

## **SB 01 Beschreibung:**

### **Betriebsstrategie für Hybridfahrzeuge mittels Künstlicher Intelligenz**

#### **Stand der Technik**

Plug-In-Hybridfahrzeuge verfügen über zwei unterschiedliche Antriebe, einen Elektroantrieb und in der Regel einen Verbrennungsmotor. Jeder der beiden Antriebsarten ist in der Lage, das Fahrzeug alleine anzutreiben, es können aber auch beide zusammenwirken. Beim gemeinsamen Betrieb kann der Schwerpunkt auf möglichst günstigen Verbrauch oder auf hohe Leistung gerichtet sein. Auch Zwischenstadien sind möglich.

Aus diesem Grund eignen sich Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge für die unterschiedlichsten Einsatzzwecke. Sie können als reines Stadtfahrzeug, als Pendelfahrzeug, für Kurzstreckeneinsätze im ländlichen Bereich und im Speckgürtel von Großstädten, für Langstreckeneinsätze auf Autobahnen und für Urlaubsreisen usw. genutzt werden. Dabei kommt es zu den unterschiedlichsten Fahrgewohnheiten und Fahrstrategien.

- Z.B. kann der Fahrer das Fahrzeug überwiegend als Elektrofahrzeug nutzen. Das bedeutet, dass er vorzugsweise am Ende des Tages die Batterie in der heimischen Garage auflädt.
- Oder der Fahrer nutzt eine Funktion, bei der die Batterie relativ weit entladen wird, weil er diese selber an der eigenen Steckdose aufladen möchte.
- Oder er will verhindern, dass sich die Batterie zu stark entlädt, weil er bei dem demnächst anstehenden Streckenabschnitt elektrisch fahren möchte.
- Oder es bietet sich die Möglichkeit, die Batterie am Arbeitsplatz kostenlos zu laden. Auch dann sollte möglichst viel Kapazität dafür zur Verfügung stehen.
- Oder aber der Fahrer fährt gerne sportlich unter Ausnutzung beider Antriebe. Da sollte für den Elektroantrieb immer ausreichend Saft im Akku vorhanden sein.
- Oder der Fahrer will selbst nicht nachladen, weil er über keine geeignete Steckdose verfügt. Dann fährt er im Standardmodus, bei dem die Elektromaschine den Elektroantrieb nutzt, ohne die Batterie zu stark zu laden oder zu tief zu entladen.

Für all diese und viele weitere Fahr- und Ladestrategien stehen dem Fahrer geeignete Betriebsmodi zur Verfügung, z.B. nach Figur 1, und weitere, mit denen er die Betriebs- und Ladestrategie vorwählen kann.

#### **Nachteile**

Es gibt keinen Automatismus, der dem Fahrer die Wahl des Betriebsmodus nach Figur 1 abnimmt. Will der Fahrer einen bestimmten Ladezustand erreichen, ist er gezwungen, den entsprechenden Modus einzuschalten. Vergisst er darauf, bleibt der letzte gültige Modus erhalten, solange bis das Fahrzeug abgestellt und der Antrieb ausgeschaltet wird. Beim Neustart ist automatisch wieder der Standardmodus aktiviert.

In der täglichen Routine ist es für den Fahrer sehr unbequem, ständig den passenden Modus von Hand auszuwählen.

- Als Pendler will er z.B. am Morgen bei der Fahrt zur Arbeit mit vollgeladenem Akku an der Stadtgrenze ankommen, um sicher zu sein, dass ihm für die Fahrt in der Innenstadt genügend elektrische Reichweite zur Verfügung steht.  
Er wählt den **Volllademodus**.
- Am Abend will er mit deutlich entladener Batterie zuhause ankommen, um am Netz die maximale Ladeenergie aus dem Stromnetz zu ziehen:  
Er wählt den **Entlademodus**.
- Vielleicht hat er aber die Möglichkeit, am Arbeitsplatz seinen Akku kostenlos aufzuladen, und die Strecke in der Innenstadt ist nur sehr kurz, dann wählt er den **Entlademodus** bereits vor Erreichen der Stadtgrenze.
- In den Wintermonaten ist die Leistungsfähigkeit des Elektroantriebs reduziert. Deshalb und auch aus Heizgründen wird der Verbrennungsmotor priorisiert.  
Der **Standardmodus** bleibt eingeschaltet.
- Am Morgen will der Fahrer in das vorgewärmte Fahrzeug einsteigen. Die Funktion **Vorwärmen** kann er über die Bordelektronik oder das Smartphone vorwählen.  
Auch darum muss er sich aktiv kümmern.
- Am Wochenende sieht die Nutzung des Fahrzeugs anders aus als an den Arbeitstagen. Den passenden Modus, z.B. Entlademodus, muss der Fahrer aktiv anwählen.

Das sind nur ein paar Beispiele für die Vielzahl an Möglichkeiten, die dem Fahrer zur Verfügung stehen. Um die für die aktuelle Situation passende Strategie herauszufinden, benötigt der Fahrer einige Versuche. Hat er dann das optimale Ergebnis gefunden, ist er bestrebt, es in Zukunft zu reproduzieren. Dazu muss er sich an die ermittelten Ein-, Um- und Ausschaltzeiten der verschiedenen Modi kümmern. Das bindet Aufmerksamkeit und ist auf die Dauer anstrengend. Vergisst er, den passenden Modus auszuwählen, führt es zu seiner Verärgerung. Im ungünstigsten Fall kommt es in einer Verbotszone für Verbrennungsmotoren zu einer leeren Batterie.

## **Lösung**

Die Aufgabe der Erfindung ist deshalb, dem Fahrer die Auswahl der Betriebs- und Ladestrategie von Hand abzunehmen und einem Automatismus zu überlassen. Ein Algorithmus ist aufgrund der Vielzahl an Möglichkeiten damit überfordert. Deshalb schlägt die Erfindung vor, diese Aufgabe einer Künstlichen Intelligenz KI zu übertragen.

Der Begriff KI steht in diesem Fall für ein selbstlernendes System bzw. Machine Learning/Maschinelles Lernen.

Die KI kann sich auf die individuellen Gepflogenheiten und Vorlieben des jeweiligen Fahrers einstellen. Es werden sich in jedem Einzelfall bestimmte, immer wiederkehrende Verhaltensweisen ergeben, mit denen der Fahrer das Fahrzeug nutzt. Eine KI speichert die bei jeder Fahrt anfallenden Daten:

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| - Fahrstrecke            | Stadt, Landstraße, Autobahn  |
| - Fahrweise              | passiv, zügig, schnell, verbrauchsschonend,  |
| - Uhrzeit                | morgens, mittags, abends   |
| - Betriebsmodus          | Elektroantrieb, Verbrennungsmotor, gemischt  |
| - Ladegewohnheiten       | nur zuhause, nur an öffentlichen Ladestationen,<br>immer, nie, nur an kostenlosen Stationen usw. |
| - Verbrauch              | elektrische Energie, Kraftstoff  |
| - Tankgewohnheiten       | kostenabhängig, reichweitenabhängig, bei Reserve, am<br>Wochenende                               |
| - Heizung/Klimatisierung | Automatik, individuelle Benutzung, abhängig von<br>Innenraumtemperatur                           |

Aus diesen Daten filtert die KI wiederkehrende Muster heraus. Sie benötigt dazu eine gewisse Zeit, bis sich bestimmte Abläufe wiederholen. Bis dahin operiert die KI in einem allgemeingültigen Wahrscheinlichkeitsmodus für Plug-In-Fahrzeuge. Mit jeder weiteren Fahrt kann sie sich besser auf die Gewohnheiten des Fahrers und den aktuellen Status des Fahrzeugs einstellen, und autonom die passenden Modi einschalten. Dazu gehört auch das selbsttätige Einschalten der elektrischen Fahrzeugvorheizung.

Nach einer gewissen Lernphase übernimmt also die KI die Wahl des Betriebsmodus. Dabei ist es völlig egal, wie der Fahrer das Plug-In-Fahrzeug nutzt. Die KI ist in der Lage, sich auf jede erdenkliche Art von Nutzung einzustellen. Der Fahrer muss nichts weiter tun, als das Fahrzeug so zu bewegen, wie er es gewohnt ist. Um Ladezustand und Betriebsmodi muss er sich nicht mehr kümmern. Ebenso wenig um die Vorwärmung des Fahrzeugs bei kalten Außentemperaturen.

Vorrangig berücksichtigt die KI alle oben genannten Daten. Darüber hinaus kann sie weitere Rahmenbedingungen berücksichtigen und die Wahl der Modi verfeinern:

- Jahreszeiten
- Umgebungstemperatur
- Verkehrsaufkommen
- Staumeldungen aus Verkehrsinfo
- Mautfreie Zonen für Elektromobile
- GPS-Daten
- Navigationssystem-Daten
- Abkühlkurven von Elektroantrieb und Verbrennungsmotor
- Abweichungen von den normalen Geschwindigkeiten
- Abweichungen von der normalen Fahrstrecke
- Arbeitstag oder Wochenende
- Strom- und Kraftstoffkosten
- Fahrer/Fahrerin
- Tankinhalt

Diese Liste kann selbstverständlich durch weitere Parameter ergänzt werden. Wenn beispielsweise der Fahrer auf dem Navi einen bestimmten Zielort eingibt, erkennt die KI

die Entfernung, die Art der Fahrstrecke (Autobahn, Landstraße), ob sich am Zielort eine mautfreie Zone für Elektromobile befindet, und ob genügend freie Ladesäulen zur Verfügung stehen.

- Außerdem kann sie die aktuellen Verkehrsdaten über Staus berücksichtigen, und den Fahrer z.B. auf niedrigen Benzinstand hinweisen.
- Anhand der Sitzposition oder anderen Signalen erkennt die KI, welche Person das Fahrzeug nutzt und den passenden Modus wählen.
- Die Nutzung am Wochenende wird sich von der Nutzung an gewöhnlichen Werktagen unterscheiden. Dementsprechend unterscheidet sich auch der optimale Betriebsmodus.
- Usw.

Die KI kann sofort reagieren, wenn die aktuelle Fahrt vom gewohnten Verlauf abweicht, indem sie den voraussichtlich passenden Modus wählt. Ideal harmonisiert die KI mit automatischen Ladevorrichtungen. Der Fahrer muss dann nicht einmal mehr das Ladekabel anstecken. Der Fahrer kann sicher sein, dass er nie mit einer leeren Batterie in abgassensiblen Bereichen ankommt.

Ist der Fahrer mit dem gewählten Betriebsmodus nicht zufrieden, kann er ihn von Hand überstimmen. Auch das merkt sich die KI, und bei mehrmaligem Auftreten wird sie sich darauf einstellen.

Die in der einzigen Figur 1 dargestellten Betriebsmodi sind nicht nur von Hersteller zu Hersteller anders benannt, sie können sich im Einzelfall auch beträchtlich voneinander unterscheiden. Abhängig von der Größe der Batterie, dem primären Einsatzzweck des Fahrzeugs und anderen Bedingungen werden sich die Grenzen der gezeigten Ladezustände verschieben. Auch kann die Batteriekapazität in beliebig viele Bereiche eingeteilt werden, von denen jeder einen ganz speziellen Betriebsmodus erfordert. Außerdem gibt es Modi, die nicht in der Figur dargestellt sind, z.B. Sportmodus, Nutzung ausschließlich mit Elektroantrieb oder Verbrennungsmotor.

Akkukapazität und Lademodus:				
0 - 10 %	10 – 30 %	30 – 70 %	70 – 90 %	90 – 100 %
Akkuschutz	Entlademodus	Standardmodus	Volllademodus	Akkuschutz

Offenlegungsschrift: DE 10 2021 000666 A1

**Jacob Jacobson**

[www.der-autokritiker.de](http://www.der-autokritiker.de)