



Foto: DHL

Natürlich gelten auch hier viele Abweichungen der Airlines, welche die Trockeneismenge an Bord begrenzen, gerade wenn es nur über kleinere Flugzeugtypen verfügen. Alaska Airlines zum Beispiel lässt pro Flugzeug nur 82 Kilogramm (Passagiermaschine) bzw. 613 Kilogramm (Frachtflieger) zu. Vor dem Hintergrund der Corona-Krise geht es aber derzeit eher in die andere Richtung: so hat die amerikanische Flugaufsichtsbehörde die zulässige Trockeneis-Höchstmenge pro Flugzeug mal eben von 1.360 auf 6.800 Kilogramm erhöht.

„Vom dem mit Trockeneis gekühlten Impfstoff kann ein Frachtflugzeug rund eine Million Dosen befördern“, erklärt Jacqueline Casini von Lufthansa Cargo. Mit einer Flotte von derzeit 18 Frachtfliegern und dem großen Pharma-Umschlagzentrum am Drehkreuz Frankfurt will die Airline eine wichtige Rolle bei der weltweiten Verteilung der Impfstoffe spielen. Derzeit sei aber noch vieles offen. „Die weltweiten Transportwege der Impfstoffe hängen maßgeblich von den noch im Aufbau befindlichen Produktionsstätten der zugelassenen Impfstoffe und den jeweiligen Empfängermärkten ab“, so Casini weiter.

Die globale Verteilung der Impfstoffe wird in erster Linie Express-Logistikern wie DHL, Fedex oder UPS übertragen, die eigene Pharma-Geschäftsbereiche sowie über die nötige Flottenkapazität in der Luft und über Land verfügen. Transporte im Ultra-Tiefkühlbereich waren vor COVID-19 aber auch für diese ein absolutes Randgeschäft, Zuchtbullensperma war bis dato eines der wenigen Beispiele.

Zum Zug kommen auch große Logistikkonzerne wie Kühne+Nagel, der sich vor Kurzem den Auftrag für die weltweite Verteilung des Impfstoffs des US-Biotechnologieunternehmens Moderna aus den Produktionsstätten zu nationalen Verteilzentren sichern konnte. Nur in den USA erhielt ein anderes Unternehmen den Zuschlag.

Corona-Impfstoff eisgekühlt (I)

VERTEILUNG – Die Versorgung mit Impfstoffen gegen COVID-19 ist derzeit eine der größten logistischen Herausforderungen. Neben dem hohen Auslieferungstempo sind Kühl- und Gefahrgutregeln zu beachten.

VON STEFAN KLEIN

Die weltweite Verteilung von Impfstoffen findet bei größeren, interkontinentalen Distanzen per Flugzeug, bei mittleren Entfernungen mit Kühlaufliegern und in der Feinverteilung an Impfbioszentren auch mit Transportern statt. Dabei kommen sowohl aktiv wie passiv gekühlte Transportbehälter zum Einsatz. Die Anbieter von Kühlcontainern, -boxen und -taschen überschlagen sich gerade mit Produktmeldungen im Bereich Impfstofflogistik. In vielen Fällen kommt man über eine Kühlung mit dem Gefahrgut Trockeneis (UN 1845) nicht herum, da es keine durchgehende Stromversorgung für aktive gekühlte Behälter gibt oder sehr kalte Temperaturbereiche eingehalten werden müssen.

Besondere Anforderungen liegen über die sogenannte Kühlkette hinaus im derzeit eingeschränkten Flugverkehr, den regulatorischen Vorgaben für Pharmatransporte und nicht zuletzt in der Sicherheit der Transporte, da diese gerade bei der

derzeit herrschenden Knappheit einen hohen Wert darstellen.

Eine der größten Herausforderung stellen der Transport und Umgang mit Impfstoffen im Ultra-Tiefkühlbereich von rund -70°C dar, wie bei dem kurz vor Weihnachten in der EU zugelassenen Impfstoff vom Mainzer Biotechnologie-Startup Biontech und dem Pharmakonzern Pfizer. „Hier gibt es bisher nur vereinzelte Lagerbetreiber, die in begrenzter Kapazität entsprechende Gefrierschränke vorhalten“, so Prof. Dr. Yvonne Ziegler von der Frankfurter University of Applied Sciences. Bei der Verwendung von Trockeneis wiederum gebe es wegen dessen Kohlendioxid-Freisetzung Restriktionen beim Transport. „Je nach Flugzeugtyp sind zwischen 1.200 und 2.000 Kilogramm Trockeneis zulässig“, so Ziegler. Damit können sechs bis zehn Paletten pro Flug gekühlt werden. Die Grenze pro Versandstück liegt gemäß Verpackungsvorschrift (PI) 954 der IATA-DGR bei 200 Kilogramm Trockeneis.

Verteilung in Deutschland

In Deutschland haben die einzelnen Bundesländer Impfstofftransporte aus Verteilzentren (in der Regel eins pro Bundesland) zu den einzelnen Impfzentren ausgeschrieben. Als erstes hatte das Land Niedersachsen Anfang Dezember DHL mit der Lagerung und dem Transport von zunächst 2,2 Millionen Impfdosen beauftragt. Diese können in unterschiedlichen Temperaturbereichen gelagert werden, DHL verfügt in seinem Lager- und Umschlagnetzwerk auch über Ultra-Tiefkühlschränke. Auch in anderen Bundesländern gewann DHL die Ausschreibung.

In Bayern bekam indes transo-flex den Zuschlag für die landesweite Auslieferung von Corona-Impfstoffen an rund 100 Impfzentren. Der Speziallogistiker befördert die Sendungen in Fahrzeugen mit Kühlaggregaten, bei einer aktiven Temperaturführung zwischen 2 und 8°C.

Dies stellt eine zweite Sicherung dar für den Fall, dass es bei den Trockeneis-Packstücken doch einmal zu einem Defekt kommt.

In Bayern war es bei den ersten Impfstoffauslieferungen Ende 2020 zu Pannen gekommen, weil dafür einfache Camping-Kühlboxen genutzt wurden, die eigentlich für Lebensmittel oder Getränke vorgesehen sind.

Einhaltung der Kühlkette

Die Impfstoff-Transporte – derzeit gibt es mehr als 50 COVID-19-Impfstoffe, die entwickelt werden oder bereits zugelassen sind – weisen durch unterschiedliche Anforderungen an die Kühlkette eine hohe Komplexität auf: Während der Impfstoff BNT162b2 von Biontech/Pfizer bei -70°C transportiert und gelagert werden muss, sind bei dem Anfang Januar in der EU zugelassenen mRNA-1273 von Moderna -20°C zulässig. Der Impfstoff bleibt nach Herstellerangaben auch bei 2 bis



foto: iaktor

8°C rund 30 Tage lang stabil – damit reicht z.B. ein Standard-Arzneimittelkühlschrank für die Lagerung aus. Generell nur den „normalen“ Pharma-Kühlbereich von 2 bis 8°C benötigen die Impfstoffe von AstraZeneca und Novavax. Vor der „Verimpfung“ dürfen alle Vakzine jeweils in gewissen Zeitfenstern auftauen.

Doch schon bei herkömmlichen Arzneimitteln weisen Kühltransport und -lagerung große Schwachstellen auf, heißt es bei der Dekra ... – wird fortgesetzt –

Impfstofflieferung, die sowohl mit dem Kennzeichen für Trockeneis als auch mit dem für Lithiumbatterien (für mitversendete Datalogger zwecks Temperaturkontrolle) versehen ist

Gefahren durch Trockeneis

Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) hat vor Kurzem das Infoblatt „Mit Trockeneis gekühlte Impfstoffe sicher transportieren“ veröffentlicht. Aufgezeigt werden Gefährdungen, die für Verpacker, Fahrer und Entpacker von mit Trockeneis gekühlten Impfstoffen bestehen. Viele der Inhalte finden sich im ADR-Abschnitt 5.5.3 wieder.

Trockeneis ist festes Kohlendioxid (CO₂) mit einer Temperatur von -78,5°C. Seine Kühlwirkung beruht auf der Umwandlung in gasförmiges CO₂, wobei das Volumen stark zunimmt und die Umgebung mit CO₂ angereichert werden kann. Aus einem Kilogramm Trockeneis entstehen über 500 Liter gasförmiges CO₂, das außerdem schwerer als Luft ist und sich am Boden und in tief gelegenen Bereichen ansammeln kann. Hieraus ergeben sich verschiedene Gefährdungen:

- ◆ Durch die sehr niedrige Temperatur führt direkter Hautkontakt in kurzer Zeit zu Kälteverbrennungen.

- ◆ Durch den Übergang in die Gasphase kann Trockeneis einen hohen Druck aufbauen, der zum Bersten dicht verschlossener Verpackungen führen kann.

- ◆ Durch die Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Atemluft kann es zu körperlichen Beeinträchtigungen bis hin zum Tod kommen. Ab Überschreiten des Arbeitsplatzgrenzwertes von 0,5 Vol.-% CO₂ in der Atemluft können u. a. Kopfdruck/-schmerzen auftreten, ab 4 Vol.-% ist u. a. mit Schwindel zu rechnen und Konzentrationen über 8 Vol.-% führen zu Bewusstlosigkeit mit schnell folgendem Tod.

Daher ist für eine ausreichende Belüftung sowohl beim Transport im Fahrzeug als auch bei der Lagerung zu sorgen. Die Belüftung muss auch in Bodennähe wirksam sein. Ladung ist so verstauen, dass Lüftungsöffnungen der Packstücke nicht verdeckt werden. Es dürfen nur nicht gasdichte Transportboxen verwendet werden. Das Infoblatt mit weiteren Schutzmaßnahmen findet sich unter:

publikationen.dguv.de/regelwerk