Infotext

Die Produktgruppe Regenjacke

Moderne Regenjacken bilden die oberste, also am weitesten vom Körper entfernte Lage (Outer Layer) in einem Bekleidungssystem, das darüber hinaus i. d. R. aus einer körpernahen Schicht (Baselayer) und einer Zwischenlage (Midlayer) besteht. Im Zusammenspiel dieses Systems soll ein optimales Körperklima auch bei erhöhter Anstrengung gewährleistet sein. Dazu sollen Wind und Nässe von außen abgehalten, die durch Schweiß entstehende Feuchtigkeit jedoch vom Körper weggeleitet werden. So wird sowohl ein Auskühlen als auch ein Überhitzen des Körpers verhindert.

Regenjacken gelten in der Entwicklung und Herstellung als äußerst komplexes Bekleidungsprodukt, für das hohes Wissen zum Werkstoff (Material), zum Fügefahren (z.B. Nähen) und zur Textilchemie notwendig sind. Nachhaltige Regenjacken können nur entwickelt werden, wenn dieses Wissen vorhanden ist.

Regenjacken finden sich im Angebot vieler Outdoor- und Sportbekleidungsmarken und sind dort in zahlreichen Produktsparten vertreten. Entsprechend der unterschiedlichen Anforderungsszenarien (z. B. City, Bikewear, Tagestouren, Trekking) und der klimatischen Umgebungsbedingungen, in denen eine Regenjacke getragen werden soll, unterscheiden sich auch die Anforderungen an ihre spezifischen **funktionalen Eigenschaften hinsichtlich Wasserdichtigkeit, Wasserabweisung, Winddichtigkeit und Atmungsaktivität,** die im Folgenden näher vorgestellt werden. Weitere wichtige Eigenschaften für Regenjacken, die hier nicht näher besprochen werden, sind: Gewicht, Packbarkeit bzw. Packmaß, Pflegeeigenschaften und Look & Feel (Ästhetik, Haptik, Hautfreundlichkeit).

Funktionale Regenjacken

Die funktionale Regenbekleidung ist ein technisch sehr anspruchsvolles und komplexes Produkt. Erst mit der Erfindung der ersten mikroporösen Membran durch W. L. Gore aus expandiertem Polytetrafluorethylen (PTFE) im Jahr 1969 gelang es, Ansprüche an eine sehr hohe Wasserdichtigkeit mit Ansprüchen an eine hohe Wasserdampfdurchlässigkeit zu vereinen. Die ersten GORE-TEX®-Laminate wurden ab 1976 vertrieben (vgl. Özek 2018a). Sie legen den Grundstein für zahlreiche weitere auf synthetischen Polymeren basierende Entwicklungen im Bereich der funktionalen Regenbekleidung. Das Abwägen zwischen optimaler Wind- und Wasserdichtigkeit und höchstmöglicher Atmungsaktivität treibt bis heute die technische Entwicklung in diesem Bereich voran.

Eigenschaften von Regenjacken

Die **Wasserdichtigkeit** (auch Wasserdurchgangswiderstand) ist definiert durch den Wasserdruck, dem eine festgelegte Fläche des zu untersuchenden Materials standhält, bevor Wasser durch das Material hindurchtritt. Bei Textilien wird die Angabe der Wasserdichtigkeit in der Einheit Millimeter Wassersäule (mm H_2O) gemacht. Damit ein Material als „regendicht" bezeichnet werden darf, sollte es mind. eine Wassersäule von 5000 mm H_2O aufweisen (vgl. Ciobanu et al. 2018). Oft werden aber in Regenjacken „wasserdichte" Materialien mit Wassersäulen von 10.000–15.000 mm H_2O verarbeitet, weil dann auch die Wasserdichtigkeit bei stärkerem Wind gewährleistet ist (vgl. CIOBANU ET AL. 2018).

Die **Atmungsaktivität** ist ein Maß für den Abtransport dampfförmigen Schweißes durch ein Material vom Körper an die Außenumgebung. Sie ist der allgemein gebräuchliche Begriff für die Wasserdampfdurchlässigkeit eines textilen Flächengebildes, die laut DIN EN ISO 11092 (2014, 6) von seiner spezifischen Werkstoffeigenschaft Wasserdampfdurchgangswiderstand und der Umgebungstemperatur abhängig ist. DIN steht für Deutsche Industrie Norm, die einen Standard wie bspw. beim Papierformat DIN A4 festlegt. International werden eine Vielzahl an Prüfverfahren eingesetzt, die diese Eigenschaft unterschiedlich ermitteln und entsprechend in verschiedenen Einheiten angeben, was einen Vergleich der Angaben oft erschwert oder zum Teil gar nicht möglich macht.

Von der Wasserdichtigkeit ist **die Wasserabweisung** eines Materials zu unterscheiden. Inwiefern ein Material wasserabweisend ist, wird durch den Kontaktwinkel zwischen seiner Oberfläche und einem aufliegenden Wassertropfen bestimmt. Ein oft eingesetztes Prüfverfahren ist der Spraytest nach DIN EN ISO 4920 (2012), bei dem Wasser durch eine Sprühdüse auf eine im 45°-Winkel befestigte Messprobe gesprüht wird und anschließend eine Note für das Netzen der Oberfläche anhand vorgegebener Standards vergeben wird. I. d. R. wird die Wasserabweisung durch die chemische Ausrüstung des Außenmaterials mit einer sogenannten **Durable Water Repellency (DWR), also dauerhaft wasserabweisenden Ausrüstung** erreicht. Die DWR verhindert, dass das Außenmaterial Wasser absorbiert, sprich aufnimmt. Denn wenn es sich vollsaugt, wird es schwer und kalt und der Tragekomfort wird stark eingeschränkt, selbst wenn die darunter liegende Membran oder Beschichtung das Wasser vom Körper abhält.

Die **Winddichtigkeit** wird als Luftdurchlässigkeit nach DIN EN ISO 9237 gemessen, indem „die Strömungsgeschwindigkeit von Luft senkrecht durch eine definierte Fläche eines textilen Flächengebildes bei festgelegtem Differenzdruck gemessen [wird]" (DIN EN ISO 9237 1995, 2).

Bestandteile und Materialien

In diesem Modul zu Regenjacken werden ausschließlich Hardshell-Regenjacken, deren Außenmaterial ein Gewebe ist, betrachtet. Softshell-Regenjacken, deren Außenmaterial eine Maschenware ist, sind nicht Teil der Betrachtung. Im Folgenden werden die wesentlichen Bestandteile und Materialien einer **handelsüblichen Hardshell-Regenjacke** aufgeführt.
Als **Faserstoffe für das Außenmaterial** werden fast ausschließlich synthetische Materialien eingesetzt; besonders häufig handelt es sich um Polyester (PES) und Polyamid 6.6 (PA 6.6, auch „Nylon“)

Zur Herstellung des Außenmaterials werden feine, schwach gedrehte Garne in Leinwandbindung dicht verwebt, um eine möglichst geschlossene Oberfläche zu erreichen. Zur Gewährleistung der Wasserdichtigkeit wird das Außenmaterial auf der Innenseite mit einer Membran verschweißt (dann ist die Rede von Laminaten) oder es wird eine Beschichtung aufgestrichen (dann ist die Rede von beschichteten Textilien). Auf der Außenseite wird das Material mit einer DWR (Durable Water Repellency oder dauerhaft wasserabweisend) zur Gewährleistung der Wasserabweisung versehen.

Als **Laminatvarianten** finden sich im Handel häufig 2-Lagen- (2L-), 2,5-Lagen- (2,5L-) und 3-Lagen- (3L-) Laminate. 2L-Laminate setzen sich nur aus der Membran und dem Außenmaterial zusammen. Um die empfindliche, innen frei liegende Membran vor mechanischen Einflüssen zu schützen, werden Regenjacken aus 2L-Laminaten meist gefüttert. So wird auch verhindert, dass die als klebrig empfundene Membran direkt auf der Haut aufliegt und das Anziehen der Jacke wird erleichtert (vgl. Özek 2018a,). Als Futterstoffe kommen feine Gewebe oder in Kettenwirktechnik hergestellte Netzstoffe aus synthetischen Faserstoffen zum Einsatz. 2,5L-Laminate sind durch das Aufbringen von Klebepunkten auf die Membran gekennzeichnet, die als Abstandshalter dienen und somit die Schutz- und Komfortfunktionen des separaten Futters ersetzen (vgl. Özek 2018a). Dadurch wird eine höhere Atmungsaktivität, ein geringeres Produktgewicht und ein geringeres Packmaß gegenüber 2L-Laminaten erreicht. Ein Nachteil besteht in der teilweise frei liegenden Membran, was zu einer im Vergleich zu 2L- und 3L-Laminaten geringeren Lebensdauer beiträgt (vgl. Özek 2018a). Diesen Nachteil gleichen 3L-Laminate aus, da hier Futterstoff, Membran und Außenmaterial direkt miteinander verbunden sind. Als Futterlage kommen sehr feine Netzstoffe zum Einsatz. 3L-Laminate gelten als die optimale Lösung hinsichtlich Atmungsaktivität, Packbarkeit und Langlebigkeit, was sich in einem höheren Marktpreis niederschlägt (vgl. Özek 2018a).

Beschichtungen werden i. d. R. auf die Innenseite des Oberstoffes aufgebracht. Und um die Beschichtung vor mechanischen Beschädigungen zu schützen, werden Regenjacken aus beschichteten Materialien wie die aus 2L-Laminaten gefüttert. Eine Ausnahme bildet das Material OutDry®, bei der eine Beschichtung auf die Außenseite des Außenmaterials aufgebracht ist, wodurch die Ausrüstung mit einer DWR entfällt (vgl. Columbia).

Regenjacken basieren überwiegend auf **Erdöl als Rohstoff für die Herstellung von Fasern, Membranen und Beschichtungen.** Eine Möglichkeit, um teilweise oder sogar gänzlich auf Erdöl als Rohstoff in der Produktion verzichten zu können, stellt die Nutzung von **Rezyklaten** (das Wort gehört in den Themenbereich Recycling und bedeutet, Material aus wiederverwerteten Kunststoffen z.B. aus PE oder PET) dar. Eine andere Möglichkeit, um unabhängiger von Erdöl als Basis für synthetische Polymere zu werden, können biobasierte Kunststoffe (bbKS) verwendet werden. Das sind Kunststoffe, die auf Basis nachwachsender Rohstoffe hergestellt werden. Die dritte Möglichkeit, nicht erdölbasierte Rohstoffe zu verwenden, ist die Nutzung von Naturfasern. Hierzu gibt es Anwendungsbeispiele aus z.B. 100 % Merinowolle mit wasserabweisender Wirkung. Es besteht aber eine hohe Anfälligkeit für Wasserdurchdringung, wenn es stark regnet, neben dem Regen auch Wind einwirkt oder sonst auf irgendeine Art Druck auf das feuchte Textil ausgeübt wird.

Funktionalisierung

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, die Funktionen wie Wasserdichtigkeit, Wasserabweisung, Winddichtigkeit und Atmungsaktivität zu erreichen. Im Folgenden werden einige dargestellt.

Die Mikroporen (rund 0,2–3 µm Durchmesser) **in mikroporösen Membranen und Beschichtungen** erlauben ein Durchdringen von Wasserdampfmolekülen (0,0003–0,1 µm Durchmesser), während Wassertropfen (ab 100 µm Durchmesser) abgehalten werden (vgl. Midha/Mukhopadyay 2016). Der Mechanismus für den Wasserdampftransport basiert hier auf einer Kapillarwirkung und wird durch ein Wasserdampfdruckgefälle zwischen dem körpernahen Luftpolster (hohe Luftfeuchtigkeit) und der Außenumgebung (geringe Luftfeuchtigkeit) verstärkt. Als Rohstoffe kommen z. B. expandiertes PTFE Polytetrafluorethylen), thermoplastisches Polyurethan (TPU) und Polyvinylidenfluorid zum Einsatz (vgl. Midha/Mukhopadyay 2016,).

Zum Erreichen der Wasserabweisung wird die Außenseite der Materialien mittels **Durable Water Repellency (DWR)-Ausrüstungen** funktionalisiert.
Das Prinzip beruht dabei auf einem Herabsetzen der Oberflächenspannung des Materials. Zu den Chemikalien, die in wasserabweisenden Rezepturen verwendet werden, gehören p**er- und polyfluorierte Chemikalien (PFC) oder auch per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS).** Ausrüstungen mit diesen Chemikalien sind die einzigen bekannten Imprägnierungsmittel, die neben einer sehr beständigen Wasser- auch eine Öl- und somit Schmutzabweisung gewährleisten (vgl. Pavlidou/Paul 2018). Die Forschungslage zu Umweltrisiken durch langkettige PFAS ist umfassend und zeigt klar auf, dass sie eine ernstzunehmende Gefährdung für alle Organismen darstellen (vgl. UBA 2018b). PFC-freie Produkte haben Probleme mit der Haltbarkeit und können nicht immer die gleiche Funktion erfüllen wie die Ausrüstungen mit PFC. Es werden hohe Investitionen in Forschung und Entwicklung notwendig, um Alternativen für nachhaltige Lösungen zu erarbeiten.

Zutaten und Verarbeitung von Regenjacken

Die Zutaten, die in der Fertigung verwendet werden, haben einen großen Einfluss auf die Funktionalität der Regenjacke. Nur durch das optimale Zusammenwirken aller wasserdichten und wasserabweisenden Komponenten kann die Schutzfunktion einer Regenjacke gewährleistet werden. Da die wasserdichten Materialien durch das Zusammennähen der einzelnen Schnittteile beschädigt werden und dadurch Wasser auf die Innenseite der Jacke gelangen kann, müssen die Nähte nach dem Zusammenfügen durch spezielle Nahtbänder (im Folgenden: „Tapes“) abgedichtet werden. Die Tapes bestehen i. d. R. aus einem Membranmaterial und einem thermoplastischen Klebstoff und werden durch Heißluftschweißen auf der Innenseite des Kleidungsstücks aufgebracht (vgl. BOUGOURD/MCCANN 2018). Je nachdem, welche Laminatvariante verarbeitet wird, werden 2L- (nur Membran und Klebstoff), 2,5L- (Membran mit aufgebrachten Abstandshaltern und Klebstoff) und 3L-Tapes (Membran mit aufgebrachter Futterlage und Klebstoff) eingesetzt (vgl. Bougourd/McCann 2018).

Um Wasser auch an den zu öffnenden Stellen der Jacken keine Möglichkeit zum Eindringen in das Kleidungsstück zu geben, werden wasserabweisende Verschlussmittel eingesetzt. Frontverschlussleisten, Taschen und Ventilationsschlitze werden mit wasserabweisenden Reißverschlüssen versehen.

Verwendete und weiterführende Literatur:

Der Text wurde angelehnt an die im Rahmen der LeNaTex Forschung erstellte Abschlussarbeit (2022) von Mathilde Plociennik aus dem Studiengang der Bekleidungstechnik/Konfektion an der HTW Berlin.

BMUV 2024
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (2024): Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC).

Bougourd/McCann 2018
Bougourd, J., McCann, J. (2018): Designing waterproof and water repellent clothing for wearer comfort – Aparadigm shift. In: Williams, J. T. (Hrsg.) (2018): Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. The Textile Institute Book Series. Woodhead Publishing, Elsevier Ltd., Duxford, Cambridge, Kidlington. 301–345.

Columbia
Columbia, Webshop (o. A.): OutDry Ex™ Reign™ Wasserdichte Jacke für Herren.

Ciobanu et al. 2018
Ciobanu, L., Cristian, I., Ionesi, D., Loghin, C., Loghin, E. (2018): Introduction to waterproof and waterrepellent textiles. In: Williams, J. T. (Hrsg.) (2018): Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. The Textile Institute Book Series. Woodhead Publishing, Elsevier Ltd., Duxford, Cambridge, Kidlington. 3–24.

Midha/Mukhopadyay 2016
Midha, V. K., Mukhopadyay, A. (2016): Waterproof breathable fabrics. In: Horrocks, A. R., Anand, S. C. (Hrsg.) (2016): Handbook of Technical Textiles, Vol. 2: Technical Textile Applications, 2. Ausgabe. The Textile Institute Book Series. Woodhead Publishing, Elsevier Ltd., Duxford, Cambridge, Kidlington. 27–55.

Özek 2018a
Özek, H. Z. (2018): Development of waterproof breathable coatings and laminates. In: Williams, J. T. (Hrsg.) (2018): Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. The Textile Institute Book Series. Woodhead Publishing, Elsevier Ltd., Duxford, Cambridge, Kidlington. 25–72.
PAVLIDOU/PAUL 2018

UBA 2018a
Umweltbundesamt, UBA (07.08.2018): Per- und polyfluorierte Chemikalien (PFC).