



BATTERY DIAGNOSTICS

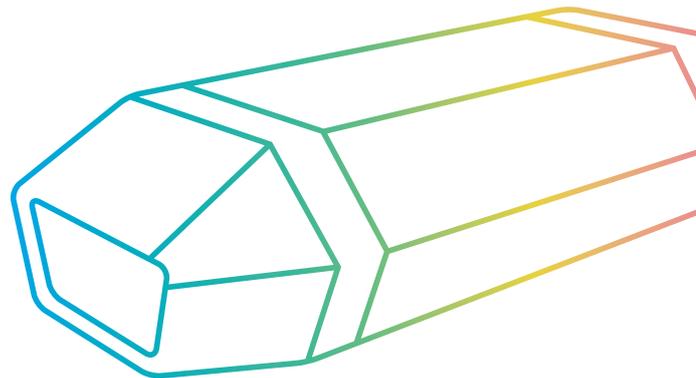


AVILOO
WHITEPAPER

LES DÉFAUTS DE BATTERIE

Pourquoi est-il important de détecter
les défauts d'une batterie ?

Sur des dizaines de milliers de tests, AVILOO a enregistré en moyenne 1 à 2 défauts de batterie pour 100 tests. Les défauts de batterie peuvent se présenter sous différentes formes et peuvent affecter de manière significative les performances et la sécurité d'un véhicule électrique.



POURQUOI EST-IL IMPORTANT DE DÉTECTER LES DÉFAUTS D'UNE BATTERIE ?

Détecter et localiser les défauts des batteries des véhicules électriques (EV) est d'une grande importance pour les propriétaires, les revendeurs et les concessionnaires pour deux raisons principales. La sécurité d'abord : une batterie défectueuse peut conduire à des situations dangereuses telles que la surchauffe, qui pourrait éventuellement conduire à un incendie ou à une perte soudaine de puissance en conduisant et à un arrêt inattendu. La détection précoce des défauts de la batterie peut aider à prévenir de telles situations.

Sans même parler de menace directe pour la sécurité, les défauts de la batterie peuvent entraîner des complications considérables : de nombreux fabricants de véhicules électriques promettent des garanties étendues qui couvrent les réparations ou les remplacements de la batterie sous certaines conditions. Cependant, celles-ci ne sont souvent pas transparentes pour les consommateurs et il est difficile d'évaluer si un cas de garantie existe ou non. Signaler et documenter les défauts à un stade précoce est la meilleure stratégie pour faire valoir ses droits pendant la période de garantie, ce qui peut permettre d'économiser des coûts considérables pour la réparation ou le remplacement de la batterie.

Parmi des dizaines de milliers de tests, AVILOO a enregistré en moyenne 1 à 2 défauts de batterie pour 100 tests (Figure 1).

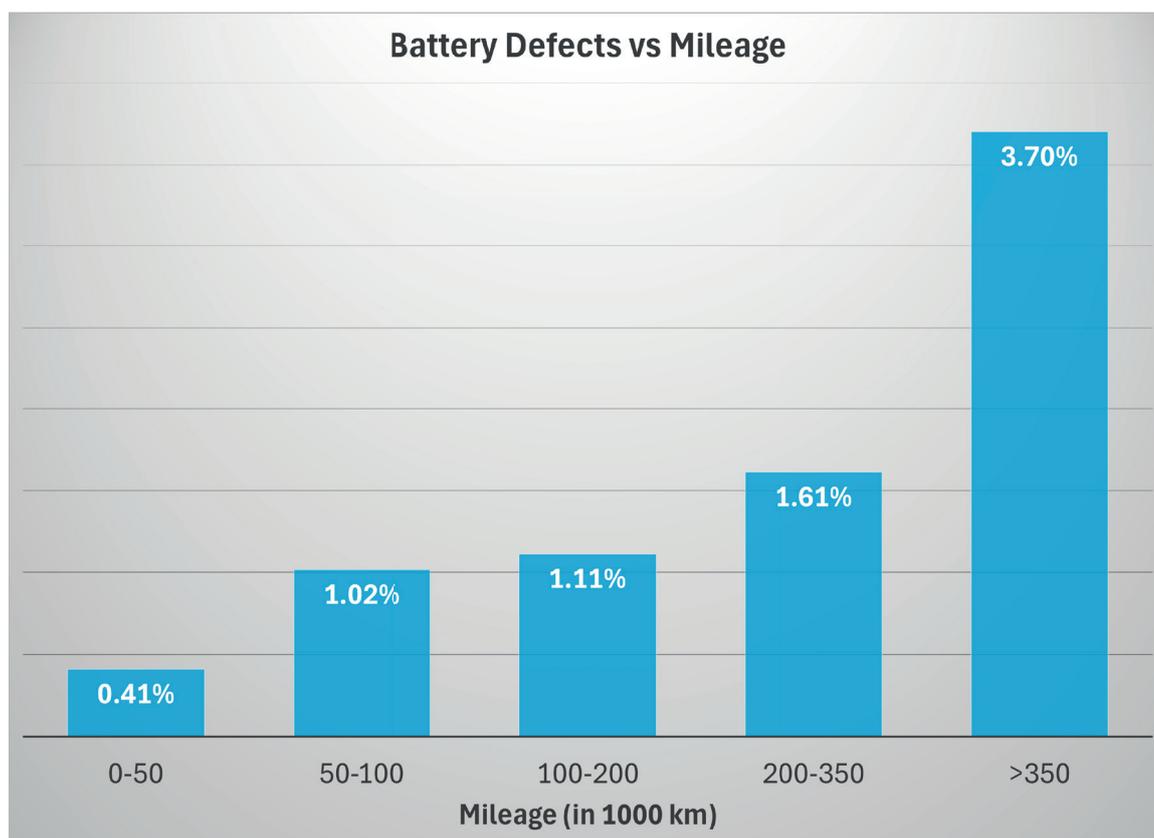


Figure 1

QUELS SONT LES TYPES DE DÉFAUTS DE BATTERIE ?

Les défauts de batterie peuvent se présenter sous différentes formes et peuvent affecter de manière significative les performances et la sécurité d'un véhicule électrique. Des problèmes dans le système de gestion de la batterie (BMS) peuvent avoir pour conséquence un contrôle et une surveillance peu optimaux de la batterie, ce qui, dans des cas extrêmes, peut conduire à une surcharge ou à une décharge profonde. L'augmentation de la résistance interne des cellules individuelles peut réduire l'efficacité de la batterie et augmenter les temps de charge et de décharge, ce qui limite à son tour l'autonomie du véhicule. En outre, le vieillissement de la batterie joue un rôle décisif, car sa capacité et ses performances diminuent avec le temps, ce qui entraîne une réduction de l'autonomie et une plus grande probabilité à l'apparition d'autres défauts. Tous ces facteurs réunis peuvent avoir un impact significatif sur la fiabilité et la sécurité d'un véhicule électrique. Dans ce qui suit, nous examinons de plus près quatre types de défauts de batterie différents :

→ Problèmes dans le BMS

Le système de gestion de la batterie (BMS) est essentiel pour la performance, la sécurité et la durée de vie de la batterie. Il contrôle en permanence la tension, la température et l'état de charge de chaque cellule et effectue également l'équilibrage des cellules. Le BMS contrôle le processus de charge et de décharge pour éviter les surcharges et les décharges profondes, et protège la batterie contre les surintensités, les surtempératures et les courts-circuits. Il calcule l'état de charge (SoC) et l'état de santé (SoH) pour assurer un suivi précis des conditions. Cependant, des erreurs peuvent se produire à la fois lors de la mesure et lors du calcul. Dans de rares cas, cela peut conduire à ce que les mauvaises cellules soient chargées ou déchargées lors de l'équilibrage, ce qui entraîne un déséquilibre dans les tensions des cellules. Cela peut parfois entraîner une perte massive d'énergie extractible. Il est néanmoins possible d'y remédier en recalibrant le BMS.

→ Augmentation de la résistance interne de cellules

Naturellement, toutes les cellules d'une batterie ont une certaine résistance interne. Elle provoque une perte d'énergie pendant la charge et la décharge et influence la rapidité avec laquelle la batterie peut être chargée ou déchargée. Même lorsqu'elle est neuve, cette résistance interne varie légèrement (variation de série). Cette dispersion initiale a souvent tendance à s'accroître au fil du vieillissement. L'augmentation de la résistance interne des cellules individuelles peut avoir un impact significatif sur les performances et l'efficacité globale d'un véhicule électrique. Lors de la recharge rapide, cela conduit à une tension excessive et à une réduction de la puissance de charge. Lors d'une conduite plus intensive (par exemple en montagne, en cas de dépassement ou dans le cas d'une conduite agressive), l'augmentation de la résistance interne entraîne à son tour des chutes de tension, ce qui peut conduire à une réduction des performances ou, dans des cas extrêmes, à un arrêt soudain du véhicule.

→ Vieillesse

La dégradation (diminution de la capacité de la batterie) au cours de la durée de vie d'une batterie est inévitable, mais elle varie considérablement d'un modèle de voiture à l'autre. Par exemple, certains modèles de voitures sont très susceptibles d'avoir une autonomie d'environ 85 % de leur état neuf après 100 000 km, alors que cette valeur peut se situer n'importe où entre 70 % et 95 % pour d'autres modèles de voitures avec le même kilométrage (Figure 2). Les batteries des véhicules électriques sont généralement décrites comme « défectueuses » lorsque leur capacité atteint 70 % de leur valeur état neuf. Ici aussi, les cellules d'une batterie vieillissent différemment, les cellules déjà faibles ayant tendance à s'affaiblir encore plus avec le temps. Comme l'état de santé global est déterminé par l'état de santé de la cellule la plus faible, dans de nombreux véhicules, le remplacement d'un module peut conduire à une amélioration significative de l'ensemble de la batterie si le diagnostic approprié est effectué.

→ Déformation mécanique

Il ne faut pas oublier que les particules se déplacent d'une électrode à l'autre à chaque fois que la batterie est chargée ou déchargée. En fonction de la conception, cela peut entraîner un changement de forme de la batterie, qui est en grande partie réversible, mais qui peut aussi devenir permanent après de nombreux cycles ou en raison de défauts (« gonflement »). De plus, des influences externes telles que des accidents peuvent entraîner une déformation mécanique. Dans ce cas, un expert doit être consulté, en plus du test de la batterie afin d'être en mesure d'évaluer le risque potentiel de déformation, en inspectant la batterie de l'extérieur.

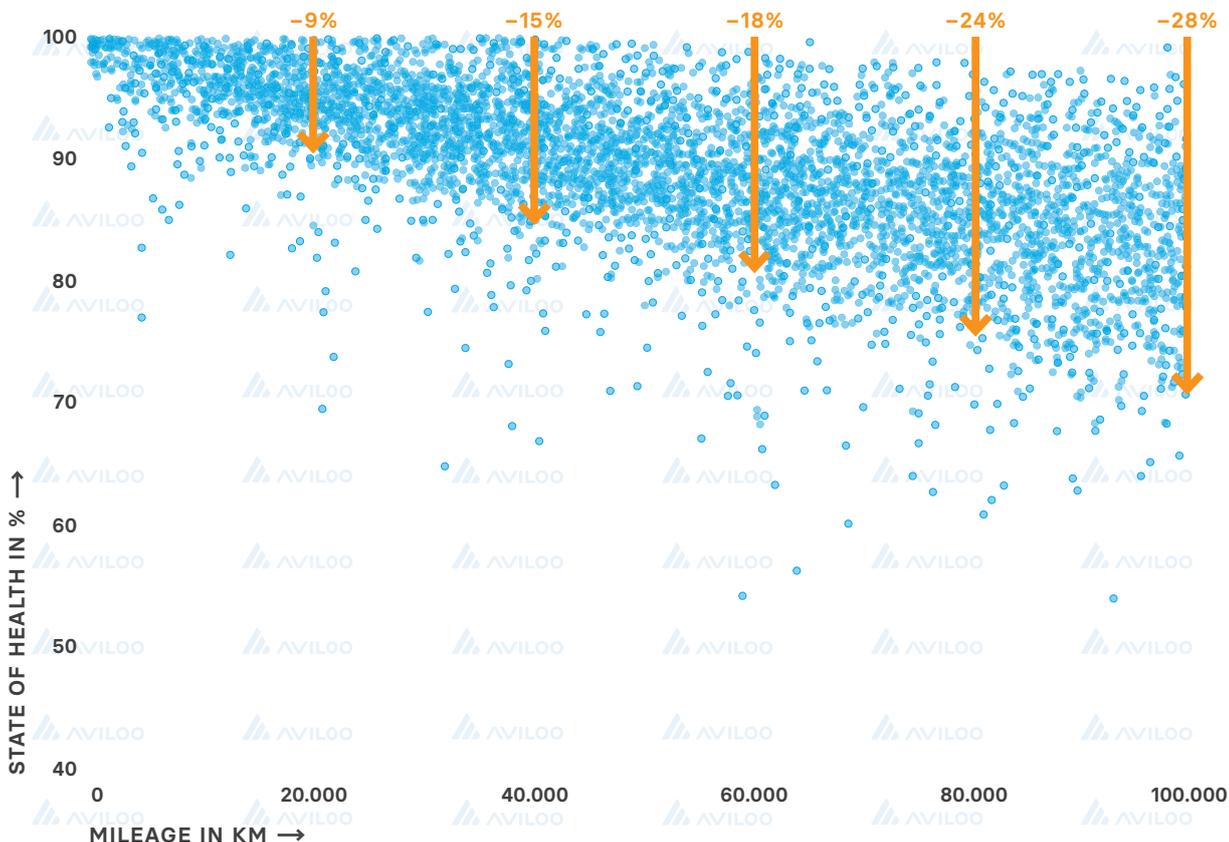


Figure 2

IMPORTANTES DIFFÉRENCES : PHEV VS BEV

Lorsqu'il s'agit d'analyse de batterie, il est important de faire la différence entre un véhicule entièrement électrique (véhicule électrique à batterie, BEV) et un hybride-rechargeable (PHEV). La différence fondamentale réside dans la taille relative de la batterie par rapport à la taille, au poids et à la puissance du véhicule. Un autre facteur de variation dans la comparaison entre les BEV et les PHEV est le comportement d'utilisation d'un véhicule hybride-rechargeable - à savoir la fréquence d'utilisation du mode de conduite purement électrique.

INCENDIES DE VÉHICULES ÉLECTRIQUES

En principe, la probabilité d'un incendie est très faible. Généralement, un « emballement thermique », c'est-à-dire une surchauffe d'une cellule hors de contrôle, se produit avant qu'une batterie ne prenne feu. Cela peut être causé par différents déclencheurs, tels que des courts-circuits, des surcharges et des surcharges thermiques. Les courts-circuits peuvent être causés par des dommages mécaniques (par exemple, une cellule percée par une pointe de métal), des défauts de fabrication et des processus chimiques (par exemple, la formation de dendrites). Une surcharge thermique peut se produire en cas d'absence ou de dommages du système de refroidissement ou sous une contrainte extrême à des températures ambiantes élevées. Au cours de cet « emballement thermique », les composants de la cellule commencent à se décomposer de manière exothermique, c'est-à-dire que de plus en plus de chaleur est générée. Dès que la chaleur ne peut plus être dissipée, la pression dans la cellule dépasse la limite de charge et un « dégazage » se produit. L'électrolyte vaporisé s'échappe et si la température dépasse son point d'auto-inflammation, il peut s'enflammer. Cependant, dans la réalité, les batteries sont très bien protégées contre un tel « emballement thermique ». Le système de gestion de la batterie (BMS) protège de manière fiable la batterie contre les surcharges et les surcharges thermiques (par ex. réduction des performances lors d'une charge rapide). Grâce à des contrôles finaux très précis lors de la production, le taux de défauts est faible, et des renforts structurels appropriés garantissent une batterie si bien protégée, que même en cas d'accident, il n'y ait aucun risque de dommages mécaniques. A noter

que plus les batteries et leurs unités de contrôle vieillissent, plus il est important de les contrôler régulièrement.

CONSEILS POUR RÉDUIRE LE RISQUE DE DÉFAUTS DE BATTERIE

- **Style de conduite modéré** : même si les véhicules électriques permettent un style de conduite très sportif, cela ne favorise pas la longévité et le fonctionnement sûr à long terme de la batterie. Une forte accélération implique des courants élevés, ce qui entraîne à son tour des pertes et une usure, via la résistance interne de la batterie. Un style de conduite modéré aide à économiser de l'énergie et à minimiser le risque de cellules défectueuses.
- **Recharge correcte** : si la batterie est entièrement rechargée ou déchargée très souvent, elle atteint sa limite de charge électrique à chaque fois, car les électrons sont déposés sur une électrode et les ions sur l'autre. Cela peut provoquer une instabilité à l'intérieur de la cellule et éventuellement des dysfonctionnements de cette cellule à long terme. Quand la pleine autonomie du véhicule n'est pas nécessaire, il est donc conseillé de charger la batterie plus souvent avec des niveaux de charge plus petits, plutôt qu'avec quelques charges complètes. En dehors de cela, les niveaux de charge élevés sur de longues périodes accélèrent le vieillissement de la batterie. Par conséquent, si la voiture reste garée pendant une longue période, il est préférable de la laisser dans un état de charge plutôt faible, surtout par temps chaud. La puissance de charge a également une influence. Évitez d'utiliser la charge rapide trop souvent, car cela sollicite également beaucoup la batterie.
- **Préconditionnement** : utilisez un préconditionnement adéquat pour préparer la batterie au processus de charge. Si le véhicule est connecté à la borne de recharge pendant le préconditionnement, l'électricité est utilisée directement à partir de la prise sans avoir à faire un détour par la batterie. De cette manière, vous évitez des cycles supplémentaires et réduisez la charge sur la batterie. Le préconditionnement joue également un rôle important dans la recharge rapide. Les véhicules modernes sont équipés d'une fonction

de préconditionnement automatique qui est activée lorsqu'une station de recharge est affichée dans le système de navigation. Cela permet à la batterie d'être préchauffée avant le processus de charge lui-même. Cela permet non seulement d'effectuer une charge en douceur, mais aussi d'accélérer le processus de recharge. L'utilisation du préconditionnement est particulièrement importante en hiver, car la recharge à des températures froides impose une contrainte particulière à la batterie.

→ **Test régulier** : le test régulier vous permet de déterminer si votre véhicule est utilisé efficacement et avec soin. Des anomalies dans les performances de la batterie peuvent indiquer des défauts potentiels. En particulier sous des températures ou des contraintes extrêmes, par exemple lors d'hivers glaciaux, de telles anomalies peuvent impacter le comportement du véhicule et même poser des risques pour les utilisateurs de véhicules électriques. Les deux tests AVILOO (PREMIUM et FLASH) peuvent offrir une analyse complète jusqu'au niveau de chaque cellule.

COMMENT AVILOO PEUT-IL VOUS AIDER AVEC LES DÉFAUTS DE BATTERIE ?

Les diagnostics de batterie AVILOO détectent et affichent les anomalies, dont la plupart ne déclenchent pas de codes d'erreur via le BMS. AVILOO accompagne souvent les ateliers non seulement pour le dépannage, mais aussi pour la recherche de pannes. Les ateliers agréés apprécient le fait que les diagnostics AVILOO ne révèlent pas seulement la panne, mais fournissent également des informations cruciales sur la manière de trouver la cause, et cela, sans retirer une seule vis. Seul le cache permettant d'accéder au port OBD 2 peut nécessiter d'être retiré. Si nécessaire, une expertise peut également être préparée par AVILOO.

FLASH Test : selon les besoins, même plusieurs fois par an, pour détecter une variété d'anomalies de cellules dans la batterie

Le FLASH Test AVILOO, actuellement le test de batterie détaillé le plus rapide du marché, permet de tester de nombreux véhicules dans un laps de temps très court. En seulement trois minutes, le test fournit une analyse de l'état de la batterie et présente les résultats sous forme de valeurs numériques dans le rapport AVILOO indépendant. Avec le FLASH Test, les défauts de la batterie peuvent être détectés jusqu'au niveau de chaque cellule, ce qui est inestimable pour le marketing d'une voiture d'occasion et pour la transparence lors de la revente. Sa qualité exceptionnelle a été confirmée par l'Association européenne du remarketing (CARA). Le test affiche d'éventuels « signaux d'alarme » sur l'état de la batterie après les 3 minutes de test (Figures 3 et 4).

PREMIUM Test : une fois par an, pour vérifier minutieusement la batterie

Le PREMIUM Test AVILOO permet une analyse complète de la batterie, la batterie étant mesurée en détail sur une plus longue période de temps. Cela signifie que beaucoup plus de données sont disponibles. Lors du PREMIUM Test, le dynamisme est utilisé pour analyser la résistance interne jusqu'au niveau des cellules. Ce test a obtenu la certification TÜV.

L'analyse au niveau de chaque cellule est d'une importance cruciale pour les diagnostics de batterie, car la performance globale dépend du lien le plus faible de la chaîne. Cela signifie que les défauts ou le vieillissement inégal des cellules individuelles entraînent une réduction significative de la performance de l'ensemble de la batterie. Le PREMIUM Test et le FLASH Test d'AVILOO incluent tous les deux, parmi d'autres catégories, des analyses détaillées jusqu'au niveau de chaque cellule et détectent les défauts de la batterie de manière très efficace.

INDEPENDENT BATTERY CERTIFICATE

CERTIFICATE NUMBER: AV-IL-00/KLMO/24/230



VEHICLE BRAND: Volkswagen MODEL: Polestar Modell2 Long Range Dual Motor Performance - 78 kWh	MILEAGE: 40.100 km VIN: WVVZXXXXXXXXXX DATE AND TIME: 07.08.2023, 15:59:54	EXECUTED BY: Uudenkaupungin huolto-keskus Oy / Uudenkaupungin TB-huolto Oy TESTER: Maximilian Mustermann
---	--	---

STATE OF HEALTH

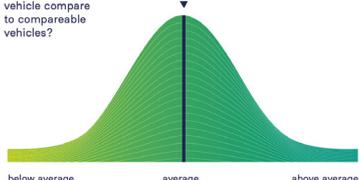
94,5%

ENERGY 34,6kWh | 45,9kWh

WLTP RANGE 340km | 380km

BENCHMARKING

How does your vehicle compare to comparable vehicles?



below average average above average

BATTERY CHECKS

- Battery Management System
- Battery Sensor
- Battery Pack Parameters
- Battery Cell Voltages
- Vehicle Communication



SCAN FOR DETAILS

BATTERY STATUS: GOOD AND NO ABNORMALITIES DETECTED

Based on the detailed battery diagnostics performed with AVILOO FLASH Test, we hereby certify that the drive battery of this vehicle is in **good condition**.

The drive battery is therefore officially AVILOO certified.



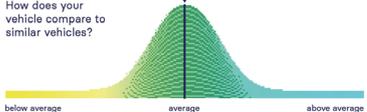
Dr. Marcus Berger, CEO

EVALUATION

Usable 34,6kWh | 45,9kWh

Personal 340km | 380km

USAGE RATING



Charging 51% | 49%

Normal | Fast

Value	Status
BMS State of Charge (SoC)*:	50%
SoC calculation accuracy:	✓
BMS State of Health (SoH)*:	90%
SoH calculation accuracy:	✓
DTC Error Codes* active:	0
Isolation Resistance:	50MΩ

MEASUREMENTS	Min	Max	Delta	Status
Battery Temperature:	23°C	25°C	2°C	✓
Cell Voltage:	4,115V	4,123V	8mV	✓
Pack Voltage:	340.4V			
Average Current:	-4.0A			

EXECUTION PROTOCOL

- AVILOO Box connected 15:59:54
- FLASH Test started
- Fahrzeug erkannt
- Starting data acquisition
- Finished data acquisition
- Analyzing data
- Analysis completed

CELL VOLTAGES DIAGRAM

	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	101-110	111-120	121-130	131-140	141-150	151-160	161-170	171-180	181-190	191-198
1	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
2	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
3	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
4	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
5	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
6	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
7	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
8	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
9	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115
10	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115	4,115

Based on the measured cell voltage deviation the SoH of 94,5% is temporarily reduced to 92%. To resolve this issue please charge the car up to 100% and let it in this state for several hours.

MESSAGES

- The state of charge calculated by the BMS differs significantly. This may result in a reduced range or the vehicle stopping before reaching 0% charge. Try to recalibrate the BMS with a full charge cycle and contact AVILOO Customer Support if you need assistance.
- The state of charge calculated by the BMS differs significantly. This may result in a reduced range or the vehicle stopping before reaching 0% charge. Try to recalibrate the BMS with a full charge cycle and contact AVILOO Customer Support if you need assistance.
- The state of charge calculated by the BMS differs significantly. This may result in a reduced range or the vehicle stopping before reaching 0% charge. Try to recalibrate the BMS with a full charge cycle and contact AVILOO Customer Support if you need assistance.

* The SoH shown here was not calculated by AVILOO but corresponds to the SoH read out from the battery management system and calculated by the manufacturer. AVILOO therefore does not guarantee the correctness of this SoH.

DISCLAIMER: The test result includes the currently calculated state of health (SoH) of the drive battery. The determination is based on data provided by the vehicle. These are evaluated by AVILOO's algorithm using statistical and analytical models. Manipulation of the data in the control unit leads to an incorrect result. The indicated SoH has a technically induced fluctuation range (deviation) of no more than 3% in at least 95% of reference measurements. It should be noted that this tolerance applies to the SoH determination at the cell level and not to the SoH of the entire battery. This is because the state of charge of individual cells may vary, which can negatively affect the current SoH of the battery. However, this can be compensated by the Battery Management System (BMS) or during a calibration. The result reflects the condition of the battery at the time of the test. No conclusions can be drawn about the future state of health of the battery from this. Statements about mechanical damage or external influences are not part of this diagnosis.

AVILOO GmbH | IZ NÖ-Süd, Straße 16, Objekt 69/5 | 2355 Wiener Neudorf | Austria | business.info@aviloo.com

Figures 3 et 4



BATTERY DIAGNOSTICS



AVILOO GmbH
IZ NÖ-Süd, Straße 16,
Objekt 69/5 2355
Wiener Neudorf, Österreich
+33 3 75 90 00 61
+32 2 253 28 34
business.info@aviloo.com

© Copyright 2025
Tous les contenus, en particulier les textes, les photographies
et les graphiques, sont protégés par le droit d'auteur. Tous
droits réservés, y compris de reproduction, de publication,
d'édition et de traduction, AVILOO Battery Diagnostics GmbH.

WPBDfr2504