

Batteries lithium-ion

Les moteurs électriques à batterie ont le vent en poupe

Suite à la pression politique pour renoncer aux combustibles fossiles et atteindre les objectifs de réduction du CO₂ fixés par l'accord de Paris sur le climat, plusieurs pays ont déjà élaboré des scénarios de sortie progressive des combustibles fossiles.

L'essentiel en bref

- La pression politique augmente pour sortir progressivement des combustibles fossiles et atteindre les objectifs de réduction du CO₂ fixés par l'accord de Paris sur le climat.
- La batterie s'est déjà imposée dans le domaine des outils fonctionnant à l'électricité.
- Pour les véhicules de travail tels que les chariots élévateurs, les valets de ferme et les appareils communaux, l'entraînement électrique est utilisé depuis longtemps.
- Dans le cas des véhicules utilitaires tels que les tracteurs, les camions et les machines de chantier à usage prolongé, l'utilisation de la batterie devient plus difficile. La propulsion à l'hydrogène pourrait alors offrir une alternative.
- La branche de la technique agricole et des appareils à moteurs a une grande responsabilité en matière de stockage, de recyclage et d'élimination des appareils électriques, piles et batteries afin de prévenir les accidents.

Pour ce nouvel avenir «vert», des formes alternatives de propulsion sont nécessaires. L'une d'entre elles est le moteur électrique, alimenté par une batterie lithium-ion. L'entraînement est assuré par un moteur électrique et une batterie, et occupe une position de pointe avec un rendement de 73% sur l'ensemble de la chaîne énergétique. L'hydrogène, avec un rendement de 22%, et les carburants synthétiques, 13%, n'arrivent plus à suivre.

La propulsion électrique présente un inconvénient majeur en termes de densité énergétique, car l'électricité ne peut pas être stockée en grande quantité. Comme la densité énergétique

fait défaut ici, la charge (le remplissage) prend également plus de temps qu'avec la propulsion fossile classique. L'hydrogène ou les combustibles fossiles ont des valeurs plus élevées de densité énergétique.

L'avenir appartient-il à la batterie ?

La batterie s'est déjà imposée dans le domaine des outils fonctionnant à l'électricité. Aujourd'hui, plus de 50% de la gamme de produits des outils sur batterie sont déjà vendus pour un usage privé et commercial. Dans le cas des outils de jardinage destinés à un usage privé, la tendance montre clairement que la batterie l'emportera également sur le moteur à combustion. Cependant, les professionnels eux aussi utilisent de plus en plus les petits appareils sur batterie, car dans notre environnement de plus en plus urbanisé, la technologie presque silencieuse et peu polluante présente bien des avantages. Les appareils qui nécessitent une densité énergétique élevée font toutefois





Lithium-Ionen-Akkus

Elektroantrieb mit Akku auf dem Vormarsch

Das Wichtigste in Kürze

- Der politische Druck steigt, aus den fossilen Energieträgern auszusteigen, um die CO₂-Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen.
- Bei Elektrowerkzeugen, welche mit Strom betrieben werden, hat sich der Akku bereits durchgesetzt.
- Für Arbeitsfahrzeuge wie Stapler, Hoflader und Kommunalgeräte wird der elektrische Antrieb schon längere Zeit eingesetzt.
- Bei Nutzfahrzeugen, wie Traktoren, Lastwagen und Baumaschinen im Dauereinsatz wird der Einsatz mit Akkuantrieb schwieriger. Eine Alternative hierfür könnte der Antrieb mit Wasserstoff bieten.
- Die Landtechnik- und Motorgehätebranche übernimmt bei der Lagerung, dem Recycling und der Entsorgung von Elektrogeräten, Batterien und Akkus eine grosse Verantwortung zur Verhinderung von Unfällen.

Durch den politischen Druck, auf die fossilen Brennstoffe zu verzichten und um die CO₂-Ziele des Pariser Klimaabkommens zu erreichen, haben schon mehrere Länder Ausstiegszenarien aus den fossilen Energieträgern ausgearbeitet.

Für diese neue «grüne» Zukunft benötigt es alternative Antriebsformen. Eine davon ist der Elektroantrieb, der durch einen Lithium-Ionen-Akku mit Leistung versorgt wird. Der Antrieb erfolgt über einen Elektromotor und einen Akku und belegt mit einer Effizienz von 73% über die ganze Energiekette eine Spitzenposition. Hier können Wasserstoff mit 22% Effizienz und synthetische Treibstoffe mit 13% nicht mithalten.

Beim Antrieb mit Strom besteht ein grosser Nachteil in der Energiedichte, da Elektrizität nicht in grosser Menge gespeichert werden kann. Weil hier die Energiedichte fehlt, dauert auch die Ladung (Füllung) länger als bei einem konventionellen fossilen Antrieb. Wasserstoff oder fossile Treibstoffe weisen bezüglich Energiedichte höhere Werte aus.

Gehört dem Akku die Zukunft?

Bei Elektrowerkzeugen, welche mit Strom betrieben werden, hat sich der Akku bereits durchgesetzt. Aus der Produktpalette der Akkuwerkzeuge werden heute bereits über 50% im privaten- und kommerziellen Bereich verkauft. Bei den Gartengeräten für den privaten Bereich zeigt die Tendenz klar auf, dass sich auch der Akkuantrieb gegenüber dem Verbrenner durchsetzen wird. Aber auch im professionellen Bereich kommen akkubetriebene Kleingeräte vermehrt zum Einsatz, da auch hier die fast lautlose und schadstoffarme Technik ihre Vorteile in unserem immer urbaneren Landschaftsbild aufzeigt. Ausnahmen bilden jedoch Geräte, die eine grosse Energiedichte benötigen, wie zum Beispiel Motorsägen für den professionellen Forstbetrieb.

exception, tels les tronçonneuses pour l'exploitation forestière professionnelle.

Utilisation raisonnable pour les véhicules

Si l'on considère les développements actuels dans l'industrie automobile, on constate que certains constructeurs asiatiques misent également sur la propulsion par l'hydrogène. Toutefois, dans ce secteur, l'avenir proche appartiendra également à la propulsion électrique au moyen d'une batterie. Pour les véhicules de travail tels que les chariots élévateurs, les valets de ferme et les appareils communaux, qui sont utilisés dans un petit rayon ou, dans certains cas, seulement sur une courte durée, l'entraînement électrique est judicieux et c'est pourquoi il a déjà été installé sur les chariots élévateurs notamment depuis un certain temps.

Pour les véhicules utilitaires, tels que les tracteurs, les camions et les machines de chantier, l'utilisation de la batterie s'avère plus difficile, car ces véhicules sont destinés à supporter de grandes charges de travail. Ils ne présentent pas l'avantage d'une voiture, qui, inutilisée pendant la majeure partie de la journée, a suffisamment de temps pour être rechargée. La propulsion à l'hydrogène pourrait alors offrir une alternative. Hyundai prévoit d'exploiter en Suisse environ 1600 camions à hydrogène d'ici 2025. Ces camions seront proposés selon un modèle « Pay-per-use », ce qui signifie que le client ne paie que les kilomètres parcourus. Les grands acteurs, tels que Coop, Migros et la Fenaco (AGROLA), entre

autres, participent à une association de promotion « Mobilité H2 » et souhaiteraient également assurer l'approvisionnement en hydrogène de leur réseau de stations-service actuel. Il est important que l'hydrogène soit produit avec des énergies neutres en CO₂, excédentaires et renouvelables par électrolyse et non, par exemple, à partir de gaz naturel.

Présence et exploitation de lithium

Demande en lithium

- Téléphone portable: 1–3 grammes
- Ordinateur portable: 30–40 grammes
- Batterie de voiture électrique: entre 8 et 40 kg

Le lithium peut être trouvé dans le sol partout dans le monde. Les plus grands gisements se situent dans les lacs salés des déserts du Chili, puis en Australie, où les gisements sont toutefois beaucoup plus petits. Différentes méthodes d'extraction du lithium sont utilisées et doivent l'être. L'exploitation du lithium fait souvent l'objet de critiques. Au Chili, les eaux souterraines contenant du lithium sont pompées à plusieurs centaines de mètres de profondeur dans des bassins d'évaporation, à l'aide de produits chimiques qui sont libérés dans l'environnement. Un autre problème est qu'il faut, pour extraire la matière première d'une batterie de 64 kWh, environ 3840 litres d'eau qui s'évaporent au cours du processus. En conséquence, le niveau des eaux souterraines de la région baisse.

En Australie, le lithium est extrait dans des mines à ciel ouvert plus respectueuses de l'environnement mais plus coûteuses. Il faut alors concasser près d'une tonne de granit pour obtenir un kilogramme de lithium, mais là encore, le lithium est dissous de la roche à l'aide de produits chimiques agressifs. Pour ces raisons, les moteurs électriques fonctionnant avec batterie lithium-ion ne sont respectueux de l'environnement qu'en fonction de la manière dont l'« or blanc » (le lithium) est extrait. L'impact de l'exploitation minière sur la population locale ne doit pas non plus être négligé dans ce bilan.

Avantages et inconvénients des piles et batteries au lithium

Le lithium n'entre pas seulement dans la composition des batteries, qui peuvent être rechargées, mais éga-

lement dans les piles, comme la pile bouton. La liste suivante compare le lithium à la batterie au plomb.

Avantages:

- densité énergétique élevée,
- faible autodécharge,
- longue durée de vie (bonne durée de vie de stockage),
- un plus grand nombre de cycles de charge possibles par rapport à une batterie AGM (pile plomb-acide),
- aucun effet mémoire (perte de capacité, sulfatation dans le cas de la batterie AGM),
- performances de charge rapides,
- facile à entretenir.

Inconvénients:

- l'électronique est nécessaire dans la batterie pour une utilisation optimale (protection contre la surchauffe, états de charge),
- peut prendre feu en cas d'utilisation incorrecte, il faut donc éviter les courts-circuits aux bornes et les expositions à des températures élevées,
- tension de cellule: environ 3,7 volts (n'est pas toujours compatible avec les systèmes existants).

Les avantages des batteries lithium-ion par rapport aux batteries AGM classiques sont plus nombreux que leurs inconvénients, raison pour laquelle elles sont devenues le choix privilégié pour équiper les appareils sans fil de haute qualité. C'est également le cas des véhicules qui utilisaient auparavant des batteries AGM, comme les chariots élévateurs ou les fourgonnettes électriques. Même les valets de ferme sont déjà proposés avec des batteries lithium-ion. Le valet de ferme Avant, par exemple, est disponible avec un moteur à combustion interne, en version purement électrique avec une batterie AGM ou avec la batterie lithium-ion, plus onéreuse. Selon Brian Steffen, responsable du département Avant chez Gujer Landmaschinen AG à Mesikon, les valets de ferme dotés de la technologie lithium-ion sont encore rarement vendus aux exploitations agricoles, car le prix est trop élevé et les performances trop faibles. Cependant, il existe une demande de la part des entreprises de démolition et des communes. Pour les communes, l'aspect environnemental est très important, tandis que pour les entreprises de démolition, c'est la sécurité au travail qui prime. En effet les travaux sont effectués dans des espaces clos et, par conséquent, aucune émission ne peut être produite par les moteurs à com-

Une batterie lithium-ion peut être rechargée pendant la pause de midi, tandis qu'une batterie AGM aura besoin de plusieurs heures de recharge et a un effet mémoire.



Sinnvoller Einsatz bei Fahrzeugen

Betrachtet man die momentane Entwicklung in der Autoindustrie, setzen einige asiatische Autohersteller zum Teil auch auf Wasserstoffantrieb. Die nahe Zukunft wird jedoch auch in dieser Branche im Elektroantrieb mittels eines Akkus sein. Für Arbeitsfahrzeuge wie Stapler, Hoflader und Kommunalgeräte, welche in einem kleinen Radius betrieben werden oder zum Teil nur geringe Einsatzzeiten haben, ist der elektrische Antrieb sinnvoll und wird wie beim Stapler daher auch schon längere Zeit eingesetzt.

Bei Nutzfahrzeugen, wie Traktoren, Lastwagen und Baumaschinen wird der Einsatz mit Akkuantrieb schwieriger, denn diese sind für grosse Auslastungen gedacht. Sie verfügen nicht über den Vorteil eines Autos, das zum grössten Teil des Tages nicht betrieben wird und deswegen genügend Zeit für die Ladung des Akkus zur Verfügung steht. Eine Alternative hierfür könnte der Antrieb mit Wasserstoff bieten. Hyundai will bis 2025 rund 1600 Lastwagen mit Wasserstoffantrieb in der Schweiz betreiben. Diese LKW werden als Pay-per-use-Modell angeboten, das heisst, der Kunde zahlt nur die gefahrenen Kilometer. Die grossen Player, wie unter anderem Coop, Migros und die Fenaco (AGROLA), beteiligen sich mit einem Förderverein «H2 Mobilität» und möchten auch die Versorgung des Wasserstoffes an ihrem schon bestehenden Tankstellennetz zur Verfügung stellen. Wichtig ist, dass der Wasserstoff mit CO₂-neutralen, überschüssigen und erneuerbaren Energien durch Elektrolyse hergestellt werden muss und nicht zum Beispiel aus Erdgas.

Vorkommen und Abbau von Lithium

Bedarf an Lithium

- Mobiltelefon 1–3 Gramm
- Laptop 30–40 Gramm
- Akku eines Elektroautos ca. 8–40 kg

Lithium ist weltweit im Boden zu finden. Die grössten Vorkommen befinden sich in Salzseen in Chiles Wüsten, gefolgt von Australien, wo die

Vorkommen jedoch weitaus kleiner sind. Dabei werden und müssen auch verschiedene Abbauprozesse des Lithiums angewendet werden. Oft steht der Abbau von Lithium in der Kritik. In Chile wird das lithiumhaltige Grundwasser aus mehreren hundert Metern Tiefe in Verdunstungsbecken hochgepumpt, dabei werden Chemikalien eingesetzt, die in die Umwelt gelangen. Ein weiteres Problem besteht darin, dass für den Abbau einer 64-kWh-Batterie zirka 3840 Liter Wasser benötigt werden und dabei verdunsten. In der Folge sinkt der Grundwasserspiegel in der Region.

In Australien wird das Lithium im umweltfreundlicheren, dafür teureren Tagbau gewonnen. Hier muss für 1 Kilogramm Lithium etwa 1 Tonne Granit zerkleinert werden, jedoch wird auch hier das Lithium mittels aggressiver Chemikalien aus dem Gestein gelöst. Aus diesen Gründen ist der Elektroantrieb mittels eines Lithium-Ionen-Akkus nur so umweltfreundlich wie der Abbau des «weisen Goldes» Lithium. Nicht zu vernachlässigen sind in der Bilanz auch die Folgen, die durch den Abbau für die örtliche Bevölkerung entstehen.

Vorteile und Nachteile von Lithium-Batterien und -Akkus

Lithium wird nicht nur in Akkus eingesetzt, welche wieder aufgeladen werden können, sondern man findet Lithium auch in Batterien, wie zum Beispiel in einer Knopfzellen-Batterie. Die Auflistung zeigt, wie Lithium gegenüber einem Blei-Akku abschneidet.

Vorteile:

- hohe Energiedichte,
- geringe Selbstentladung,
- hohe Lebensdauer (gute Lagerfähigkeit),
- mehr Ladezyklen gegenüber einer AGM-Batterie (Blei-Säure-Batterie),
- kein Memory-Effekt (Kapazitätsverlust, Sulfatierung bei einer AGM-Batterie),
- schnelle Ladeleistung,
- wartungsfreundlich.

Nachteile:

- benötigt für eine optimale Nutzung Elektronik in der Batterie (Überhitzungsschutz, Ladungszustände),

- kann bei unsachgemäßem Gebrauch zu brennen beginnen, folglich keine Kurzschlüsse der Pole und nicht zu hohen Temperaturen aussetzen,
- Zellspannung ca. 3.7 Volt (ist nicht immer kompatibel mit bestehenden Systemen).

Die Vorteile von Lithium-Ionen-Akkus gegenüber einer konventionellen AGM-Batterie überwiegen, daher haben sie sich bei hochwertigen Akkugeräten durchgesetzt. Das gilt auch für Fahrzeuge, die bis anhin auf AGM-Batterien gesetzt hatten, wie Stapler oder Elektrotransporter. Auch Hoflader werden bereits mit Lithium-Ionen-Akkus angeboten. Der Avant-Hoflader zum Beispiel ist mit Verbrennungsmotor, rein elektrisch mit einer AGM-Batterie oder mit dem teureren Lithium-Ionen-Akku erhältlich. Gemäss Brian Steffen, Leiter des Geschäftsbereich Avant bei der Firma Gujer Landmaschinen AG in Mesikon, werden Hoflader mit Lithium-Ionen-Technik noch selten an landwirtschaftliche Betriebe verkauft, da der Preis zu hoch und die Auslastung zu tief ist. Jedoch ist ein Bedarf bei Abbruchfirmen und Gemeinden vorhanden. Bei den Gemeinden stellt der Umweltgedanke ein grosses Thema dar, bei Abbruchfirmen oft der Arbeitsschutz, da in

Ein Lithium-Ionen-Akku kann über die Mittagspause geladen werden, eine AGM-Batterie würde dafür mehrere Stunden benötigen und hat einen Memory-Effekt.



geschlossenen Räumen gearbeitet wird und somit keine Emissionen durch Verbrennungsmotoren entstehen dürfen. Hier bietet der Lithium-Ionen-Akku auch den grossen Vorteil gegenüber einer AGM-Batterie, da dieser mit einer Schnellladestation nach kurzer Zeit wieder zur Verfü-

bustion. Là encore, la batterie lithium-ion offre le grand avantage par rapport à une batterie AGM d'être réutilisable peu de temps après s'être déchargée au moyen d'une station de charge rapide, et de fonctionner plus longtemps grâce à sa densité énergétique plus élevée.

Stockage des batteries lithium-ion

Il n'existe actuellement aucune base légale pour le stockage. Cependant, comme les batteries sont soumises à l'ordonnance sur la réduction des risques liés aux produits chimiques (ORRChim) comme les pesticides, ce vide juridique pourrait être comblé si les cas de stockages inappropriés devaient se répéter. Selon l'entreprise, de grandes quantités de batteries sont stockées pour de nouveaux appareils ou comme pièces de rechange pour les machines des clients, ou encore passent l'hiver de manière adéquate. Pour cette raison, un certain nombre de points doivent être observés :

- stocker conformément aux instructions du fabricant,
- si possible, retirer la batterie de la machine,
- vérifier que le niveau de charge se situe entre 40 et 50%,
- stocker dans un endroit frais et sec, à l'abri des conditions climatiques telles que l'humidité et le soleil,
- éliminer les batteries défectueuses dès que possible et ne pas les stocker.

Les quelques incendies associés aux batteries lithium-ion ont souvent été dus à la recharge de batteries défectueuses. Aujourd'hui, la charge des batteries est surveillée. Il est donc important de vérifier l'état de la batterie avant le stockage et, si un défaut est visible ou s'il a été détecté par le chargeur, d'éliminer la batterie en la remettant à une entreprise de recyclage reconnue.

Contrôle de charge intelligent

Pour un usage professionnel, il existe des concepts de charge qui sont adaptés à l'utilisateur. La société TAM SA de Laupen (ZH) vend la marque Pellenc via des revendeurs spécialisés. Ils ont déjà pu mettre en place des stations de recharge complètes dans plusieurs communes. Ces stations contrôlent intelligemment la charge des batteries. Ainsi, le week-end ou si un collaborateur est en vacances, les batteries ne sont pas chargées. Cela garantit un stockage optimal des batteries. La station évalue également en permanence l'état d'une

batterie et si sa capacité diminue au fil des ans, elle l'indique. On peut ainsi utiliser une ancienne batterie à des fins moins gourmandes en énergie, par exemple avec un taille-haie. Ces mesures augmentent la durée de vie et l'efficacité énergétique. En outre, la batterie peut contrôler son état de charge de manière autonome. Si elle n'est pas utilisée pendant une période prolongée, elle réduit son état de charge à 24%. De cette façon, elle ne subit pas de dommages et prolonge sa durée de vie.

Conclusion

Comme bien souvent avec cette thématique, c'est le temps qui nous dira quel type de moteur s'imposera. Le progrès technique et la recherche montreront la voie. Avant que les véhicules électriques ou à hydrogène puissent circuler dans tout le pays, il faut assurer l'approvisionnement des stations de recharge et des distributeurs d'hydrogène. Des projets de recherche intéressants provenant de diverses sources existent dans ce domaine, à l'instar de celui de l'EPFL à Lausanne. Un appareil de la taille d'un réfrigérateur pourrait être utilisé pour produire de l'hydrogène à destination des ménages. Des panneaux photovoltaïques en toiture produiraient de l'hydrogène pendant la journée, qui pourrait être rechargé le soir. Par manque de soleil, l'hydrogène stocké pourrait également servir à produire de l'énergie pour la maison. Par conséquent, un large public pourrait bientôt vivre en autarcie sans devoir se brancher au réseau électrique. La branche de la technique agricole et des appareils à moteurs doit faire attention à la question du stockage des batteries et prendre ses responsabilités pour éviter les accidents, sinon, le législateur sera obligé d'ancrer dans la loi d'autres obstacles réglementaires coûteux. ■

Stephan Scheidegger



Die intelligente Ladestation kann so programmiert werden, dass die Akkus nur dann bereitstehen, wenn sie benötigt werden.

La station de charge intelligente peut être programmée pour que les batteries soient disponibles au moment où on a besoin de les utiliser.

Un autre reportage sur ce sujet suivra dans le forum 4.



gung steht und dank der höheren Energiedichte längere Einsatzzeiten aufweist.

Lagerung von Lithium-Ionen-Akkus

Für die Lagerung bestehen momentan noch keine gesetzlichen Grundlagen. Da sie jedoch wie die Pflanzenschutzmittel der Chemikalien-Risikoreduzierungs-Verordnung ChemRRV unterliegen, könnte dies nachgeholt werden, wenn sich Fälle von schlechter Lagerhaltung häufen sollten. Je nach Betrieb werden grössere Mengen von Akkus für Neugeräte oder als Ersatzteile für Kundenmaschinen gelagert oder sachmässig überwintert. Aus diesem Grund müssen einige Punkte beachtet werden:

- Lagerung gemäss Herstellervorschriften,
- wenn möglich Akku aus dem Gerät ausbauen,
- Ladungszustand zwischen 40 bis 50%,
- kühl und trocken lagern, vor Wittereinflüssen wie Feuchtigkeit und Sonne schützen,
- defekte Akkus so schnell wie möglich entsorgen und nicht einlagern.

Die wenigen Brände im Zusammenhang mit Lithium-Ionen-Akkus entstehen oft bei defekten Akkus während dem Laden. Heutzutage wird die Ladung der Akkus überwacht. Daher ist es wichtig, vor der Einlagerung den Zustand des Akkus zu prüfen und diesen bei einem sichtbaren oder vom Ladegerät festgestellten Defekt zu entsorgen und an eine anerkannte Recycling-Firma zurückzugeben.

Intelligente Ladesteuerung

Für den professionellen Einsatz bestehen Ladungskonzepte, die an den Benutzer angepasst werden. Die Firma TAM AG aus Laupen ZH verkauft über Fachhändler die Marke Pellenc. Sie konnten schon bei mehreren Kommunen ganze Ladestationen aufbauen. Solche Stationen steuern die Ladung der Akkus intelligent. Das heisst, wenn ein Mitarbeiter Ferien hat, oder am Wochenende werden die Akkus nicht geladen. Das stellt eine optimale Lagerung der Akkus sicher. Die Station beurteilt auch laufend

den Zustand eines Akkus – nimmt die Kapazität im Lauf der Jahre ab, zeigt sie dies an. Somit kann man einen älteren Akku für Zwecke nutzen, die nicht mehr so energieintensiv sind, wie zum Beispiel eine Heckenschere. Durch diese Massnahmen werden die Lebensdauer und die Energieeffizienz erhöht. Im Weiteren kann der Akku seinen Ladezustand selbstständig steuern. Wird er längere Zeit nicht benutzt, baut er seinen Ladezustand auf 24% ab. So nimmt er keinen Schaden und seine Lebensdauer wird verlängert.

Fazit

Wie so oft wird auch bei dieser Thematik die Zeit uns zeigen, welcher Antrieb sich durchsetzen wird. Richtungsweisend werden der technische Fortschritt und die Forschung sein. Bevor flächendeckend Elektrofahrzeuge oder Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb unterwegs sein können, muss die Versorgung von Ladesäulen und H₂O-Zapfsäulen sichergestellt sein. Hier bestehen aus verschiedenen Richtungen interessante Forschungsprojekte, wie zum Beispiel eines der EPFL in Lausanne. Mit einem Gerät, so gross wie ein Kühlschrank, könnte Wasserstoff für den privaten Haushalt produziert werden. Durch Photovoltaik auf dem Dach wird tagsüber Wasserstoff produziert, der am Abend getankt werden kann. Der gespeicherte Wasserstoff kann bei sonnenarmer Witterung auch zur Energieerzeugung für das Haus genutzt werden. Dadurch könnte in naher Zukunft die breite Masse autark ohne Stromanschluss leben. Die Landtechnik- und Motorgerätebranche muss ein Augenmerk auf die Lagerung der Akkus legen, und hiermit ihre Verantwortung zur Verhinderung von Unfällen wahrnehmen. Ansonsten sieht sich der Gesetzgeber gezwungen, weitere teure regulatorische Hürden im Gesetz zu verankern. ■

Stephan Scheidegger

Ein weiterer Bericht zu dieser Thematik folgt im forum 4.



Husqvarna®

READY WHEN YOU ARE



**SIE MACHT DEN
UNTERSCHIED!**

www.husqvarna.ch

550 XP® MARK II

50,1 cm³ | 3.0 kW | .325"

5,3 kg | 38/45 cm Schwert

