

combat skills, but also a well-coordinated fighting pair consisting of a dog handler and a service dog.

The methods of training the dog handlers themselves and their four-legged friends in the Russian Federation are not really different from the training in the Republic of Belarus.

Training of service dogs is carried out at the Central Customs (Canine Center of the Federal Customs Service of Russia), regional canine centers, as well as in foreign canine training structures. The training takes on average three months. Upon completion, a canine specialist and a service dog pass a special exam, which includes a search for smell in the premises, vehicles, luggage and carry-on luggage of passengers, as well as an obedience course (general training course). A specialized educational institution (canine training center) carries out certification (certification) of a service dog with the issuance of documents of the established form.

To work in this area, dogs of medium and large breeds (Labradors, German, Belgian shepherds, setters, etc.) are selected: it is easier for a large dog to reach the piece of hand luggage that the passenger is holding in his hands, and there is no need to rise on his hind legs to do this.

### **Литература**

1. Ostroga, V.A. Dogs at the customs service. Brief history / V.A. Ostroga // Customs and foreign trade. – 2005. – No. 7. – P. 51.

2. On approval of the concept of creation and development of the canine service of the customs authorities of the Republic of Belarus: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus, July 14, 2000 No. 1054 // Consultant Plus: Belarus. Technology 3000 [Electronic resource] / LLC "YurSpektr", Nat. legal information center Rep. Belarus. – Minsk, 2006.

3. Regulations on the development of the canine service of the customs authorities of the Republic of Belarus: approved. By order of the State Customs Committee 01/08/2002, No. 8-OD.

4. On the development of the canine service of the customs authorities of the Republic of Belarus: order of the State Customs Committee, March 11, 2003, No. 95-OD.

## **ELEKTROAUTO-BATTERIEN: HERSTELLUNG, VERWENDUNG UND RECYCLING**

Левозиш К.А.

Научный руководитель: ст. преподаватель Слинченко И.В.

Die Entwicklung der Elektronik und Technologie im Maschinenbau führt derzeit zu Innovationen in der Automobilproduktion. Auf den Straßen sind immer häufiger Elektroautos zu sehen, deren integraler Bestandteil die Elektronik ist. Das Herzstück aller Prozesse in diesen Autos ist die Batterie. Es belastet die Umwelt nicht und ist im Straßenverkehr von Vorteil. Menschen, denen die Umwelt am Herzen liegt, nutzen lieber „umweltfreundliche“ Transportmittel. All dies zeigt die Relevanz des gewählten Themas. Schauen wir uns die Herstellung, Verwendung und das Recycling von Batterien an.

Der Franzose M. Gustave Trouve darf als der wegweisende Pionier der Elektromobilität bezeichnet werden. Der Physiker präsentierte 1881 ein bis zu 12 km/h schnelles Dreirad bei der Internationalen Elektrizitätsausstellung in Paris. Es war das erste Fahrzeug mit Elektromotor und wiederaufladbarer Batterie — und gilt heute als Prototyp moderner Elektroautos. Trouves Erfindung hinterließ Spuren: Hersteller begannen damit, Batterien und Motoren als Antrieb für Kutschen zu nutzen [5].

Derzeit dominieren Lithium-Ionen-Batterien die Produktion. Sie haben weniger Gewicht, eine höhere Leistung und können viele Male aufgeladen werden. Ihr Funktionsprinzip basiert auf den chemischen Reaktionen ihrer Hauptbestandteile Lithium und Graphit. Die Struktur umfasst außerdem Kobalt, Mangan, Nickel und Aluminium. Die größten Batteriehersteller sind LG Chem, Samsung, BYD und Panasonic.

Das deutsche Unternehmen Volkswagen investiert stark in die Entwicklung von Elektrofahrzeugen. In einer Werkstatt mit einer Gesamtfläche von mehr als 40.000 Quadratmetern produzieren sie selbst Batterien aus Rohstoffen und expandieren weiter. Seit 2017 ist die Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien im Kompetenzzentrum Batterie zelle in Salzgitter integriert [4].

Ende Januar 2021 hat der VAG-Konzern dort eine Batterierecyclinganlage in Betrieb genommen. Nach der Erprobung der Prozesse begann das Werk mit der Verarbeitung von Hochvoltbatterien. Es ist geplant, jährlich bis zu 1.500 Tonnen zu verarbeiten. Batterien von Elektrofahrzeugen enthalten wertvolle Rohstoffe und Metalle, die zurückgewonnen und zu neuen Produkten recycelt werden können. Volkswagen erreicht mit aktuellem Verfahren einen Gesamtrecyclinganteil von rund 70 Prozent [1].

Hersteller empfehlen, die Batterie nach acht bis zehn Jahren oder nach 160.000 Kilometern auszutauschen. In dieser Zeit erschöpfen Batterien häufig ihre Lebensdauer und werden schlechter. Doch was passiert mit ihnen nach dem Recycling?

Der Recyclingprozess ist ein komplexer Prozess, der mehrere Zyklen durchläuft: Transport von Batterien, Aufteilung in Elemente, Recycling –

Schmelzen oder mechanisches Zerkleinern, Isolierung von Metallen durch chemische Reaktionen durch Hydrometallurgie [3].

Die Batterien werden an separaten Sammelstellen gesammelt und anschließend per LKW zu Recyclinganlagen transportiert. Nach der Anlieferung im Werk werden die Akkus in verschiedene Komponenten (Kunststoff- und Metallteile des Gehäuses, einteiliger Teil des Akkus) zerlegt. Das Problem besteht darin, dass sie kein standardisiertes Design oder keine standardisierte Konstruktion haben, was die Demontage schwierig macht und Handarbeit erfordert. Der größte Teil der Batterie wird recycelt, um Metalle zu extrahieren. Der Hauptteil der Batterie wird in einer speziellen Vorrichtung zerkleinert, um sie in kleine Partikel zu zerkleinern und anschließend die Metalle (Zink, Aluminium, Lithium, Mangan, Kobalt) durch chemische Reaktionen abzutrennen und zu trennen. Die gesamte bei der Verarbeitung anfallende Schlacke wird für den Straßenbau verwendet. Manchmal werden recycelte Metalle zur Herstellung von Mobiltelefonen verwendet [1].

Manchmal werden alte Batterien nicht recycelt, und wenn sie das Ende ihrer Nutzungsdauer erreichen, werden sie nicht vollständig zu einer Idee für die Herstellung großer Batteriegeräte. Deshalb hat das BMW-Werk in Leipzig 2017 ein großes stationäres Speichersystem bestehend aus 700 miteinander verbundenen Batterien erstellt. Es speichert die direkt aus der Anlage erzeugte Sonnen- und Windenergie, die wiederum für die Produktion genutzt wird. Ein ähnlich großes Lager befindet sich am Fährterminal im Hamburger Hafen. Bei einer solchen Nutzung verlängert sich die Produktion um 10-12 Jahre [2].

Wenn man abschließend über wiederaufladbare Batterien spricht, lassen sich mehrere Schlussfolgerungen ziehen, sowohl positive als auch negative. Die Gewinnung von Rohstoffen nimmt einen wichtigen Platz bei der Herstellung von Batterien ein. Der größte Teil davon wird in afrikanischen und südamerikanischen Ländern abgebaut, wo ein großer Teil auf Kinderarbeit entfällt. Laut einer schwedischen Studie aus dem Jahr 2017 führt die Batterieproduktion zu großen CO<sub>2</sub>-Emissionen in die Atmosphäre. Auch Batterien können bei unsachgemäßem Gebrauch oder bei Unfällen Feuer fangen. Zum Löschen werden große Mengen Wasser benötigt und es werden große Mengen an Schwermetallen und Schadstoffen in die Atmosphäre freigesetzt. Doch bei sachgemäßer Anwendung laufen alle Prozesse von der Nutzung bis zum Recycling ab, ohne dass Schadstoffe in die Atmosphäre gelangen. Dies spielt eine große Rolle in der Umwelt. Es wird angenommen, dass die Herstellung von Elektroautos ein Schritt in die Zukunft ist.

## Литература

1. Wer entsorgt Elektroautos? [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://alleantworten.de/wer-entsorgt-elektroautos>. – Das Datum des Zugriffes: 23.02.2024.

E-Auto-Batterien – Wie werden sie entsorgt? [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.brisant.de/haushalt/mobilitaet/eauto-batterie-recycling-104.html>. – Das Datum des Zugriffes: 03.03.2024.

3. Recycling von Elektroautobatterien: Was Sie wissen sollten [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.stellantisandyou.com/de/blog/saubere-autos/p-recycling-von-elektroautobatterien-was-sie-wissen-sollten-p-250>. – Das Datum des Zugriffes: 03.03.2024.

4. Wie werden die Batterien für Elektroautos hergestellt? [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://alleantworten.de/wie-werden-die-batterien-fuer-elektroautos-hergestellt>. – Das Datum des Zugriffes: 17.02.2024.

5. Die Geschichte der Elektromobilität: Vom Uralt-Dreirad bis zu Tesla und Co. [Elektronische Ressource]. – Das Regime des Zugriffes: <https://www.yello.de/wissen/saubere-energie/erstes-elektroauto/>. – Das Datum des Zugriffes: 10.03.2024.

## 3D-METALLDRUCK: TECHNOLOGIEN UND ANWENDUNGEN

Дюба М.В.

Научный руководитель: ст. преподаватель Слинченко И.В.  
Белорусский национальный технический университет

In den letzten Jahren hat der 3D-Metalldruck mit vielen technologischen Entwicklungen ein sehr schnelles Wachstum erfahren, das durch die Ankunft ehrgeiziger Hersteller gekennzeichnet ist, die innovative und zunehmend erschwingliche Herstellungsprozesse vorschlagen, aber auch ein Portfolio von Materialien, das jeden Tag ein bisschen breiter wird [2].

Der Metall-3D-Druck, auch bekannt als selektives Laserschmelzen (SLM), kombiniert die gestalterische Flexibilität des 3D-Drucks mit den mechanischen Eigenschaften von Hochleistungsmetalllegierungen, so dass selbst für die komplexesten Anwendungen einzigartige, stabile und leichte Teile entstehen. Der Metall-3D-Druck ist ideal für die Herstellung voll funktionsfähiger Prototypen und Teile für den Endgebrauch, die mit konventionellen Fertigungsmethoden nicht hergestellt werden können [1].