
- 📌 Auslegung der Antriebskomponenten mit ausreichenden Reserven
- 📌 patentrechtlich geschützte Regelung, die die Verhältnisse an einem Kettenantrieb elektronisch nachbildet



Pressestimmen:

„...es ist in seinen Fahreigenschaften allen anderen bisher realisierten Prototypen überlegen.“

ExtraEnergy Magazin, August 2015

„...insbesondere die kraftvolle Beschleunigung zauberte ein breites Grinsen ins Gesicht.“

Volksstimme, 10.06.2015

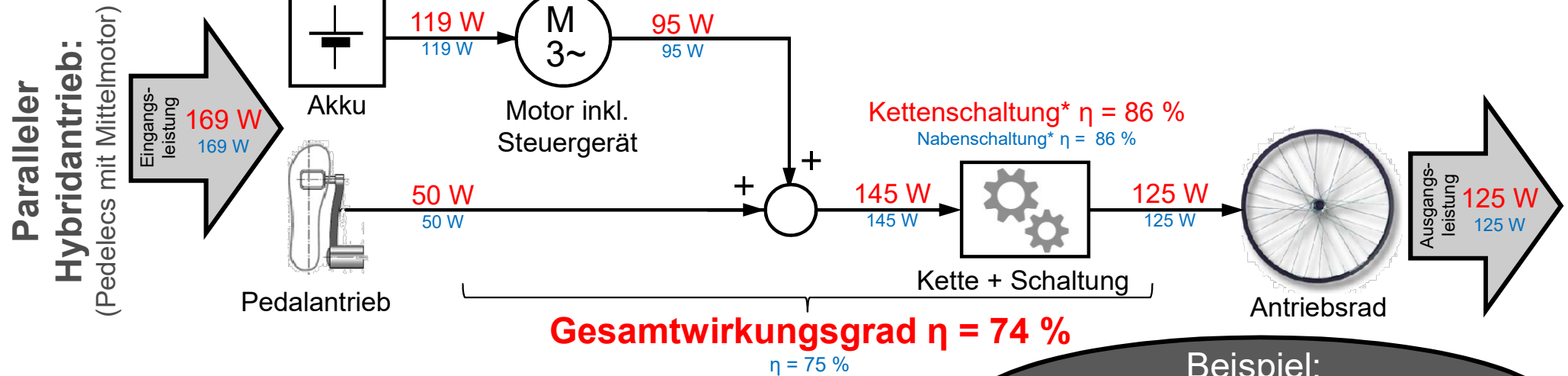


Quelle: IAI GmbH

- 📌 **Stufige elektronische Schaltung**
Handbetrieb: 20 (virtuelle) Gänge (über Auf-/ Ab-Taster)
- 📌 **Stufenlose automatische Schaltung**
variable Drehzahl- und Drehmomentübersetzung
(Pedalwunschdrehzahl ist einstellbar)
- 📌 **Wahl der Leistungsunterstützung**
mehr Tretleistung → Akku wird geladen,
weniger Tretleistung → Akku wird entladen
- 📌 **Bremsenergierückgewinnung (Rekuperation)**
- 📌 **Hometrainerfunktion**

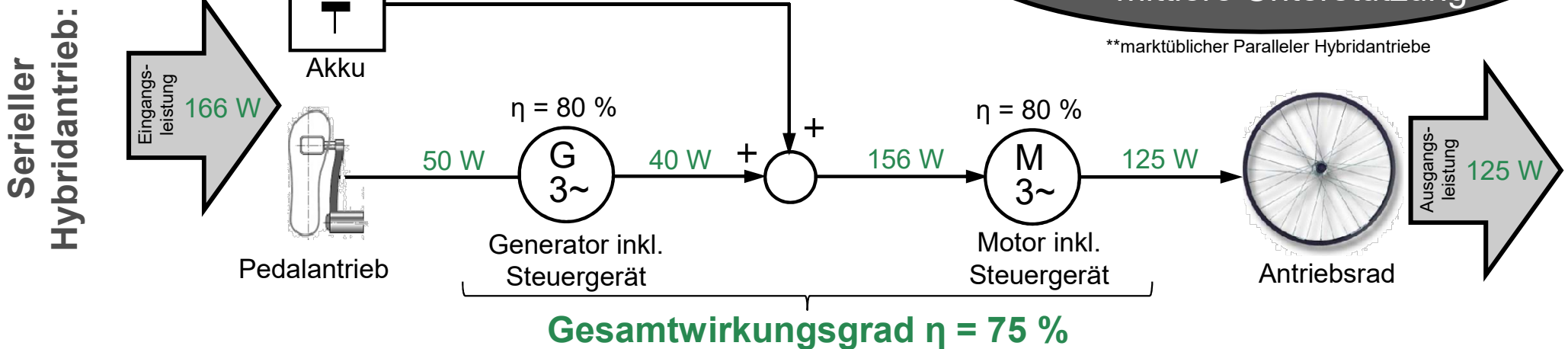
*** Für alle Betriebsarten gilt:**
Bedienung über Smartphone via Bluetooth
Fahren im Wiegetritt ist möglich

Pedelec mit Mittelmotor vs. Serieller Hybridantrieb



Beispiel:
 $P_{\text{Antriebsrad}} = 2,5 \times P_{\text{Pedalantrieb}}$
 = mittlere Unterstützung**

**marktüblicher Paralleler Hybridantriebe



*Quelle: <https://fahrradzukunft.de/16/wirkungsgradmessungen-an-nabenschaltungen/#messungen-an-singlespeed-kettenschaltung-mit-schaltwerk-speedhub-alfine11> Bild 6, linear interpoliert @ 125 W

Motor (Synchronmotor)

M_{\max}	100 Nm
P_{nenn}	250 W
Planetengetriebe	einstufig

Generator (Synchrongenerator)

M_{\max}	180 Nm
P_{nenn}	250 W
Planetengetriebe	zweistufig

Akku

Spannung/Kapazität	48 V, 900 Wh
nominelle Ladezeit	3 h*

Höchstgeschwindigkeit

25 km/h** / 45 km/h**

Reichweite (bei mittlerer Unterstützung)

ca. 80 km

* verkürzt sich mit leistungsfähigerem Ladegerät

** elektronisch begrenzt

📍 in weiten Bereichen skalierbar

📍 einsetzbar in z.B.:

- E-Bikes
- Mikromobilität
- Lastenfahrrädern
- Rollstühlen



Quelle: vrachtfiets, vcd.org



Quelle:
Cyclopolitain, vcd.org



Quelle: Doppelpunkt.at



Quelle: MeinHollandRad.com

Wir bedanken uns bei den Projektpartnern und Investoren.



Rahmen, Design und Komponenten



Leichtbau und Materialanalyse



F+E-Beitrag im Rahmen
der Landesinitiative

