

# Untersuchungen zur Rekuperationsverzögerung von Elektroautos

Von Steffen Rieger\*

**Batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge speisen beim Lösen des Fahrpedals Energie in die Traktionsbatterie zurück. Die Verzögerung, die dabei auf ein Fahrzeug wirkt, ist vom Fahrzeugmodell abhängig und wird außerdem durch den gewählten Betriebsmodus (D-Modus, B-Modus etc.) sowie durch die Temperatur und den Ladezustand beeinflusst. Die Verwendung des ECO-Modus wirkt sich dagegen meist nicht auf die Rekuperationsverzögerung aus.**

## 1 Einleitung

In den letzten Jahren ist eine wachsende Verbreitung von Pkw mit batterieelektrischem Antrieb (Elektroautos) festzustellen. Neben der staatlichen Förderung des Umstiegs in die Elektromobilität kann dies auf eine sich stetig verbessernde Technik zurückgeführt werden. Der elektrische Antrieb bietet unter anderem den Vorteil, dass der Elektromotor bei Bedarf als Generator verwendet werden kann, um das Fahrzeug unter Rückspeisung von Energie in die Traktionsbatterie abzubremsen. Dieser Vorgang wird „Rekuperation“ genannt. Er setzt ein, wenn das Fahrpedal losgelassen wird und wird gegebenenfalls noch verstärkt, wenn das Bremspedal betätigt wird. Die Stärke der Rekuperation kann innerhalb der Möglichkeiten der verwendeten Bauteile durch den Fahrzeugkonstrukteur bestimmt werden. Neuere Fahrzeugmodelle lassen auch häufig einen Einfluss der Fahrerin beziehungsweise des Fahrers zu.

Es existieren zwei gegensätzliche Designkonzepte zur Vermeidung oder bewussten Nutzung der Rekuperation. Einige Fahrerinnen und Fahrer bevorzugen bei ihrem Fahrzeug das sogenannte „Segeln“, bei dem die Geschwindigkeit ohne Betätigung eines Pedals möglichst konstant bleiben soll. Andere möchten dagegen die Möglich-

keit der elektrischen Antriebstechnologie zum sogenannten „One-Pedal-Driving“ nutzen, bei dem das Loslassen des Fahrpedals eine so starke Rekuperation auslöst, dass die auftretende Verzögerung mit einer Betriebsbremsung vergleichbar ist. Zwischen diesen beiden Extremen bewegt sich ein Verhalten, das mit dem eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor vergleichbar ist und daher den Umstieg auf ein Elektroauto vereinfacht.

Während Fragestellungen zur Bremsverzögerung in der Unfallrekonstruktion schon seit Jahrzehnten untersucht werden, wurde die Verzögerung, die bei der Rekuperation von batterieelektrischen Fahrzeugen auftritt, bisher wenig erforscht. Erste Untersuchungen zu dieser Thematik wurden von Rieger im UREKO-Spiegel 2021 [1] und in umfangreicherer Form im September 2022 auf dem Sachverständigenseminar bei CTS in Münster vorgestellt [2]. Eine unabhängig davon durchgeführte Untersuchung wurde von Salingré im September 2022 in VKU veröffentlicht [3].

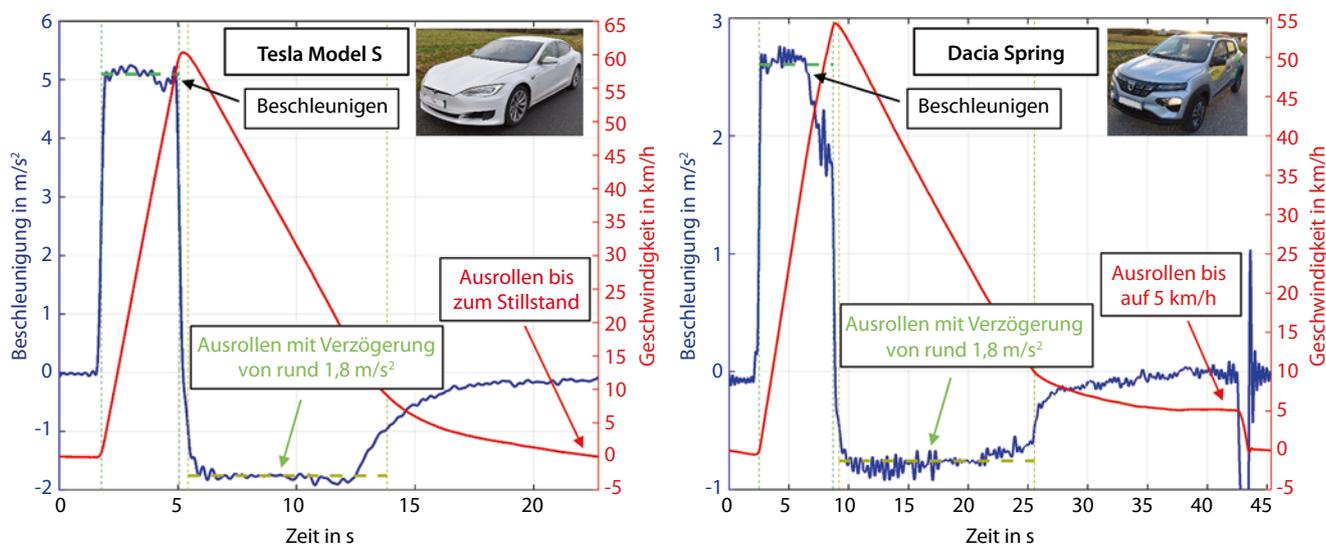
Der vorliegende Artikel enthält die bereits in [1] und [2] präsentierten Erkenntnisse und geht auszugsweise auch auf die in [3] enthaltenen Messungen ein. Insbesondere soll die Frage beantwortet werden, welche Verzögerung beim Loslassen des Fahrpedals eines Elektroautos auftritt und von welchen Faktoren dies abhängig ist.

## 2 Rekuperationsverzögerung unterschiedlicher Fahrzeuge

Die Rekuperationsverzögerung beim Loslassen des Fahrpedals wurde im Zuge der vorliegenden Untersuchung an sechs verschiedenen Fahrzeugen unterschiedlicher Fahrzeugklassen unter verschiedenen Bedingungen ermittelt. Es handelte sich dabei um zwei Renault Zoe (PH1 und PH2; Kleinwagen), einen Nissan Leaf (Kompaktwagen), einen Dacia Spring (Mini-SUV), einen Tesla Model S (Oberklasse) sowie einen VW e-up! (Kleinstwagen). Die Fahrzeuge wurden auf einer Versuchsstrecke auf eine Geschwindigkeit von knapp über 50 km/h beschleunigt und anschließend durch Heben des Fußes vom Fahrpedal ausrollen gelassen. Die auftretende Beschleunigung wurde in Abhängigkeit der Zeit gemessen (Messgerät enDAQ Slam Stick) und die Geschwindigkeit anschließend durch Integration berechnet.

**BILD 1** zeigt zwei beispielhafte Messdiagramme eines Tesla Model S (links) und eines Dacia Spring (rechts) jeweils im Standard-Betriebsmodus. Die Beschleunigung ist als blaue Linie auf der linken Achse und die Geschwindigkeit als rote Linie auf der rechten Achse gegen die Zeit aufgetragen. Die Rekuperationsverzögerung tritt als negative Beschleunigung im Diagramm auf. Es ergibt sich über den größten Teil des Ausrollvorgangs (bis zum Erreichen von Geschwindigkeiten unterhalb von rund 10 km/h) eine Rekuperationsverzögerung des Tesla von rund  $1,8 \text{ m/s}^2$  und des Dacia von rund  $0,8 \text{ m/s}^2$  (grün markiert).

Eine Übersicht über die Rekuperationsverzögerungen, die für die sechs Versuchsfahrzeuge in den Versuchsfahrten jeweils im Standard-Betriebs-



**BILD 1:** Diagramme zur Beschleunigung und Verzögerung eines Tesla Model S (links) und Dacia Spring (rechts) bei Vollgas und anschließendem Ausrollen im Standard-Betriebsmodus; dargestellt sind die Beschleunigung (blau, linke Achse) und die Geschwindigkeit (rot, rechte Achse) über die Zeit

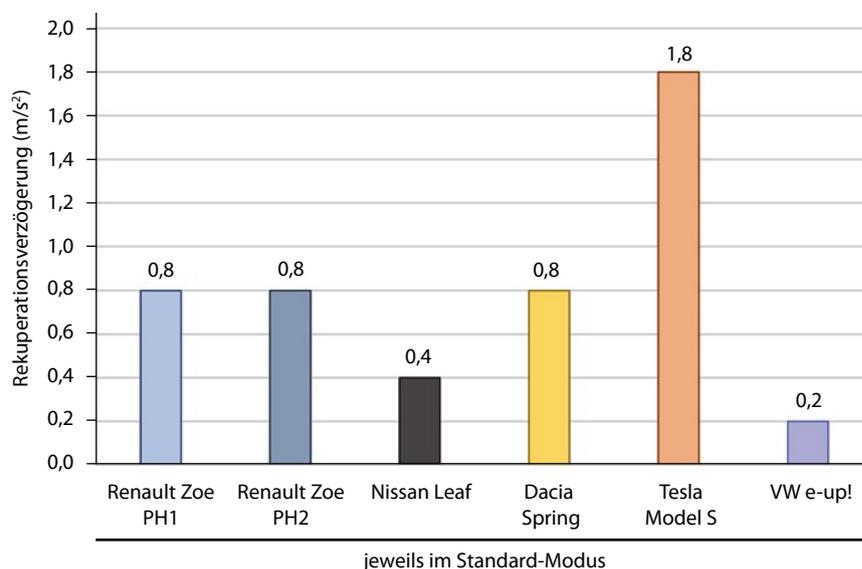
**FIGURE 1:** Diagrams of acceleration and deceleration of a Tesla Model S (left) and Dacia Spring (right) at full throttle and subsequent coasting in standard operating mode; shown are acceleration (blue, left axis) and speed (red, right axis) over time

modus ermittelt wurden, ist in **BILD 2** dargestellt.

Es ergeben sich Werte von rund  $0,8 \text{ m/s}^2$  sowohl für beide Renault-Zoe-Modelle als auch für den Dacia Spring. Darunter ordnen sich der Nissan Leaf mit  $0,4 \text{ m/s}^2$  und der VW e-up! mit  $0,2 \text{ m/s}^2$  ein. Es zeigt sich, dass viele Fahrzeughersteller zumindest bei den Standard-Betriebsmodi ihrer Fahrzeuge eine niedrige bis mittlere Rekuperationsverzögerung wählen. Dahinter kann eine betriebswirtschaftliche Überlegung vermutet werden – Kundinnen und Kunden sollen offenbar intuitiv mit den neuen Elektrofahrzeugen umgehen können.

Das Tesla Model S setzt sich mit einer Rekuperationsverzögerung von  $1,8 \text{ m/s}^2$  von den anderen Fahrzeugen ab. Eine solche Rekuperationsverzögerung ist für den ungeübten Fahrer bereits ungewöhnlich und erfordert eine kurze Eingewöhnungszeit. Möglicherweise wird diese Einstellung gewählt, da die Kunden der Marke Tesla eine abweichende Fahrerfahrung suchen.

Im Mittel erreichen die untersuchten Elektroautos im jeweiligen Standard-Modus eine Rekuperationsverzögerung von  $0,8 \text{ m/s}^2$ . Im Vergleich dazu treten bei konventionellen Fahrzeugen mit



**BILD 2:** Rekuperationsverzögerung beim Lösen des Fahrpedals von sechs batterieelektrisch betriebenen Pkw jeweils im Standard-Betriebsmodus

**FIGURE 2:** Recuperation deceleration when releasing the accelerator pedal of six battery-electric passenger cars, each in standard operating mode

Verbrennungsmotor im Allgemeinen noch etwas niedrigere Verzögerungen beim Lösen des Fahrpedals (sogenannte „Motorbremse“) auf. Beispielsweise gibt Salingré für den konventionell angetriebenen VW up! eine Verzögerung beim Ausrollen von  $0,5 \text{ m/s}^2$  an [3]. In eigenen Messungen wirkt auf einen VW Passat

mit Schaltgetriebe beim Ausrollen im dritten Gang eine mittlere Verzögerung von  $0,5 \text{ m/s}^2$ . Ein Ford B-Max mit Automatikgetriebe erreicht sogar nur rund  $0,2 \text{ m/s}^2$ . Bei einem Audi Q8 lassen sich abhängig vom eingestellten Fahrprofil und der gefahrenen Geschwindigkeit Verzögerungen um rund  $0,5 \text{ m/s}^2$  mes-

sen (im Dynamic-Modus bei Geschwindigkeiten um 50 km/h aber auch bis zu 1,0 m/s<sup>2</sup> zu niedrigeren Geschwindigkeiten abfallend). Auf Grundlage dieser Daten ist nachzuvollziehen, dass Rekuperationsverzögerungen, die über dem mittleren Wert von 0,8 m/s<sup>2</sup> liegen, von Fahrerinnen und Fahrern von Elektroautos im Vergleich zu konventionell angetriebenen Fahrzeugen als hoch wahrgenommen werden.

### 3 Einfluss unterschiedlicher Betriebsmodi

Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen und Wünsche der Fahrerinnen und Fahrer gehen immer mehr Hersteller von Elektroautos dazu über, die Stärke der Rekuperation einstellbar zu gestalten. Beispielsweise gab es beim Renault Zoe PH1 (2013 bis 2019) nur einen Betriebsmodus. Beim Nachfolger Renault Zoe PH2 (ab 2019) wurden dann zwei Betriebsmodi integriert, die als „D-Modus“ (von „drive“) und „B-Modus“ (von „brake“) bezeichnet werden. Der Wählhebel, siehe **BILD 3**, muss zum Umschalten zwischen den beiden Modi jeweils nach unten gezogen werden. In der Mitte und oben befinden sich Leerlauf „N“ (von „neutral“) und Rückwärtsgang „R“ (von „reverse“).

Auch andere Fahrzeughersteller verwenden diese Bezeichnungen, beispielsweise Nissan beim Leaf ZE1. Dieses Fahrzeug weist darüber hinaus noch eine separate Einstelltaste mit der Bezeichnung „E-Pedal“ auf, so dass sich aus D-Modus, B-Modus und E-Pedal an/aus insgesamt vier Betriebsmodi ergeben. Beim VW e-up! lässt sich die Stärke der Rekuperation vom normalen D-Modus in drei weiteren Stufen erhöhen, indem der Wählhebel seitlich bewegt wird. Ein B-Modus existiert ebenfalls. Er wird zusätzlich mit „Rekuperation Stufe 4“ bezeichnet.

Das regenerative Bremssystem des Tesla Model S lässt sich im Fahrzeugmenü (Tesla-typisch im Touch-Display aufzurufen) von „Standard“ auf „niedrig“ umstellen. Der Dacia Spring weist keinen weiteren Betriebsmodus auf.

Die Rekuperationsverzögerung, die beim Lösen des Fahrpedals in den unterschiedlichen Betriebsmodi auftrat, wurde im Zuge der durchgeführten Untersuchung für die zur Verfügung stehenden Fahrzeuge gemessen. In **BILD 4** ist eine Übersicht über die erhaltenen Daten dargestellt.

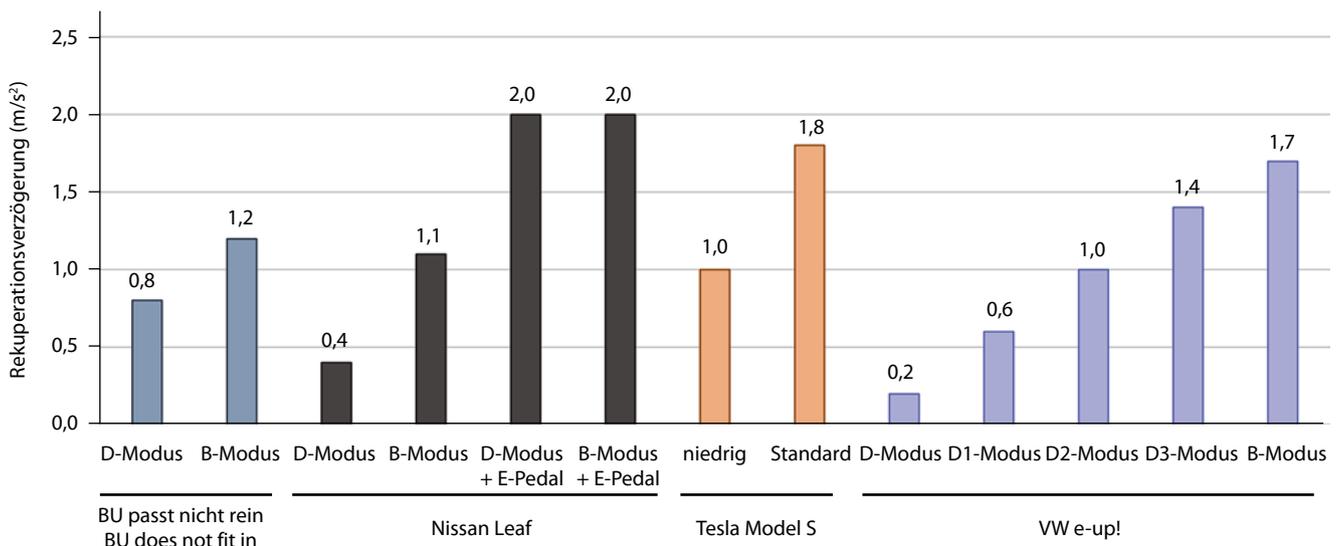
Es ergibt sich, dass die Rekuperationsverzögerung des Renault Zoe PH2 beim Wechsel vom D- zum B-Modus von 0,8 m/s<sup>2</sup> auf 1,2 m/s<sup>2</sup> ansteigt. Diese



**BILD 3:** Betriebsmodi am Wählhebel des Renault Zoe PH2

**FIGURE 3:** Operating modes on the selector lever of the Renault Zoe PH2

Verzögerung nimmt der Fahrer bereits als deutliche Bremsung wahr, sie ist aber nicht ausreichend, um das Fahrzeug beispielsweise an einer Ampel anzuhalten. Ein Abbiegen ohne Betätigung des Bremspedals ist möglich, erfordert aber einen sehr vorausschauenden



**BILD 4:** Rekuperationsverzögerung beim Lösen des Fahrpedals in Abhängigkeit des eingestellten Betriebsmodus von vier batterieelektrisch betriebenen Pkw

**FIGURE 4:** Recuperation deceleration when releasing the accelerator pedal depending on the set operating mode of four battery-electric passenger cars

Fahrstil. Anders ist dies beim Nissan Leaf. Auch dieses Fahrzeug weist einen B-Modus auf, der zu einer Rekuperationsverzögerung von  $1,1 \text{ m/s}^2$  führt und damit mit dem B-Modus des Renault Zoe vergleichbar ist. Zusätzlich existiert hier jedoch noch der Modus „E-Pedal“, in dem eine mittlere Verzögerung von rund  $2,0 \text{ m/s}^2$  auftritt, die erst kurz vor dem Stillstand des Fahrzeugs reduziert wird. Für den Betrieb des Fahrzeugs in diesem Modus war in den Versuchsfahrten aufgrund der ungewohnt hohen Verzögerung eine Eingewöhnungszeit notwendig. Danach konnte der Versuchsfahrer das Fahrzeug jedoch nur mit dem Fahrpedal (ohne Bremspedal) abbremsen und auch anhalten.

Das Tesla Model S, das in seinem Standard-Betriebsmodus eine hohe Rekuperationsverzögerung von  $1,8 \text{ m/s}^2$  aufweist, bietet mit dem Betriebsmodus „niedrig“ eine Verringerung der Verzögerung auf  $1,0 \text{ m/s}^2$ . Auf diese Weise wird sein Verhalten vergleichbar zu dem der anderen Fahrzeuge.

Umgekehrt bietet der VW e-up! mit insgesamt fünf nahezu äquidistanten Rekuperationsstufen Verzögerungen an, die mit bis zu  $1,7 \text{ m/s}^2$  deutlich über seiner Standard-Rekuperationsverzögerung im D-Modus von  $0,2 \text{ m/s}^2$  lie-

gen. Ähnlich zum VW e-up! verhält sich nach Angabe in [3] auch der Seat Mii, der vier Rekuperationsstufen mit Verzögerungen von  $0,5 \text{ m/s}^2$ ,  $0,75 \text{ m/s}^2$ ,  $1,0 \text{ m/s}^2$  und  $1,5 \text{ m/s}^2$  aufweist.

Es zeigt sich insgesamt, dass Fahrzeuge mit geringer Standard-Rekuperationsverzögerung Betriebsmodi mit höherer Verzögerung bieten und umgekehrt. Es findet sich häufig ein Betriebsmodus in einem Fahrzeug, der dem eines anderen Fahrzeugs vergleichbar ist. Es kann jedoch keinesfalls allein aus der Bezeichnung eines Betriebsmodus ein Rückschluss auf die Stärke der Rekuperation und die Verzögerung des Fahrzeugs erfolgen, da diese zwischen den Fahrzeugen unterschiedlicher Hersteller nicht einheitlich sind.

#### 4 Einfluss des ECO-Modus

Viele Elektroautos haben einen zusätzlichen Schalter für einen sogenannten ECO-Modus, siehe beispielsweise BILD 5. Der VW e-up! weist sogar zwei Modi mit den Bezeichnungen „ECO“ und „ECO+“ auf. Der ECO-Modus erhöht die Reichweite des Fahrzeugs durch die Deaktivierung oder Leistungsreduzierung elektrischer Verbraucher (zum Beispiel Heizung und



BILD 5: Taste zur Aktivierung des ECO-Modus im VW e-up! (oben) und Renault Zoe PH1 (unten)

FIGURE 5: Button for activating ECO mode in the VW e-up! (top) and Renault Zoe PH1 (bottom)

Klimaanlage) und die Begrenzung der Motorleistung und der Höchstgeschwindigkeit des Fahrzeugs.

Da eine stärkere Rekuperation ebenfalls der Einsparung von Energie dienen kann, ist es denkbar, dass der ECO-Modus

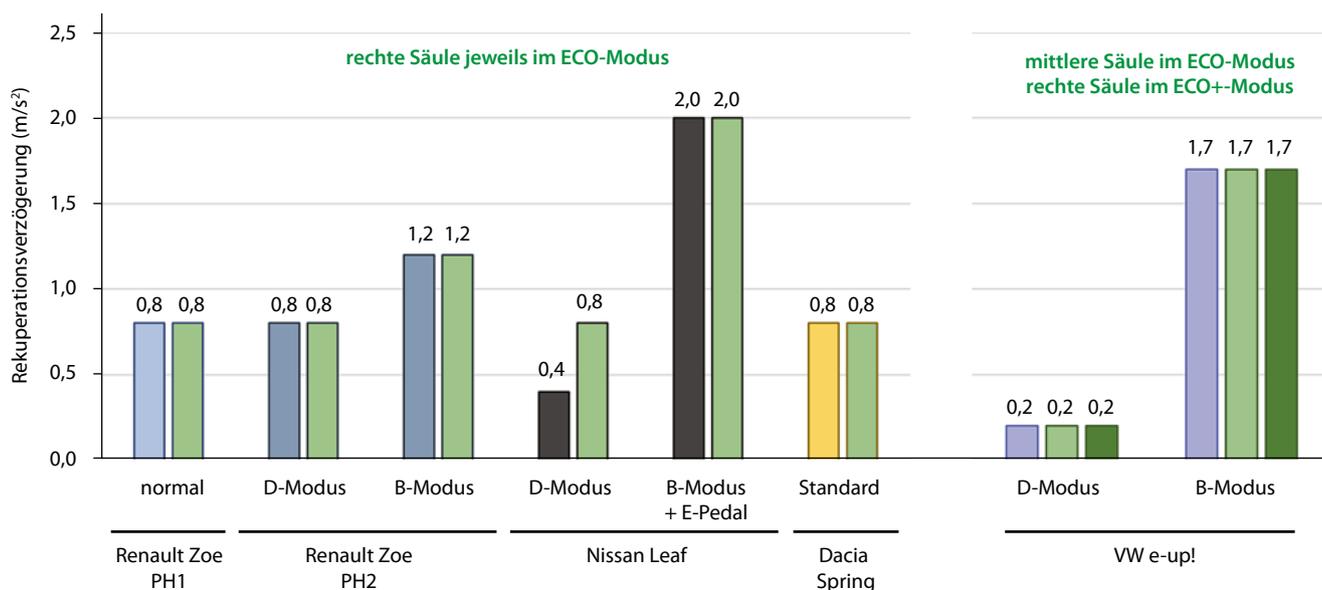


BILD 6: Vergleich der Rekuperationsverzögerung von fünf batterieelektrisch betriebenen Pkw im normalen Betriebsmodus (jeweils linke Säule) und mit aktiviertem ECO-Modus (jeweils rechte Säule, grün)

FIGURE 6: Comparison of the recuperation deceleration of five battery-electric cars in normal operating mode (left column in each case) and with activated ECO mode (right column in each case, green)

das auch die Rekuperationsverzögerung beeinflussen könnte. Wie **BILD 6** zeigt, beeinflusst die Aktivierung des ECO-Modus die Rekuperationsverzögerung beim Ausrollen im Allgemeinen jedoch nicht. Weder beim Renault Zoe PH1 oder PH2 noch beim Dacia Spring tritt eine höhere Rekuperationsverzögerung im ECO-Modus auf. Beim VW e-up! wird sowohl im ECO-Modus als auch im ECO+-Modus die gleiche Verzögerung erreicht wie im jeweiligen Betriebsmodus ohne ECO-Modus. Eine Ausnahme stellt der Nissan Leaf im D-Modus dar, dessen Rekuperationsverzögerung sich von  $0,4 \text{ m/s}^2$  auf  $0,8 \text{ m/s}^2$  erhöht. Im B-Modus mit E-Pedal-Modus ist wiederum kein Unterschied festzustellen.

### 5 Einfluss der Betriebstemperatur

Einen Einfluss auf die Rekuperationsverzögerung übt auch die Betriebstemperatur des Fahrzeugs aus. **BILD 7** dokumentiert dies am Beispiel zweier Messdiagramme des Tesla Model S. Das linke Diagramm zeigt die Beschleunigung und anschließende überwiegend konstante Rekuperationsverzögerung von rund  $1,8 \text{ m/s}^2$ , die mit einem optimal temperierten („warm gefahrenen“) Fahrzeug erreicht wird. Im rechten Dia-

gramm ist der Verlauf der Beschleunigung und der Rekuperationsverzögerung dargestellt, der direkt nach Abfahrt (mit „kaltem“ Fahrzeug) erreicht wird. Es ist eine im Vergleich zum linken Diagramm weniger konstante und im Mittel niedrigere Rekuperationsverzögerung festzustellen. Das Fahrzeug weist im Display mit einer gelb gestrichelten Linie darauf hin, dass die Rekuperation eingeschränkt ist (rechts im Diagramm eingeblendet).

### 6 Einfluss des Ladezustands

Die Rekuperationsverzögerung ist auch vom Ladezustand des Fahrzeugs abhängig. Dies liegt darin begründet, dass der Ladestrom umso mehr zu begrenzen ist, je stärker die Traktionsbatterie gefüllt ist. Bei einem Ladezustand nahe 100% sind entsprechend niedrigere Rekuperationsverzögerungen zu erwarten. Auch hierauf weisen einige der Fahrzeuge bei Bedarf im Display hin. Daher wurden die oben beschriebenen Versuchsfahrten stets mit teilweise entladener Batterie durchgeführt.

### 7 Endgeschwindigkeit

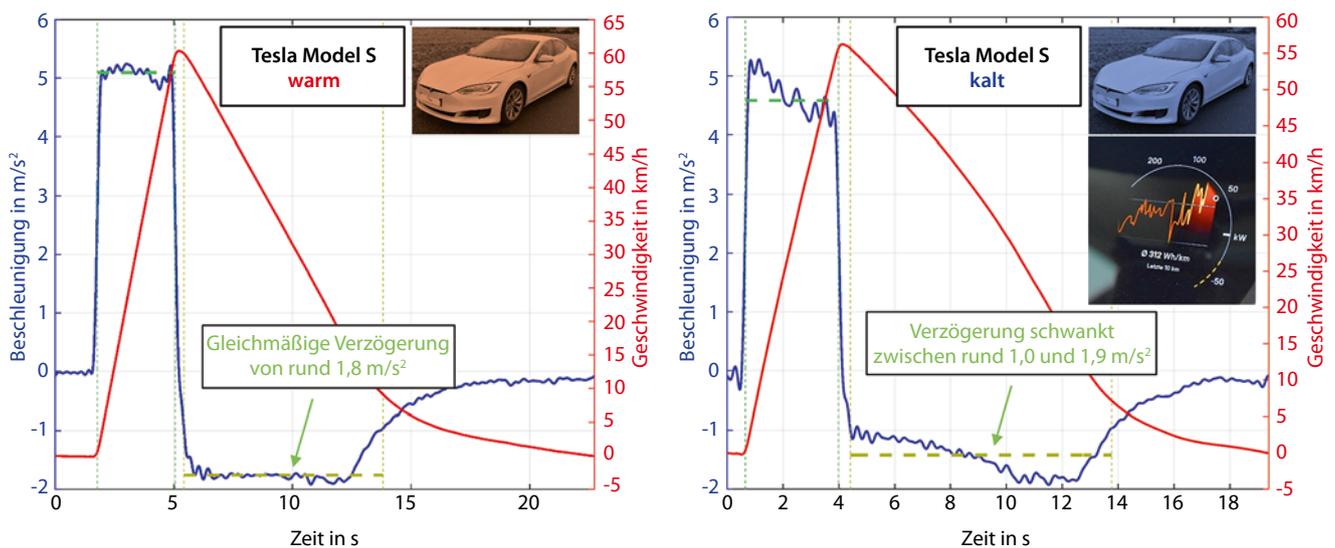
Im Zuge der Versuchsfahrten konnte ergänzend festgestellt werden, ob die

verwendeten Fahrzeuge beim Ausrollen in den unterschiedlichen Betriebsmodi bis zum Stillstand verzögern oder mit geringer Restgeschwindigkeit weiterrollen. So dokumentiert beispielsweise Bild 1, dass das Tesla Model S im Standard-Betriebsmodus bis zum Stillstand ausrollt, während der Dacia Spring eine Endgeschwindigkeit von rund  $5 \text{ km/h}$  erreicht.

Da Informationen über die Endgeschwindigkeit eines rollenden Fahrzeugs zum Beispiel in Fällen mit bewusstlosen Fahrzeugführern von Bedeutung für die Unfallrekonstruktion sein können, fasst **BILD 8** die Ergebnisse der Messreihe für alle untersuchten Fahrzeuge zusammen.

Es zeigt sich, dass Renault Zoe PH1 und PH2, Nissan Leaf und Dacia Spring im D-Modus und (sofern vorhanden) im B-Modus bis zu einer Geschwindigkeit von rund  $5 \text{ km/h}$  ausrollen. Tesla Model S und VW e-up! rollen dagegen unabhängig von der eingestellten Stärke der Rekuperation bis zum Stillstand aus. Allerdings weist das Tesla Model S einen sogenannten „Kriechmodus“ auf, der sich im Menü aktivieren lässt.

Mit diesem rollte das Fahrzeug beim Loslassen des Bremspedals an und beim Ausrollen erreicht es eine End-



**BILD 7:** Diagramme zur Beschleunigung und Verzögerung eines Tesla Model S im optimal temperierten Betrieb („warm“, links) sowie direkt nach Abfahrt („kalt“, rechts) jeweils im Standard-Betriebsmodus; dargestellt sind die Beschleunigung (blau, linke Achse) und die Geschwindigkeit (rot, rechte Achse) über die Zeit

**FIGURE 7:** Diagrams of the acceleration and deceleration of a Tesla Model S in optimally tempered operation (warm, left) as well as directly after departure (cold, right), each in standard operating mode; shown are the acceleration (blue, left axis) and the speed (red, right axis) over time

Fahrzeug	Fahrmodus	Verzögerung bis ...
Renault Zoe PH1	normal	ca. 5 km/h
Renault Zoe PH2	D-Modus	ca. 5 km/h
	B-Modus	ca. 5 km/h
Nissan Leaf	D-Modus	ca. 5 km/h
	B-Modus	ca. 5 km/h
	D-Modus + E-Pedal	Stillstand
	B-Modus + E-Pedal	Stillstand
Dacia Spring	normal	ca. 5 km/h
Tesla Model S	niedrig	Stillstand
	normal	Stillstand
	niedrig + Kriechmodus	ca. 5 km/h
	normal + Kriechmodus	ca. 5 km/h
VW e-up!	D- bis D3-Modus	Stillstand
	B-Modus	Stillstand

**BILD 8:** Ausrollen der sechs Versuchsfahrzeuge bis zum Stillstand (rot) oder bis auf geringe Restgeschwindigkeit (blau) in Abhängigkeit des gewählten Betriebsmodus

**FIGURE 8:** Coasting of the six test vehicles to a standstill (red) or to low residual speed (blue) depending on the selected operating mode

geschwindigkeit von rund 5 km/h. Der Nissan Leaf verzögert nur bei Nutzung des „E-Pedal“-Modus bis zum Stillstand, was für einen Betrieb im Sinne eines „One-Pedal-Driving“ notwendig und sinnvoll ist.

## 8 Zusammenfassung

Batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge können ihren Elektromotor als Generator nutzen, um eine Verzögerung unter gleichzeitiger Rückspeisung von Energie in die Traktionsbatterie zu erreichen. Die Stärke dieses als „Rekuperation“ bezeichneten Vorgangs kann

in neueren Fahrzeugmodellen häufig von der Fahrerin beziehungsweise dem Fahrer durch Wahl eines entsprechenden Betriebsmodus beeinflusst werden.

Die Rekuperationsverzögerung, die beim Lösen des Fahrpedals auf das Fahrzeug wirkt, ist abhängig vom verwendeten Fahrzeug. Sie variiert im Standard-Betriebsmodus zwischen  $0,2 \text{ m/s}^2$  (VW e-up!) und  $1,8 \text{ m/s}^2$  (Tesla Model S). Im Mittel werden bei den untersuchten Fahrzeugen Rekuperationsverzögerungen von  $0,8 \text{ m/s}^2$  erreicht.

Abhängig vom eingestellten Betriebsmodus (zum Beispiel D-Modus, B-Modus, E-Pedal-Modus, niedrige oder

Standard-Rekuperation) treten in den Versuchsfahrzeugen Rekuperationsverzögerungen zwischen  $0,2$  und  $2,0 \text{ m/s}^2$  auf. Fahrzeuge mit niedrigerer Standard-Rekuperation weisen meist Betriebsmodi mit höherer Rekuperation auf und umgekehrt.

Trotz teilweise gleicher Bezeichnung der Betriebsmodi tritt bei den Fahrzeugen unterschiedlicher Hersteller keine identische Rekuperationsverzögerung auf. Wird ein Betriebsmodus mit höherer Rekuperationsverzögerung gewählt, so kann diese deutlich über der Verzögerung liegen, die bei einem konventionellen Fahrzeug mit Verbrennungsmotor beim Ausrollen erreicht wird (ungefähr  $0,5 \text{ m/s}^2$  abhängig von Fahrzeug und Betriebsmodus).

Die Rekuperationsverzögerung ist außerdem von der Temperatur und dem Ladezustand des Fahrzeugs abhängig. Die Verwendung des ECO-Modus wirkt sich dagegen meist nicht auf die Rekuperationsverzögerung eines Fahrzeugs aus.

Ob ein Fahrzeug beim Lösen des Fahrpedals bis zum Stillstand oder bis auf eine geringe Restgeschwindigkeit von rund 5 km/h ausrollt, ist ebenfalls vom Fahrzeugtyp und dem eingestellten Betriebsmodus abhängig.

## Literaturhinweise

- [1] Steffen Rieger, „Bremsen ohne Bremse – Die Verzögerung von E-Autos durch Rekuperation“, UREKO-Spiegel, Ausgabe 21/2021.
- [2] Steffen Rieger, „Untersuchungen zur Rekuperationsverzögerung von Elektroautos“, 11. Sachverständigen-seminar, CTS, Münster, 01.09.2022.
- [3] Michael Salingré, „Rekuperationsverhalten von Elektrofahrzeugen“, VKU 09/2022, 304–310.

### *Investigations into the recuperation deceleration of electric cars*

*Battery electric vehicles feed energy back into the traction battery when the accelerator pedal is released. The deceleration that affects a vehicle in this process depends on the vehicle model and is also influenced by the selected operating mode (D mode, B mode, etc.) as well as the temperature and state of charge. Using ECO mode, on the other hand, usually has no effect on the recuperation deceleration.*

### \* Autor

*Dr. rer. nat. Steffen Rieger ist Sachverständiger für die Rekonstruktion von Straßenverkehrsunfällen im Ingenieurbüro Schimmelpfennig und Becke in Münster.* ::