

Abschlussbericht

zur Studie

Titel:

**Studie zur Analyse des Marktes für Schafschurwolle aus Deutschland –
Stand, Potenziale, Hemmnisse und Handlungsempfehlungen**

Auftragnehmer:

white ip | Business Solutions GmbH

Laufzeit:

18. Oktober 2021 bis 18. Januar 2023

Datum der Abgabe des Abschlussberichts:

18. Januar 2023

In Auftrag gegeben durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Über den Projektträger:

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR)

Aktenzeichen:

2221NR074X

Kurzfassung

Schafschurwolle gilt als einer der ältesten von Menschen verarbeiteten nachwachsenden Rohstoffe. Auf Grund seiner Eigenschaften bietet der Rohstoff verschiedenste Einsatzmöglichkeiten zur Verarbeitung in unterschiedlichen Branchen und Industrien. Trotz seiner Anwendungsmöglichkeiten kämpft der Rohstoff, explizit die erzeugende Seite, seit Jahren mit Unwägbarkeiten und Herausforderungen.

Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) hat im Auftrag des BMEL eine Studie zur Analyse des Marktes für Schafschurwolle im Zeitraum von Oktober 2021 bis Januar 2023 erstellen lassen.

Im Rahmen dieser vorliegenden Studie zur Analyse des Marktes für Schafschurwolle aus Deutschland wurden die Marktgegebenheiten analysiert und durch Gespräche mit Expert:innen verifiziert. Die Betrachtungen innerhalb der Studie untersuchten dabei zum einen die erzeugende Seite und zum anderen die verarbeitende Seite möglicher Produkte im Kontext von deutscher Schafschurwolle.

Zur Aufnahme der IST-Situation der erzeugenden Seite wurden neben statistischen Erhebungen, Literaturrecherchen und Gesprächen mit Expert:innen auch eine Umfrage unter Schafhalter:innen durchgeführt.

Zur Bewertung der Anwendungsgebiete von Produkten aus Schafschurwolle wurden 5 Märkte (Textilien und Heimtextilien, Landwirtschaft, Bauwirtschaft, Pharma & Chemie sowie Mobilität & Verkehr) mit insgesamt 15 Unterklassifizierungen definiert.

In der Schafhaltung kämpfen die Schäfer:innen seit Jahren mit Nachwuchsproblemen und niedrigen Erlösen für die Wolle, die zumeist nicht die Schurkosten decken. Eine fehlende oder geringfügige Vernetzung innerhalb der Branche führt zu Wettbewerbsnachteilen und schwachen Nachfragen. Hohe Kosten für die Haltung der Tiere sowie internationale Wettbewerbsprodukte aus bspw. Neuseeland, Irland oder Australien belasten die Situation zusätzlich.

Im Jahr stehen schätzungsweise ca. 6.000 Tonnen deutscher Schafschurwolle als Rohwolle zur Verfügung. Nach dem Waschen der Wolle wären damit ungefähr 4.200 Tonnen jährlich zur weiteren Verwendung vorhanden. Auf Grund dieser begrenzten Verfügbarkeit findet deutsche Schafwolle in erster Linie ihre Anwendung in der Nische und nicht in massenmarktfähigen Produkten. Schafschurwolle als weiterzuverarbeitender Rohstoff bedarf oftmals mehrerer Verarbeitungsstufen, teils können die Wertschöpfungsketten überaus komplex sein. Durch die Beteiligung mehrerer Akteure entstehen Preise, die im Wettbewerb mit anderen nachwachsenden oder synthetischen Rohstoffen nur bedingt wettbewerbsfähig erscheinen. Das Fehlen einer deutschen Wollwäscherei führt zusätzlich zu logistischen Herausforderungen und wurde als eines der zentralen Probleme der hiesigen Branche benannt.

Eine weitere Einschränkung in der Breite potenzieller Anwendungsmöglichkeiten liegt in der Qualität und der Feinheit deutscher Schafwolle. Die im Vergleich zur ausländischen Wolle gröbere Struktur führt zu gewissen Einschränkungen bei einigen Anwendungsgebieten, vor allem in den Bereichen der Textilien und Hygieneprodukte.

Auf Grund der teils bedeutenden physikalischen Eigenschaften der Schafwolle bieten sich vor allem im technischen Textil-, Bauwesen und Düngemarkt potenzielle Anwendungsmöglichkeiten. Es zeigt sich hierbei jedoch, dass wesentliche Marktteilnehmer:innen nur wenige Kenntnisse über die Anwendungsmöglichkeiten und die Eigenschaften der Wolle haben.

Dank der steigenden Nachfrage nach biologisch abbaubaren, regionalen und nachwachsenden Rohstoffen sowie einer zunehmenden Renationalisierung von Wertschöpfungsketten eröffnen sich für nachwachsende Rohstoffe und explizit auch für die deutsche Schafwolle zusätzliche Verwertungschancen. Dies erfordert jedoch eine verstärkte öffentliche Wahrnehmung der Möglichkeiten und Vorteile des Rohstoffes im Kontext der weiteren Verwendung.

Für die Verwendung von feiner deutscher Schafschurwolle eignen sich die Anwendungsgebiete der Textilien: Heimtextilien, Teppiche, Outdoorbekleidung und Füllmaterialien. Eine große Restriktion stellt hierbei die Verfügbarkeit der feinen Wolle dar. Der deutsche Wollmarkt ist vor allem durch die Verfügbarkeit von gröberer Wolle gezeichnet. Dahingehend können nicht alle Produkte im Bereich der Textilien durch die deutsche Schafwolle bedient werden, weshalb maßgeblich ausländische Wolle aus den Gebieten Australiens und Süd Amerikas Anwendung finden.

Für die Verwertung der groben Wolle eignet sich der Bereich Geotextilien, aufgrund des großen B2B Markts existiert eine mittlere Preisbereitschaft. Grobe Schurwolle mit schlechter Qualität kann für die Anwendungsgebiete Pflanzsubstrate/ Torfersatzstoffe und Dünger verwendet werden.

Bemühungen zur Verbesserung der derzeitigen Situation sollten sich primär nicht auf einzelne Anwendungsgebiete beziehen, sondern so gerichtet sein, dass sie die Infrastruktur fördern und mehrere Anwendungsgebiete gleichzeitig unterstützen. Dann können vereinzelt Nischenprodukte entstehen, die eine möglichst hohe Wertschöpfung generieren.

Zusammengefasst kann man konstatieren: Schafwolle bietet viele Möglichkeiten, wird bisweilen jedoch unter ihrem Wert verwendet und ist wenig bekannt. Um diese Situation zu ändern, bedarf es einer ganzheitlichen und nachhaltigen Umsetzung einzelner Maßnahmen. Die im Rahmen dieser Studie empfohlenen Maßnahmen lassen sich dabei in 7 Bereiche einteilen.

1. Allgemeines
 - Förderung des Nachwuchses zur Stärkung der einheimischen Erzeugerseite
 - Handbuch zur Verbesserung und Vereinheitlichung der Wollqualität
2. Forschung und Entwicklung
 - Beauftragung und Durchführung einer Klimabilanzstudie zur Herstellung von Schafschurwolle
3. Modell- und Demonstrationsvorhaben
 - Prüfung und Bewertung der Realisierbarkeit einer deutschen Wollwäscherei
4. Fachinformation & Vernetzung der verschiedenen Marktakteure
 - Entwicklung und Realisierung einer Plattform zur Vernetzung aller relevanten Marktteilnehmer
 - Fachliche & technische Weiterbildung zum Umgang mit Schafschurwolle und den technischen Möglichkeiten
5. Zertifizierung und Standards durch ein Qualitätssiegel zur Stärkung des Vertrauens und zum Herkunftsnachweis
 - Einführung und Etablierung von Qualitätssiegeln zur Vertrauensbildung in Herkunft und Qualität der deutschen Schafwolle
6. Marketing und Endverbraucherbezogene Öffentlichkeitsarbeit
 - Umsetzung einer Imagekampagne zur Verbreitung der Produktmöglichkeiten und Vorteile deutscher Schafschurwolle
7. Rechtliche Rahmenbedingungen
 - Aufhebung der Einstufung von Schafschurwolle als Material der Kategorie 3
 - Populationskontrolle des Wolfbestandes
 - Umsetzung von Förderprogrammen für die Einführung von Produkten aus deutscher Schafwolle

Die Handlungsempfehlungen der verschiedenen Maßnahmen greifen dabei teilweise ineinander und bedingen gewisse Entwicklungen. Es wird daher am Ende im Rahmen der Handlungsempfehlungen eine Priorisierung vorgenommen.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	I
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	IX
Abkürzungsverzeichnis	XI
1. Einführung	1
1.1 Hintergrund, Aufgaben- und Zielstellung	1
1.2 Zusammenarbeit mit anderen Stellen	1
1.3 Planung und Ablauf der Marktstudie	2
2. Vorgehen und Erhebungsmethoden bei der Marktanalyse	4
3. Aktueller Stand der Schafschurwolle in Deutschland	5
3.1 Bestand und Erzeugung	5
3.2 Verfügbare Qualitäten.....	8
3.3 Physikalische, chemische, biologische Eigenschaften	10
3.4 Wertschöpfungskette in der Erzeugung und Verarbeitung	11
3.5 Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren auf die Erzeugung und Nutzung.....	13
3.6 Entwicklung der Erzeugerpreise	16
3.7 Herausforderungen der Erzeugerseite	17
4. Überblick über Faserrohstoffe	23
5. Analyse Anwendungsfelder für Schafschurwolle	26
5.1 Technische Filze / Textilien.....	26
5.2 Textilien und Heimtextilien, Teppiche.....	31
5.2.1 <i>Textilien und Heimtextilien</i>	31
5.2.1.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich	36
5.2.1.2 Etablierte Wertschöpfungsketten.....	38
5.2.1.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Textilien und Heimtextilien	43
5.2.1.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Textilien und Heimtextilien.....	44
5.2.2 <i>Teppiche</i>	44
5.2.2.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich	45
5.2.2.2 Etablierte Wertschöpfungsketten.....	46
5.2.2.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Teppiche	47
5.2.2.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Teppiche	47
5.2.3 <i>Outdoorbekleidungen</i>	48
5.2.3.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich	48
5.2.3.2 Etablierte Wertschöpfungsketten.....	48
5.2.3.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Outdoorbekleidung	48
5.2.3.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Outdoorbekleidung	49
5.2.4 <i>Füllmaterialien</i>	49
5.2.4.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich	49
5.2.4.2 Etablierte Wertschöpfungsketten.....	50
5.2.4.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Füllmaterialien.....	50
5.2.4.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Füllmaterialien	50
5.3 Landwirtschaft.....	50
5.3.1 <i>Dünger</i>	50
5.3.1.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich	53

5.3.1.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	55
5.3.1.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Dünger ..	58
5.3.1.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Dünger.....	59
5.3.2	<i>Pflanzsubstrate / Torfersatzstoffe</i>	61
5.3.2.1	Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	61
5.3.2.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	62
5.3.2.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Pflanzsubstrate / Torfersatzstoffe	63
5.3.2.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereiche Pflanzsubstrate / Torfersatzstoffe.....	64
5.4	Bauwirtschaft und weitere Einsatzbereiche	65
5.4.1	<i>Dämmstoffe zum Einsatz an Bauteilen, Rohren und Akustik</i>	65
5.4.1.1	Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	68
5.4.1.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	79
5.4.1.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Dämmstoffe	80
5.4.1.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Dämmstoffe	81
5.4.2	<i>Faserverbundstoffe, Faserformteile</i>	83
5.4.2.1	Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	84
5.4.2.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	84
5.4.2.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Faserverbundstoffe / Faserformteile.....	85
5.4.2.4	Herausforderung und Chancen der Ausweitung des Absatzes u. der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Faserverbundstoffe / Faserformteile	86
5.4.3	<i>Geotextilien</i>	88
5.4.3.1	Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	88
5.4.3.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	90
5.4.3.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Geotextilien	90
5.4.3.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Geotextilien.....	91
5.5	Pharma & Chemie	93
5.5.1	<i>Hygieneartikel</i>	93
5.5.1.1	Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	96
5.5.1.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	96
5.5.1.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Hygieneartikel	97
5.5.1.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereiche Hygieneartikel	97
5.5.2	<i>Medizinische Produkte</i>	98
5.5.2.1	Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	99
5.5.2.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	100
5.5.2.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich medizinischer Produkte	101
5.5.2.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich medizinischer Produkte.....	102
5.5.3	<i>Kosmetische Produkte</i>	103
5.5.3.1	Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	104
5.5.3.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	105
5.5.3.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Kosmetik	106
5.5.3.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Kosmetik	106
5.5.4	<i>Klebstoffe</i>	108
5.5.4.1	Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	109
5.5.4.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	109
5.5.4.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Klebstoffe.....	110
5.5.4.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Klebstoffe	111
5.6	Mobilität & Verkehr	112
5.6.1	<i>Automobil</i>	112

5.6.1.1	Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	113
5.6.1.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	115
5.6.1.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Automobil.....	115
5.6.1.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Automobil.....	116
5.6.2	<i>Schieneverkehr, Schiff- und Flugverkehr</i>	117
5.6.2.1	Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich.....	117
5.6.2.2	Etablierte Wertschöpfungsketten.....	118
5.6.2.3	Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Schieneverkehr, Schiff- und Flugverkehr.....	118
5.6.2.4	Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Schieneverkehr, Schiff- und Flugverkehr	119
5.7	Sonstige ausgewählte innovative potenzielle Anwendungsgebiete für Schafwolle.....	120
5.7.1	<i>Woolpack</i>	120
5.7.2	<i>Kompostierbare Müllbeutel aus Schafwolle - Beutelwolle</i>	122
6.	Märkte mit den höchsten Potenzialen.....	124
6.1	Vorstellung der Auswahlkriterien und Bewertungsmethodik.....	124
6.2	Nutzwertanalyse zur Priorisierung der Märkte	124
7.	Zusammenfassung der Ergebnisse der Marktanalyse (SWOT-Analyse)	128
8.	Ableitung von Handlungsbedarfen und -empfehlungen.....	131
8.1	Einschätzung zu Potenzialen und Umsetzungsmöglichkeiten in den Anwendungsfeldern	131
8.2	Allgemein	133
8.2.1	<i>Nachwuchsförderung durch Unterstützungsmöglichkeiten</i>	133
8.2.2	<i>Handbuch zur Verbesserung und Vereinheitlichung der Wollqualität</i>	133
8.3	Forschung & Entwicklung anhand der Klimabilanzstudie deutscher Schafschurwolle	133
8.4	Modell- und Demonstrationsvorhaben anhand von Wollwäschereien zur Stärkung der heimischen Wertschöpfung.....	134
8.5	Fachinformation, Vernetzung der verschiedenen Marktakteure.....	135
8.5.1	<i>Plattform zur besseren Vernetzung</i>	135
8.5.2	<i>Fachliche und technische Weiterbildung im Umgang mit Schafschurwolle</i>	136
8.6	Zertifizierung und Standards durch ein Qualitätssiegel zur Stärkung des Vertrauens und zum Herkunftsnachweis.....	136
8.7	Marketing und Endverbraucherbezogene Öffentlichkeitsarbeit.....	138
8.7.1	<i>Imagekampagne</i>	138
8.7.2	<i>Wollsiegel</i>	140
8.8	Rechtliche Rahmenbedingungen	141
8.8.1	<i>Aufhebung der Einstufung von Schafschurwolle als Material der Kategorie 3 - für den menschlichen Verzehr nicht mehr geeignete tierische Nebenprodukte</i>	141
8.8.2	<i>Populationskontrolle des Wolfbestands</i>	141
8.8.3	<i>Einführung einer Förderung für regionale, nachhaltige und innovative Produkte aus Schafschurwolle</i>	142
8.9	Priorisierung der genannten Handlungsempfehlungen	143
8.9.1	<i>Aufbau eines Qualitätssiegels und eines Netzwerks für Produkte und Unternehmen im Bereich Schafschurwolle</i>	143
8.9.2	<i>Priorisierung der Anforderungen nach Aufwand und zeitlicher Umsetzbarkeit</i>	143
9.	Kritische Würdigung.....	145
	Literaturverzeichnis	IX

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zusammensetzung des Expert:innengremiums.....	1
Abbildung 2: Planung und Ablauf der Marktstudie	4
Abbildung 3: Qualitätsaufteilung der Wolle je nach Körperteil des Schafes (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).....	8
Abbildung 4: Qualitäten deutscher Schafschurwolle (white ip, 2022)	9
Abbildung 5: Feinheiten deutscher Schafschurwolle (white ip, 2022).....	10
Abbildung 6: Übersicht der Lebenshaltungskosten eines Schafes (white ip, 2022)	12
Abbildung 7: Prozess zur Veredelung von Schafwolle (eigene Darstellung angelehnt an (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)	13
Abbildung 8: Entwicklung der australischen Wollpreise von grober und feiner Wolle in Euro pro Kilogramm (Index mundi, 2022)	17
Abbildung 9: Entwicklung der Anzahl gerissener Tiere (insbesondere Schafe) in Deutschland in den vergangenen 10 Jahren (Wolf, Bundesweite Schadensstatistik, 2022).....	18
Abbildung 10: Verteilung der Schafe und Tierärzte in Deutschland (Bundestierärztekammer, 2021) (Statistisches Bundesamt, 2022).....	19
Abbildung 11: Entwicklung der Anzahl an Tierärzten für Nutztiere von 2012 bis 2021 (Bundestierärztekammer, 2021).....	20
Abbildung 12: Übersicht zu Naturfasern (Fuchs & Albrecht, 2009).....	28
Abbildung 13: Typische Wertschöpfungskette zur Herstellung von technischen Filzen (Filz Neumann, 2022).....	30
Abbildung 14: Umsatz der deutschen Textil- und Bekleidungsindustrie in den Jahren 2005 bis 2020 (in Milliarden Euro (Statista, 2022)	31
Abbildung 15: Import und Export von Textilien und Bekleidung in bzw. aus Deutschland in den Jahren 2008 bis 2021 in Milliarden Euro (Statista, 2022)	32
Abbildung 16: Wichtigste Abnehmerländer für Textil- und Bekleidungsexporte aus Deutschland nach Ausfuhrwert im Jahr 2021 in Millionen Euro (Statista, 2022)	32
Abbildung 17: Anzahl der Betriebe in der deutschen Textilindustrie nach Segmenten in den Jahren 2008 bis 2020 (Statista, 2022).....	33
Abbildung 18: Kostenstruktur in der deutschen Textilindustrie im Jahr 2019 (Statista, 2022).....	33
Abbildung 19: Entwicklung der Erzeugerpreise für Textilien in Deutschland in den Jahren 2001 bis 2021 gegenüber dem Vorjahr (Statista, 2022)	33
Abbildung 20: Anzahl der Betriebe in der deutschen Bekleidungsindustrie nach Segmenten in den Jahren 2008 bis 2020 (Statista, 2022)	34
Abbildung 21: Kostenstruktur in der deutschen Bekleidungsindustrie im Jahr 2019 (Statista, 2022)...	35
Abbildung 22: Entwicklung der Erzeugerpreise für Bekleidung in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2021 gegenüber dem Vorjahr (Statista, 2022)	35
Abbildung 23: Umsatzentwicklung von Haus- und Heimtextilien in Deutschland (Statista, 2022).....	36
Abbildung 24: Verteilung der weltweiten Faserproduktion nach Faserart 2019 (Statista, 2022)	36
Abbildung 25: Faserverarbeitung für Heimtextilien in Deutschland (Statista, 2022).....	37
Abbildung 26: Überregionale Wertschöpfungskette von Textilien (Appelbaum & Gereffi, 1994)	39
Abbildung 27: Verarbeitungsstufen von Schafschurwolle in der Textil- und Kleidungsindustrie (Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden Württemberg, 2022)..	40
Abbildung 28: Umfrage; Welche dieser Kleidungsmaterialien kommen für Sie nicht in Frage (Statista, 2022).....	42
Abbildung 29: Umfrage; Welche Kleidungsmaterialien tragen Sie gern? (Statista, 2022).....	42
Abbildung 30: Umfrage; Zu welchen Maßnahmen sollten deutsche Textilunternehmen bezüglich ihrer Lieferketten im Ausland verpflichtet werden? (Statista, 2022)	42
Abbildung 31: Umsatz der deutschen Teppichindustrie (Statista, 2022)	45
Abbildung 32: Entwicklung der Verbraucherpreise für Teppiche und andere Bodenbeläge in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2021 gegenüber dem Vorjahr (Statista, 2022)	45
Abbildung 33: Wertschöpfungskette Teppiche unter Berücksichtigung der Preise der einzelnen Stufen	46

Abbildung 34: Wertschöpfungskette von Schafschurwolle Outdoorbekleidung.....	48
Abbildung 35: Wertschöpfungskette für Füllmaterialien aus Schafschurwolle.....	50
Abbildung 36: Entwicklung des Düngemittelabsatzes in Deutschland in Mio. Tonnen (Industrieverband Agrar, 2022).....	52
Abbildung 37: Entwicklung der Ausgaben für Düngemittel in Deutschland nach Art des Düngers in Mio. € (Statista, 2021).....	52
Abbildung 38: Wertschöpfungskette zur Herstellung von Mineraldünger (Stickstoffdünger) am Beispiel des Unternehmens Yara (Yara).....	55
Abbildung 39: Jährliche Entwicklung der Importmengen von Erdgas von Deutschland in Terajoule (TJ) (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2022).....	56
Abbildung 40: Jährliche Entwicklung der Grenzübergangspreise der Importe von Erdgas nach Deutschland in Terajoule (TJ) (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2022).....	56
Abbildung 41: Entwicklung der Gaspreise für Industriekunden in Deutschland in den Jahren 2011 bis 2021 in Euro-Cent pro kWh (Statista Research Department, 2021).....	57
Abbildung 42: Wertschöpfungskette zur Herstellung von Düngepellets aus Schafschurwolle (eigene Darstellung auf Grundlage von Aussagen von Expert:innen).....	57
Abbildung 43: Landwirtschaftliche Betriebe, die Mineral- oder Wirtschaftsdünger sowie organische und abfallbasierte Dünger ausgebracht haben in Tausend (Statistisches Bundesamt, 2021).....	60
Abbildung 44: Ausbringungsfläche von Mineral- und Wirtschaftsdünger in Hektar (Statistisches Bundesamt, 2021).....	60
Abbildung 45: Ausgebrachte Menge an Wirtschaftsdünger sowie organischen und abfallbasierten Dünger in Tonnen (Statistisches Bundesamt, 2021).....	61
Abbildung 46: Einsatz von Substratausgangsstoffen bei Hobbyerden und Kultursubstraten für den deutschen Markt 2019 – Anteil in % (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2021).....	61
Abbildung 47: Wertschöpfungskette schafwollbasierte Pflanzsubstrate.....	62
Abbildung 48: Wertschöpfungskette Torfmoos.....	63
Abbildung 49: Befragung bezüglich Wahl von Pflanzsubstraten in % (Statista, 2022).....	64
Abbildung 50: Arten von Dämmstoffen (unterteilt nach Rohstoffen) (Reyer & Schild, 2002).....	66
Abbildung 51 Umsatz mit Dämmstoffen in Deutschland in den Jahren 2018 – 2021 und Prognose bis 2023 in Millionen Euro (Statista, 2022).....	67
Abbildung 52: Einbaubereiche von Dämmungen im Gebäude (Deutsche Umwelthilfe e.V., 2020).....	71
Abbildung 53: Verteilung der Rohstoffe im Bereich Dämmstoffe im Jahr 2019 (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2022).....	73
Abbildung 54: Verteilung nachwachsende Rohstoffe nach Dämmarten im Jahr 2019 (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2022).....	73
Abbildung 55: Beispielhafte Darstellung des Capo 425 LANA-Ziegel der Firma Gasser Ceramic (Gasser Ceramic, 2022).....	74
Abbildung 56: Typische Wertschöpfungskette im Rahmen der Dämmstoffherstellung (Baunetz Wissen, 2022).....	80
Abbildung 57: Vergleichbare Wertschöpfungskette der Herstellung von Glaswolle.....	80
Abbildung 58: Prognostiziertes Marktvolumen von Babywindeln weltweit in Milliarden USD (Statista, 2022).....	94
Abbildung 59: Aufbau Einwegwegwindel (Öko-Institut, 2018).....	94
Abbildung 60: Aufbau verschiedener Mehrweg-Windelsysteme (Stoffywelt, kein Datum).....	95
Abbildung 61: Wertschöpfungskette im Bereich Hygieneartikel aus Schafschurwolle (Expert:in, 2022).....	97
Abbildung 62: typische Wertschöpfungskette Heilwolle (Villgrater Natur, 2022).....	100
Abbildung 63: typische Wertschöpfungskette Lanolin (Wollfett) (Deutsche Lanolin Gesellschaft, 2022).....	101
Abbildung 64: Nachhaltigkeitsaspekte beim Kauf von Naturkosmetik (Statista, 2022).....	103
Abbildung 65: Marktvolumen Schönheitspflegemittel 2021 in Mio. € (Statista, 2022).....	104
Abbildung 66: Wertschöpfungskette im Bereich Kosmetikartikel aus Schafschurwolle.....	106
Abbildung 67: Menge an produzierten Klebstoff in Deutschland in 1.0000 t (Industrieverband Klebstoffe e.V., 2021).....	108

Abbildung 68: Wert der produzierten Klebstoffe in Deutschland in Mio. € (Industrieverband Klebstoffe e.V., 2021)	108
Abbildung 69: Skizzierte Wertschöpfungskette im Bereich Klebstoffe.....	110
Abbildung 70: Anzahl der produzierten Personenkraftwagen in Deutschland bis 2021 (Statista, 2021)	112
Abbildung 71: Umsatzentwicklung in der Automobilindustrie in Deutschland von 2013 bis 2019 (Statista, 2022).....	112
Abbildung 72: Einsatzgebiete von nachwachsenden Rohstoffen im KfZ-Bereich (Filz Neumann, 2022)	113
Abbildung 73: Verteilung nachwachsender Rohstoffe in europäischer Automobilindustrie.....	114
Abbildung 74: vereinfachte Darstellung der Wertschöpfungskette im Mobilitätssektor (Braun, Hopfensack, Fecke, & Wilts, 2021)	115
Abbildung 75: Bewertung von Eigenschaften der für Sitzbezüge in öffentlichen Verkehrsmitteln geeigneten Materialien (Institut für Industrielle Ökologie, 2018)	119
Abbildung 76: Umsatz mit Lebensmitteln im Online-Handel in Deutschland von 2014 bis 2021 (Statista, 2023).....	120
Abbildung 77: Umsatz der Verpackungsindustrie in Deutschland in den Jahren 2011 bis 2021 (in Milliarden Euro) (Statista, 2023).....	121
Abbildung 78: Umsatzverteilung der Verpackungsindustrie in Deutschland nach Bereich im Jahr 2021 (Statista, 2023)	121
Abbildung 79: Mögliche Maßnahmen des BMEL/ FNR bei der Unterstützung zur Gründung eines Qualitätssiegels und Netzwerks für deutsche Schafschurwolle	143
Abbildung 80: Priorisierung der Handlungsempfehlungen des BMEL/ FNR.....	144

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Entwicklung der Anzahl an Schafbetrieben und deren Schafbestand (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022)	6
Tabelle 2: Entwicklung der Anzahl der Schafe in Deutschland (Destatis, Schafbestände mit leichten Schwankungen, n.a.) (Statistisches Bundesamt, 2022).....	6
Tabelle 3: Anzahl Schafe in den europäischen Ländern in Tausend (Eurostat, 2022).....	7
Tabelle 4: Einteilung der Wolle in Feinheitsklassen anhand der Faserdurchmesser in μm (Schafzuchtverband Berlin Brandenburg, 2019)	9
Tabelle 5: Chemische Bestandteile der Rohwolle (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).....	11
Tabelle 6: Förderungen für Schafzuchtbetriebe ausgewählter Bundesländer (Förderdatenbank, 2022) (StMELF, 2022) (SMEKUL, 2022).....	22
Tabelle 7: Physikalische und spezielle Eigenschaften von Chemiefasern (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)	23
Tabelle 8: Mechanische Kennwerte wichtiger Naturfasern (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).....	24
Tabelle 9: Kennwerte wichtiger Bast- und Hartfasern (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).....	24
Tabelle 10: Einteilungen und Begriffe im Bereich der technischen Textilien	26
Tabelle 11: Technische Eigenschaften von Naturfasern (Fuchs & Albrecht, 2009).....	29
Tabelle 12: Eigenschaften wichtiger Fasern (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)	38
Tabelle 13: Abgabepreise für Düngemittel an die Landwirtschaft, in €/100 kg ohne MwSt. (Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, kein Datum), (Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, 2022).....	53
Tabelle 14: Vergleich der Eigenschaften von organischen und mineralischen Düngemitteln (Plantura, 2022).....	54
Tabelle 15: Eigenschaften von Schafwollpellets (Waldherr, 2022)	55
Tabelle 16: Eigenschaften häufig verwendeter Mineralsubstrate - Produktionstechnische Eigenschaften (IGZ / Uni Kassel, 2005)	62
Tabelle 17: Eigenschaften häufig verwendeter Mineralsubstrate - Ökologische Eigenschaften (IGZ / Uni Kassel, 2005).....	62
Tabelle 18: Eigenschaften von Wärmedämmstoffen im Vergleich (Neroth & Vollenschaar, 2011) (Mühlbauer, 2023)	70
Tabelle 19: Lieferformen unterschiedlicher Materialgruppen	70
Tabelle 20: Einsatzgebiete von Dämmstoffen am Markt (Natürlich Dämmen, 2022)	72
Tabelle 21: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Steinarten im Vergleich (Kostencheck, 2022).....	75
Tabelle 22: Konstruktionsvergleiche von Mauerwerken.....	75
Tabelle 23: Dynamische Steifigkeit verschiedener Dämmschichten für schwimmende Estriche	79
Tabelle 24: Primärenergiebedarf ausgewählter Dämmstoffe (Nierobis, 2022)	82
Tabelle 25: Herstellungsmengen von Faserverbundwerkstoffen in Deutschland nach Einsatzbereichen (gehtohne.de, 2022)	84
Tabelle 26: Technische Daten von ausgewählten Faser-verstärkten Kunststoffen	86
Tabelle 27: Beispielhafte Forschungsprojekte im Bereich der Faserverbundwerkstoffe	87
Tabelle 28: Beständigkeit von Faserstoffen gegen verschiedene Umwelteinflüsse (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)	89
Tabelle 29: Anforderungen an Produkteigenschaften bei den Hauptfunktionen von Geovliesstoffen (Industrieverband Geokunststoffe e.V., 2018).....	91
Tabelle 30: Vor- und Nachteile von Rohstoffen in der Verwendung von Einwegwindeln (Kunststoffrohrverband e.V., 2022)	95
Tabelle 31: Rohstoffe in der Verwendung für Mehrwegwindeln (Heinrich Heine GmbH, 2022).....	95
Tabelle 32: verwendete Rohstoffe im Bereich der konventionellen Kosmetik (Expert:in, 2022)	105
Tabelle 33: Vor- und Nachteile sowie Anwendungsmöglichkeiten von Keratin und Wollwachs (INCI Beauty, 2022) (Expert:in, 2022)	107
Tabelle 34: Bewertung der funktionalen Eigenschaften geeigneter Materialien für sonstige Autoausstattung (Institut für Industrielle Ökologie, 2018)	116

Tabelle 35: Eigenschaften der verwendeten Stoffe für öffentliche Sitzbezüge (Institut für Industrielle Ökologie, 2018)	118
Tabelle 36: Definition der Bewertungskriterien zur Identifikation der höchsten Potenziale (eigene Darstellung)	124
Tabelle 37: Gewichtung der Bewertungskriterien der Nutzwertanalyse	126
Tabelle 38: Potentiale der betrachteten Anwendungsgebiete von Schafwolle auf Basis der erforderlichen Feinheiten und Qualitäten sowie der Preisbereitschaft der Verbraucher.....	132

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
€	Euro
°C	Grad Celsius
μ	Wasserdiffusionswiderstand
Abb.	Abbildung
ABS	Acrylnitril Butadien Styrol
AHL	Ammoniumnitrat-Harnstoff-Lösung
ASS	Ammonsulfatsalpeter
AWI	Australian Wool Innovation Limited
B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Costumer
BEK	Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen
BIngK	Bundesingenieurkammer
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
bsp.	Beispiel
bspw.	Beispielsweise
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BZL	Bundesinformationszentrum Landwirtschaft
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CaCO ₃	Calciumcarbonat
cm	Centimeter
CO ₂	Kohlenstoffdioxid
CO ₂ -eq	Kohlenstoffdioxid-Äquivalent
CSR	Corporate Social Responsibility
d.h.	das heißt
DAB	Deutsches Arzneimittelbuch
db	Dezibel
e.V.	eingetragener Verein
EGGBI	Europäische Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene
EnEV	Energiesparverordnung
EPS	expandiertes Polystyrol,
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
FAVV: AFSCA	Föderalagentur für die Sicherheit der Nahrungsmittelkette (Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen)
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
g	Gramm
GFK	Glasfaserverstärkter Kunststoff
ggf.	gegebenenfalls

Abkürzungsverzeichnis

Ha	Hektar
HACCP	Hazard Analysis Critical Control Points
i.d.R.	in der Regel
IKW	Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel
IWS	Internationales Wollsekretariat
J	Joule
K	Kelvin
k.A.	keine Angabe
KAS	Kalkammonsalpeter
kg	Kilogramm
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
kN	Kilonewton
KO ₂	Kaliumoxid
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
kWh	Kilowattstunde
l	Liter
LCA	life cycle assessment
LOHAS	Lifestyle of Health and Sustainability
m	Meter
MarkenG	Markengesetz
mg	Milligramm
MgO	Magnesiumoxid
Mio.	Millionen
mm	Millimeter
MN	Meganewton
Mrd.	Milliarden
MSchG	Markenschutzgesetz
N	Newton
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NFK	Naturfaserverstärkte Kunststoffe
NPK	Stickstoff-Phosphat-Kalium
NWA	Nutzwertanalyse
o.ä.	oder ähnliche(s)
o.g.	oben genannt
P205	Phosphorpentoxid
Pa	Pascal
PA	Polyamid
PAC	Polyacrylnitril
PC/ABS	Polycarbonate/Acrylnitril Butadien Styrol
PDO	Polydioxanon
PE	Polyethylen
PEEK	Polyetheretherketon

Abkürzungsverzeichnis

PES	Polyester/Polyethersulfon
PET	Polyethylenterephthalat
PF	Phenolharz
PGA	Polyglykolid
PIR	Polyisocyanurate
Pkw	Personenkraftwagen
PLA	Polymilchsäure
PS	Polystyrol
PTFE	Polytetrafluorethylen
PUR/PU	Polyurethan
PVC	Polyvinylchlorid
PVDF	Polyvinylidenfluorid
s	Sekunde
S	Schwefel
SAL	sterility assurance level
sog.	sogenannt
t	Tonnen
TPS	Thermoplastische Stärke
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
VBI	Verband Beratender Ingenieure
VDI	Verein Deutscher Ingenieure e. V.
VDL	Vereinigung Deutscher Landesschafzuchtverbände
VDNR	Verband Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e. V.
Vgl.	Vergleich
Vol.-%	Volumenprozent
W	Watt
WPC	Wood-Plastic-Composites
XPS	extrudiertes Polystyrol
z.B.	zum Beispiel
Λ	Lambda
ρ	rho

10 1. Einführung

1.1 Hintergrund, Aufgaben- und Zielstellung

Die Marktstudie wurde über ein öffentliches Ausschreibungsverfahren durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft – über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. am 18. Oktober 2021 in Auftrag gegeben.

20 Auftragsgegenstand war die Erstellung einer Marktanalyse zum Thema Schafschurwolle (im weiteren Verlauf als „Schafwolle“ bezeichnet) in Deutschland. Es sollten aktuelle und potenzielle Anwendungsmöglichkeiten und Märkte für die Schafwolle dargestellt werden, inklusive der strukturellen Hürden, die einer (weiteren) Erschließung der Märkte entgegenstehen. Es mussten die Kostensituation, die Anbieterseite, die Anforderungen der Abnehmer und die ökologischen Implikationen analysiert werden. Darauf aufbauend sollten vielversprechende Zukunftsmärkte und Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

Das übergeordnete Ziel der Analyse war es, mögliche Potenziale für eine umfangreichere Verwertung der heimischen Schafwolle mit einer möglichst hohen Wertschöpfung auf allen Stufen – inklusive der Erzeugerstufe – auf den bestehenden und potenziellen Märkten zu ermitteln und Möglichkeiten aufzuzeigen, wie diese erschlossen werden können.

30 Die Schafwolle ist ein heimischer, ohnehin anfallender biogener Rohstoff mit hochwertigen Eigenschaften und daraus resultierenden Potenzialen (bspw. als Hochleistungsfaser). Aktuell wird das bestehende Potenzial nicht vollumfänglich ausgeschöpft. Bei einem Teil der genutzten Schafwolle fällt die Wertschöpfung – bspw. auf der Erzeugerseite – gering aus.

Schafwolle könnte nicht nur stärker in bereits etablierten, sondern auch neuen Bereichen zum Einsatz kommen und Fasern sowie Werkstoffe auf Erdölbasis ersetzen oder auch als Torfersatz dienen.

Eine stärkere Nutzung des Rohstoffs Schafwolle mit einer höheren Wertschöpfung auf allen Stufen würde einen Beitrag zur Erreichung der Ziele der Bioökonomiestrategie oder auch der Torfminderungsstrategie der Bundesregierung leisten.

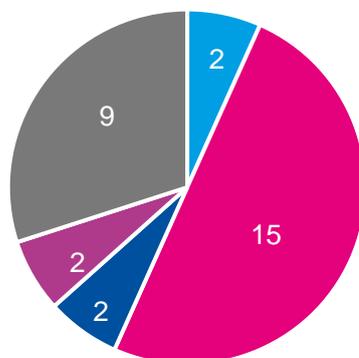
1.2 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

40 Ein wichtiger Teilaspekt der Marktanalyse und der Erhebung der Daten war der Aufbau eines Netzwerks aus Expert:innen aus den Bereichen Politik / Öffentlichkeitsarbeit, Wirtschaft, Erzeugung und Forschung sowie den verschiedenen in der Studie fokussierten Anwendungsfeldern.

Die Expert:innen wurden über Interviews, Workshops und Online-Umfragen in die Studie einbezogen. Ziel des Netzwerks war es, sowohl qualitative als auch quantitative Daten und Einschätzungen von den Expert:innen zu den einzelnen Anwendungsfeldern zu erheben.

Insgesamt konnten für die Durchführung der Studie 30 Expert:innen akquiriert und für die Zusammenarbeit motiviert werden.

Die Zusammensetzung der Herkunft der Expert:innen wird im folgenden Diagramm aufgezeigt. Der größte Anteil der Teilnehmenden stammte dabei aus den Bereichen Verarbeitung und Forschung.



■ Beratung ■ Verarbeitung ■ Handel ■ Erzeugung ■ Forschung

50 *Abbildung 1: Zusammensetzung des Expert:innengremiums*

1.3 Planung und Ablauf der Marktstudie

Die Gesamtlaufrzeit der Studie umfasste einen Zeitraum von 15 Monaten. Als Projektstart war der 18. Oktober 2021 (Zuschlagserteilung) datiert. Die Durchführung der Studie umfasste dabei fünf Arbeitspakete. Der vorliegende Abschlussbericht enthält alle Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete.

Arbeitspaket 1: Auftakt-Workshop

60 Als Ausgangspunkt der Studie sollten die in der Leistungsbeschreibung der öffentlichen Ausschreibung vorgesehenen Fragestellungen im Rahmen eines eintägigen digitalen Workshops unter Einbeziehung von relevanten Expert:innen (max. 30) aus Verbänden, Unternehmen und Forschungseinrichtungen vorgestellt und diskutiert werden.

Im Vorfeld des Auftakt-Workshops wurde das Gremium aus Expert:innen in Absprache zwischen der white ip | Business Solutions GmbH und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. zusammengestellt.

70 Der Auftakt-Workshop hatte einen zeitlichen Umfang von 8 Zeitstunden und wurde am 19. Januar 2022 mit den akquirierten Expert:innen und den zuständigen Ansprechpartnerinnen seitens FNR digital durchgeführt. Die Expert:innen erhielten in Vorbereitung eine kleine Umfrage mit den zentralen Fragestellungen, um einen ersten Einblick in die Inhalte der Studie zu erlangen. Der Workshop diente vorrangig zur Diskussion der Fragestellungen innerhalb des Expert:innengremiums und zum Netzwerkaufbau innerhalb der Branchen.

Die Ergebnisse aus Arbeitspaket 1 bildeten die Grundlage für die Analyse der Ist-Situation der verschiedenen Märkte / Anwendungsgebiete für deutsche Schafschurwolle.

Arbeitspaket 2: Analyse der aktuellen Marktsituation

Die Analyse in Arbeitspaket 2 umfasste vor allem die Erzeugerseite von Schafschurwolle sowie die bisherigen Märkte, in denen sich Schafschurwolle als Rohstoff bereits etabliert hat.

Es sollte vorrangig erarbeitet werden, welche Mengen an Schafschurwolle in Deutschland in welchen Feinheiten, Qualitäten, Faserlängen etc. geliefert werden können.

80 Als etablierte Märkte sind Textilien; Dämmstoffe; Teppiche; Dünger; Pflanzsubstrate und technische Filze definiert. Diese wurden anhand folgender Fragestellungen untersucht:

- Welche typischen Wertschöpfungsketten sind hierzulande etabliert (Erzeugung, Handel, Aufbereitung, Verarbeitung, Absatz im Inland / Exporte etc. nach Märkten und wirtschaftlicher Bedeutung)
- Welche Qualitäts- und Mengenanforderungen stellen die einzelnen Märkte (Feinheit, Farbe, Faserlänge, sonstige Anforderungen, Mindestmenge)?
- Welche Preise werden auf den einzelnen Stufen der verschiedenen Wertschöpfungsketten gezahlt?
- 90 • Welche Ursachen gibt es für den Verfall der Erzeugerpreise in den letzten 30 Jahren?
- Welche Hemmnisse stehen einer Ausweitung des Absatzes in den etablierten Märkten entgegen?

Basis für die Analyse der aktuellen Marktsituation bildeten Literaturrecherchen, Interviews mit den Expert:innen sowie Datenanalysen aus eigens durchgeführten Umfragen mit Erzeugern, Verbrauchern und Verarbeitern.

Arbeitspaket 3a: Analyse potenzieller Märkte – Analyse neuer bzw. wenig erschlossener Märkte, in denen Wolle andere Rohstoffe und Materialien ersetzen bzw. ergänzen können.

100 Das Arbeitspaket 3a umfasste eine ähnliche Aufgabenstellung wie das Arbeitspaket 2, nur dass hier Märkte eine Rolle spielen, welche aufgrund der Rohstoffeigenschaften von Schafschurwolle mögliche Anwendungsgebiete darstellen.

Als neue bzw. wenig erschlossene Märkte sind

- Funktionale Schichten in Textilien, insbesondere Outdoorbekleidung, Protektoren
- Füllmaterial für Bettwaren, Polstermöbel,
- Heimtextilien,
- Akustikpaneele,

- 110
- Innenarchitektur und Raumgestaltung,
 - Design, Dekoration,
 - Sitzbezüge und Füllmaterial für Sitze im Bereich Automobil, Luftfahrt, Schienenverkehr etc.,
 - Faserverbundwerkstoffe, Faserformteile,
 - Rohrdämmstoffe,
 - Geotextilien,
 - Substrate / Torfersatzstoff,
 - Hygieneartikel, bei denen die hygroskopischen Eigenschaften der Wolle (ggf. durch techn. Verfahren optimiert) von Vorteil sind (Windeln etc.),
 - medizinische / kosmetische Produkte (bspw. mit Woll-Keratin)

definiert und werden anhand folgender Fragestellungen untersucht:

- 120
- Welche Märkte kommen in Frage, welche Rohstoffe bzw. Materialien (fossil-, mineralisch-, biobasiert, naturbelassen / synthetisch) werden dort aktuell verwendet?
 - Welche Preise werden auf den einzelnen Stufen der verschiedenen Wertschöpfungsketten gezahlt?
 - Wie sieht die Kostensituation der aktuell verwendeten Rohstoffe / Materialien im Vergleich zur Wolle aus?
 - In welchen Märkten ist die Wertschöpfung für Wolle potenziell besonders hoch?
 - Welche technischen oder ökologischen Vorteile hätte Wolle potenziell in diesen Märkten gegenüber den aktuell verwendeten Materialien, welche (künftigen) gesetzlichen Regelungen könnten die Verwendung des Rohstoffs Wolle (künftig) ggf. in diesen Märkten befördern?
- 130
- In welchen Märkten ist die Verbrauchersensibilität gegenüber Rohstoffherkunft und -eigenschaften besonders groß?
 - Welche Hemmnisse stehen einer Ausweitung des Absatzes von Wolle in den neuen Märkten entgegen?

Basis für die Analyse der potenziellen Märkte bildeten Literaturrecherchen, Interviews mit den Expert:innen sowie Datenanalysen aus eigens durchgeführten Umfragen mit Erzeugern, Verbrauchern und Verarbeitern.

Arbeitspaket 3b: Analyse potenzieller Märkte -Identifizierung besonders vielversprechender Märkte und Handlungsbedarf

- 140
- Das Aufgabenpaket 3b stellte die Ableitung von Potenzialen und Handlungsfeldern als Ergebnis der Marktstudie dar.
- Aufbauend auf den Erkenntnissen aus Arbeitspaket 2 und 3a sollte die Benennung der Märkte erfolgen, in denen die Chancen für die Ausweitung des Absatzes oder die Erschließung neuer Absatzpotenziale für heimische Schafwolle besonders groß sind. Dabei waren die Bereiche, die eine hohe Wertschöpfung auf allen Stufen der Wertschöpfungskette (inkl. Wollerzeugung) versprechen, besonders hervorzuheben.

- 150
- Für die fachliche Begründung der Auswertung wurden Auswahlkriterien und Wertungen definiert und dargestellt. Die Kriterien wurden in Absprache zwischen der white ip | Business Solutions GmbH und der FNR festgelegt.
- Zudem wurden die Grenzen der identifizierten Potenziale im Hinblick auf die Anbieterseite sowie weitere eventuell strukturellen Hürden berücksichtigt.

Gleichzeitig wurde der Handlungsbedarf zur Erschließung der Potenziale und zum Abbau der Hürden abgeleitet und als Empfehlung für das BMEL aufbereitet. Die Darstellung der Handlungsfelder folgte entsprechender Struktur:

- 160
- Forschung und Entwicklung
 - Modell- und Demonstrationsvorhaben
 - Endverbraucherbezogene Öffentlichkeitsarbeit
 - Fachinformation, Vernetzung der verschiedenen Marktakteure
 - Zertifizierung
 - Marketing
 - Rechtliche Rahmenbedingungen

Arbeitspaket 4: Ergebnis-Workshop

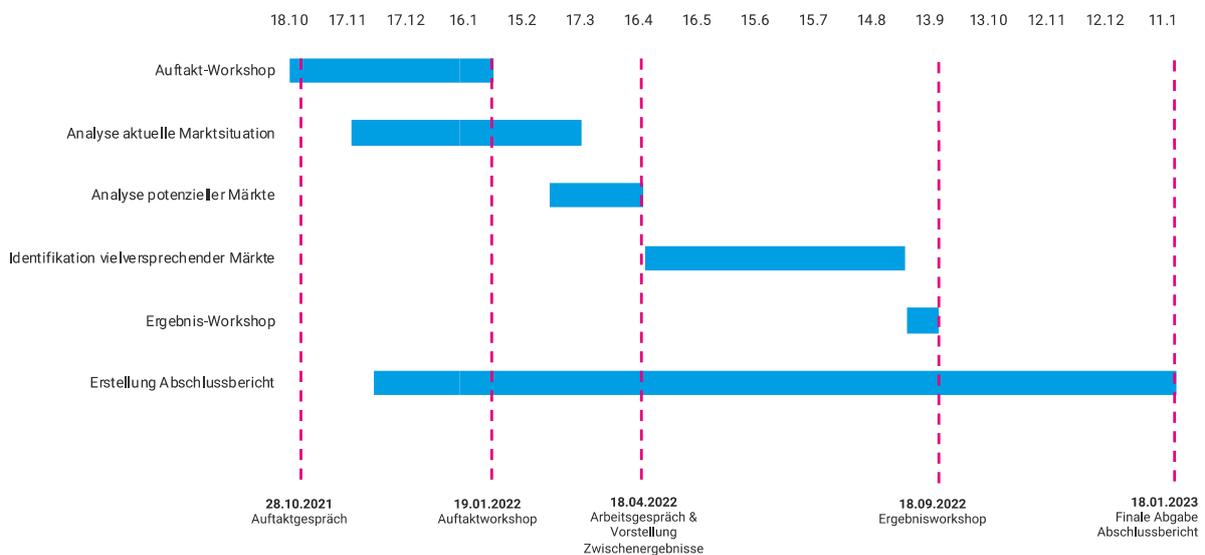
Die Ergebnisse aus den o.g. Arbeitspaketen und den daraus abgeleiteten Handlungsfeldern und Potenzialen wurden im Rahmen eines 8-stündigen digitalen Workshops mit dem Gremium der akquirierten Expert:innen sowie der FNR am 08. September 2022 vorgestellt. Dabei sollte noch einmal über die Ergebnisse diskutiert und ggf. eine Anpassung der Handlungsfelder und Potenziale vorgenommen werden.

170

Arbeitspaket 5: Abschlussbericht, finale Ableitung des Handlungsbedarfs

Die Gesamtergebnisse wurden in Form eines Abschlussberichts, aufbereitet nach vorgegebener Formatierung, aufgeführt. Der Aufbau des Abschlussberichts orientiert sich an den durchgeführten Arbeitspaketen.

Die Zeitplanung zum Ablauf der Studie ist in Abbildung 2 dargestellt.



180

Abbildung 2: Planung und Ablauf der Marktstudie

Die Marktanalyse dient als Grundlage zur Priorisierung der Märkte und zur Ableitung der Handlungsfelder. Zudem können anhand der Ergebnisse Vergleiche zwischen den Anwendungsfeldern als auch innerhalb der Anwendungsfelder (bspw. bei der Verwendung von Rohstoffen) gezogen werden. Die Ergebnisse der Marktanalyse umfassen drei Bereiche: den aktuellen Stand auf der Erzeugerseite, den Ist-Zustand bei aktuellen Märkten für Schafwolle und den Ist-Zustand bei potenziellen Märkten für Schafwolle.

190

Die Einteilung der Märkte folgt der Einteilung aus der Leistungsbeschreibung. Die Ergebnisse und Märkte überschneiden sich teilweise. Die Überschneidungen sind im Text kenntlich hinterlegt.

2. Vorgehen und Erhebungsmethoden bei der Marktanalyse

Für die Erhebung der Daten für die Analyse der Märkte wurden verschiedene qualitative und quantitative Erhebungsmethoden genutzt.

Im Bereich der qualitativen Erhebung wurden die Daten vorrangig mit Hilfe von Expert:innen-Interviews sowie Workshops erhoben, mit dem Ziel, die aktuell gängige Praxis der Unternehmen und die Forschungsschwerpunkte von Universitäten und Forschungseinrichtungen zu erfassen und Rückschlüsse bezüglich der Märkte zu ziehen. Eine Einschätzung der Expert:innen diente zudem dazu, Herausforderungen und Potenziale direkt aus der Praxis aufzunehmen. Die Interviews und Workshops dienten außerdem dazu, Hypothesen für die aktuelle Marktsituation aufzustellen.

200

Die Interviews waren offen und halbstrukturiert konzipiert, wodurch die Möglichkeit gegeben war, dass die zu Interviewenden einen möglichst großen Antwortspielraum hatten, und viel Wissen und Informationen weitergeben konnten. Als Gesprächsgrundlage dienten zentrale Fragestellungen,

- 210 beispielsweise zur subjektiven Einschätzung des Rohstoffs Schafwolle im Vergleich zu anderen Rohstoffen, zu Anforderungen und Hemmnissen bei der Nutzung von Schafwolle im jeweiligen Anwendungsgebiet, zum Aufbau der Wertschöpfungsketten zur Herstellung von Schafwoll-Produkten sowie deren Preisen und Margen. Die Leitfragen für die Interviews orientierten sich an den zentralen Fragestellungen für die Studie und den offenen und angesprochenen Inhalten aus dem Auftakt-Workshop. Da es sich vor allem beim letzteren Punkt um unternehmenssensible Daten handelt, konnte eine Beantwortung dieser Fragestellungen nicht garantiert werden.
- Insgesamt sind im Laufe der Studie 40 Interviews in einem Umfang von jeweils ca. einer Stunde mit den Expert:innen und anderen Branchenvertreter:innen durchgeführt worden.
- Die Workshops mit den Expert:innen waren für eine Erarbeitung von Ergebnissen und Inhalten in der Gruppe konzipiert. Ziel dahinter war es, kollektive Meinungen und gegensätzliche Ansichten aufzunehmen, um diese als Basis für die Recherchen und Marktbetrachtungen sowie zur Ableitung von Handlungsempfehlungen zu nutzen.
- Zudem wurden qualitative Informationen zu den Märkten über Sekundärquellen wie Fachliteratur (bspw. Artikel in Fachzeitschriften und Branchenmagazinen, Fachbücher) erhoben.
- Neben den qualitativen Erhebungen sind quantitative Daten ebenfalls von Bedeutung.
- 220 Mit Hilfe von eigenen Datenerhebungen über Umfragen auf der Erzeuger:innen-Seite, sollten Herausforderungen und Problemstellungen identifiziert werden. Ziel hinter diesen Umfragen war es, bisherige statistische Erhebungen (bspw. vom Bund) mit Informationen zu ergänzen. Des Weiteren wurden die eigenen statistischen Erhebungen genutzt, um Potenziale in den verschiedenen Anwendungsfeldern zu bestimmen und ggf. die Nachfragesituation und Verfügbarkeiten der Schafwolle abzubilden.
- Bei der Umfrage zur Analyse des Ist-Zustandes der deutschen Schafschurwolle wurde die Erzeugerseite befragt. Dabei gab es 103 vollständige Rückläufer.

3. Aktueller Stand der Schafschurwolle in Deutschland

3.1 Bestand und Erzeugung

- 230 Im Folgenden wird auf die Anzahl der Schafe in europäischen Ländern eingegangen. Der Fokus liegt dabei auf Deutschland. In den folgenden drei Tabellen, jeweils unterschiedlicher Quellen, ist die Anzahl an Schafen dargestellt. Dabei weichen die Werte des BMEL im Jahr 2020 von denen der anderen Quellen ab. Aufgrund verschiedener Messmethoden bzw. -zeiträume können entsprechende Verzerrungen und Ungenauigkeiten entstehen.
- Schafe sind in Deutschland Teil der Kulturlandschaft, ihre Haltung hat eine jahrtausendalte Tradition. Aktuell gibt es in Deutschland rund 70 Schafrassen, wovon 60 Rassen im Alpenraum vertreten sind (Brandtner, n.a.). Es ist zu beobachten, dass die Zahl an Schafen in den letzten Jahrzehnten stetig abgenommen hat. Vielerlei Gründe sind hierfür verantwortlich und werden in dieser Studie betrachtet.
- 240 Laut statistischen Erhebungen der Bundesrepublik Deutschland gab es im Jahr 2020 in Deutschland insgesamt 1,8 Mio. Schafe. Schafe werden sowohl privat als auch in Betrieben gehalten. Augenscheinlich findet keine zentrale Erfassung der Schafe statt. Die Frage, inwieweit die privaten Schafbestände in den aufgeführten Statistiken enthalten sind, kann daher nicht zweifelsfrei beantwortet werden. Die Anzahl an Betrieben ist seit dem Jahr 2016 relativ konstant geblieben. Ein Vergleich der Entwicklung der Anzahl der Betriebe und deren Schafbestand ist in Tabelle 1 dargestellt.

Bestand von ... bis ... Schafen	Anzahl		
	2010	2016	2020
	<i>Zahl der Betriebe in Tausend</i>		
1-19	10,6	8,9	9,5
20-49	5,6	5,1	4,9
50-99	2,5	2,3	2,4
100-199	1,4	1,3	1,2
200-499	1,1	0,9	1,0
500-999	0,7	0,7	0,6
Über 1.000	0,4	0,3	0,3
Insgesamt	22,3	19,6	19,9
	<i>Zahl der Schafe in Tausend</i>		
1-19	76,1	66,3	67,8
20-49	173,7	159,4	154,6
50-99	167,8	157,8	161,4
100-199	193,2	180,7	172,6
200-499	352,1	304,0	209,7

Aktueller Stand der Schafschurwolle in Deutschland

500-999	531,1	465,1	427,0
Über 1.000	594,6	501,0	516,1
Insgesamt	2.088,5	1.834,3	1.809,3

Tabelle 1: Entwicklung der Anzahl an Schafbetrieben und deren Schafbestand (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022)

250 Aus der Erhebung geht hervor, dass zwischen 2016 und 2020 zwar die Anzahl der Schafe weiter zurückgegangen, die Anzahl an Betrieben jedoch wieder angestiegen ist, wenn sie auch das hohe Niveau von 2010 nicht wieder erreichen konnte. Dabei ist zu beobachten, dass die Zahl der Betriebe mit kleineren Beständen etwas zugenommen und die Anzahl der Großbetriebe abgenommen hat. Allerdings ist auch zu erkennen, dass die durchschnittliche Anzahl der Schafe pro Betrieb rückläufig ist. Im Jahr 2010 gab es pro Betrieb im Schnitt 93,8 Schafe und im Jahr 2020 nur noch 91,1 Schafe (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022).

Erhebungen des Portals Destatis zeigen, dass im Jahr 2020 1,48 Mio. Schafe in Deutschland gezählt wurden (Destatis, Schafbestände mit leichten Schwankungen, n.a.). Die Zählungen des Statistischen Bundesamts sind in der Tabelle 2 aufgenommen.

Jahr	Schafe insgesamt in Tausend
1995	2.990
1999	2.724
2000	2.743
2003	2.697
2004	2.713
2005	2.642
2006	2.560
2007	2.537
2008	2.436
2009	2.369
2010	2.089
2013	1.570
2014	1.601
2015	1.580
2016	1.574
2017	1.580
2018	1.570
2019	1.551
2020	1.484
2021	1.499
2022	1.508

260 Tabelle 2: Entwicklung der Anzahl der Schafe in Deutschland (Destatis, Schafbestände mit leichten Schwankungen, n.a.) (Statistisches Bundesamt, 2022)

Aktuell werden die meisten Schafe im Süden der Bundesrepublik gehalten. Im Jahr 2021 wurden in Bayern und Baden-Württemberg jeweils über 200.000 Tiere gezählt, wobei Bayern im November 2021 über einen Bestand von 260.000 Tieren verfügte. Vergleicht man die Zählungen von Destatis, ist zu entnehmen, dass der Schafbestand minimal gewachsen ist (1,48 Mio. Tiere im Jahr 2020 und 1,5 Mio. Tiere im Jahr 2021) (Destatis, Schafbestände mit leichten Schwankungen, n.a.). Zahlen über den Schafbestand in Deutschland seitens BMEL liegen zum aktuellen Zeitpunkt für das Jahr 2021 nicht vor. Deshalb kann keine Veränderung dargestellt werden.

270 Aufgrund der unterschiedlichen Datengrundlage in dem Bereich ist ebenfalls eine genaue Berechnung des verfügbaren Rohstoffes nicht möglich, weshalb in diesem Bericht weitere Aussagen auf Grundlage von Schätzungen getroffen werden. Wir gehen von einem Schafbestand in Deutschland von 1,5 Mio. Schafen aus. Multipliziert man die Anzahl an Schafen mit einer Schur pro Jahr und einer Menge von durchschnittlich 4 kg Wolle pro Schur, ergibt sich eine verfügbare Menge von 6.000 Tonnen Rohwolle pro Jahr in Deutschland.

Land	2021
Bulgarien	1.199,55
Deutschland	1.508,10
Irland	3.991,18
Griechenland	7.253,00
Spanien	15.081,35
Frankreich	6.994,63
Kroatien	654,00
Italien	6.728,35
Lettland	90,34
Litauen	136,90
Ungarn	887,00
Malta	12,73
Niederlande	729,00

Österreich	402,35
Portugal	2.237,97
Rumänien	10,049,90
Schweden	348,77
Island	385,00
Nordmazedonien	633,00
Serbien	1.695,00

Tabelle 3: Anzahl Schafe in den europäischen Ländern in Tausend (Eurostat, 2022)

280 Die Tabelle 3 zeigt eine Auflistung des Schafbestands in den Mitgliedsstaaten der Europäischen Union. Es sind nicht alle Mitglieder der EU aufgelistet, da bei einigen Ländern keine Daten zum Schafbestand im Jahr 2021 vorliegen. Im Vergleich zu anderen Ländern in Europa ist der Schafbestand in Deutschland sehr gering. Länder wie beispielsweise Großbritannien verzeichneten im Jahr 2019 einen Schafbestand von über 22 Mio. Tieren¹. Laut Aussagen von Schäfern lebten vor ca. 4 Jahren allein in Wales rund 15 Millionen Schafe. Auch Länder wie Spanien, Rumänien, Italien und Frankreich weisen einen deutlich höheren Schafbestand als Deutschland auf. Es fällt auf, dass Deutschland bezüglich der Anzahl an Schafen im europäischen Raum nicht konkurrenzfähig ist bzw. die Masse an Rohwolle deutlich hinter denen der europäischen Nachbarn liegt.

290 Aber ebenso wie in Deutschland hat sich der Schafbestand auch in anderen europäischen Ländern in den letzten Jahren verringert. Der Bestand in Europa ist von 2018 bis 2019 um knapp 2 % gesunken, in absoluter Zahl waren das 1,59 Millionen Tiere weniger. Grund hierfür ist ein starker Rückgang der Bestände der größten europäischen Schafnationen Europas, Großbritannien und Spanien. Insgesamt wurde in beiden Ländern zusammen der Schafbestand um knapp 1,2 Millionen Schafe reduziert. Auch in Italien und Griechenland waren von 2018 auf 2019 Rückgänge der Schafbestände zu verzeichnen. Rumänien und Irland hingegen konnten jeweils einen Zuwachs an Schafen in den beiden Vergleichsjahren verzeichnen (Agra Europe, 2020).

300 Laut Aussagen von Expert:innen werden die Schafe in Deutschland von ca. 60.000 Schafhaltern gehalten. Wobei ebenfalls anzumerken ist, dass rund 4 % der Schafhalter ungefähr 60 % der Schafe besitzen – heißt, dass es wenige große Betriebe im Bereich der Schafzucht gibt, welche den Großteil der Tiere halten und viele Schafhalter nur einen geringen Anteil zur Gesamtanzahl der Schafe in Deutschland beitragen. Die Anzahl an Schäfern mit mehr als 20 Mutterschafen liegt bei ca. 9.600 (Expert:in, 2022).

Schafe werden in Deutschland überwiegend in der Deich- und Landschaftspflege eingesetzt.

Laut Erhebungen der Vereinigung Deutscher Landesschafzuchtverbände (VDL) zwischen 2013 und 2019, veröffentlicht im März 2021, konnten für die Schafhaltung in Deutschland folgende Ergebnisse (im Durchschnitt) ermittelt werden²:

- die Herdengröße liegt im Durchschnitt bei ca. 600 Tieren
- ca. 170 ha wurden bewirtschaftet und ca. 88% der Fläche gepachtet
- pro Hektar werden ca. 3,6 Mutterschafe gehalten
- die Erlöse pro Mutterschaf lagen zwischen 70 € und 140 €
- 310 • Erträge aus der Schafhaltung ohne öffentliche Zuwendung lagen bei 106 € pro Mutterschaf und Jahr
- Öffentliche Zuwendungen aus den Säulen 1 und 2 der EU-Agrarförderung lagen bei 160 € pro Mutterschaf pro Jahr
 - 1. Säule: Direktzahlungen / Einkommensstützung je Hektar landwirtschaftliche Fläche
 - 2. Säule: Förderung des ländlichen Raumes (Sonderprogramme)
- Die Gesamterlöse mit öffentlichen Zuwendungen lagen bei 270 € pro Mutterschaf pro Jahr
- 40 % der Erlöse kommen aus der Schafhaltung und 60 % aus öffentlichen Zuwendungen (Säule I und Säule II jeweils 30 %)
- Mindestlohn liegt somit bei 6 € pro Stunde
- 320 (Expert:in, 2022)

Zudem ist festzustellen, dass das Thema ökologische Landwirtschaft auch im Bereich der Schafhaltung eine zunehmend wichtige Rolle spielt. Im Jahr 2020 befanden sich insgesamt 14 % der Tiere in Ökohaltung. Damit ist die Schafzucht gemeinsam mit der Zucht von Ziegen im Bereich der Ökotierhaltung Vorreiter verglichen mit der Ökohaltung von Rindern und Schweinen (Destatis, 14 % aller Schafe in Deutschland in Ökohaltung, 2021). Laut Aussagen der Expert:innen aus dem Studien-

¹ Großbritannien ist in der Tabelle 3 nicht mit aufgenommen, da nur Länder der europäischen Union in der Quelle aufgelistet wurden und Großbritannien 2021 kein Mitglied der EU war.

² Es wurden 730 Betriebserhebungen im Zeitraum zwischen 2013 und 2019 durchgeführt.

Gremium nimmt die Tiergesundheit einen hohen Stellenwert bei den Schäfern ein. Eine artgerechte Haltung schließt hierbei Massentierhaltung sowie den Einsatz von für die Tiere gesundheitsschädlichen Methoden und Vorgehen, wie bspw. in China angewandt, aus (Expert:in, 2022).

330

Schafe werden im Schnitt ein- bis zweimal im Jahr geschoren. Dabei ist zu beachten, dass Lämmer welche jünger als ein halbes Jahr sind, nicht geschoren werden.

Allgemein kann man mit einem durchschnittlichen Ertrag zwischen drei und fünf Kilogramm Rohwolle pro Schaf pro Schur rechnen, wobei Expert:innen meist von drei Kilogramm pro Schaf ausgehen. Die Schurwolle setzt sich dabei sowohl aus der feinen und hochwertigen Wolle vom Rücken wie auch der „Abfallwolle“ vom Bauch und den Beinen, zusammen. Expert:innen aus dem Studien-Gremium schätzen, dass jährlich rund 6.000 – 7.000 Tonnen Rohwolle in Deutschland erzeugt werden. Eine genaue Zahl ist allerdings nicht bekannt. Jedoch entspricht diese Schätzung in etwa der hypothetischen Herleitung der Menge an Schafwolle in Deutschland, die weiter oben aufgezeigt wurde. Es zeigt jedoch auch, dass die vorhandene Menge an Schafwolle in Deutschland weder richtig erfasst noch ausreichend verfügbar ist. Im Zuge der Verarbeitung und Veredelung der Rohwolle - für einige Anwendungsfelder sehr relevant - wird die Rohwolle gewaschen. Dabei reduziert sich die Schurwolle gewichtsmäßig um etwa 30 %. Diese Reduktion ist vorwiegend auf den Anteil des herausgewaschenen Wollfetts Lanolin zurückzuführen.

340

3.2 Verfügbare Qualitäten

Im Folgenden werden zu den recherchierten Informationen auch die Ergebnisse aus der Umfrage zur Datenerhebung des IST-Zustandes der Erzeugerseite dargestellt. Dabei werden in diesem Kapitel zum einen die Qualitäten sowie Feinheiten betrachtet. Zum anderen wird in Kapitel 2.2.4. im Sinne der Wertschöpfungskette auf die Kosten und Erlöse der Schafbetriebe eingegangen. Bei der Datenerhebung des IST-Zustandes wurden Fragen bezüglich der eben genannten Bereiche gestellt. Im Zuge der folgenden Kapitel werden deshalb die Ergebnisse aus der Umfrage mitunter aufgeführt.

350

Die Umfrage wurde über die Fachverbände, Fachzeitschriften und direkte Ansprachen versendet und dabei von 103 Personen vollständig ausgefüllt.

Die Qualität von Schafwolle hängt maßgeblich ab von der Schafrasse, den klimatischen Bedingungen und der Körperstelle des Schafes, von der die Schurwolle stammt. In warmen Klimazonen ist es möglich, besonders feine Wollfasern zu erzeugen. Im mitteleuropäischen Raum wie beispielsweise Deutschland brauchen Schafe ein Vlies aus gröberen Wollfasern, um bestmöglich vor den Wettereinflüssen geschützt zu sein.

360

Besonders die Körperregionen des Schafes haben Einfluss auf die Feinheit, die Faserlänge und die Reinheit der Schurwolle (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).

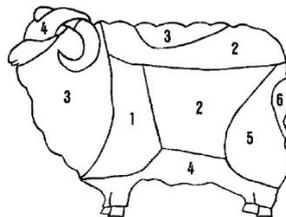


Abbildung 3: Qualitätsaufteilung der Wolle je nach Körperteil des Schafes (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)

Die Abbildung 3 zeigt die Qualität der Schafwolle entsprechend der Körperpartie des Schafes. Je höher die Zahl ist, desto geringer ist die Qualität.

370

- 1 = feinste und im Stapel gleichmäßigste Wolle
- 2 = durchschnittliche Wolle
- 3 = lange, wirre und grobe Wolle
- 4 = stark verschmutzte Wolle sowie kurz, minderwertig und verfilzt
- 5 = grobe und klettige Wolle
- 6 = verkotete Wolle³

Entsprechend der Feinheit der Wolle wird die Qualität entschieden und damit auch der Preis bestimmt. Die Feinheit der Wolle wird in Mikrometer (μm) anhand des Faserdurchmessers angegeben (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).

³ In manchen Quellen wird die Kategorie 6 mit zur Kategorie 5 dazu gezählt.

380

Die Tabelle 4 zeigt die für diese Studie zu Grunde liegende Einteilung von Schafwolle hinsichtlich der Feinheit.

Feinheitsklasse	Durchmesser in μm
AAAA	18-20
AAA	20-22
AA	22-24
A	24-26
B	26-30
C	30-39
D	37-45
E	45-60
F	60+

Tabelle 4: Einteilung der Wolle in Feinheitsklassen anhand der Faserdurchmesser in μm (Schafzuchtverband Berlin Brandenburg, 2019)

Einen Überblick über die Qualität und Feinheit deutscher Schafwolle liefert die Befragung der Schäfer:innen. Dabei konnten lediglich 50% der Befragten diesbezüglich eine Aussage treffen. In Abbildung 4 werden die Ergebnisse der Befragung hinsichtlich der Qualitäten dargestellt.

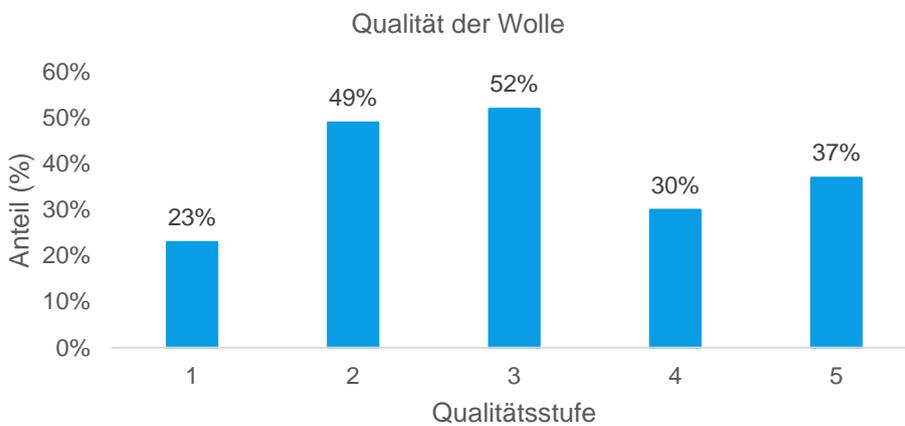


Abbildung 4: Qualitäten deutscher Schafschurwolle (white ip, 2022)

390

Die Ergebnisse zeigen, dass die durchschnittliche sowie lange, wirre und grobe Wolle den größten Teil deutscher Schafschurwolle ausgemacht. 49% der Befragten bedienen die Qualitätsstufe 2 und 52% der Befragten produzieren die Qualitätsstufe 3 (mehrere Antworten waren möglich). Eine weitere wichtige Erkenntnis ist der niedrige Anteil an feiner Schafschurwolle. Lediglich 23% der Schäfer:innen bedienen diese Qualitätsstufe.

In Abbildung 5 werden die Feinheiten deutscher Schafschurwolle dargestellt.

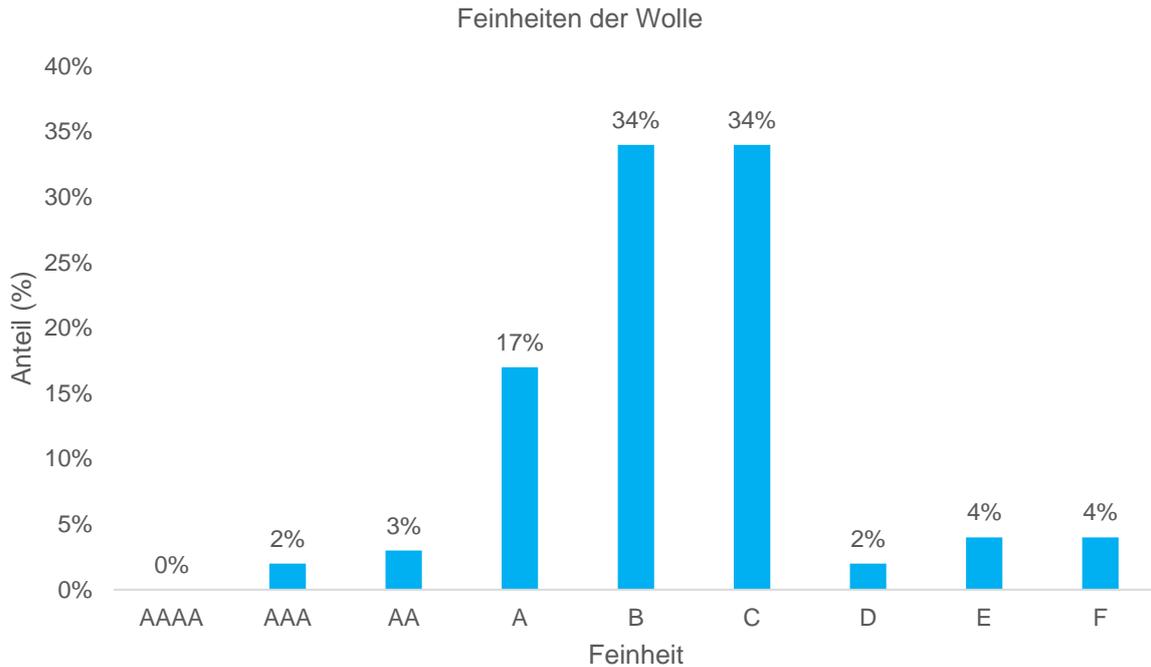


Abbildung 5: Feinheiten deutscher Schafschurwolle (white ip, 2022)

400

Die Feinheit deutscher Schafwolle befindet sich größtenteils in einem Bereich von 24 bis 39 Mikrometer. Einzelne Ausreißer erreichen einen Feinheitsgrad von 20 Mikrometer. Die feinste Stufe, welche sich bei einer Feinheit unter 20 Mikrometer befindet, erreicht keiner der Befragten. Das wirkt sich stark auf die Wahl potenzieller Handlungsfelder aus. Feinheiten von 22 Mikrometer oder mehr werden bereits in Kleidung als kratzend empfunden (Öko-Test, 2022). Nur 2% der Erzeuger erreichen überhaupt eine Feinheit von unter 22 Mikrometer. Die fokussierten Handlungsfelder sollten somit eine geringere Feinheit und auch Qualität der Wolle voraussetzen.

Ergänzend kann man keine Aussage über die Mengen, Qualitäten und Feinheiten bei unterschiedlichen Schafressen treffen, da diese Informationen weder von Schafzüchter:innen noch von Scherer:innen erfasst werden.

410

Laut einer Expertenaussage ist diese Zeitpunkt Betrachtung nicht dauerhaft aussagekräftig, da die Qualitäten der Schafschurwolle in Abhängigkeit vom Wetter variieren.

3.3 Physikalische, chemische, biologische Eigenschaften

Der Aufbau einer Faser aus Schafwolle ist simpel. Eine Faser zeichnet sich durch eine Schuppenstruktur aus, die von der Anordnung her mit den Ziegeln auf einem Dach verglichen werden kann. Die Schuppen werden von einer dünnen Haut ummantelt und sitzen auf einer Rindenschicht, die den Hauptbestandteil der Faser ausmacht (Katalyse-Institut, 2022).

420

Fasern aus Schafschurwolle gelten gemeinhin als Hochleistungsfasern, die aufgrund ihrer physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften für ein breites Feld an Anwendungsmöglichkeiten taugen.

Herausragende Eigenschaften laut den Meinungen des Expert:innen-Gremiums sind unter anderem:

- Hohe Atmungsaktivität
- Hoher natürlicher Flammpunkt, was zu einem natürlichen Brandschutz führt und die Fasern somit nur schwer entflammbar macht
- Knickfestigkeit der Wollfasern
- Vollständig biologisch abbaubare Fasern
- Geruchsneutral
- 430 • Temperatenausgleichend und isolationswirkend
- Hohe Faserelastizität
- Hohe Wasseraufnahmefähigkeit (bis zum 3-fachen des eigenen Gewichts) und somit feuchteausgleichend

- Hoher pH-Wert der Wollfasern
- Enthält keine allergenen Stoffe
- Keine elektrostatische Aufladung der Wollfasern möglich
- Schmutzabweisend

440 Zudem weisen Schafwollfasern folgende Charakteristika auf: Sie sind sehr elastisch und dehnbar, reißfest (Schuppenstruktur der Faser), sehr fein sowie von Natur aus filzfähig.

Laut Angaben eines Herstellers für Düngemittelpellets, können der Schafwolle folgende Eigenschaften zugeschrieben werden:

450 Die physikalische Beschaffenheit der Fasern und deren Aufbau führen zu einer langsamen Zersetzung der Faser im Boden mit positiven Auswirkungen auf diesen. Nährstoffe werden so kontinuierlicher freigesetzt. Zudem verliert die Faser bei Einarbeitung in den Boden nur wenig Gewicht (erst nach 4 Monaten), was vorteilhaft für die Bereiche Düngung und Geotextilien ist. Eine weitere hervorragende Eigenschaft von Schafschurwolle ist die Anlagerung von Lanolin – sogenanntes Wollfett – an der Rohwolle. Dies sorgt für die hydrophoben Eigenschaften der Wolle. Dank des Lanolins wird die lange Zersetzungszeit der Faser unterstützt (Garz, 2017).

Aus chemischer Sicht besteht die Schafwollfaser aus Proteinen, den Keratinen (Expert:in, 2022). Schafwolle weist 50 % Kohlenstoff, 25 % Sauerstoff, 15 % Stickstoff sowie einen gewissen Anteil an Wasserstoff und Schwefel auf (Katalyse-Institut, 2022).

Chemischer Bestandteil	Anteil in %
Kohlenstoff	50 – 52
Wasserstoff	6,5 – 7,5
Sauerstoff	22 – 25
Stickstoff	16 – 17
Schwefel	3 – 4
Asche	0,5

Tabelle 5: Chemische Bestandteile der Rohwolle (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)

3.4 Wertschöpfungskette in der Erzeugung und Verarbeitung

Herstellung des Rohstoffs Schafwolle:

460 Zunächst werden die Kosten für die Schafwollproduktion betrachtet. Dazu zählen zum einen die Kosten der Schafhaltung sowie die Schurkosten. Kosten bei der Schafhaltung fallen in den folgenden Bereichen an:

- Kosten für eigen erzeugtes Kraftfutter
- Kosten für zugekauftes Kraftfutter
- Anschaffungskosten
- Streu und Einstreu
- Pacht für Flächen
- Kosten für den Tierarzt
- 470 • Versicherungen
- Strom
- Wasser, Abwasser, Maschinenkosten
- Lohnkosten, Gebäudeunterhalt, Gebäudeabschreibung, Steuern, Zinsen
- Medikamente, PKW

Zudem fallen Kosten bei der Schafschur an. Die konkreten Schurkosten liegen bei durchschnittlich 3 € pro Schaf. Dazu fallen noch Nebenkosten für Sortierung, Zutrieb, Wollsäcke, Wollpresse und Verpflegung in Höhe von 3,82 € pro Schaf an. Daraus ergeben sich Gesamtkosten für die Schafschur in Höhe von 6,82 €.

480 Neben der finanziellen muss auch die zeitliche Ebene betrachtet werden. Eine Schafschur dauert im Schnitt ca. 4-5 Minuten. Die benötigte Zeit ist sowohl von der der Schafrasse als auch vom Zustand des Tieres abhängig. Hinzu kommen noch ca. 3 Minuten Vor- und Nachbereitung. In Summe kann bei einer Schafschur mit einer Zeit von ungefähr 8 Minuten pro Tier gerechnet werden (white ip, 2022).

Die Anteile der betrachteten Kostenarten werden in folgender Abbildung dargestellt.

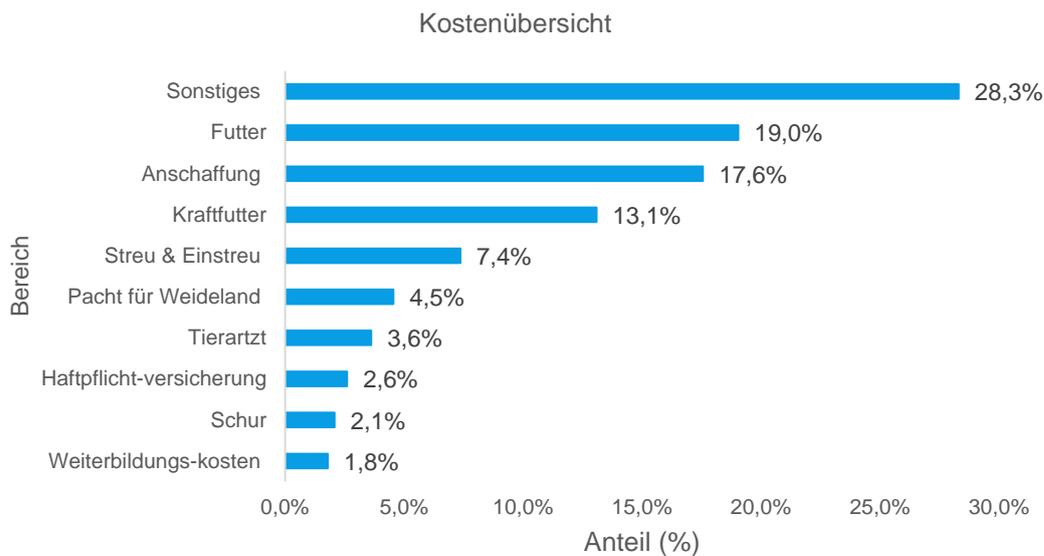


Abbildung 6: Übersicht der Lebenshaltungskosten eines Schafes (white ip, 2022)

490 In Abbildung 6 wird deutlich, dass Futter- und Anschaffungskosten die größten Kostenquellen bei der Schafwollproduktion sind. Des Weiteren nehmen die sonstigen Kosten mit 28,3% den größten Anteil ein, zu denen unter anderem Strom-, Wasser- und Lohnkosten gehören. In Summe ergeben sich Lebenshaltungskosten von ca. 250 € pro Schaf.

Auf Basis unserer Erhebung ergeben sich geschätzte Umsätze bei der Schafwollproduktion von 0,50 bis 1 €/kg. Die Ergebnisse aus der Befragung der Schäfer:innen bestätigen diese Schätzung. Es wird deutlich, dass innerhalb der letzten Jahre bis heute der Preis je Kilogramm von 0,92 auf 0,52 €/kg gesunken ist. Dabei ist zu beachten, dass es sich hierbei um Durchschnittswerte aus den Umfrageergebnissen handelt (white ip, 2022).

500 Zur Darstellung des durchschnittlichen Verlustes ergeben sich 2 Herangehensweisen. Zum einen konnten wir durch die Umfrage die direkten durchschnittlichen Gewinne/ Verluste der Betriebe ermitteln. Von den 72 befragten Personen erzielten 8 Betriebe einen Gewinn und 64 Betriebe einen Nullgewinn oder Verlust. Eine Zahl konnten jedoch nur von 10 Personen angegeben werden. Von diesen angegebenen Zahlen haben 6 Personen ein positives und 4 Personen ein negatives Ergebnis erzielt. Durchschnittlich haben die 6 Betriebe mit positivem Ergebnis einen Gewinn von 1,59 €/kg Schafwolle erzielt. Die 4 Betriebe mit einem negativen Ergebnis haben einen durchschnittlichen Verlust von -2,85 €/kg. Diese Werte werden im Folgenden als durchschnittliche Werte für die Betriebe mit Gewinnen und Verlusten angenommen. 64 Betriebe mit einem Verlust von -2,85 €/kg und 8 Betriebe mit einem Gewinn von 1,59 €/kg ergeben einen durchschnittlichen Verlust von -2,36 €/kg für Schafbetriebe bei dem Verkauf von Schafschurwolle (white ip, 2022).

510 Eine zweite Darstellungsform beruht auf dem Vergleich der Kosten einer Schafschur mit dem Umsatz der durch die Schur gewonnenen Schafwolle. Nach unseren Erhebungen ergeben sich bei einer Schur Kosten von 3 € pro Schaf. In Summe mit den Nebenkosten einer Schur ergeben sich Kosten in Höhe von 6,82 € pro Schaf. Bei einer Schur werden durchschnittlich 4 kg Schafwolle pro Schaf gewonnen. Ebenfalls hatten wir mit unserer Erhebung einen Preis von ca. 0,5 €/kg Schafwolle ermittelt. Pro Schur können somit nicht mal die direkten Schurkosten gedeckt werden. Es wird ein Preis von ca. 0,75 €/kg benötigt, um die direkten Schurkosten zu decken. Um die gesamten Schurkosten zu decken, wird ein Preis von 1,7 €/kg Schafwolle benötigt. Dabei ist zu beachten, dass Kosten für Schafe auch in weiteren Bereichen bestehen. Abgebildet sind diese in Abbildung 6. Auf der anderen Seite gibt es auch weitere Erträge, die Schafbetriebe bei der Haltung von Schafen erzielen. Abschließend für diesen Bereich kann festgehalten werden, dass die Schur der Schafe nicht rentabel ist.

Weiterverarbeitung des Rohstoffs Schafwolle:

Neben den Kosten für den Kauf des Rohstoffs Schafwolle muss dieser für die meisten Anwendungsfelder aufbereitet und bearbeitet werden. Der Veredelungsprozess der Rohwolle ist in Abbildung 7 dargestellt.



Abbildung 7: Prozess zur Veredelung von Schafwolle (eigene Darstellung angelehnt an (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019))

530 **Waschen:**

- Entfernung von wollverunreinigenden Bestandteilen wie bspw. Schweiß, Schmutz, tierische Ausscheidungen, Sand und Pflanzenteile
- 30 % des Wollgewichts geht bei der Wäsche verloren
- Mechanische Beanspruchungen müssen bei der Wäsche vermieden werden
- Waschung meist in Siebtrommelwaschmaschinen

Walken:

- 540
- Entspricht dem Verdichten und Verfilzen von Wollgeweben
 - Unter Verwendung zweier verschiedener Maschinen: Zylinderwalke und Trommelwaschmaschine

Chlorieren:

- Genutzt, um unerwünschtes Verfilzen der Wollwaren zu vermeiden
- Behandlung mit Oxidationsmitteln
- Schuppenschicht der Haare teilweise oder ganze entfernt → Vermeidung von Verfilzungen, da sich Haare untereinander nicht mehr verhaken können

Karbonisieren:

- 550
- Entfernung von pflanzlichen Verunreinigungen → Zellulose kann nicht gefärbt werden
 - Unter Nutzung von Schwefelsäurelösungen und Wärme / Hitze
 - Beinhaltet eine mechanische Abschlussbehandlung durch Bürsten oder Klopfen sowie Neutralisierungswäsche zur Vorbeugung von Faserschäden durch Säurereste

Brennen / Crabben

- Zur Vorbeugung von Krumpfen, Verziehen, Falten- und Filzbildung
- Steigerung des Glanzes des Wollgewebes
- Behandlung mit sehr heißem Wasser zur Auflösung der Wasserstoffbrücken im Garn und Neubildung an andere Stellen, damit das Gewebe stabilisiert und fixiert wird

(Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)

560

3.5 Rahmenbedingungen und Einflussfaktoren auf die Erzeugung und Nutzung

Die Schafschurwolle aus Deutschland weist zwar hervorragende Eigenschaften auf, allerdings ist die Nachfrage, die Verarbeitung und auch die Erzeugung in den letzten Jahrzehnten stark zurückgegangen. Sowohl politische als auch ökonomische und soziokulturelle Einflussfaktoren bedingen die Nutzung deutscher Schafwolle. Neben den negativen Einflüssen bestehen allerdings auch Trends, welche eine positive Auswirkung auf die Nachfrage nach deutscher Schafwolle haben.

570 Eine schon seit langer Zeit bestehende Herausforderung ist, dass Schafwolle nicht als landwirtschaftliches Erzeugnis nach dem Vertrag von Rom aus den 1950er Jahren anerkannt ist (Mendel, et al.). Artikel 38 Absatz 1 und Absatz 3 besagt, dass der gemeinsame europäische Markt auch die Landwirtschaft und den Handel mit landwirtschaftlichen Erzeugnissen umfasst. Als landwirtschaftliche Erzeugnisse sind die „Erzeugnisse des Bodens, der Viehzucht und der Fischerei sowie die mit diesen in unmittelbarem Zusammenhang stehenden Erzeugnisse der Verarbeitungsstufe zu verstehen“ (Bundesanzeiger, 1957). Von den weiteren Regelungen sind allerdings Erzeugnisse ausgeschlossen, die im Anhang II des Vertrages nicht aufgeführt sind. Schafwolle als Erzeugnis ist in der Liste nicht enthalten und somit nicht als landwirtschaftliches Erzeugnis definiert. Deshalb betreffen Förderungen auf landwirtschaftliche Erzeugnisse nicht die Schafwolle.

580 Laut Aussagen aus dem Expert:innen-Gremium ist unter anderem der Ausschluss von Schafwolle als landwirtschaftliches Erzeugnis ein Grund, warum es nicht möglich ist, Schafwolle durch eine Agrarförderung der Europäischen Union finanziell zu unterstützen (Expert:in, 2022). Es gibt Förderungen für landwirtschaftliche Produkte wie Milch oder Fleisch. Für Schafwolle gibt es keine Förderungen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022).

590 Des Weiteren fehlt es laut dem Bericht von Mendel et al. und den Expert:innen im deutschen und europäischen Raum an Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen für Schafwolle. Fehlende zentrale Wollannahmestellen und / oder eine fehlende Wollwäscherei in Deutschland bedingen, dass die Rohwolle häufig einen weiten und aufwendigen Transportweg zurücklegen muss, damit eine Veredelung der Fasern stattfinden kann. Die Transportkosten stellen ebenfalls einen hohen Kostenfaktor für alle Beteiligten dar, der sich aufgrund weiterhin steigender Energie- und Kraftstoffpreise negativ auf die Erzeuger- und Rohstoffpreise auswirkt.

Eine fehlende Vermarktungsstruktur wirkt sich vor allem dahingehend aus, dass Schafwolle als tierischer Rohstoff im Gegensatz zu synthetischen oder künstlich hergestellten Fasern noch immer mit einem Imageproblem zu kämpfen hat: Bilder und Meldungen über eine nicht artgerechte Haltung und grob durchgeführte Schur, die zu Verletzungen am Tier führt. Die Vorteile, Mehrwerte, tatsächliche Haltungs- und Schurbedingungen der Schafe in Deutschland werden wenig bis gar nicht in die Öffentlichkeit getragen.

600 Ein weiterer Faktor, der die Logistikkosten von Schafwolle in Deutschland steigen lässt, ist die Einordnung als tierisches Nebenprodukt der Kategorie 3.

Als tierische Nebenprodukte sind Rohstoffe definiert, welche „nicht für den menschlichen Verzehr geeignet sind“ (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022). Darunter fallen „ganze Tierkörper, Tierkörper Teile getöteter beziehungsweise verendeter Tiere oder Erzeugnisse tierischen Ursprungs einschließlich Eizellen, Embryonen und Samen, die nicht für Zuchtzwecke vorgesehen sind“ (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022). Aufgrund dieser Einordnung muss ein besonderer Aufwand bei der Lagerung und dem Transport von Schafwolle berücksichtigt werden, was wiederum einen weiteren Kostenblock verursacht. Eine Einstufung von Schafwolle als Schlachtabfall ist unter dem Aspekt fraglich, da die Rohwolle nicht von geschlachteten oder verendeten Tieren kommt, sondern aufgrund regelmäßiger Schuren die Wolle von lebenden Tieren erzeugt wird (Expert:in, 2022).

610

Infobox K3-Kategorisierung

K3 ist eine der drei Kategorien von tierischen Nebenprodukten. Dabei werden die Nebenprodukte nach dem Grad der von ihnen ausgehenden Gefahr für die Gesundheit von Menschen und Tieren in 3 Risikogruppen eingeteilt. Dabei bildet Kategorie 1 ein hohes Risiko und Kategorie 3 ein geringes Risiko (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022). Die tierischen Nebenprodukte der Kategorie 3 können nur unter Restriktionen weiterverwendet werden sowie nur mit einer Zulassung transportiert werden. Außerdem müssen die entsprechenden Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 und futtermittelrechtliche Vorgaben beachtet werden. Material, welches in die Kategorie 3 fällt, gilt als "frei handelbares Rohmaterial" und darf von allen autorisierten Entsorgungsunternehmen angenommen werden. Der Transport dieser Nebenprodukte unterliegt laut der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 einer Registrierungs- beziehungsweise Zulassungspflicht. Der private Transport von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3 ist mit einer Zulassung möglich.

Die Zulassung für den Transport von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3 erfolgt durch das für den Unternehmensstandort zuständige Veterinäramt. Der Unternehmer muss zuerst einen schriftlichen Antrag stellen. Die Behörde überprüft, wer für die Zulassung zuständig ist, und benachrichtigt das Unternehmen über die vorzulegenden Unterlagen, wie z.B. die Tätigkeitsbeschreibung, Organisationsplan und Grundrisspläne. Des Weiteren muss das Unternehmen Aussagen über die Herkunft und Menge der tierischen Nebenprodukte, sowie über die Schädlingsbekämpfung und das HACCP-Konzept tätigen. Die verantwortliche Behörde inspiziert die örtlichen Verhältnisse im Rahmen einer Betriebsbesichtigung, wobei die Räumlichkeiten, sowie betriebliche Abläufe kontrolliert werden. Erst danach kann eine Zulassung erteilt werden.

Die K3 Kategorisierung hat zudem Auswirkungen auf die Verarbeitung der Produkte. Dabei müssen die Produkte entsprechend behandelt werden, um das Risiko von Infektionen zu vermindern. Um das zu erreichen, müssen die Produkte gekühlt und desinfiziert werden. Außerdem müssen sie getrennt von Produkten für den menschlichen Verzehr gelagert werden.

620 Nach Gesprächen mit Expert:innen auf der Erzeugerseite kann festgestellt werden, dass für Schafwolle und für die Zucht von Schafen in den letzten Jahren keine Prämien ausgezahlt bzw. zur Verfügung gestellt wurden. Ab dem Jahr 2023 soll ein Teil der EU-Direktzahlungen in Form gekoppelter Tierprämien an Halter von Schafen und Ziegen ausgezahlt werden. Geplant sind ca. 35 Euro pro Mutterschaf. Die gekoppelte Tierprämie kann dahingehend die Branche beeinflussen, dass mehr Tiere angeschafft werden und somit die Zahl der Tiere und gleichzeitig die Menge an Rohstoff erhöht wird. Inwiefern sich die gekoppelte Tierprämie tatsächlich auf die Zahl der Tiere und die Menge an Schafwolle auswirkt, muss nach Einführung beobachtet werden.

Weitere Einflussfaktoren, welche den Schafbestand und die Rohstoffmenge (negativ) beeinflussen, hängen voneinander ab und betreffen unter anderem eine schlechte Einkommenssituation bei den Schäfern, bedingt durch eine fehlende große Industrie, geringe Erlöse für die Produkte und hohe Kosten bei der Erzeugung.

630 Die Schäfer in Deutschland, wenn selbstständig agierend, erhalten in der Regel keinen Mindestlohn. In manchen Regionen können sich Schäfer einen Lohn von 7 € bis 8 € pro Stunde auszahlen, der Großteil erhält allerdings einen Stundenlohn, der niedriger liegt (Expert:in, 2022). Gründe für den niedrigen Lohn sind unter anderem den geringen Einnahmemöglichkeiten und den hohen Kosten in der Schafhaltung geschuldet, wie in Kapitel 3.4 aufgelistet. Dazu kommen Arbeitszeiten, die weit über einen normalen 8-Stunden-Tag hinausgehen und auch Wochenenden und Feiertage einbeziehen. Die meisten Schäfer können sich keine Angestellten leisten, weshalb sie in der Regel allein für die Schafherde verantwortlich sind (bzw. in Zusammenarbeit mit engen Familienmitgliedern) und somit auch keine Möglichkeit besteht, Urlaub in Anspruch zu nehmen. Laut Aussagen von Schäfern sind diese Punkte allerdings nicht störend, da der Beruf eher einem Hobby und einer Leidenschaft gleicht. Allerdings erschweren Faktoren wie Nachwuchs und Fachkräftemangel die Haltung von Schafen in der Zukunft (sowohl beim Bestand der Tiere als auch bei der Steigerung der Anzahl). Sogenannte Aussteiger aus anderen Berufszweigen lassen sich zu Schäfern umschulen und möchten diesem Beruf nachgehen. Allerdings besteht hier die Herausforderung, dass diese Quereinsteiger keine Möglichkeit haben, eine Anstellung zu finden, da sich bisherige Schäfer keine Angestellten leisten können. Der Aufbau einer wirtschaftlich rentablen Herde kostet allerdings viel Mühe, Zeit und Geld und ist nur von den wenigsten leistbar (Expert:in, 2022). Ein weiterer Punkt, der von vielen Schäfern als sehr problematisch angesehen wird und als ein Grund für die Unattraktivität des Schäferberufs angegeben wurde, ist die Thematik Wolf.

640 Ein großer Teil der Schäfer fühlt sich diesbezüglich sowohl von der Politik als auch von der Gesellschaft allein gelassen. Der Wolf als natürlicher Feind von Schafen, reißt Tiere und vermindert somit den Ertrag von Schäfern. Sicherheitsvorkehrungen sind für Schäfer von Bedeutung, allerdings entstehen hier teilweise hohe Kosten, um eine Schafherde vor Wölfen zu schützen. Die Schäfer werden zwar mit öffentlichen Fördermitteln beim Herdenschutz unterstützt, dennoch ist der zeitliche Aufwand für Beantragung sowie Unterhalt und Pflege nicht unerheblich. Schafsicherungsmaßnahmen sind dabei abhängig von der Umgebung und von der Sinnhaftigkeit fester Sicherheitsmaßnahmen. Regelmäßiges Einschreiten und stündliche Kontrollen der Schafherden sind den meisten Schäfern allerdings nicht möglich, da aufgrund der geringen Löhne viele Schäfer noch anderen Hauptberufen nachgehen müssen (Schäfer:in, 2022).

660 Ebenfalls eine große Rolle als Einflussfaktor spielt der starke Wettbewerbsdruck. In den letzten Jahrzehnten wurde die deutsche Wolle durch Importe aus China, Australien, Neuseeland und Südamerika verdrängt. Wolle aus diesen Ländern zeichnet sich vor allem durch hohe Qualität und einem hohen Feinheitsgrad aus. Lange war die Textilbranche der einzige Verarbeiter und Nutzer von Wolle, weshalb vor allem die Anforderungen aus diesem Bereich erfüllt werden mussten und deutsche Wolle in Qualität und Feinheit mit der importierten Ware nicht mithalten konnte. Klimatische Bedingungen erschweren es den Schäfern, Schafe mit sehr feiner Merinowolle zu züchten. Ein fehlender Fokus auf Schafwolle in den letzten Jahrzehnten führte zu einer absterbenden Branche in Deutschland und zu fehlenden Verarbeitungsstrukturen, lückenhaften Wertschöpfungsketten und letztlich zu einer fehlenden Industrie (Expert:in, 2022).

670 Ein zusätzlicher sich bedingender Kreislauf und gleichzeitig Einflussfaktor auf die Erzeugung von Schafwolle ist die Landschaftspflege mit Schafen. Eine bedeutende Einnahmequelle von Schäfern ist die Landschafts- und Deichpflege. Allerdings ist anzumerken, dass die Landschafts- und Deichpflege nicht mit der Erzeugung von qualitativ hochwertiger Schafwolle zusammenpasst. Aufgrund von Kletten, Samen und anderen Gräsern, Zweigen und Insekten wird die Wolle am Schaf verunreinigt und verfilzt und kann nur unter hohem Aufwand und damit verbundenen hohen Kosten gereinigt, aufbereitet und veredelt werden. Schafherden beispielsweise in Großbritannien, Australien und Neuseeland werden auf

gepflegten Kurzrasen-Weiden gehalten, sodass es zu deutlich weniger „Verunreinigungen“ der Wolle kommt (Schäfer:in, 2022).

680 Ein weiterer und nicht zu beeinflussender Faktor für die Erzeugung von Schafwolle sind die klimatischen Bedingungen und Veränderungen in Deutschland. Im Gegensatz zu Australien, Neuseeland und China ist das deutsche Wetter geprägt von Niederschlägen und kälteren Temperaturen. Die Schafe haben sich mit ihrer Wolle an diese klimatischen Einflüsse angepasst und so ist eine entsprechende raue und dicke Wolle entstanden. Schäfer in Deutschland sind sehr am Tierwohl der Schafe interessiert, weshalb eine Züchtung von Schafen mit feinerer Wolle nicht möglich ist, ohne dass die Tiere unter den vorherrschenden klimatischen Bedingungen leiden könnten. Daneben erschweren immer häufiger auftretende Dürren die Verpflegung der Schafe mit Futter / Grünfutter und Wasser. Dürren treiben die Futterpreise in die Höhe und zwingen Schäfer ihre Schafe zusätzlich mit aufbereitetem und teurem Trinkwasser zu versorgen (Schäfer:in, 2022).

3.6 Entwicklung der Erzeugerpreise

690 Laut Aussagen der Expert:innen auf der Erzeugerseite sind die Preise für Rohwolle seit den 1990er Jahren stetig gesunken. Aufgrund der weggefallenen Strukturen (bspw. zentrale Wollammelstellen, Wollwäscherei, wollverarbeitende Betriebe) hat Deutschland in den letzten 30 Jahren seinen Marktwert bzgl. Rohwolle verloren. Beispielsweise konnten in den 1950er Jahren die Schäfer rund 40 % ihres Einkommens mit Schafwolle generieren. Nach 1990 konnte die Wolle für nur noch 0,30 DM bis 0,50 DM pro Kilogramm verkauft werden (Proplanta, 2011).

Die aktuellen Preise für Rohwolle auf der Erzeugerseite liegen pro Kilogramm zwischen 0,10 € und 1,00 €. Aus Interviews mit den Expert:innen geht hervor, dass der durchschnittliche Rohwollpreis aktuell bei ca. 0,50 € pro Kilogramm liegt.

700 Auf Grundlage der Datenrecherchen, Durchführung der Interviews und Umfragen ist festzustellen, dass es keine abschätzende Entwicklung der Erzeugerpreise im Bereich Schafwolle gibt. Die Preise orientieren sich am weltweiten Wollpreis und sind abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren wie bspw. Überschwemmungen. Als Beispiel können die Hochwasser in Pakistan und Australien im Jahr 2011 genannt werden, bei denen große Baumwollfelder zerstört wurden und so die Nachfrage nach Wolle als Rohstoff stark anstieg (Expert:in, 2022). Im Jahr 2011 konnte somit Schafwolle für einen Preis von bis zu 1,65 € pro Kilogramm verkauft werden (Proplanta, 2011).

710 Zudem ist der Schafwollpreis abhängig von der Schafrasse, der Qualität, der Feinheit, dem Standort der Schafe, dem Futter, der Unterbringung und den Jahreszeiten (Frühjahrs- und Herbstwolle). Je hochwertiger bzw. feiner die Wolle, desto höher ist auch der Preis für die Rohwolle (Schäfer:in, 2022).

Nordwolle, als Beispiel eines Startups der deutschen Wollverarbeitung, hat seine Preise für den Ankauf von Rohwolle auf der eigenen Webseite veröffentlicht. Aktuell zahlt das Unternehmen für Rohwolle folgende Preise:

- 1,70 €/kg für zertifizierte Bio-Wolle vom Pommerschen Landschaf
- 1,30 €/kg für nicht zertifizierte Wolle vom Pommerschen Landschaf
- 1,40 €/kg für zertifizierte Bio-Wolle von anderen Schafrassen
- 1,00 €/kg für nicht zertifizierte Wolle von anderen Schafrassen

720 (Nordwolle Rügen, 2022)

Zusammenfassend kann für die Preisentwicklung deutscher Schafwolle gesagt werden, dass das Jahr 2011, im Zeitraum der letzten 30 Jahre, ein Ausreißer war und der Preis für Rohwolle in der Regel unter bzw. bis 1 € pro Kilogramm beträgt. Externe Einflüsse wie Umweltkatastrophen und -extreme sind nicht vorhersehbar, können aber einen starken Einfluss auf die Rohwollpreise ausüben. Gründe für den sehr niedrigen Preis für deutsche Schweißwolle sind unter anderem die fehlenden Verarbeitungsstrukturen, welche zur Folge haben, dass in den letzten 30 Jahren der Fokus der Schäfer vorrangig auf die Produktion und Verbesserung von Fleisch gelegt wurde und die Schafwolle als Nebenprodukt keine Beachtung mehr fand (Expert:in, 2022).

730 Im Vergleich zur Entwicklung der Erzeugerpreise für Schafwolle in Australien ist festzustellen, dass auch hier der Preis in den letzten 20 Jahren und derzeit schwankt. Tendenzen zur weiteren Entwicklung sind nur schwer abzuleiten. Die Abbildung 8 zeigt die Entwicklung des australischen Wollpreises von grober

740 und feiner Wolle in den letzten 20 Jahren. Ein starker Einschnitt ist beispielsweise in der Mitte bis zum Ende des Jahres 2020 (Beginn Corona-Pandemie) zu verzeichnen, genauso wie im Jahr 2011 wegen Überschwemmungen ein Anstieg der Preise zu sehen ist. Des Weiteren ist zu erkennen, dass mit bis zu ca. 15 Euro/kg deutlich höhere Preise auf dem Weltmarkt für australische Wolle gezahlt werden als aktuell in Deutschland für deutsche Schafwolle. Der Minimalpreis für grobe Wolle liegt bei 3,51 € pro Kilogramm (Januar 2009) und für feine Wolle liegt der günstigste Preis bei 4,59 € pro Kilogramm (Februar 2009). Zusätzlich ist zu beachten, dass für grobe australische Schafwolle 23 Mikrometer angegeben sind. Deutsche Wolle mit diesem Feinheitsgrad gilt als fein.

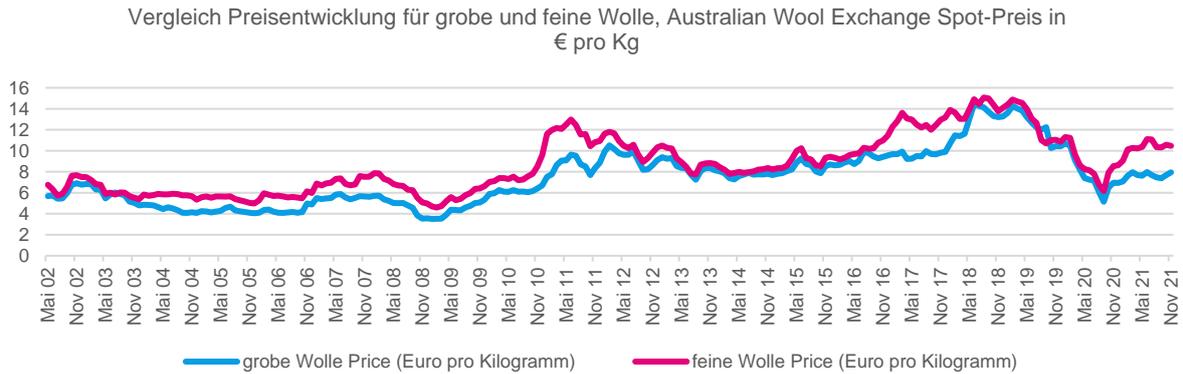


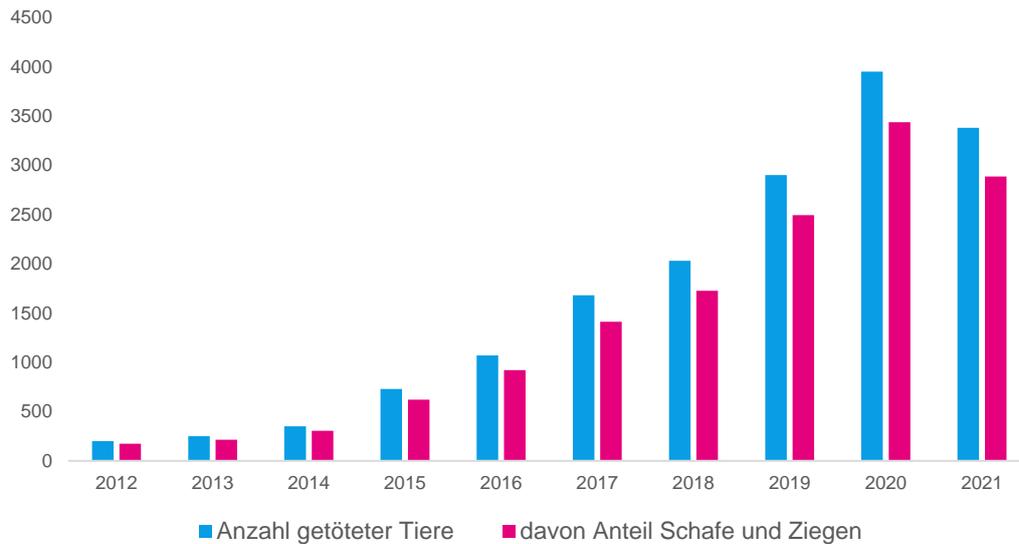
Abbildung 8: Entwicklung der australischen Wollpreise von grober und feiner Wolle in Euro pro Kilogramm (Index mundi, 2022)

3.7 Herausforderungen der Erzeugerseite

750 In der Umfrage zur Datenerhebung des IST-Zustandes der Erzeugerseite wurden Herausforderungen, vor denen die Schäfer:innen stehen, deutlich. Dabei beeinflussen einige Herausforderungen die Erzeugerseite zwar nicht direkt, jedoch wirken sie sich indirekt auf den Absatz sowie die Kosten aus.

Aufgrund der Ansiedlung von Wölfen in Schafzuchtgebieten werden Herdenschutzmaßnahmen wie Wolfschutzzäune und Herdenschutzzäune benötigt. Diese sind jedoch zu teuer für die meisten Schäfer:innen. Die Verluste stellen somit eine sowohl natürliche als auch finanzielle Herausforderung dar. In der folgenden Grafik ist die Anzahl an gerissenen Tieren, insbesondere Schafen und Ziegen, in den vergangenen 10 Jahren dargestellt.

Durch Wölfe getötete Nutztiere in den letzten 10 Jahren



760

Abbildung 9: Entwicklung der Anzahl gerissener Tiere (insbesondere Schafe) in Deutschland in den vergangenen 10 Jahren (Wolf, Bundesweite Schadensstatistik, 2022)

Die Grafik zeigt einen starken Anstieg an gerissenen Nutztieren durch Wölfe. Dabei ist zu beachten, dass Schafe und Ziegen rund 85% der Gesamtanzahl gerissener Tiere ausmachen. So kam es im Jahr 2021 bei rund 960 Wolfsangriffen zu 2.880 gerissenen Schafen und Ziegen. Im direkten Vergleich wurden im Jahr 2012 nur rund 200 Schafe und Ziegen durch Wölfe gerissen. Die Anzahl an jährlich durch Wölfe gerissenen Schafen und Ziegen hat sich innerhalb von 10 Jahren vervierzehnfacht (Wolf, Bundesweite Schadensstatistik, 2022).

770

Das ist einer der Gründe, weshalb die Menge an Schafschurwolle in Deutschland sinkt. Allerdings stellen neben der verfügbaren Menge auch die Feinheit und Qualität der Wolle Herausforderungen dar. Wie bereits in Kapitel 2.2.2 gezeigt, hat die deutsche Wolle keine einheitliche Qualität. Außerdem werden die besten Feinheiten von nur einzelnen Schäfer:innen erreicht. Hinzu kommt noch die niedrige Nachfrage nach Schafschurwolle. Die eben genannten Punkte haben gemeinsam einen großen Einfluss auf die niedrigen Wollpreise, welche eine weitere finanzielle Herausforderung darstellen. Die niedrigen Preise werden von hohen Futter- und Logistikkosten ergänzt. Im Zusammenspiel zeigen diese Faktoren, wie wenig rentabel die Produktion deutscher Schafwolle ist. Hinzu kommen geringe Löhne für die Schäfer:innen, was den Beruf ebenfalls unattraktiv gestaltet. Daraus folgen fehlende geeignete Arbeitskräfte und somit fehlende Nachfolger. Diese Aspekte stellen langfristig große personelle Herausforderungen dar.

780

Doch nicht nur die Schafzuchtbetriebe haben einen Personalmangel. Im Jahr 2021 gab es in Deutschland rund 1,5 Millionen Schafe, aber nur ca. 3.500 Tierärzte für Nutztiere. Umgerechnet müsste jeder Tierarzt 429 Schafe behandeln. Dazu kommen noch alle weiteren Nutztiere. Insgesamt gab es in Deutschland im Jahr 2020 knapp 200 Millionen Nutztiere (Statista, 2022). Ein Tierarzt ist somit für mehr als 57.000 Nutztiere verantwortlich. Diese Zahl ist eindeutig zu groß und deutet auf einen Mangel an Tierärzten für Nutztiere hin. Im Folgenden wird die Menge an Schafen neben der Anzahl an Tierärzten in den einzelnen Bundesländern in Deutschland im Jahr 2021 dargestellt.

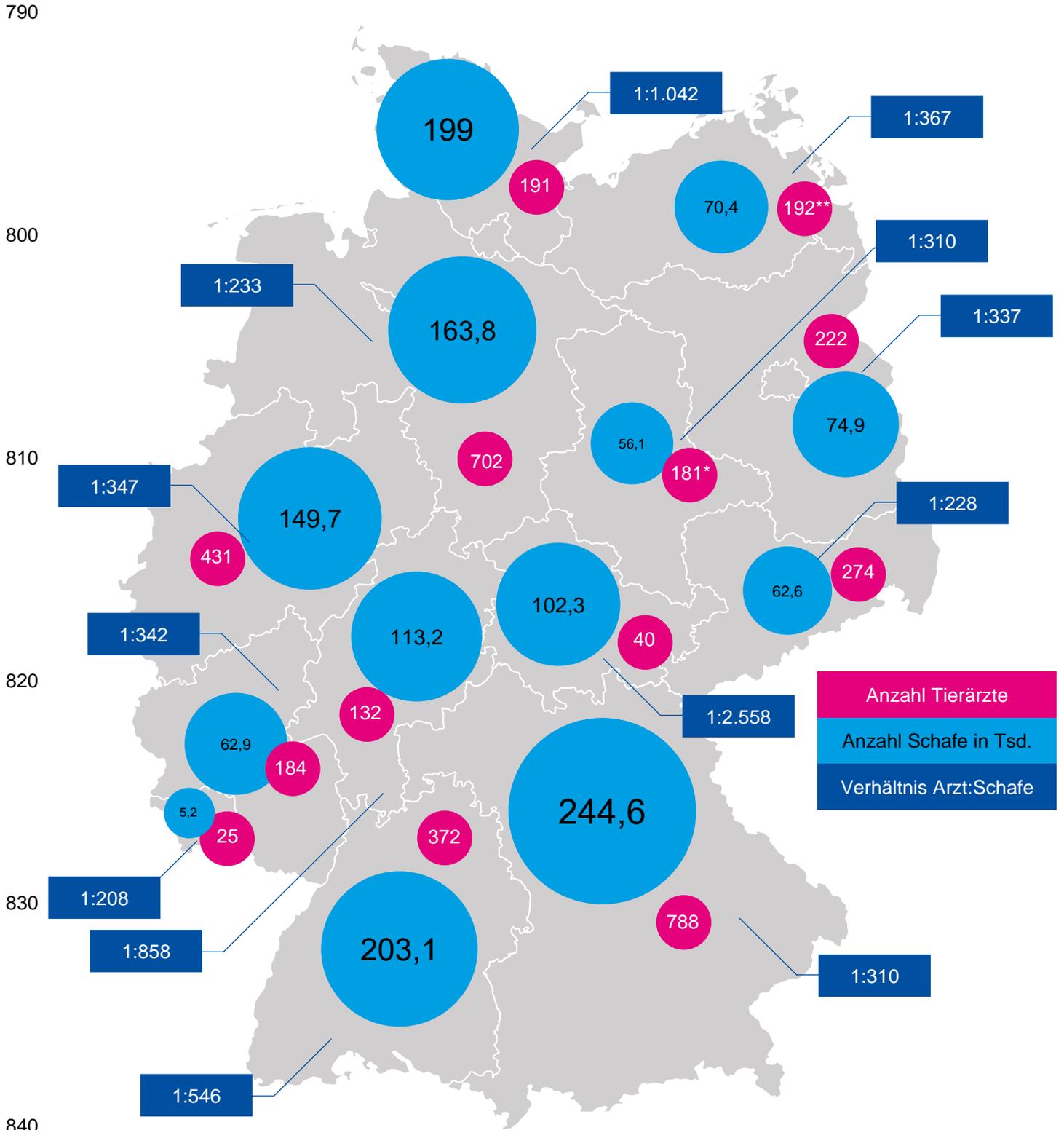


Abbildung 10: Verteilung der Schafe und Tierärzte in Deutschland (Bundestierärztekammer, 2021) (Statistisches Bundesamt, 2022)

*Anzahl der Tierärzte von 2020
 **Anzahl der Tierärzte von 2018

850 Abbildung 10 verdeutlicht das geringe Verhältnis von Tierärzten für Nutztiere zu der Anzahl an Schafen. In Niedersachsen ist das beste Verhältnis zu finden. Jedoch handelt es sich dabei um eine Ausnahme. In den extremen Fällen kommen auf einen Tierarzt über 1.000 Schafe. Jedoch wird sich die Anzahl der Tierärzte in den nächsten Jahren kaum verändern. Der Grund dafür ist die gleichbleibende Anzahl an Studierenden in diesem Bereich. Dazu kommt ein starker Abfall der Anzahl an Tierärzten für Nutztiere in den letzten 10 Jahren. Dieser wird in der folgenden Grafik dargestellt.

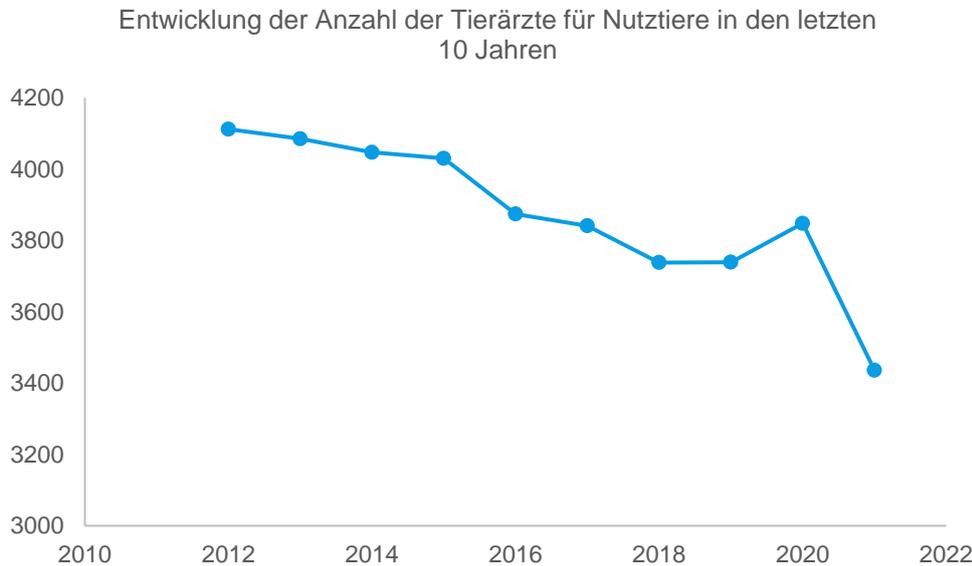


Abbildung 11: Entwicklung der Anzahl an Tierärzten für Nutztiere von 2012 bis 2021 (Bundestierärztekammer, 2021)

860 Innerhalb von 10 Jahren ist die Anzahl an Tierärzten von 4112 auf 3436 gesunken. 16,5% Tierärzte weniger verdeutlichen eine starke Tendenz seit 2012. Die Lukrativität der Schafzucht kann u.a. auch von der Anzahl verfügbarer Tierärzte abhängen. Letztlich stellt die geringe Anzahl an Tierärzten eine langfristige personelle Herausforderung dar.

Auch der Klimawandel ist und wird langfristig ein wichtiger Faktor im Bereich der Schafzucht sein. Eine ausgeprägte Trockenheit in den Frühlings- und Sommermonaten führt zu einer Verschlechterung der Wiesenqualität. Zudem müssen Klimaziele eingehalten werden. Die vermutlich schlechte CO₂-Bilanz der Schafzucht ist dabei sehr unvorteilhaft (Gauly, 2020). Der Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) wird rein auf Basis des Strom- und Dieselverbrauchs für das Tier, sowie den Methanausstößen des Tiers berechnet. Darunter zählen auch Emissionen bedingt durch den Anbau des Futters, durch den Dieselverbrauch bei Transporten oder durch den Stromverbrauch für Stromzäune.

870 Die anerkanntesten Berechnungsalgorithmen für Emissionen in der Landwirtschaft und Tierhaltung gehen nicht von einer positiven Korrelation zwischen Tierhaltung und Emissionseinsparung aus. Bei Schafen ist ein positiver Zusammenhang jedoch gegeben, da durch das Weiden der Schafe emissionsverbundene Mäharbeiten vermieden werden. Solche bestehenden Positiveffekte, wie z.B. Landschaftspflege, werden jedoch außen vorgelassen.

880 Neben den bisher betrachteten finanziellen, natürlichen und personellen gibt es auch infrastrukturelle Herausforderungen. Dazu zählen die fehlenden Möglichkeiten der Verarbeitung der Wolle sowie die wenigen Sammelstellen in Deutschland. Schafschurwolle als Rohstoff muss daher häufig exportiert werden, wodurch der regionale Verarbeitungsaspekt verloren geht.

Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass Wolle nicht als landwirtschaftliches Erzeugnis anerkannt ist. Daraus folgt, dass landwirtschaftliche Förderprogramme nicht die Schafwollproduktion betreffen. Zudem wird ein hoher Dokumentationsaufwand benötigt (Expert:in, 2022). Die beiden letzten Herausforderungen sind weitere Faktoren, welche den Beruf des Schäfers / der Schäferin unattraktiver machen.

890

Bei der Weiterverarbeitung der Schafschurwolle wird im Regelfall in den Bereichen Bauwesen und Textilien ein Mottenschutzmittel benötigt. Dabei gibt es in den unterschiedlichen Bereichen verschiedene Anforderungen an dieses. Beispielsweise muss bei am Körper getragener Kleidung darauf geachtet werden, dass der für Menschen bedenkliche Stoff Permethrin nicht enthalten ist. Stattdessen muss auf z.B. einen aus Neemöl extrahierten Wirkstoff zurückgegriffen werden (hessnatur, 2022). Die korrekte Wahl des Mottenschutzmittels ist dementsprechend anspruchsvoll, da dieses bestimmte toxikologische, hygienische und zweckbezogene Kriterien erfüllen muss. Das stellt kostenseitig und bezogen auf die rechtlichen Rahmenbedingungen eine weitere Herausforderung dar.

900

Infobox Mottenschutzmittel

Schafwolle muss in den meisten Anwendungsgebieten mit einem Mottenschutzmittel versehen werden, damit die Wolle nicht von Schädlingen befallen wird. Dabei gibt es Unterschiede zwischen verschiedenen Mitteln, je nach Anwendungsgebiet. So werden bei textilen Bodenbelegen das Nervengift Permethrin und das ökologisch unbedenkliche Neemöl bei Matratzen oder ähnlichen textilen Anwendungen genutzt. Für Dämmstoffe werden jedoch „Mystox MP“ oder das Produkt „Ionic Protect“ der Firma Isolena verwendet. Häufig kommt es auch zum Einsatz von Zedernholz zum Schutz gegen Kleidermotten (EGGBI, 2022) (BMK, 2022).

Entgegenwirken bezüglich der Herausforderungen:

Eine überwiegende Anzahl an Herausforderungen hat steigenden Kosten für die Schafzuchtbetriebe zur Folge. Diesen wird teilweise durch primär landesweite Förderprogramme entgegengewirkt. Die Förderungen erfolgen überwiegend als Zuschuss pro Jahr und Tier. Dabei müssen bestimmte Vorschriften und Fristen beachtet werden. In folgender Tabelle sind die Voraussetzungen und Konditionen der Förderungen in drei ausgewählten Bundesländern dargestellt. Es muss beachtet werden, dass nicht jedes Bundesland Förderungen für Schafzuchtbetriebe bereitstellt.

910

Bundesland	Fördervoraussetzungen	Konditionen
Sachsen (2021): Förderrichtlinie Schaf- und Ziegenhaltung	<ul style="list-style-type: none"> • Weidehaltung • Beantragte Anzahl an Tieren muss beibehalten werden • Tiere müssen älter als 9 Monate sein • Mindestanzahl an Tieren: 37 	<ul style="list-style-type: none"> • Pro beantragtes Tier bis zu 55 € jährlich über 5 Jahre • In 2022: 55 € pro Tier
Hessen (2022): Weidetierprämie für Schaf- und Ziegenhalter	<ul style="list-style-type: none"> • Antrag muss bis zum 15.05. des jeweiligen Jahres eingereicht werden • Betrachtet werden alle Tiere, die am 01.01. des Jahres des Antrags älter als 9 Monate waren • Mindestanzahl an Tieren: 20 	<ul style="list-style-type: none"> • Zwischen 15 und 35 € pro Jahr und Tier
Bayern (2020): Schaf- und Ziegenprämie	<ul style="list-style-type: none"> • Betrachtet werden alle Schafe, die am 01.01. des Jahres des 	<ul style="list-style-type: none"> • 30 € pro Tier und Jahr

-
- Antrags älter als 10 Monate waren
 - Mindestanzahl an Tieren: 20
 - Tiere müssen Weidezugang haben

Tabelle 6: Förderungen für Schafzuchtbetriebe ausgewählter Bundesländer (Förderdatenbank, 2022) (StMELF, 2022) (SMEKUL, 2022)

920 Während die eben betrachteten Bundesländer die Schafzuchtbetriebe durch Zuschüsse pro Tier und Jahr fördern, werden in Schleswig-Holstein nur Betriebe in benachteiligten Gebieten gefördert. Dabei muss der nachteilhafte Standort einen Einkommensverlust zur Folge haben. Der Antrag auf Förderung muss bis zum 15.05. des entsprechenden Jahres beim Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume gestellt werden. Die Förderung wurde erstmals im Jahr 2022 angeboten. Die Konditionen belaufen sich für Grünland auf 120 bis 140 € pro Hektar und für Ackerbau auf 40 bis 60 € pro Hektar.

Zusammengefasst gibt es zwei unterschiedliche Fördermethoden, welche jedoch primär nicht bundesweit, sondern landesweit eingesetzt werden. Überwiegend erfolgt eine Förderung als Zuschuss pro Schaf und Jahr. In Schleswig-Holstein hingegen wird nicht die Anzahl an Tieren sondern die Fläche gefördert. Seit 2023 stehen aufgrund der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU bundesweite Fördermittel zur Verfügung. Laut dem BZL betreffen diese aktuell noch keine Schafe (BZL, 2023).

930

4. Überblick über Faserrohstoffe

Fasern sind die Grundlage für Textilien aller Art und können aus diversen chemischen und natürlichen Rohstoffen bestehen.

Schafwolle ist eine Naturfaser, die als regionaler und nachwachsender Rohstoff gilt. Ziel der Studie ist es unter anderem, dass Schafwolle als Faserrohstoff mit anderen Rohstoffen in den verschiedenen Anwendungsfeldern miteinander verglichen wird.

Die allgemeinen Fasereigenschaften der verschiedenen Rohstoffe sind in Tabelle 7, Tabelle 8 und Tabelle 9 aufgeführt. Die drei Tabellen bilden die Grundlage für die Rohstoffvergleiche bei der Betrachtung der verschiedenen Märkte und Anwendungsgebiete.

940

Als Chemiefasern werden industriell hergestellte Fasern bezeichnet, welche aus natürlichen Polymeren, synthetischen Polymeren oder anorganischen Stoffen hergestellt wurden.

Fasern aus natürlichen Polymeren sind unter anderem Viskose und Lyocell. Als synthetisches Polymer zählen unter anderem Polyethylen, Polypropylen, Polyacrylnitril, Polyamid, Polyester und Polyurethan, wobei einzelne mittlerweile auch biobasiert verfügbar sind. Zu den anorganischen Rohstoffen gehören beispielsweise Glasfasern, Basalfasern und Metallfasern. Chemiefasern können über drei verschiedene Verfahren hergestellt werden: Nassspinnverfahren, Trockenspinnverfahren und Schmelzspinnverfahren (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).

950

Kernwerte	Viskose	Polyamid	Polyester	Polyethylen	Polyvinylchlorid	Polypropylen	Elastan
Feinheit [dtex]	N/H: T: 1,3-2,2 P: 1,3-3,6	1,1-22 30-300 38-200	0,5-44 38-200	10-25	1,5-20 30-60	1,5-40	30-500
Faserlänge [mm]	38-200	Endlos Stapelfaser	Endlos Stapelfaser	38-200	38-200	38-200	Endlos
Festigkeit (trocken) [cN/dtex]	N: 18-35 H, P: 35-45 T: 40-75	N: 45-68 T: -100	N: 25-35 T: -95	N: 32-65 H: 34-70	C: 20-30 D: 10-25	T: bis 85 15-60 F: 15-30	Bez. Auf Ausgangsquerschnitt 4-12
Dichte [g/cm ³]	1,52	1,1-1,4 PA6: 1,13-1,14 PA6.6: 1,13-1,13	1,36-1,41	N: 0,95-0,96 H: 0,92-0,94	C: 1,35-1,42 D: 1,65-1,75	0,9	1,1-1,3
Elastizitätsmodul	N: 1,8-12 H, P: 18-25 T: 25-50	3-8	N: 9-16 T: 35-45	N: 15-30 H: 2-8	5-9	Filamentgarn: 13-15 Faser: 8-12	0,05-0,1
Spezielle Eigenschaften		Hohe Reißfestigkeit, hohe Elastizität, Festigkeitseinbußen bei intensiver Lichtwirkung	Hohe Reiß- und Scheuerfestigkeit, hohe Elastizität, gute Lichtbeständigkeit	Sehr hohe Feinheitsfestigkeit, sehr hohe Elastizität, geringe Feuchtigkeitsaufnahme	Nichtentflammbarkeit, sehr hohe Elastizität, geringe Scheuerfestigkeit	Sehr hohe Feinheitsfestigkeit, sehr hohe Elastizität, geringe Feuchtigkeitsaufnahme	Sehr hohe Dehnung und Elastizität, fein ausspinnbar und färbbar
Anwendungsgebiete		Feinstrumpfwaren, Futterstoffe, Teppichflorgarne, Oxfordgarne	Bekleidungstextilien, Heimtextilien, Nähgarne, Lederimitationen	Teppichflorgewebe, Schutzkleidung, Sporttextilien	Heimtextilien, Schutzbekleidung	Teppichflorgewebe, Schutzkleidung, Sporttextilien	Badmoden, Strümpfe, Miederwaren

Tabelle 7: Physikalische und spezielle Eigenschaften von Chemiefasern (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)

Naturfasern beschreiben Fasern, gewonnen aus natürlich vorkommenden Rohstoffen und werden unterteilt in Fasern tierischen, pflanzlichen und mineralischen Ursprungs. Entsprechend der geographischen und klimatischen Bedingungen können in unterschiedlichen Teilen der Welt verschiedene Naturfasern gewonnen werden.

960

Zu den pflanzlichen Naturfasern zählen unter anderem Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute, Kokos und Sisal. Tierische Fasern sind beispielsweise Schafwolle, Angora, Ziegenhaar (Kaschmir) und Seide. Als mineralische Faser ist Asbest deklariert. Seit Oktober 1993 ist dieser krebserzeugende Stoff in Deutschland verboten (Umweltbundesamt, 2022).

Kernwerte	Baumwolle	Flachs	Wolle	Seide
Feinheit [dtex]	1-4	Techn. Faser: 10-40 Elementarfaser: 10-40	2-50 18-60 µm	1-4
Faserlänge [mm]	10-60	Techn. Faser: 150-800 Elementarfaser: 10-40	Feine Wolle: 55-75 Grobe Wolle: 150-300	Haspelseide: 300-1000 Schappeseide: 50-250
Feinheitsbezogene Höchstzugkraft				
<i>Trocken [cN/tex]</i>	25-50	30-55	10-16	25-50
<i>Nass [% des Trockenwertes]</i>	100-110	Techn. Faser: 105-120	70-90	75-95
Höchstzugspannung [daN/mm ²]	35-70	45-80	13-21	30-60
Höchstzugkraftdehnung				
<i>Trocken [%]</i>	6-10	1,5-4,0	25-50	10-30
<i>Nass [% des Trockenwertes]</i>	100-110	Techn. Faser: 110-125	110-140	120-200
Dichte	1,5-1,54	1,43-1,52	1,32	Rohseide: 1,37 Entbastet: 1,25

Tabella 8: Mechanische Kennwerte wichtiger Naturfasern (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)

Kernwerte	Jute	Hanf	Sisal	Kokos
Feinheit [dtext]	2-3	2-6	-	-
Dicke [m]	15-25	15-50	22-80	16
Faserlänge				
<i>Techn. [m]</i>	1,5-3	1-3	1-1,25	0,15-0,3
<i>Nach Aufbereitung [mm]</i>	650-750	600-750	1000-1250	150-300
<i>Elementarfaser [mm]</i>	1-5	15-28	1-5	1
Feinheitsbezogene Höchstzugkraft				
<i>Trocken [cN/tex]</i>	30-34	35-70	30-45	12-18
<i>Nass [% des Trockenwertes]</i>	99-104	104-107	105-111	-
Höchstzugspannung [daN/mm ²]	43-50	50-100	35-53	18-27
Elastizitätsmodul [kN/mm ²]	5,0	-	-	6,0
Höchstzugkraftdehnung [%]	8,2-2	1-6	2-3	25-27
Polymerationsgrad	1920	2200	2160	-
Dichte [g/cm ³]	1,44	1,48-1,5	1,16	1,46

Tabella 9: Kennwerte wichtiger Bast- und Hartfasern (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)

Die Herstellung von Chemiefasern, egal ob diese für die Chemie-, Kunststoff-, Pharma- oder Textilindustrie verwendet werden, erfolgt vorrangig mit fossil-basierten Produkten. Einer der großen Vorteile von Chemiefasern sind die günstigen Produktions- und Rohstoffkosten. Mineralöl, als gängiger Rohstoff für die Herstellung von Chemiefasern, zeichnet sich durch eine sehr kurze Wertschöpfungskette aus. Im Jahr 2020 lagen die Produktionskosten von Mineralöl bei 60 € pro Tonne (Kircher, 2020).

970

Aufgrund der aktuellen Energiekosten und der Verknappung der natürlichen Vorkommen von Rohöl sind die Kosten für Mineralöl laut Expert:innen sehr stark gestiegen, sodass Chemiefasern nicht mehr

980 grundsätzlich günstiger sind als Naturfasern. Ein ebenfalls starker Konkurrent zu den Mineralölfasern sind Fasern erzeugt aus bio-basierten Rohstoffen. Auch diese lagen im Jahr 2020 im Preis über den Fasern aus Mineralöl. Gründe hierfür sind, dass bio-basierte Produkte eine deutlich aufwendigere Wertschöpfungskette bedeuten. Im Gegensatz zu Ölraffinerien können diese Produkte nur in kleinen Anlagen hergestellt werden, wodurch Skaleneffekte sich nicht positiv auf die Kosten auswirken. Allerdings ist festzustellen, dass im Zuge der Bioökonomiestrategie und des steigenden Bewusstseins für eine klimaschonende Lebensweise vermehrt die Qualität in den Fokus rückt und der Preis an Bedeutung verliert. Die Bereitschaft, höhere Preise für dieselbe Qualität und einen Umweltvorteil zu zahlen, ist in den letzten Jahren gestiegen (Kircher, 2020).

5. Analyse Anwendungsfelder für Schafschurwolle

Schafschurwolle bietet auf Grund seiner Funktionalitäten unterschiedlichste Anwendungsmöglichkeiten. Zur besseren Eingrenzung der Felder werden im Rahmen der Studie 5 Cluster definiert. Diese umfassen die Bereiche Textilien / Heimtextilien, Landwirtschaft, Bauwesen, Pharmazie & Chemie sowie Mobilität & Verkehr.

Im Folgenden werden die verschiedenen Anwendungen in den einzelnen Clustern betrachtet.

990 Für jeden Markt sollen dabei die im Kapitel 1.3 aufgeführten Fragestellungen, wie z. B. der Ablauf der typischen Wertschöpfungsketten von der Erzeugung bis zum Absatz aussieht, welche Qualitäts- und Mengenanforderungen in den einzelnen Märkten bestehen, welche Preise auf den einzelnen Stufen der Wertschöpfungskette erzielt werden, warum die Erzeugerpreise in den letzten Jahrzehnten gefallen sind und welche Hemmnisse und Herausforderung für eine Erweiterung der Nutzung von Schafwolle als Rohstoff und zur Absatzsteigerung bestehen, beantwortet werden.

5.1 Technische Filze / Textilien

Technische Textilien und Filze finden ihre Anwendung in unzähligen Branchen und Industriezweigen und umfassen auch den im allgemeinen Sprachgebrauch als „Textilien“ bezeichneten Bereich der Bekleidung. Eine trennscharfe Abgrenzung und Definition von technischen Textilien fallen daher schwer. Im Rahmen der von uns durchgeführten Studie finden sich technische Textilien und Filze in zahlreichen Anwendungen der einzelnen Unterteilungen.

1000 Zu einem besseren Verständnis und einer allgemeinen Marktübersicht sollen unter diesem Abschnitt technische Textilien und Filze im Generellen vorgestellt und einzelne Beispiele betrachtet werden. Ein Verweis auf etwaige tiefere Betrachtungen in den jeweiligen fortführenden Bereichen wird zu gegebener Stelle angeführt.

Als anerkannte Definition für die Begrifflichkeit der technischen Textilien gilt im Allgemeinen die Aussage, dass unter diesen solche Produkte verstanden werden, welche mehrheitlich unter dem Gesichtspunkt der Funktionalität konstruiert werden.

1010 Im Rahmen der internationalen Fachmesse „Tectextil“ der Messe Frankfurt wurden im Jahr 1997 grundlegende Einteilungen und Begriffe im Bereich der technischen Textilien festgelegt:

Bezeichnung	Anwendungsgebiete
Agrotech:	Garten- und Landschaftsbau, Land- und Forstwirtschaft, Tierhaltung
Buildtech:	Membran-, Leicht- und Massivbau, Ingenieur- und Industriebau, Temporärbau, Innenausbau, Erd-, Wasser- und Verkehrswegebau, z.B. textiltbewehrter Beton
Clothtech:	Bekleidung, Schuhe
Homotech:	Möbel, Polster- und Raumausstattung, Teppiche, Bodenbeläge
Geotech:	Tiefbau, Straßenbau, Dammbau, Deponiebau, Bergbau, z.B. Schutznetze für Bergbau, Gerüste sowie gegen Steinschlag, Wind, Hagel, Textilien als Erosions-, Ufer-, Hang- und Hochwasserschutz
Idutech:	Filtration, Reinigung, Maschinenbau, chemische Industrie, Elektroindustrie, z. B. Verbundwerkstoffe, Keilriemen, Förderbänder, Schleifscheiben
Medtech:	Medizin, Hygiene, z. B. Wäsche, Bekleidung, Verbandstoffe, Blutadern, Dialyse, Implantate, chirurgisches Nahtmaterial
Mobiltech:	Fahrrad, Motorrad, Auto, Bahn, Bus, Schiff, Fahrzeuge für die Luft- und Raumfahrt, Heißluftballons, Luftschiffe, Drachen, Airbag, Sicherheitsgurte, Sitzbezüge, Polsterstoffe, Himmel, Teppich, Türverkleidung, Reifencord, Planenstoffe, Zahn- und Keilriemen, Schläuche, Kupplungs- und Bremsbeläge, Dämmmaterialien, Verbundwerkstoff, Panzerung von Automobilen
Ökotech:	Umweltschutz, Recycling, Entsorgung
Packtech:	Verpackungsprodukte, z. B. Armierungen, Kordel, Bänder
Protech:	Personen- und Sachschutz, z. B. Hitze- und Kälteschutz, Wasserschutz, schussfeste Westen, Warnwesten, Schallschutz, Gebäudeschutz
Sporttech:	Sport und Freizeit, z. B. funktionsgerechte Sportbekleidung, Sportgeräte, Textilmembran für Surfen, Segeln, Drachenfliegen, Surfbretter

Tabella 10: Einteilungen und Begriffe im Bereich der technischen Textilien

Anwendungsbeispiele für Technische Textilien sind:

- 1020
- Faserverbundwerkstoffe (Einteilung und Verwendung unter Kapitel Baustoffe)
 - Förderbänder
 - Reifen
 - Sicherheitstextilien
 - Textilien für den Hoch- und Tiefbau
 - Geotextilien
 - Textilien in der Medizin

Im Verlauf dieser Studie werden einzelne Bereiche im Detail betrachtet und in den jeweiligen Anwendungsgebieten untersucht.

- 1030
- Technische Filze bieten wiederum eine Vielzahl an Einsatzgebieten, welche je nach technischen Eigenschaften und Anforderungen Anwendung finden.
Im Wesentlichen werden 6 Einsatzgebiete definiert:

Dichten & Filtern

Filze übernehmen in diesem Fall spezielle Dichtungsaufgaben. Als poröser Werkstoff bleibt er durchlässig für Flüssigkeiten und Gase. Im Kontext von Dichtungen können technische Filze als Schutz vor Staub und Schmutz fungieren, während diese gleichzeitig eine gute Luftdurchlässigkeit aufbringen und ein günstiges Reibverhalten verlangt wird.

- 1040
- Im industriellen Maßstab finden diese Filze z.B. als Wellendichtring an einem Wälzlager Anwendung.

Saugen, Speichern und Übertragen von Flüssigkeiten

Auf Grund ihrer Beschaffenheit können Filze u. a. Flüssigkeiten gegen die Schwerkraft fördern. Aufsaugen, speichern oder übertragen können im industriellen Einsatz im Umgang mit Ölen, Kraftstoffen, Lösungsmitteln oder Farben hoch relevante Einsatzgebiete darstellen. Beim Schmieren & Ölen kommt dem Filz eine zentrale Bedeutung zu.

Bekannt Beispiele für die benannten Funktionen finden sich z. B. in Filzschreibern. Der Filz kann einmal aufgesaugte Farben über viele Meter gleichmäßig abgeben.

- 1050
- Als „Ölspeicher“ können Filze Motoren und Maschinen gleichmäßig mit Öl versorgen und so als Schmierfilze direkt am Lager angebracht fungieren.

Dämpfen & Polstern

Durch die besonderen Eigenschaften der einzelnen Fasern eines Filzes wirken die spezifischen Biege- und Rückstellverhalten wie ein „kleiner“ Stoßdämpfer. Somit können in unterschiedlichen Anwendungsgebieten dämpfende Wirkungen erzielt werden. Beispielhaft wären hier die mit Filz belegten Hämmer eines Klaviers zur Beeinflussung der Klangqualität oder der Einsatz an geräuschkritischen Stellen in Fahrzeugen, bspw. dort, wo Lackflächen auf Kunststoffteilen treffen, genannt.

- 1060
- #### **Reiben & Bremsen**

Die Oberfläche eines Filzes besteht aus unzähligen Faserenden, durch welche unzählige kleine Kontaktpunkte bei einer Reibung entstehen. Deren Summe bildet eine Reibfläche, welche bei höherem Anpressdruck größer wird. Diese auftretende Eigenschaft ermöglicht den Einsatz als Kupplungs- und Bremsbelag überall dort, wo kleine Kräfte übertragen oder abgebremst werden sollen. Vor allem im feinwerktechnischen Bereich, in dem Reibfilze ihre Aufgaben meist in trockenem Zustand erfüllen. Beim Auftreten einer größeren Kraft und eines größeren Anpressdrucks werden die Filzbeläge zur Erhöhung der Abriebfestigkeit auch mit Öl getränkt.

- 1070
- Einsatzgebiete von Filzen zur Erfüllung der Aufgaben „Reiben & Bremsen“ finden sich u.a. in Bandspulen von Kassettenrekordern zum Herstellen von gleichmäßigen Bandzügen. Bei der Herstellung von Magnetbändern werden große Bandspulen über Filzkupplungen angetrieben. Großflächige Filzbremsen finden sich in Bandsplatanlagen von Kaltwalzwerken.

Polieren, Reinigen & Abstreifen

Auf Grund des dichten Fasergefüges eines Filzes kann dieser sehr feine Partikel, vom Polierkorn bis zum Metallspan, aufnehmen und eignet sich daher besonders gut zum Reinigen und Polieren entsprechender Materialien und Oberflächen.

Rotierende Filzwerkzeuge polieren bspw. Oberflächen auf Rauhtiefen bis zu 1/1.000 mm, wobei der Filz dabei der Träger für das Polierkorn ist.

1080

Das spezifische Reibverhalten des Filzes und seiner dichten Faserstruktur ermöglicht die Konstruktion einfacher, aber wirkungsvoller Abstreifer.

Transportieren, Formen und Wirken teigiger Werkstoffe

Die Faserstruktur des Filzes und die Struktur der Wollfaser mit ihrer schuppenförmigen Oberfläche bilden viele kleine Luftpolster, die das auf glatten Flächen übliche Anhaften teigiger Materialien verhindern. Porosität und Luftdurchlässigkeit des Filzes ermöglichen leichtes Ablösen.

In der Ziegelherstellung wird der feuchte Ton mittels Extruder zu einem Strang gepresst. Der Transport dieses empfindlichen Strangs geschieht auf einer Rollbahn mit filzbestückten Walzen.

Bei der Herstellung von Backwaren werden die Teigstücke auf nahtlosen Filzbändern transportiert. Durch die besondere Beschaffenheit baut sich kein Teig auf (Expert:in, 2022).

1090

Abbildung 12 zeigt die wesentlichen am Markt verfügbaren Naturfasern zur Verwendung auf. Wesentliche Konkurrenzrohstoffe für Wolle finden sich sowohl in pflanzlichen als auch tierischen Fasern. Naturfasern werden in fast allen Ländern der Welt erzeugt, je nach den klimatischen und geografischen Gegebenheiten.

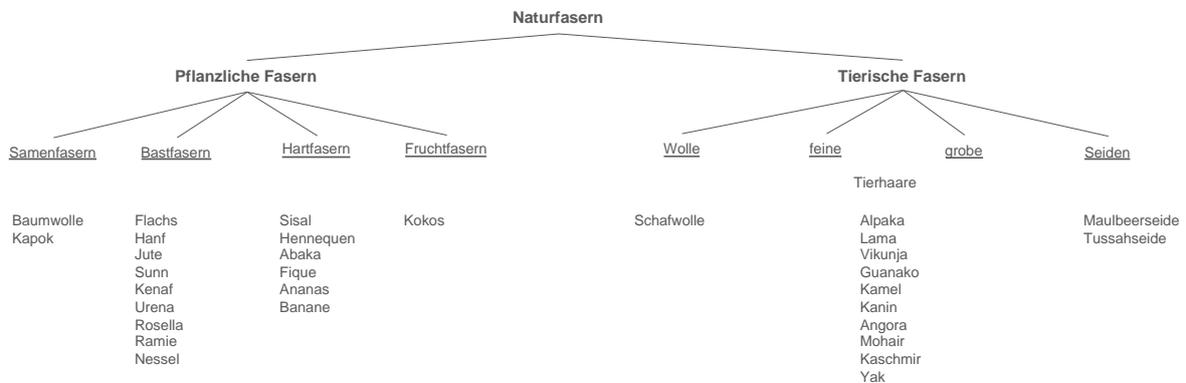


Abbildung 12: Übersicht zu Naturfasern (Fuchs & Albrecht, 2009)

Die am weitesten verbreiteten Naturfaser sind Baumwolle, Flachs und Schafwolle.

1100

Einer der ältesten Naturfaser ist die Baumwolle. Der Anbau der Baumwolle erfolgt heute in rund 75 Ländern auf durchschnittlich 32 Mio. ha. Dies entspricht in etwa 0,8 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Welt.

Die Feinheit von Baumwollfasern liegt zwischen 0,1 und 0,4 tex und damit deutlich unter der Schafwolle. Zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften erfolgen Veredelungsmaßnahmen im Garn. Baumwolle kann Wasser binden. Diese Eigenschaft wird bspw. in der Veredelung genutzt, um Chemikalien auf oder in der Faser mit Hilfe von wässrigen Lösungen zu verankern. Baumwolle wird vorrangig in der Bekleidungsindustrie und in Heimtextilien verwendet. Rund 10 % der Anwendungen befinden sich im Bereich der technischen Textilien.

1110

Flachs gehört zu den ältesten Kulturpflanzen und wächst vorrangig in gemäßigten und subtropischen Gebieten. Diese klimatischen Bedingungen beeinflussen die Eigenschaften des Stängels hinsichtlich Länge, Dicke und Anzahl der Verzweigungen.

Flachsfasern werden aufgrund ihrer spezifischen Qualitätseigenschaften überwiegend für die Bekleidungs- und Heimtextilindustrie eingesetzt. 15 % der Anwendungen finden sich in technischen Textilien.

In der Mischung wird Flachs sowohl mit Natur- als auch mit Chemiefasern verarbeitet.

1120

Schafwolle ist der wohl erste textile Rohstoff, der von Menschen für Bekleidungszwecke verwendet wurde. Zusehends hält Schafwolle aufgrund seiner Eigenschaften in der Verwendung von technischen Textilien, Einzug.

In Tabelle 11 sind die wesentlichen Eigenschaften der benannten pflanzlichen und tierischen Fasern aufgeführt.

Zu sehen ist, dass Wolle vor allem im Bereich der Dehnung und Feuchteaufnahme positiv heraussticht. Im Vergleich zu anderen Fasern weist Schafwolle vor allem für technische Textilien positive Eigenschaften auf.

		Pflanzliche Fasern					Tierische Fasern	
		Baumwolle	Flachs	Jute	Sisal	Kokos	Wolle	Maulbeerseide
Feinheit	tex	0,1 – 0,4	2,5 – 17,0	4,0 – 5,0	12 – 20	16 – 26	0,3 – 4,0	0,1 – 0,35
Festigkeit	N/mm ²	300 - 770	429 – 903	460 – 550	510 – 670	130 – 180	130 – 210	340 – 690
Dehnung	%	6 - 10	0,8 – 3,0	1,0 – 1,3	1,8 – 3,3	20 – 24	25 – 50	10 – 30
E-Modul	kN/mm ²	4,6 – 9,2	24 – 65	44 – 56	17 – 37	4 – 6	2 – 4	9,6 – 13,7
Feuchtaufnahme	%	7,0 – 9,5	10 – 11	12 – 15	10 – 12	10 – 12	15 – 17	9 – 11
Dichte	g/cm ³	1,52 – 1,55	1,48	1,44 – 1,45	1,37 – 1,45	1,05 – 1,15	1,31 – 1,32	1,37

Tabelle 11: Technische Eigenschaften von Naturfasern (Fuchs & Albrecht, 2009)

Herstellung und Veredelung von technischen Filzen

1130 Abbildung 13 zeigt die klassische Wertschöpfungskette im Rahmen des Herstellungsprozesses von technischen Filzen auf.

Auf dem Markt haben sich viele unterschiedliche, teilweise kombinierte Herstellungsverfahren etabliert. Die Wertschöpfung erfolgt dabei in drei wesentlichen Abschnitten, welche in Erzeugung, Veredelung und Verarbeitung einzuteilen sind.

Klassischerweise unterscheidet man technische Filze in Walkfilze und Nadelfilze. Das Herstellungsverfahren für Walkfilze und Nadelfilze unterscheidet sich grundlegend.

Walkfilz besteht ausschließlich aus Tierhaaren, vorrangig Schafwolle, womit zum Beginn der Wertschöpfung die Erzeugung und Besorgung der Tierhaare bei den Schäfer:innen steht.

1140 Im Rahmen der Veredelung werden die bezogenen Tierhaare durch das Waschen von Schmutz befreit und entfettet.

Mit Hilfe des Aufbringens des Mottenschutzes wird die Wolle vor zukünftigen Schädlingsbefall gesichert. Im Regelfall läuft der Veredelungsprozess außerhalb des verarbeitenden Unternehmens ab. Die Wollwäsche stellt dabei eines der größten Herausforderungen in der regionalen Wertschöpfung dar, da diese zum gegenwärtigen Zeitpunkt hauptsächlich im Ausland möglich ist.

Der erste Abschnitt der Wertschöpfung im verarbeitenden Unternehmen beginnt mit dem Mischen der angelieferten Wolle. Die teils unterschiedlichen Wollqualitäten werden zu einer homogenen Mischung vermengt und anschließend in Bunkern oder Vorratskammern eingeblasen und bis zur weiteren Verwendung gelagert.

1150 Im nächsten Schritt werden die Fasern der gelagerten Wolle ausgerichtet. Das Krempeln oder Kardieren wird auf sogenannten Krempelanlagen durchgeführt, wodurch die bereits gut gereinigten Faserflocken vereinzelt und möglichst gleichmäßig vorgelegt werden. Zum Schluss des Bearbeitungsschrittes werden die ausgerichteten Fasern zu einem Vlies verarbeitet.

Mit Hilfe einer Filzmaschine werden die vorgefertigten Vliese im nächsten Schritt durch Feuchtigkeit, Wärme, Druck und kreisförmige Bewegungen verfilzt. Dabei verketteten sich die Fasern der Vliese durch ihre schuppenartige Oberfläche miteinander und werden zu einem sogenannten Gewirke. Der eigentliche Filz ist entstanden.

1160 Dem Filzen folgt das Walken. Im Rahmen dieses Vorgangs wird das zuvor gefilzte Material in verschiedene Richtungen gedrückt und gestaucht. Das Material durchläuft hierbei mehrere Walzenpaare, die mit Hilfe von Druck zusammengefahren werden und somit der Filzprozess fortgeführt wird. Im Rahmen dieses Vorgangs wird regelmäßig warmes Wasser zugeführt, um den Walkprozess zu beschleunigen.

Den Abschluss des Herstellungsprozesses bildet das Veredeln. Im Rahmen dieses Abschnittes werden die Filze noch einmal gewaschen und geschleudert, um anschließend zu trocknen. Je nach Dicke kann der Vorgang mehrere Tage dauern.

1170 Je nach Bedarf und Anwendung wird anschließend der Filz individualisiert. Dies geschieht durch Zuschnitt, Oberflächenbearbeitung o.ä. (Filz Neumann, 2022).

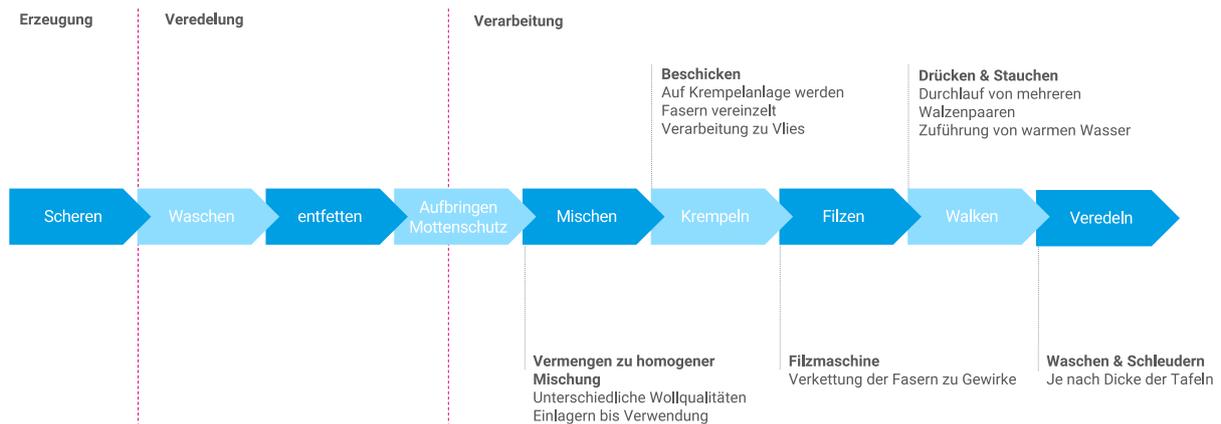


Abbildung 13: Typische Wertschöpfungskette zur Herstellung von technischen Filzen (Filz Neumann, 2022)

Als Alternatives Verfahren im Rahmen der Herstellung zum „Walken“ wird das sogenannte Nadelfilzen angewandt. Hierbei wird die trockene Wolle mit Hilfe spezieller Filznadeln auf eine definierte Dicke und ein bestimmtes Flächengewicht gebracht. An den Filznadeln sind kleine, widerhakenartige Kerben angebracht, die beim Einstechen Fasern mitnehmen und an der Stelle des Austritts der Nadel aus dem Filz verbleiben.

1180 Durch das wiederholende Einstechen der Nadeln bilden sich Schlingen und Bögen in den Fasern, wodurch diese dreidimensional zu einem Filz verschlungen werden. Der Nadelfilz kann anschließend chemisch oder mit Wasserdampf nachbehandelt werden. Dieses Verfahren eignet sich grundlegend auch für alle anderen Fasern ohne Schuppenstrukturen. So können neben natürlichen Fasern, wie bspw. Wolle oder Tierhaaren auch synthetische Fasern verwendet werden.

Der Markt für die deutsche Textilindustrie kann nach Segmenten bzw. Anwendungsbereiche aufgeteilt werden. Darunter zählt der Anwendungsbereich der technischen Textilien bzw. Filze zu den größten. Er macht über 25% des gesamten Umsatzes der deutschen Textilindustrie aus. 2016 erreichte der Markt für technische Textilien einen Hochpunkt von 2,88 Mrd. Euro. Seitdem ist er gesunken. Nach dem Tiefstand des Umsatzes 2020, stieg der Umsatz 2021 auf über 2,9 Mrd. Euro an, womit er heutzutage immer noch den größten Anteil am Markt ausmacht. Des Weiteren steigt die Anzahl der Betriebe in der Herstellung technischer Textilien in Deutschland seit 2008.

1190 Jedoch ist der Anteil an tierischen und pflanzlichen Fasern an der insgesamten Faserverarbeitung in der Textilindustrie für den technischen Einsatz in Deutschland erheblich gesunken. Wohingegen der Anteil von Chemiefasern bzw. synthetischen Fasern zugenommen hat (Statista, 2022). Im Rahmen der internationalen Fachmesse „Tectextil“ der Messe Frankfurt wurde 2019 trotzdem verdeutlicht, dass Deutschland die internationale Innovationsführerschaft im Bereich der technischen Textilien besitzt. Der Grund dafür sind multifunktionale und intelligente Produkte sowie Verfahren.

1200 Wodurch eine Zunahme vom Umsatz der deutschen Textilindustrie im Bereich der technischen Textilien mit nachwachsenden Rohstoffen zu erwarten ist (Neumann I. , 2019).

5.2 Textilien und Heimtextilien, Teppiche

5.2.1 Textilien und Heimtextilien

1210

Der Markt für Textilien ist in den meisten Ländern nach dem Lebensmittelmarkt einer der wichtigsten Märkte. Die Definition von Textil umfasst jedes Material, das aus miteinander verflochtenen Fasern besteht. Die Textilindustrie fertigt aus pflanzlichen, tierischen oder vom Menschen hergestellten Fasern textile Produkte wie Gespinste, Gewebe, Filze, Vliesstoffe, Nähgewirke und Maschenwaren, die unter anderem von der Bekleidungsindustrie weiterverarbeitet werden. Die Textilindustrie oder Bekleidungsindustrie fasst die Gewerbe- und Industriezweige entlang der Produktions- und Wertschöpfungskette von Bekleidung und Kleidungsstücken zusammen. Beginnend bei der Textilindustrie, über die Veredelung, Modeindustrie und Bekleidungseinzelhandel, bis hin zum Handel mit Altkleidern und Textilrecycling (Contrado, 2022).

1220

In Abbildung 14 ist der Umsatz der deutschen Textil- und Bekleidungsindustrie in den Jahren 2005 bis 2020 dargestellt. Hierbei ist zu erkennen, dass dieser in den letzten Jahren kontinuierlich sinkt.

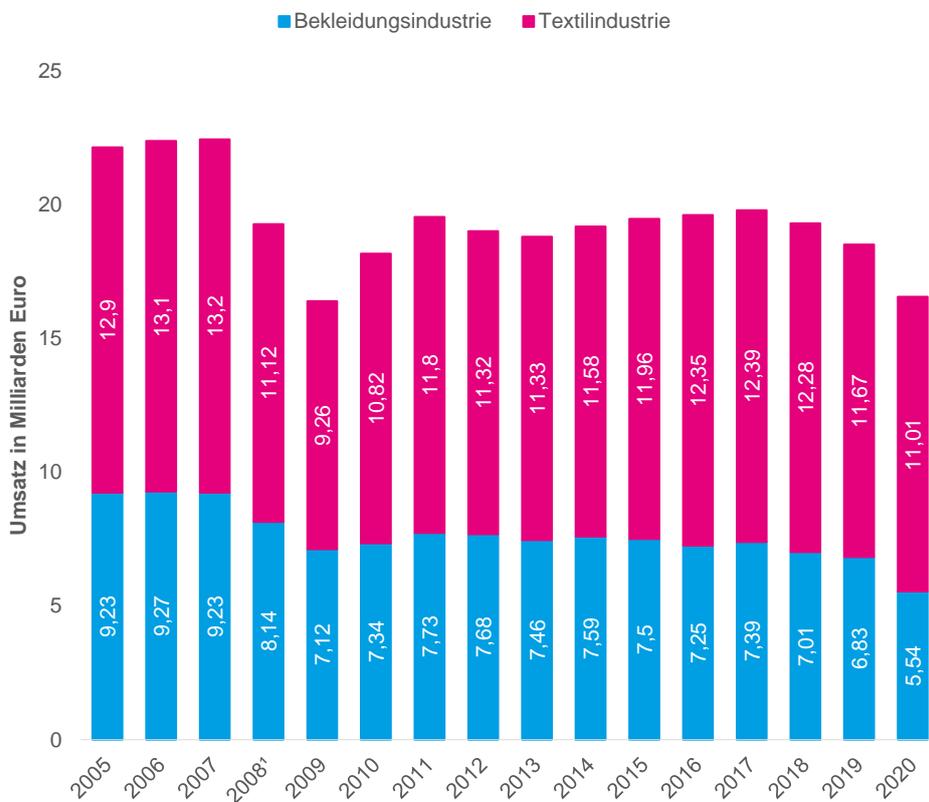


Abbildung 14: Umsatz der deutschen Textil- und Bekleidungsindustrie in den Jahren 2005 bis 2020 (in Milliarden Euro (Statista, 2022))

Aus Abbildung 15 und Abbildung 16 lassen sich wichtige Begebenheiten über die Textilindustrie ableiten: In Deutschland steigen die Importraten von Textilien und Bekleidung konstant an. Im Vergleich zum Import schwanken die deutschen Textilexporte, haben aber auch eine steigende Tendenz. In Deutschland wurde ein starker Einfuhrüberschuss in diesem Markt erzielt, Im Jahr 2021 betrug er mit 14,4 Mrd. € ca. 29 % der Importe.

1230

China, Bangladesch und die Türkei treten als die wichtigsten Herkunftsländer für Bekleidung auf dem Weltmarkt auf. Bei den Textilien sind die größten Player China, Türkei und Italien. Hingegen sind im Jahr 2021 die wichtigsten Abnehmerländer für Textil- und Bekleidungsexporte aus Deutschland europäische Länder.

Import und Export von Textilien und Bekleidung in bzw. aus Deutschland in den Jahren 2008 bis 2021 (in Milliarden Euro)

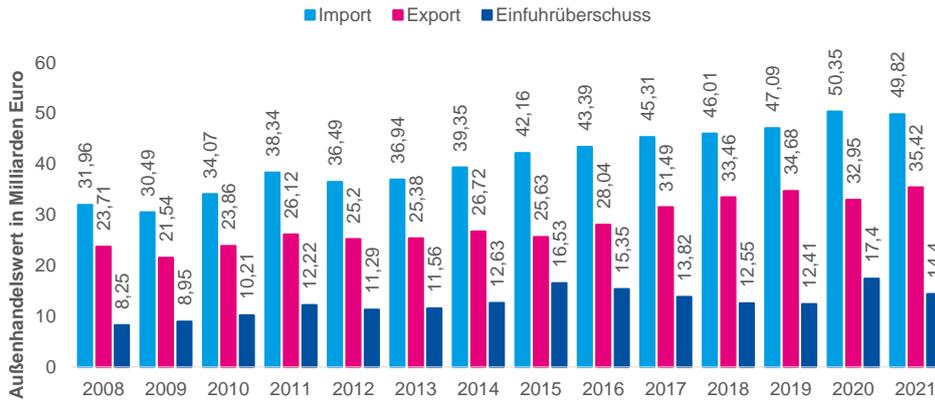
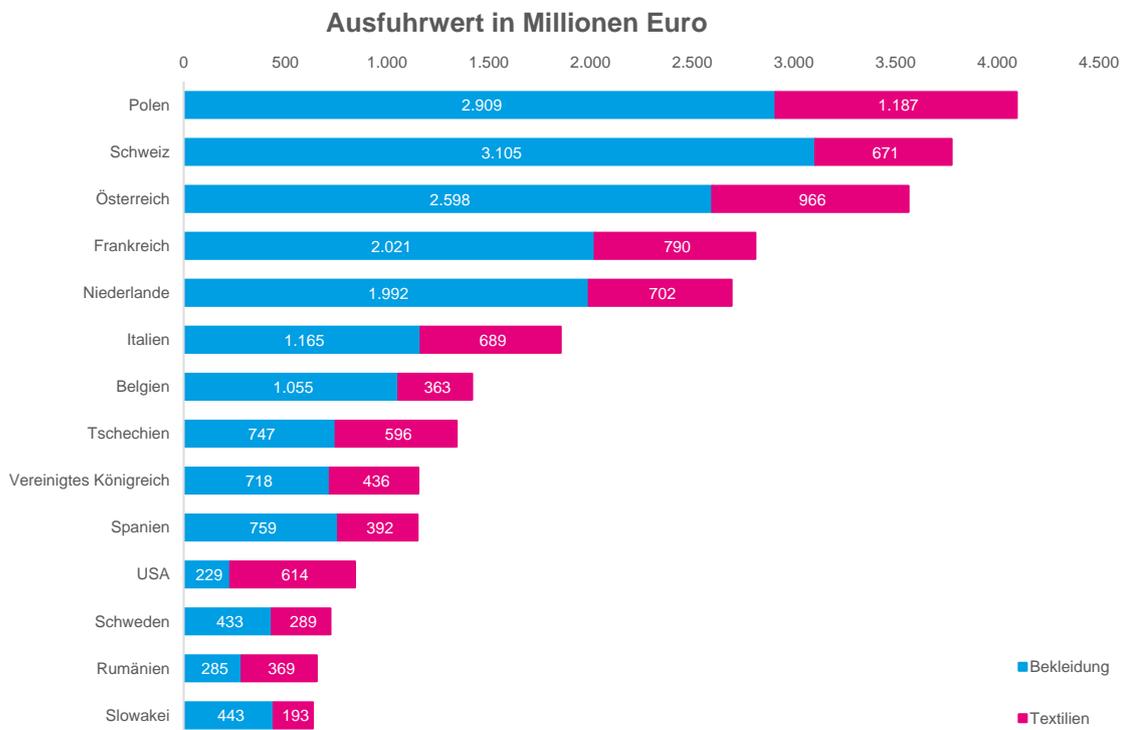


Abbildung 15: Import und Export von Textilien und Bekleidung in bzw. aus Deutschland in den Jahren 2008 bis 2021 in Milliarden Euro (Statista, 2022)



1240 Abbildung 16: Wichtigste Abnehmerländer für Textil- und Bekleidungsexporte aus Deutschland nach Ausfuhrwert im Jahr 2021 in Millionen Euro (Statista, 2022)

Textilindustrie

Die Branchenstruktur der deutschen Textilindustrie erweist sich als konstant, was sich in der Abbildung 17 nachvollziehen lässt. Jedoch zeichnet sich eine leicht fallende Anzahl an Betrieben in der deutschen Textilindustrie ab. Die größten Anteile der deutschen Textilindustrie nehmen Betriebe der Herstellung konfektionierter Textilien (außer Bekleidung), der Herstellung technischer Textilien und der Veredlung von Textilien und Bekleidung ein. Die Erzeugerpreise sind im letzten Jahr gestiegen (siehe Abbildung 19). Dieser Trend wird sich aufgrund der aktuell angespannten Russland-Ukraine-Situation, der Inflation und den daraus folgend steigenden Energiepreisen weiter fortsetzen. Zuletzt ist festzustellen, dass nach Abbildung 18 die größten Kostenpositionen in der deutschen Textilindustrie im Jahr 2019 der Materialverbrauch und die Personalkosten waren.

1250

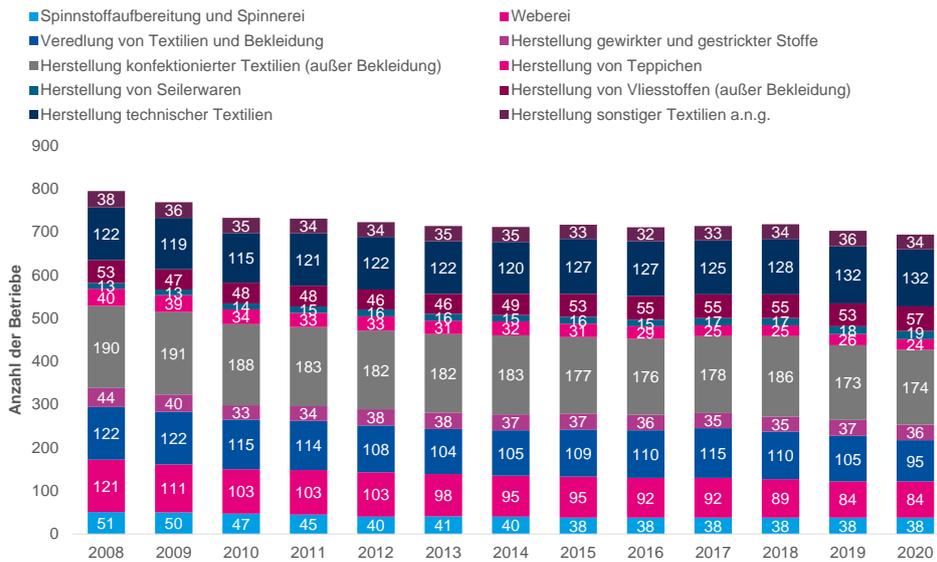


Abbildung 17: Anzahl der Betriebe in der deutschen Textilindustrie nach Segmenten in den Jahren 2008 bis 2020 (Statista, 2022)

Kostenstruktur in der deutschen Textilindustrie im Jahr 2019

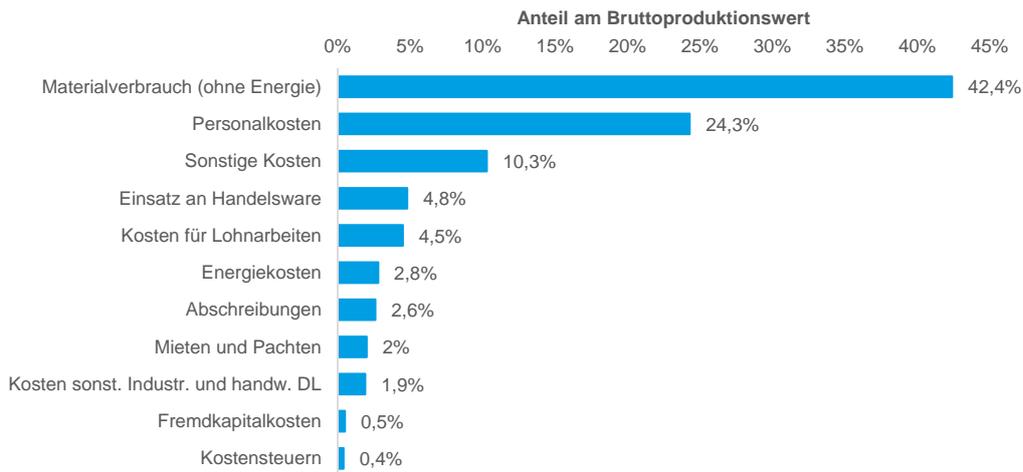


Abbildung 18: Kostenstruktur in der deutschen Textilindustrie im Jahr 2019 (Statista, 2022)

Entwicklung der Erzeugerpreise für Textilien in Deutschland in den Jahren 2001 bis 2021 (gegenüber dem Vorjahr)



Abbildung 19: Entwicklung der Erzeugerpreise für Textilien in Deutschland in den Jahren 2001 bis 2021 gegenüber dem Vorjahr (Statista, 2022)

Bekleidungsindustrie

Abbildung 20 zeigt, dass in der deutschen Bekleidungsindustrie ebenfalls eine fallende Anzahl an Betrieben zu erkennen ist. Hier stellen die Herstellung von sonstiger Oberbekleidung, die Herstellung von sonstigen Bekleidungsartikeln und die Verarbeitung von Wäsche die wichtigsten Segmente dar. Die Erzeugerpreise sind auch in der Bekleidungsindustrie im letzten Jahr angestiegen und werden vermutlich noch stärker ansteigen. Jedoch stiegen die Erzeugerpreise für Bekleidung 2021 nur um 0,77%, während die Erzeugerpreise für Textilien um 2,63% stiegen. Der Preiszuwachs unterscheidet sich fast um das Vierfache. Beim letzten Maximum 2011 waren die Erzeugerkosten für Textilien ebenfalls höher, hier jedoch nur um den Faktor 1,7. Daraus lässt sich ableiten, dass die Erzeugerpreise für Textilien scheinbar tendenziell stärker steigen.

Die Erzeugerpreissteigerung, welche im Jahr 2011 ein Maximum erreichte, wird in Abbildung 19 für die Textilbranche und in Abbildung 22 für die Bekleidungsbranche dargestellt. Die Erzeugerpreissteigerung war vermutlich eine Folge der Wirtschaftskrise 2009. Da Erzeuger:innen von Textilfasern bankrottgingen, sank das Angebot, wodurch eine Übernachfrage entstand, und die Preise stiegen. Wie in der Textilbranche waren auch in der Bekleidungsindustrie die größten Kostenpunkte der Materialverbrauch und die Personalkosten (Abbildung 21).

1270

1280

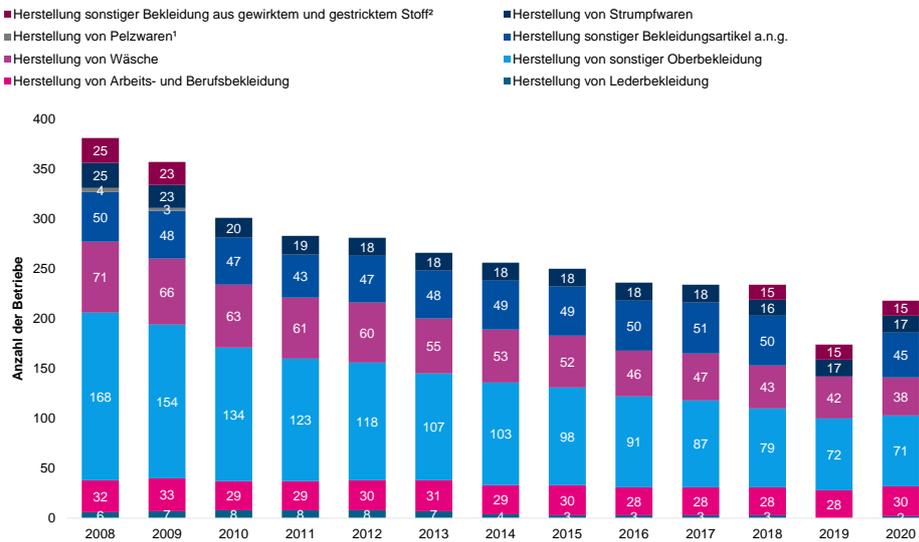


Abbildung 20: Anzahl der Betriebe in der deutschen Bekleidungsindustrie nach Segmenten in den Jahren 2008 bis 2020 (Statista, 2022)

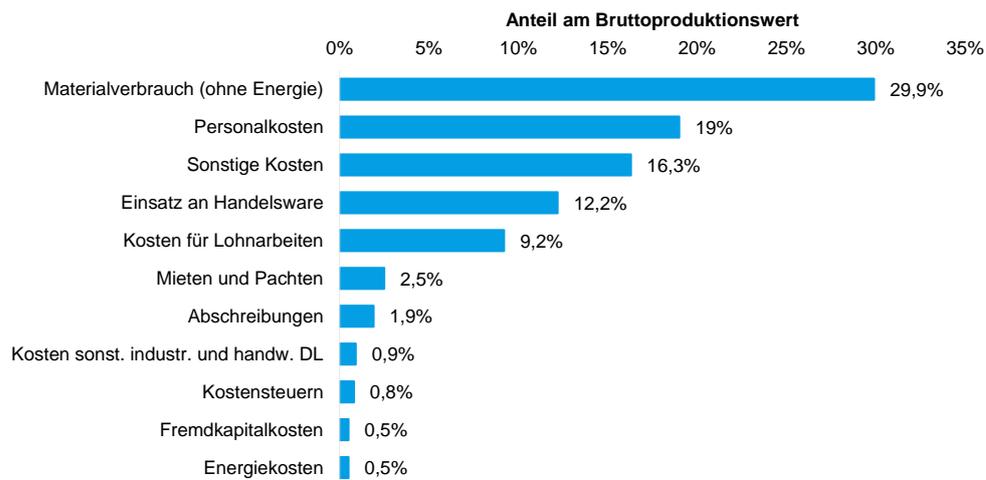


Abbildung 21: Kostenstruktur in der deutschen Bekleidungsindustrie im Jahr 2019 (Statista, 2022)



Abbildung 22: Entwicklung der Erzeugerpreise für Bekleidung in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2021 gegenüber dem Vorjahr (Statista, 2022)

1290

Heimtextilien

In Abbildung 23 ist zu erkennen, dass der deutsche Markt für Heimtextilien von leichten Schwankungen betroffen war, aber dennoch einen konstanten Markt widerspiegelt. Als Heimtextilien werden Waren des Kapitels 63 der Kombinierten Nomenklatur (Zolltarif) bezeichnet, welche für die Innenausstattung und Innendekoration verwendet werden. Darunter fallen Decken, Bettwäsche, Tischwäsche, Gardinen und Vorhänge, sowie Fenster- und Bettbehänge (Kombinierte Nomenklatur, 2022). Im Jahr 2018 betrug der Umsatz von Haus- und Heimtextilien in Deutschland 9,52 Milliarden Euro. Bis ins Jahr 2023 soll dieser Umsatz auf 9,65 Milliarden Euro ansteigen.

1300

Umsatzentwicklung mit Haus- und Heimtextilien in Deutschland in den Jahren von 2012 bis 2018 und eine Prognose für das Jahr 2023 (in Millionen Euro)

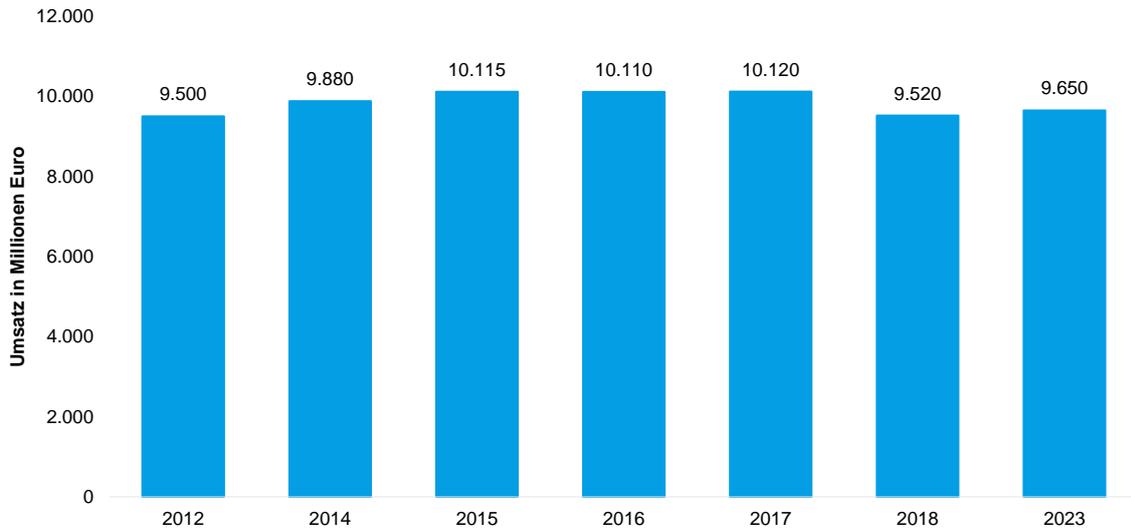


Abbildung 23: Umsatzentwicklung von Haus- und Heimtextilien in Deutschland (Statista, 2022)

5.2.1.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Textile Produkte müssen entsprechend ihren Einsatzgebieten besondere Anforderungen erfüllen. Diese sind bereits im Kapitel 3.3 Physikalische, chemische, biologische Eigenschaften abgebildet.

In Abbildung 24 lässt sich erkennen, dass synthetische Filamentfasern im Jahr 2019 mit über 45 % den größten Anteil der Faserproduktion stellen. Baumwolle liegt mit einem Anteil von 23,6 % auf dem zweiten Platz. Aus Wolle wird hingegen weltweit nur 1 % der Fasern produziert. Auch wenn in der Abbildung 24 nur die weltweite Faserproduktion nach Faserart abgebildet wird, können die Kernaussagen für den deutschen Markt übernommen werden.

1310

Verteilung der Faserproduktion weltweit nach Faserart im Jahr 2019

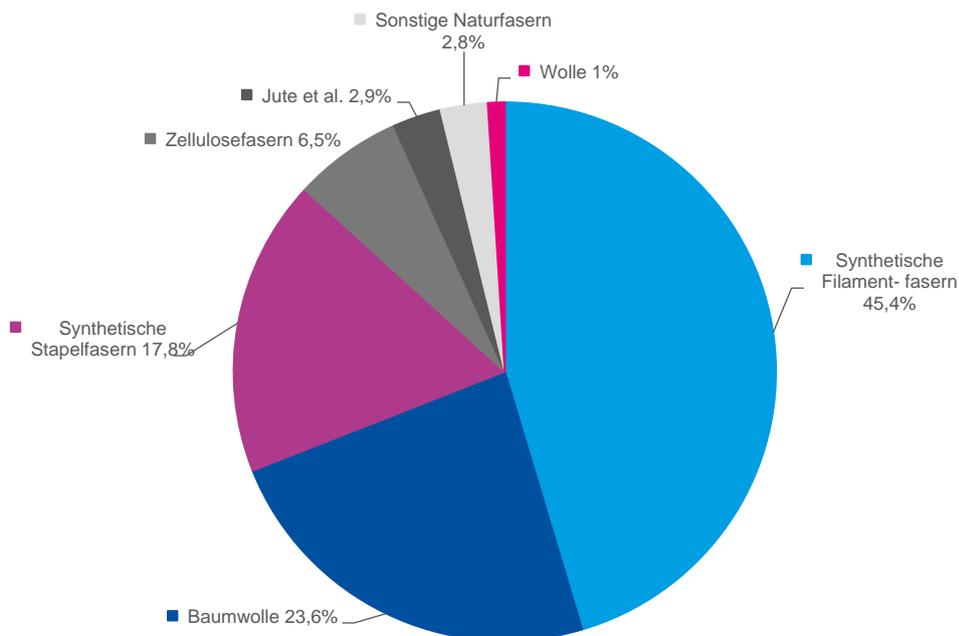


Abbildung 24: Verteilung der weltweiten Faserproduktion nach Faserart 2019 (Statista, 2022)

1320

In der Bekleidungsindustrie sind besonders ästhetische Eigenschaften wichtig. Dabei ist ausschlaggebend, zu welchem Anlass die Bekleidung getragen wird. Die bekleidungsphysiologischen Eigenschaften und die physikalischen Eigenschaften sind ebenfalls von wichtiger Bedeutung. Sie beeinflussen maßgeblich das persönliche Wohlbefinden. Zusätzlich erwartet der Verbraucher z. B. eine gute Strapazierfähigkeit. Die chemischen Eigenschaften hingegen haben eine geringere Bedeutung (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).

1330

In der Abbildung 25 ist die mengenmäßige Faserverarbeitung für Heimtextilien in Deutschland im Zeitverlauf abgebildet. In den 1980er Jahren wurde der Höhepunkt in der Verarbeitung von natürlichen Fasern erreicht. Insgesamt wurden 91.000 Tonnen Baumwolle und 19.000 Tonnen Wolle verarbeitet. Im Jahr 1980 wurden also insgesamt mehr Tonnen Wolle nur für Heimtextilien verarbeitet, als heute in Deutschland insgesamt in Form von Rohwolle (ca. 6.000 Tonnen) zur Verfügung stehen. Die Menge der verarbeiteten Chemiefasern erreichte mit einer Höhe von 215.000 Tonnen um 1990 ihr Maximum. Bis ins Jahr 2010 schrupfte die Faserverarbeitung für Heimtextilien in Deutschland immer weiter. Zu diesem Zeitpunkt wurden insgesamt nur noch 6.000 Tonnen Wolle, 16.000 Tonnen Baumwolle und 184.000 Tonnen Chemiefasern verarbeitet. Die Faserverarbeitung von Wolle in Heimtextilien hielt sich seit 2010 relativ konstant bei 6.000 - 8.000 Tonnen pro Jahr. Bis ins Jahr 2020 verringerte sich die Verarbeitung von Baumwolle auf 6.000 Tonnen und von Chemiefasern auf 135.000 Tonnen.

Faserverarbeitung für Heimtextilien in Deutschland nach Faserart in den Jahren 1975 bis 2020 (in 1.000 Tonnen)

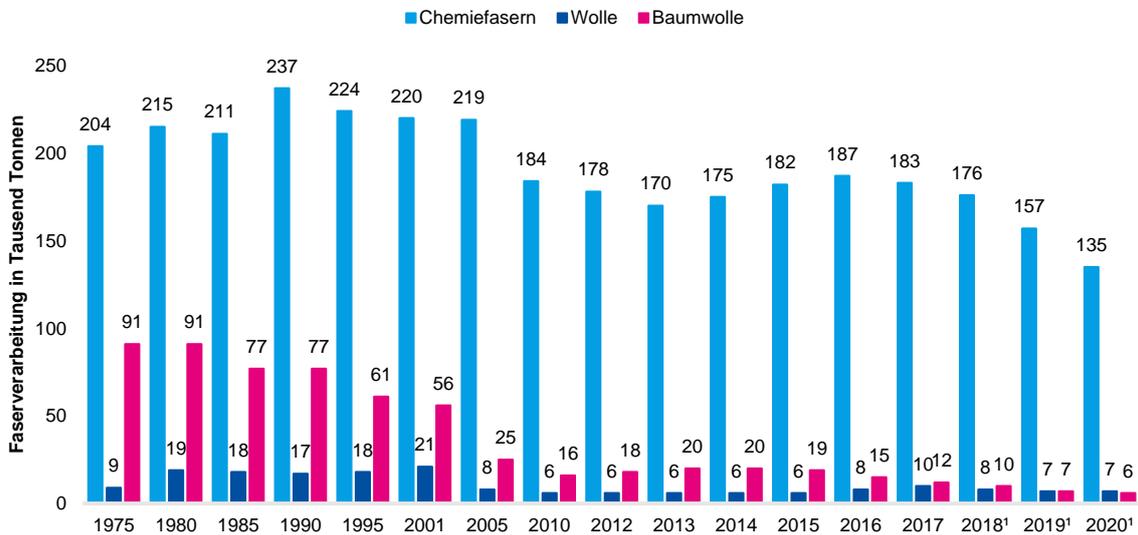


Abbildung 25: Faserverarbeitung für Heimtextilien in Deutschland (Statista, 2022)

1340

Tabelle 12 zeigt den Vergleich der Faserstoff- und Gebrauchswerteigenschaften einiger wichtiger Natur- und Chemiefasern. Nach diesen Eigenschaften wird entschieden, welche Faserstoffe eingesetzt werden oder nicht. Andere Eigenschaften, wie z.B. der Preis, spielen zusätzlich eine Rolle in der Auswahl der Faserstoffe (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).

1350

Faserstoffe		Faserstoffeigenschaften			Gebrauchswerteigenschaften						
		Festigkeit	Dehnung	Feuchtigkeitsaufnahme	Knitterneigung	Luftdurchlässigkeit	Wärmerückhaltevermögen	Lichtbeständigkeit	Wetterbeständigkeit	Mikroorganismen	Anschmutzbarkeit
Wolle	WO	-	+	++	0	0	++	-	--	-	-
Baumwolle	CO	+	-	+	+	+	-	0	0	-	+
Flachs	LI	++	-	+	+	+	-	-	--	-	-
Seide	SE	+	--	-	0	+/-	+	-	--	0	+/0
Viskose	CV	0	0	++	+	+	-	-	-	-	+
Polyamid	PA	++	++	-	-	+ / ++	--	-	0	++	+
Polyester	PES	++	0	--	-	+ / ++	--	++	+	++	+
Polyacrylnitril	PAN	0	++	--	+	+ / ++	--	++	++	++	+

++: sehr hoch +: hoch 0: mittel -: gering --: sehr gering

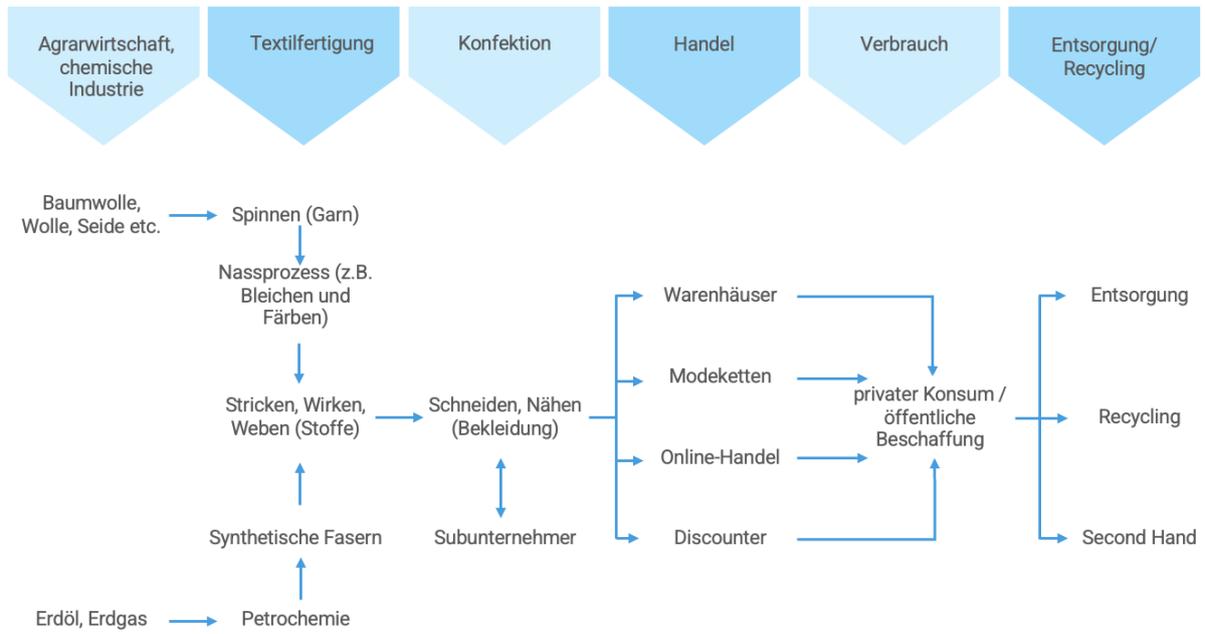
Tabelle 12: Eigenschaften wichtiger Fasern (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)

1360 Werden die Faserstoffe miteinander verglichen, so zeigt sich, dass alle Natur- als auch Chemiefasern vorteilhafte und weniger vorteilhafte Eigenschaften aufweisen. Es muss folglich bei der Gestaltung eines Artikels darauf geachtet werden, dass möglichst solche Faserstoffe eingesetzt werden, die die Anforderungen an diesen Artikel erfüllen. Dies erklärt die große Vielfalt der heutzutage eingesetzten Faserstoffe. Wird die prozentuale Verteilung der Faserstoffe nach Einsatzgebieten betrachtet, ergibt sich folgende Situation. Für Bekleidung werden 45 % Natur- und 55 % Chemiefasern eingesetzt. Dieses Verhältnis zwischen beiden Faserarten resultiert aus dem vermehrten Einsatz von Fasermischungen in diesem Sektor. Dennoch gibt es die Nachfrage nach reiner Naturfaserkleidung (z.B. Damenoberbekleidung) und auch nach Produkten aus 100 % Chemiefasern (z.B. Sportbekleidung). Der relativ hohe Anteil der Chemiefasern ist darin begründet, dass die Chemiefasern ständig entsprechend den Anforderungen weiterentwickelt werden können und damit auch in verschiedenen Bereichen Naturfasern substituieren können. Die Eigenschaften von Naturfasern sind dagegen wenig veränderbar und die Produktionsmenge durch natürliche Gegebenheiten (Boden-, Klimaanforderungen) beschränkt (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).

1370

5.2.1.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

1380 Abbildung 26 zeigt die Wertschöpfungsstufen in der Textil- und Bekleidungsindustrie. Die vereinfachte allgemeine Darstellung macht deutlich, dass die Textil- Wertschöpfungsketten hoch komplex sind. Natürliche und synthetische Rohstoffe werden in mehreren, unterschiedlich kapital- und arbeitsintensiven Schritten und unterschiedlich großen Unternehmen in mehreren Ländern verarbeitet, wobei sich die geographischen Verflechtungsmuster in einem steten Wandel befinden. Bei kleineren Unternehmen, die sich auf die Verarbeitung der heimischen Wolle konzentrieren, befinden sich die Stufen der Wertschöpfungsketten in EU- Ländern, die in der Nähe von Deutschland liegen. Die in der ersten Stufe produzierten Fasern werden in einem zweiten Schritt zu Garnen gesponnen und, diese wiederum durch Weben, Wirken oder Stricken zu Textilien weiterverarbeitet. Fasern, Garne und manchmal fertige Stoffbahnen werden in Nassprozessen für die jeweilige Bestimmung vorbereitet und veredelt, also chemisch behandelt, gebleicht und gefärbt. Alle diese Prozesse werden meist maschinell in Großanlagen ausgeführt. Die Konfektion, vor allem das Nähen von Bekleidung, ist dagegen arbeitsintensiv. Kleidung wird über verschiedene Handelskanäle an die Kunden, private Verbraucher und institutionelle Beschaffer geliefert. Abgelegte Kleidung wird überwiegend entsorgt, aber ein Teil wird recycelt oder second-hand weiterverkauft (Deutsches Institut für Entwicklungspolitik, 2022).



1390

Abbildung 26: Überregionale Wertschöpfungskette von Textilien (Appelbaum & Gereffi, 1994)

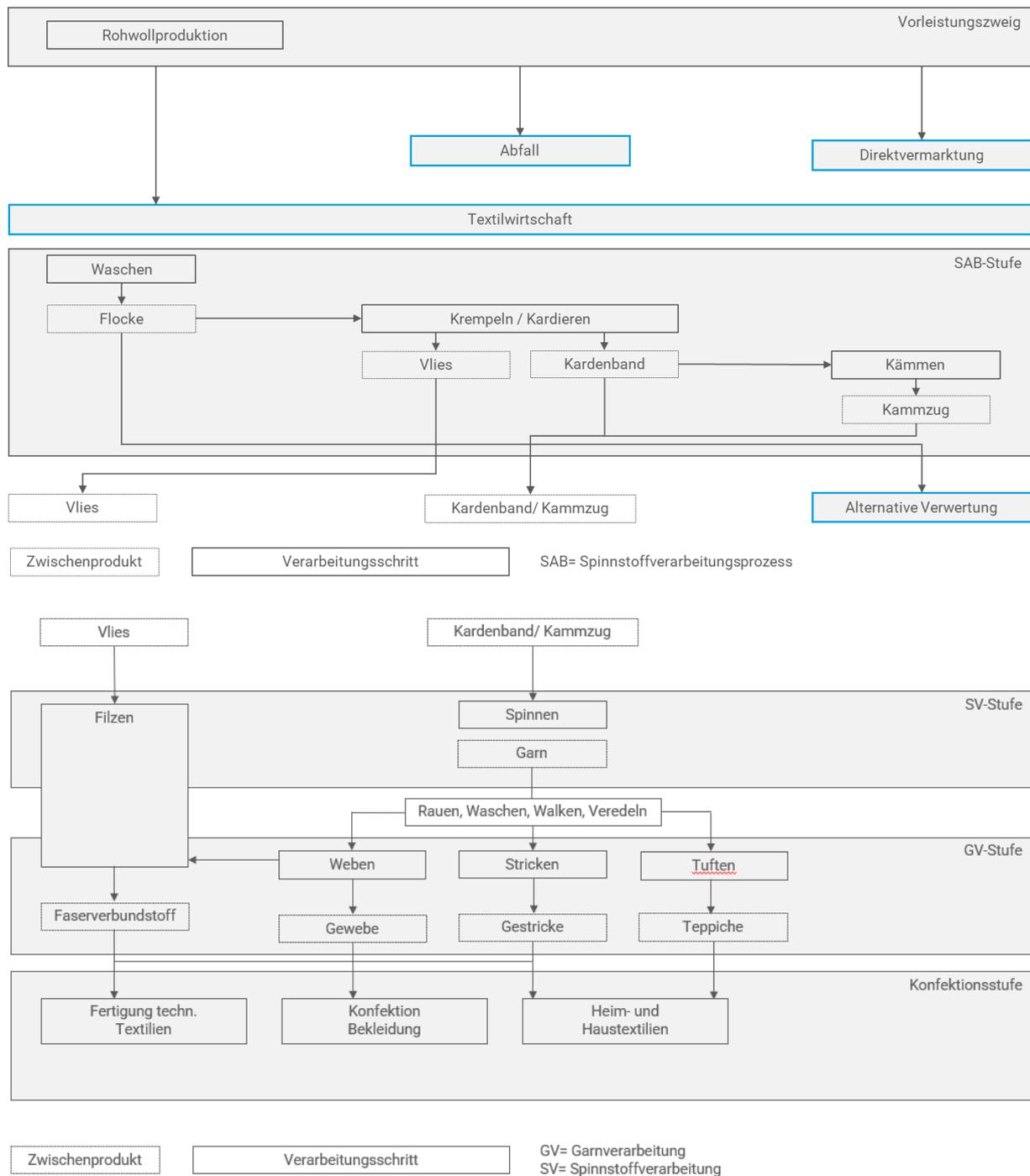


Abbildung 27: Verarbeitungsstufen von Schafschurwolle in der Textil- und Kleidungsindustrie (Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden Württemberg, 2022)

1400

In Abbildung 27 ist der textile Fertigungsprozess schematisch dargestellt. Durch die produktionstechnische Mehrstufigkeit im Produktionsprozess etablierte sich der Begriff „textile Kette“ auf Basis der charaktertypischen Eigenschaften. Die Koordination der verschiedenen Schnittstellen, zwischen den verschiedenen Bearbeitungsstufen, erfolgt entweder innerhalb eines Unternehmens oder extern über Märkte. Ersteres heißt, dass bspw. Spinnerei und Weberei in einem vertikal (teil-) integrierten Unternehmen organisiert sind. Zweiteres bedeutet, dass mehr Transportkosten im Produktionsprozess anfallen. Der mehrstufige Produktionsprozess hat niedrige Markteintrittsbarrieren zur Folge. Hierdurch ist es möglich, dass Marktteilnehmer aufgrund der geringeren Einstiegskosten durch einen Teil des Produktionszweigs leichter in den Markt einsteigen können. Hierdurch entsteht eine hohe Wettbewerbsfähigkeit, die einen Preiswettbewerb zu Folge hat. In der Spinnstoffaufbereitung

1410

bzw. der SAB-Stufe wird die Wolle aufbereitet zur Herstellung von verarbeitungsfähigen Fasern weiterverarbeitet. Ausschuss der geflockten Wolle kann im Baugewerbe Einsatz finden, bspw. als Dämmstoffe, welche in dieser Studie unter 2.4.4.1 genauer betrachtet werden. Andere Anwendungsgebiete sind Düngepellets, Baumschuttmatten, Geotextilien. All diese Weiterverwendungsmöglichkeiten werden in späteren Kapiteln ausführlich besprochen.

In der Garnstoffverarbeitung werden nach dem Weben, Stricken und Tuften noch kleine Schritte durchgeführt, diese heißen Rauen, Waschen, Walken und Veredeln. Diese dienen, laut Expert:innen, der Erhöhung der Qualität, sind aber nicht teil der zwingend notwendigen Maßnahmen (Expert:in, 2022).

1420 In der Abbildung 27 beinhaltet der Verarbeitungsschritt „Waschen“ folgenden Ablauf. Das sortierte Wollvlies wird noch vor dem Waschgang durch das „Wolfen“, auch Reißen genannt, in einzelne Faserflocken verarbeitet. Danach läuft die Rohwolle in der Wäscherei durch große Waschstraßen, wird dort mit Wasser von 40° C, Kernseife und Soda entfettet und von Schmutz und Kotresten befreit. Dabei durchläuft die Wolle fünf bis sechs Waschbottiche, wobei zwischen jedem Bottich die nun bereits hygienisierte Wolle durch ein Presswerk vorsichtig ausgedrückt wird, um dem nächsten Waschbottich zugeführt zu werden. Die Menge von 100 kg Schweißwolle ergeben nach dem letzten Wasch- und Trocknungsvorgang 60 - 70 kg gewaschene Reinwolle. Durchschnittlich werden also 35 % des Gewichts der Rohwolle durch Wollfett und Schmutz verursacht. Gerade mal 1 - 2 % des natürlichen Fettgehalts der Schurwolle verbleiben nach dem Waschen in der Wolle.

1430 Von den befragten Unternehmen verzichten einige bei diesem gesamten Arbeitsschritt bewusst auf das Karbonisieren der Wolle, was den Vorgang zwar umständlicher macht, aber die natürlichen Eigenschaften der Wolle erhält. Beim Karbonisieren werden Pflanzenteile mit Hilfe von verdünnter Schwefelsäure aus der Wolle herausgelöst, was die natürlichen Qualitäten der Wolle verschlechtert und eine schlechtere ökologische Bewertung mit sich bringt. Außerdem ist dieser Vorgang mit einem erheblichen Wasserverbrauch verbunden (Mendel, et al.).

1440 Da Schweißwolle die Farbe schlecht annimmt, wird die Wolle erst nach dem Waschen gefärbt,- oft erst nach dem Spinnen oder auch erst das fertige Produkt (Kleidungsstück, Stoff, Teppich). Farben werden aus Pflanzen, Tieren, Mineralien gewonnen oder sie sind synthetisch hergestellt. In der Industrie wird vorwiegend mit synthetischen Farbstoffen gearbeitet.

Das Kardieren der Wolle erleichtert die Weiterverarbeitung. Dadurch wird sie aufgelockert und die kreuz- und querliegenden Fasern werden in eine Richtung gekämmt. Dieser Arbeitsschritt ist für das anschließende Spinnen notwendig.

Nach dem Kardieren wird die Wolle versponnen. Damit ein Faden entsteht, müssen die Wollfasern miteinander verdreht werden. Das Spinnrad arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie die Handspindel, nur liegt die Spindel waagrecht und wird durch das Rad angetrieben.

1450 Der gesponnene Wollfaden lässt sich verweben. Zwischen längs laufenden Kettfäden werden quer laufende Schussfäden abwechselnd einmal über und einmal unter dem Kettfaden eingewoben. So entsteht das Gewebe, das anschließend weiteren Verarbeitungen unterzogen werden kann. Wird der Stoff z. B. gewalkt, erhält man einen kompakten, warmen Stoff. Bei diesem thermomechanischen Prozess des Walkens wird das Tuch unter hoher Temperatur mit Reibung bis zu 10 Stunden behandelt. Es wird dadurch formstabil und haltbar.

1460 Beim Filzen wird die Eigenschaft der Wollfäden genutzt, sich ineinander zu verhaken. Feuchtigkeit, Wärme, Druck und Bewegung werden benötigt, um Filz herzustellen. Filz hält warm und ist Wasser abweisend (Nordwolle Rügen, 2022).

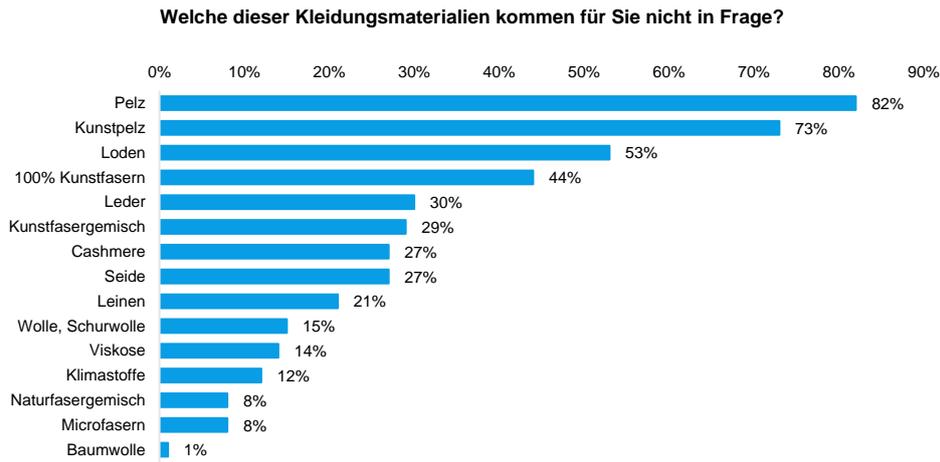


Abbildung 28: Umfrage; Welche dieser Kleidungsmaterialien kommen für Sie nicht in Frage (Statista, 2022)

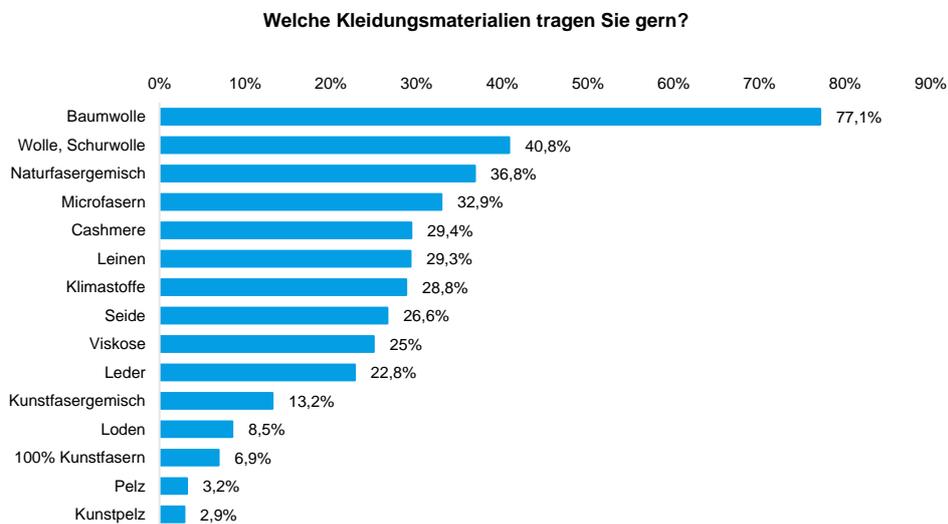


Abbildung 29: Umfrage; Welche Kleidungsmaterialien tragen Sie gern? (Statista, 2022)

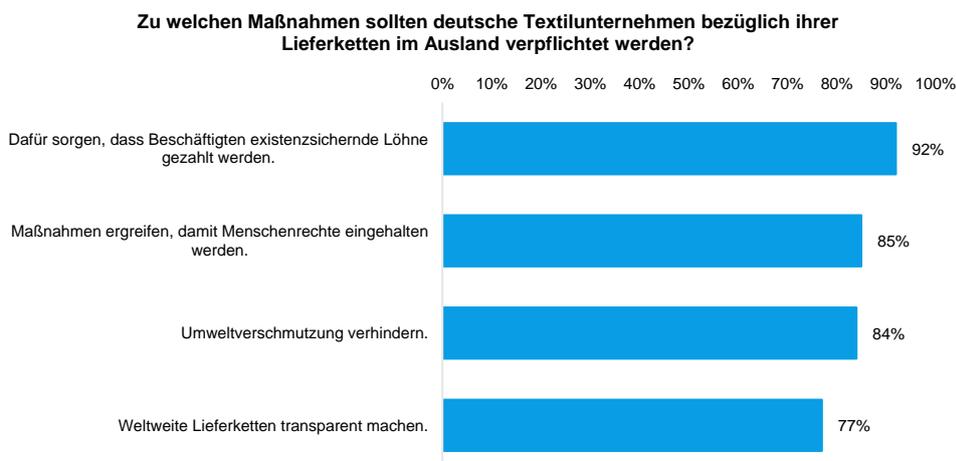


Abbildung 30: Umfrage; Zu welchen Maßnahmen sollten deutsche Textilunternehmen bezüglich ihrer Lieferketten im Ausland verpflichtet werden? (Statista, 2022)

1470

Insgesamt tragen über 40 % der 10.167 befragten Personen im Alter von 14-64 Jahren gerne Wolle bzw. Schurwolle. Dies ergab eine Umfrage aus dem Jahr 2007, welche unter anderem in Abbildung 29 dargestellt ist. Kleidungsmaterialien aus Baumwolle ist bei den befragten Personen mit über 77 %

beliebter als Wolle bzw. Schurwolle. Es zeigt sich hier aber mit 40,8 % auch eine relativ hohe Akzeptanz für Kleidung aus Schafwolle. Damit ist Schafwolle unter den Naturfasern der zweitbeliebteste Rohstoff für Textilien. Nach Abbildung 28 schließen nur 15 % der befragten Personen das Tragen von Kleidungen aus Wolle bzw. Schurwolle komplett aus. Im Vergleich dazu schließen 82 % der Befragten Pelz aus, 30 % Leder und 27 % Kaschmir sowie auch Seide. Wolle zeigt hier eine hohe Beliebtheit unter den tierfaserbasierten Stoffen. Baumwolle, Microfaser und Naturfasergemische sind der Umfrage nach, neben der Schurwolle, am beliebtesten. Durch regionale transparente und nachhaltige Liefer- und Wertschöpfungsketten könnten viele von Verbrauchern gewünschte Maßnahmen durch deutsche Textilunternehmen erfüllt werden. Für regionale Produkte und eine nachhaltige Wertschöpfung ist die Preiselastizität für bestimmte Verbrauchergruppen niedrig. Das bedeutet, dass die Preisbereitschaft bei den Verbrauchergruppen hoch ist und die nachgefragte Menge bei höheren Preisen nicht signifikant sinkt.

5.2.1.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Textilien und Heimtextilien

Wie bereits im Kapitel über die Erzeuger:innen beschrieben, erschwert das inhomogene Rassenspektrum der Schafe in Deutschland es der Branche insgesamt, der Verarbeitungsindustrie größere Posten einheitlicher Qualität und mit guter Feinheit anzubieten. Für eine Lösung der Problematik der Wollqualität bedarf es mehr Zuarbeit von Schäfern und Fachverbänden. Jedoch fehlen Schäfer und es werden immer weniger, was letztlich einen immer geringeren Schafbestand in Deutschland zur Folge hat.

Des Weiteren ist der Mottenschutz eine wichtige Voraussetzung. Im bearbeiteten und unvorbehandelten Zustand gibt es ein Problem mit Kleidermotten. Aktuell gibt es verschiedene Ansätze, die aber noch im Detail untersucht werden müssen. Für Textil- und Bekleidungsstücke kommen die herkömmlichen Schutzmaßnahmen Lavendelöl, Zedernholz, Mottenpapiere oder luftdichte Lagerung in Frage. Bei anhaltendem Mottenbefall empfiehlt sich der Einsatz von Schlupfwespen, ein Beispiel für parasitoide Hymenopteren (Öko-Test, 2022).

Das Angebot deutscher Wolle steht in Konkurrenz zu Schafwolle aus anderen Ländern, vor allem mit feinerer Wolle von Merinoschafen aus Australien und Südamerika. Merinoschafe sind aufgrund der langen Stallzeiten für die Deichpflege in Deutschland eher ungeeignet. Durch das niederschlagsreiche mitteleuropäische Klima muss dafür gesorgt werden, dass die feine Wolle der Merinoschafe immer wieder abtrocknen kann. In Herkunftsländern von Merinowolle existieren teilweise nicht tierschutzgerechte Praktiken (Mulesing), was einen Image-Vorteil für die der deutschen Schafwolle bedeutet.

Bei steigender Nachfrage wird jedoch für Produzenten das Herkunftsland vermutlich zunehmend uninteressant, da die Mengen und Qualitäten durch deutsche Schafschurwolle nicht bedient werden können. Wenn beispielsweise durch staatliche Maßnahmen die Nachfrage nach Wolle in Deutschland gesteigert werden kann, verliert das Regionalitätsargument ab einem gewissen Punkt an Tragweite, wenn die Mengen nicht verfügbar sind. Es lässt sich schlussfolgern, dass das Kaufverhalten der Kunden bzw. das Bewusstsein der Bevölkerung für Regionalität und Nachhaltigkeit besonders ausgeprägt sind und im Einklang mit der verfügbaren Menge stehen muss.

Um Kosten im Verarbeitungsprozess zu senken, bedarf es einer effizienten Logistik. Es werden Transportfahrzeuge, Personal und entsprechende Kapazitäten zu einem angemessenen Preis benötigt, bzw. muss auf den Dienst von Speditionen mit ausreichenden Auftragskapazitäten für den deutschen Markt zurückgegriffen werden können. Außerdem braucht es kooperative Verarbeitungsunternehmen in der Region, die nach spezifischen Qualitätsrichtlinien arbeiten. Zuletzt müssen alle Arbeitsleistungen bzw. Personal für Bestellwesen, Lagerung, Kommissionierung ausreichend zur Verfügung stehen (Mendel, et al.).

Nur wenn übergreifend eine ausreichende Nachfrage existiert und ein ausreichend großes Angebot besteht, ließen sich Textilien und Bekleidungsstücke aus Wolle zu einem kostendeckenden Rohstoffpreis vermarkten. Die Restriktionen für die Nutzung der deutschen Textil- und Bekleidungsbranche bleibt die Feinheit. Bei bestimmten Kleidungskategorien, wie z.B. der Unterwäsche wird man die deutsche Schafschurwolle nicht einsetzen können.

1530

5.2.1.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Textilien und Heimtextilien

1540 Wie unter Kapitel 2.2.7 beschrieben, ist die Kategorisierung von Schafschurwolle als Schlachtabfall ein übergreifendes Problem, das auch auf die Textilbranche Einfluss hat. Dadurch kann sich der Markt nur langsam entwickeln, da bspw. aufgrund der logistischen Hürden das Angebot gering ist. Für ein großes Bekleidungsunternehmen ist es ein erhebliches Risiko, deutsche Schafschurwolle einzubinden. Im Markt existiert zu wenig Sicherheit und Praxis im Umgang mit der Logistik von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3. Außerdem entstehen mit dem Bezug deutscher Schafwolle hohe Logistikkosten, weil der Großteil in China gewaschen und weiterverarbeitet wird. 90-95 % der Schweißwolle aus Europa wird erst nach China exportiert, bevor die ersten Fertigungsprozesse beginnen. Es bedarf regionaler Lösungen, um den Absatz deutscher Schafwolle nachhaltig zu steigern. Die Transportwege könnten vereinfacht werden, wenn Waschen und Krempeln in Deutschland angeboten würden. Dennoch stellt sich die Frage, wie stark hiermit die Preise auf dem Weg zu ausreichenden Erwerbsgewinnen für Wollhersteller beeinflusst werden können (Expert:in, 2022). Eine Chance könnte der produktionsbedingte Verschnitt sein. Bisher stellt er eine große und kostenintensive Herausforderung dar. Hier können über Recyclingprozesse und Resteverarbeitungsverfahren die Produktreste sehr gut verarbeitet werden, weil die Wolle noch keiner gravierenden Abnutzung unterzogen wurde.

1550 Ferner würde eine bessere Klimabilanz der Schafwolle z.B. durch Berücksichtigung des Faktors Landschaftspflege helfen, um sich gegenüber Leder oder der Schafhaltung aus Australien zu behaupten. Aktuelle Berechnungsstandards des BEKs berücksichtigen bisher noch keine positiven Effekte, die zum einen aufgrund der Substitution maschineller Pflege und zum anderen durch die generelle Landschaftspflege, also dem Erhalt des Grünlands anfallen.

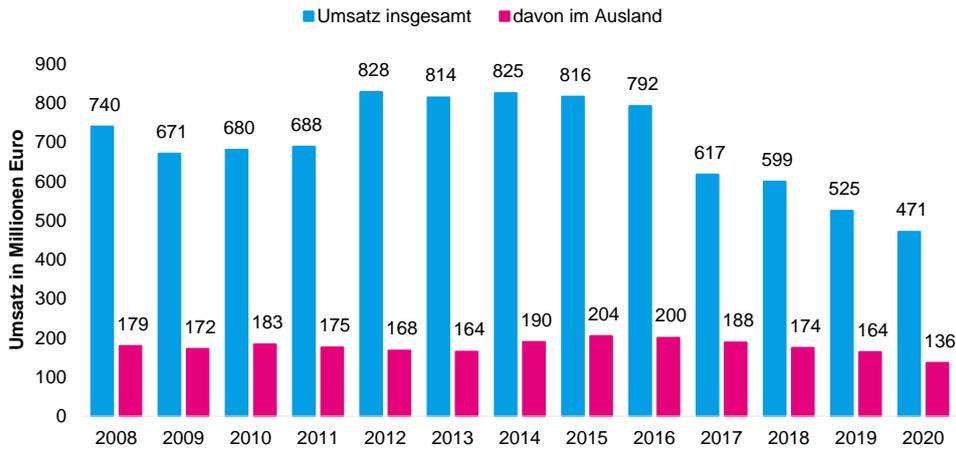
1560 Den Schwankungen hinsichtlich Rohstoffqualität könnte beispielsweise mit der Einhaltung einheitlicher Erzeugungsbedingungen begegnet werden. Neben der Möglichkeit für eine eigene Qualitätsgarantie durch alleinige Aussage der Erzeuger:innen, gibt es bereits einige gute Optionen. Eine davon ist z.B. die Hervorhebung von kontrollierter biologischer Tierhaltung. Hierbei liegt jedoch die Schwierigkeit darin, ein passendes Zertifikat auszuwählen oder einen neuen Standard zu etablieren und bekannter zu machen. Eine bereits etablierte Option ist der ‚Global Organic Textile Standard‘. Dieses Siegel können Bio-Faserprodukte erhalten. Es werden soziale und ökologische Aspekte betrachtet und es sind alle Arbeitseinsätze von Rohwolle- bis Bekleidungsproduktion relevant für das Siegel. Darunter fallen Schafhaltung, -ernährung, Zusatzsubstanzen, Wäscherei, Transportwege uvm. Das Zertifikat erhält der vertreibende Betrieb der Bekleidungsartikel. Ein anderes Siegel ist der ‚Öko-Tex Standard 100‘. Bei diesem geht es ausschließlich um eine Schadstoffüberprüfung von allen Einzelteilen des Kleidungsstücks. Hier kann die Wolle als Teil eines Kleidungsstücks zertifiziert werden. Der Konsument erhält über dieses Siegel die Sicherheit, dass für das Produkt keine besonders schädlichen Zusatzstoffe in die Umwelt oder bedenklichen Zusatzstoffe auf seine Haut gelangen. Eine dritte Möglichkeit wäre der ‚Grüne Knopf‘. Es handelt sich hierbei um ein staatliches Siegel, bei dem soziale und ökologische Kriterien betrachtet werden. Zusätzlich muss das Unternehmen ökonomische Vorgaben erfüllen. Hier werden also die Produktion und das Unternehmen geprüft.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass grundlegende Vorteile der Schafschurwolle in der Atmungsaktivität, Wärmeisolation, Feuchtigkeitsregulierung, der Langlebigkeit liegen. Außerdem ist es ein nachhaltig nachwachsender und regionaler Rohstoff. Grundlegende Nachteile liegen in der Verfügbarkeit, den Kosten und im Pflegeaufwand der Schafschurwolle.

5.2.2 Teppiche

1580 Ein Teppich ist ein textiles Flächengebilde von begrenzter Abmessung, das geknüpft, gewebt oder getuftet sein kann und meist gemustert ist. Das Anwendungsgebiet der Teppiche kann sich als gute Verwertung von gröberer Wolle auszeichnen, da Teppiche in der Regel nicht am Körper anliegen und deswegen nicht kratzen können. Andererseits ließe sich auch ein weicher Teppich mit feiner Wolle realisieren. In Abbildung 31 ist zu erkennen, dass der Umsatz der deutschen Teppichindustrie in den letzten Jahren seit 2012 kontinuierlich gesunken ist. Im Jahr 2020 betrug der Umsatz insgesamt 471 Millionen Euro und ist damit im Vergleich zu 2012 um 43 % gesunken. Mögliche Gründe hierfür sind, dass andere Bodenbeläge attraktiver wurden. Umsätze von Laminat und Designböden sind in diesem Zeitraum angestiegen.

Umsatz der deutschen Teppichindustrie in den Jahren 2008 bis 2020 (in Millionen Euro)



1590

Abbildung 31: Umsatz der deutschen Teppichindustrie (Statista, 2022)

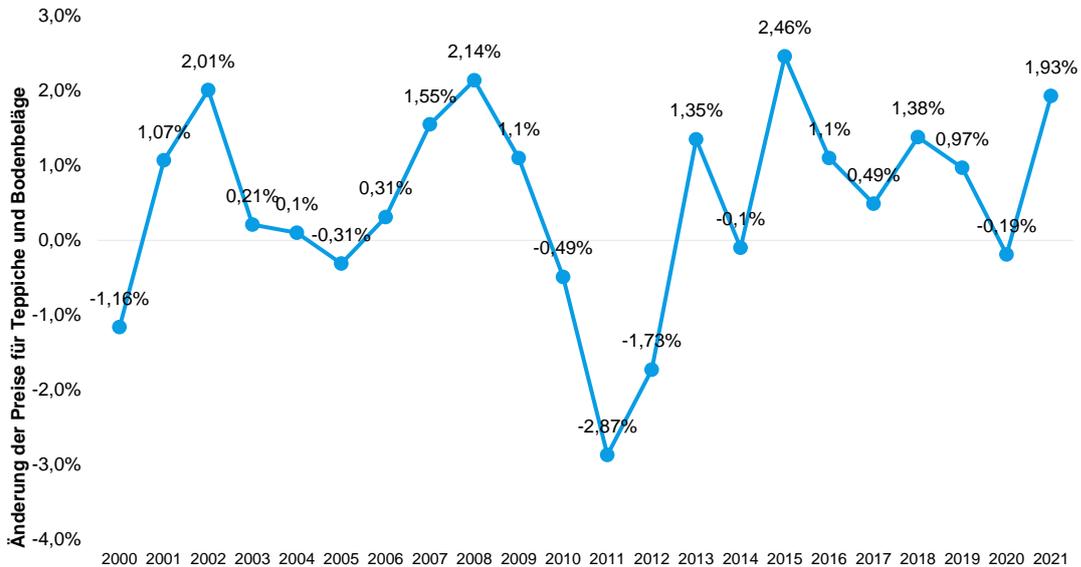


Abbildung 32: Entwicklung der Verbraucherpreise für Teppiche und andere Bodenbeläge in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2021 gegenüber dem Vorjahr (Statista, 2022)

Aus Abbildung 32 geht hervor, dass der Verbraucherpreis für Teppiche und andere Bodenbeläge einem stetigen Schwankungsbereich unterliegt. In dieser Branche existieren somit viele Einflussfaktoren, die berücksichtigt werden müssen und bei der Preisgestaltung eine Rolle spielen. Aktuell muss man jedoch aufgrund der Inflation, der steigenden Energiepreise und Einschränkungen durch die Russland-Ukraine-Krise mit weiter steigenden Preisen rechnen.

1600

5.2.2.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Beim Teppich bzw. Teppichboden sind die ästhetischen Eigenschaften sehr wichtig. Bei der Anschaffung spielt wie bei vielen anderen Konsumgütern u. a. der Preis eine große Rolle. Die physiologischen Eigenschaften, also subjektiv wahrgenommene Eigenschaften beim Teppich/-boden, wie beispielsweise die Laufeigenschaften haben hingegen in den meisten Fällen keine große Bedeutung, weil sie für das körperliche Wohlbefinden weniger relevant sind. Die physikalischen Eigenschaften hingegen sind wichtig, denn ein Teppich muss sehr strapazierfähig sein und über eine lange Zeit ansehnlich bleiben. Bei den chemischen Eigenschaften muss differenziert werden. Auf der einen Seite ist die Beständigkeit gegenüber Lichteinwirkung für einen Fußbodenbelag wichtig. Die

1610

Beständigkeit gegenüber einer chemischen Reinigung muss vorhanden sein, ist aber auf der anderen Seite für den Konsumenten eher nachrangig. Kunstfaserteppiche bestehen meist aus Polyacryl oder Polyester. Die Vorteile dieser Fasern sind günstigere Preise als Schafwolle, pflegeleichte Eigenschaften, z. B. beim Thema Reinigung, und Weichheit. Andererseits werden diese Stoffe aus Erdöl gewonnen und sind nicht biologisch abbaubar. Ansonsten sind beide hitzeempfindlich und elektrostatisch. Dagegen hat Wolle die Vorteile, dass sie hitzebeständig, wärmeisolierend, nachwachsend und robust ist. Des Weiteren ist Schafwolle sehr atmungsaktiv, Polyacryl und Polyester sind dies nicht. Auf der anderen Seite ist Wolle nicht pflegeleicht, weil sie leicht einlaufen und verfilzen kann. Im Kontext der Suche nach einer lohnenden Verwertung von grober Schafschurwolle wäre der Teppich in seiner Weichheit eingeschränkt.

1620 Teppiche aus Fasern tierischen Ursprungs sind oft auch aus Seide. Diese hat die gleichen Vorteile wie Schafwolle: Hitzebeständigkeit, Atmungsaktivität, geringe Schmutzanfälligkeit, Elastizität und Robustheit. Darüber hinaus ist Seide besonders geeignet für Allergiker und ein Seidentepich ist leichter als ein Schafwollteppich. Dafür sind beide Stoffe wesentlich teurer als künstliche Fasern und Seide ist teurer als Wolle. Dazu kommt der ethische Disput über die Seidengewinnung (fairlis.de, 2022).

5.2.2.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

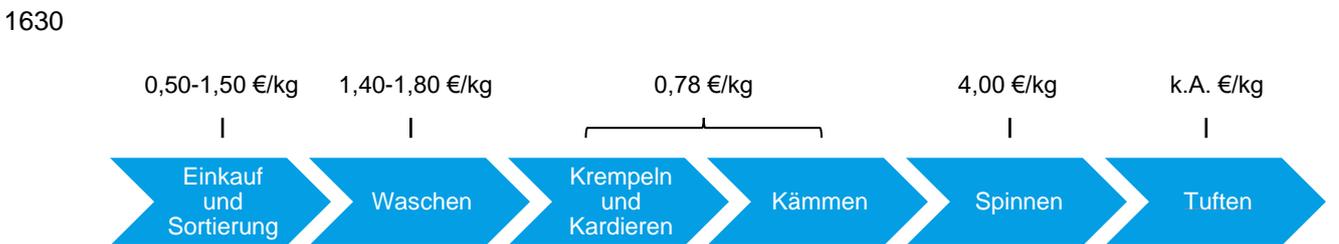


Abbildung 33: Wertschöpfungskette Teppiche unter Berücksichtigung der Preise der einzelnen Stufen

1640 In der Wertschöpfungskette der Teppiche fallen Kosten von mindestens 6,68 - 8,08 €/kg an, inkl. Einkauf und Sortierung der Wolle von 0,50 - 1,50 €/kg. Die Wertschöpfungskette folgt dem Pfad der Textilherstellung. Bei Teppichen reicht eine Hygienisierung nicht aus, es muss der höhere Preis zum Waschen der Wolle bezahlt werden. In diesem Schritt ließen sich geringere Logistikkosten nur durch eine nahegelegene Wäscherei erreichen. Krempeln und Kämmen sind der günstigste Schritt der Wertschöpfung und sind Teil des Spinnstoffverarbeitungsprozess (SAB). Von da aus wird in der Spinnstoffverarbeitungsstufe Garn gesponnen. Dies ist der teuerste Schritt mit 4,00 €/kg. In der letzten, gängigsten Stufe der Garnverarbeitung wird der Teppich fertiggestellt. Beim Tufting-Verfahren sticht eine Maschine mit sehr vielen Nadeln das Teppichgarn in einen Trägerstoff aus Gewebe oder Vlies. Alternative Verfahren sind Weben oder Knüpfen, als letzter Schritt. Beim Herstellungsverfahren mit Weben sorgen zwei computergesteuerte Webmaschinen für die Produktion. Hier wird kein Trägerstoff benötigt, da die Wollgarne in Knoten verschlungen sind. Die Herstellungsweise von Teppichen mit mechanischen Webstühlen, anstelle von computergesteuerten, ist die älteste Variante und deswegen wesentlich kostenintensiver. Eine alternative Produktionsmethode ist Knüpfstühlen. Dieses Verfahren ist eine altertümliche Variante, die vor allem noch in Asien praktiziert wird und sich durch die Handfertigung der Teppiche am kostspieligsten gestaltet (Die Verbraucher Initiative e.V., 2022).

1650 Im Vergleich zu einem Teppich aus Schafschurwolle kostet die Herstellung aus Kunstfasern weniger. Ein Grund dafür ist, dass die Kosten für Waschen und Krempeln/ Kardieren wegfallen, die Einkaufspreise sind hierbei ähnlich. Polyester basiert in den häufigsten Anwendungen auf Polyestergranulat. Beispielsweise Polyethylenterephthalat kann für Teppiche eingesetzt werden. Der Einkaufspreis für 1kg Polyethylenterephthalat schwankt derzeit zwischen 0,65 € und 1,20 € (New Media Publisher GmbH, 2022). Bei der Herstellung von Kunstfasern werden häufig verschiedene synthetische Fasern miteinander kombiniert, um die optimalen Eigenschaften der einzelnen Fasern zu verbinden.

1660

Infobox Hygienisierung

Aufgrund der Einstufung von roher Schafwolle in die Kategorie 3, darf sie nicht ohne Hygienisierung oder Waschen weiterverwendet werden. Im Bereich der Geotextilien und Dünger kann statt dem Waschen auch eine Hygienisierung erfolgen. Dabei wird die Wolle vor der Weiterverarbeitung zu z.B. Düngepellets über mehr als eine Stunde auf 70°C erhitzt und im Batchverfahren so hygienisiert. Ein anderes Verfahren, das Dampfstrahlverfahren, beruht auf dem Bedampfen der Rohwolle mit 70°C heißem Dampf (PONDUS Verfahrenstechnik GmbH, 2022).

Ob durch die Nutzung der Hygienisierung an Stelle des Waschens Kosten eingespart werden können, ist jedoch zum gegenwertigen Zeitpunkt nicht bewiesen. Aktuell wird ein Forschungsprojekt mit dem Ziel, ökonomische Einsparpotentiale durch die Nutzung der Hygienisierung aufzuzeigen, durch das Institut für Agrar- und Stadtökologische Projekte an der Humboldt-Universität zu Berlin, durchgeführt.

5.2.2.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Teppiche

Neben den Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle, die bereits bei Textilien und Heimtextilien erwähnt wurden, kann sich das Anwendungsgebiet der Teppiche zur Verwertung von gröberer Wolle anbieten, da Teppiche in der Regel nicht am Körper anliegen und deswegen die Feinheit eine geringe Rolle spielt. Aus diesem Grund kann die Nutzung von deutscher Schafschurwolle für Teppiche in Betracht gezogen werden. In dem Expert.innen Gremium waren Branchenvertreter der Teppichindustrie vorhanden, die bereits erfolgreiche Produkte auf dem Markt gebracht haben.

1670

5.2.2.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Teppiche

Neben den bereits oben genannten allgemeinen Herausforderungen der Textilbranche, also den höheren Transportkosten aufgrund der K3 Kategorisierung und der fehlenden einheitlichen Qualität, lassen sich die größten Herausforderungen in der Teppichindustrie in den B2C und B2B Bereich einteilen. Im B2C Bereich sind Teppiche aus Schafschurwolle, wie in allen anderen Textilbereichen, im Vergleich zu Produkten aus chemischen Fasern teurer. Im B2C Bereich existiert das gleiche Problem und zusätzlich wurden in den letzten Jahren alternative Bodenbeläge attraktiver. Diese Herausforderungen lassen sich ggf. durch eine klare Kommunikation der Vorteile von Teppichen aus Schafschurwolle und ein verändertes Bewusstsein beim Käufer lösen. Allgemeine Vorteile von Schafschurwolle gegenüber ausgewählten chemischen Fasern und Naturfasern sind bereits in Tabelle 12 dargestellt. Hervorheben kann man jedoch, dass Wolle die Eigenschaft besitzt, wie ein Wärmeisolator zu wirken, da sie aus bis zu 85% Luft besteht. Ein Schafwollteppich kann den Wohnraum vor Kälte schützen, da durch den hohen Luftanteil verhindert wird, dass die Umgebungsluft die Wolle durchdringen kann und somit die Wärmeübertragung verzögert wird. Andere Naturfasern, wie z.B. Baumwolle können in dem Punkt Wärmespeicherung nicht überzeugen, weil in dieser nur wenig Luft eingeschlossen werden kann (Sell Mode Plus e.K., 2022). Ein weiterer Vorteil liegt in der Pflegeleichtigkeit der Schafwolle. Sie gibt Gerüche schnell an die Umgebungsluft ab, wodurch sie bereits nach kurzer Zeit an der frischen Luft wieder angenehm frisch und neutral riecht. Neben der Geruchsabsorption adsorbiert Wolle auch Staub aus der Raumluft, welcher danach mit einem Staubsauger aus dem Teppich entfernt werden kann. Teppiche aus Schafwolle eignen sich aus diesem Grund auch bestens für Allergiker (Tisca Austia GmbH, 2022). Günstigere Teppiche aus Hanffasern können ebenfalls mit dieser Eigenschaft überzeugen, sind jedoch durch ihre Oberflächenstruktur nur eingeschränkt empfehlenswert. Im Vergleich zu Teppichen aus Hanf, hat Schafwolle eine deutlich weichere Oberfläche, sodass Schafwollteppiche in Wohnräumen Anwendung finden können, währenddessen Teppiche aus Hanffasern eher nur für den Flur und die Küche geeignet sind. Teppiche aus Schafwolle sind im Gegensatz zu Teppichen aus anderen Naturfasern häufig beständiger. Die Wollfasern sind sehr farbbeständig und nur sehr schwer entzündbar, da sie nicht wirklich brennen, sondern lediglich verkohlen können. Aufgrund der natürlichen Fette in der Schafwolle sind Wollteppiche weniger empfindlich gegenüber Verschmutzungen. Die Wolle ist sehr schmutz- und wasserabweisend und hat zudem antistatische Eigenschaften, so dass sich Staub nur oberflächlich festsetzt und somit leicht mit dem Staubsauger entfernt werden kann (URBANARA GmbH, 2022). Teppiche aus Hanffasern sind ebenfalls sehr robust und widerstandsfähig. Sie können diese Eigenschaft im Vergleich zu

1680

1690

1700

Schafwollteppichen jedoch nicht mit einer weichen Oberfläche kombinieren, bei ihnen wirkt die deutlich rauere Oberfläche nachteilig (LaModula, 2022).

5.2.3 Outdoorbekleidungen

1710 Kleidung aus Schafwolle für das Outdoorsegment kann auch ein attraktives Anwendungsgebiet darstellen. Die wärmende Wirkung von Schafwollkleidung ist eine herausragende Eigenschaft für eine Anwendung in kühler bis kalter Umgebung.

5.2.3.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

1720 Schafwolle erweist sich hier als vorteilhaft, da sie in erste Linie wärmeisolierend und im Vergleich zu den meisten anderen tierischen und pflanzlichen Fasern leichter ist. Dazu macht sie Kleidung atmungsaktiv und bleibt dabei robust. Damit bewirkt Wolle ideale Bedingungen für Aktivitäten in der Natur: wärmend in kalter bzw. kühler Umgebung, schweißreduzierend durch Atmungsaktivität und strapazierbar dank Robustheit. Hierbei findet das Zwiebelprinzip seine Anwendung. Es beschreibt eine Zusammenstellung der Kleidung, bei der mehrere Kleiderschichten von unterschiedlicher Dicke und Material miteinander kombiniert werden. Der Vorteil dieses Kleidungsprinzips beruht u. a. auch darauf, dass zwischen den Kleidungsschichten insgesamt mehr Luft als Wärmeisolator gespeichert wird, als bei wenigen Schichten dickerer Kleidung. Wenn die Wolle der Outdoorbekleidung sehr weich bzw. die Faserdicke gering sein sollte, kann die Fähigkeit der Flüssigkeitsaufnahme sehr vorteilhaft werden. Der Schweiß, der in bewegungsintensiven Momenten vom Körper produziert wird, sollte von Outdoorbekleidung absorbiert werden. Hierdurch kann das Auskühlen des Körpers reduziert und verhindert werden.

1730 Aktuell bestehen viele Outdoorbekleidungsreihen vorwiegend aus Kunstfasern. Das liegt an günstigen Preisen und geringen Gesamtgewichten bestimmter Chemiefasern. Die Funktionalität steht in diesem Anwendungsgebiet bisher über Regionalität und Nachhaltigkeit.

5.2.3.2 Etablierte Wertschöpfungsketten



Abbildung 34: Wertschöpfungskette von Schafschurwolle Outdoorbekleidung

1740 Die Wertschöpfungskette entspricht der Wertschöpfungskette von jeglichen anderen Kleidungsstücken aus Abbildung 27, was gleiche Kostenpunkte in der Produktion bedeutet. In dieser Wertschöpfungskette unterscheidet sich der Verlauf von z.B. Teppichen (siehe Abbildung 33) ab der Garnverarbeitungsstufe (GV-Stufe). In der GV-Stufe wird nicht getuftet, sondern gewebt. Die Produkte bzw. Gewebe werden letztendlich konfektioniert, indem es zu einem Kleidungsstück zusammengenäht wird. Im Vergleich zur Teppichherstellung wird hier eine Bearbeitungsstufe mehr benötigt, weswegen höhere Preise am Endprodukt anfallen. Hier fallen Kosten von mindestens 6,68 - 8,08 €/kg an, inkl. den Einkauf der Wolle von 0,50 - 1,50 €/kg. Wie auch in der Teppichindustrie kostet die Herstellung aus Kunstfasern weniger, da die Kosten für Waschen und Krempeln/ Kardieren wegfallen und Einkaufspreis ähnlich ist.

Es ist davon auszugehen, dass die Konfektion am teuersten ist, da dies in Handarbeit geschieht, abgesehen vom Nutzen einer Nähmaschine. Eine zweite Möglichkeit der Wertschöpfung kann die Verarbeitung eines Wollvlieses zu einem Kleidungsstück für Outdoorbekleidung sein. Dabei muss gefilzt sowie wieder konfektioniert werden. Da in diesem Fall Arbeitsschritte in der Wertschöpfung gespart werden können, ist davon auszugehen, dass die Produktionskosten auf diesem Weg günstiger sind.

1750 5.2.3.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Outdoorbekleidung

Die Vielfalt an Schafschurwollfasern bildet die hohe Leistungsfähigkeit ab, die für Outdoor-Textilien benötigt wird. Die feinen Fasern machen Textilien winddicht und schließen die Poren im Gewebe, die

1760 dicken Fasern lockern den Verbund auf und verhindern eine Kapillarwirkung. Die Wasser-Tröpfchen bilden sich somit auf der Oberfläche und laufen wie auf einem Rohrdach ab. Ab 30 Mikrometer Dicke ist die Wollfaser hohl. Die Luftporen sorgen dafür, dass das Material stark isoliert, bei gleichzeitig sehr geringem Gewicht. Eine Merinowolle ist eine 18 Mikrometer feine Wolle. Alle Fasern haben möglichst den gleichen Durchmesser. Dadurch ist diese Wolle sehr fein und fühlt sich sehr angenehm auf der Haut an. Aber sie hat für die Isolation und den Schutz vor Witterung nachteilige Eigenschaften. Denn bei sehr feinen Fasern, wie z. B. auch bei Baumwolle, bilden sich zwischen den Fasern starke Kapillarkräfte und die Wolle saugt in der Folge Feuchtigkeit auf und wird schwer. Deswegen kann man das Merino-Wollschaf unter norddeutschen klimatischen Bedingungen mit hohen Jahresniederschlägen schlechter als in Süddeutschland halten (Nordwolle Rügen, 2022).

5.2.3.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Outdoorbekleidung

1770 Ein direktes Aufliegen auf dem Körper von Kleidung aus deutscher Wolle empfiehlt sich aufgrund der geringeren Feinheiten eher nicht. Das eventuell bestehende Kratzen der Wolle ist nicht vorteilhaft für bewegungsintensive Unternehmungen. Unterhemden oder Unterwäsche werden folglich nicht empfohlen. Deutsche Wolle findet eher eine Anwendung in Kleidung über der ersten Schicht.

Schafwollbasierte Outdoorbekleidung könnte ein Alternativprodukt zu Kunstfaserprodukten werden. Preislich wird Schafwolle aufgrund der zuvor genannten Restriktionen aber wesentlich teurer sein, weswegen sich hier wahrscheinlich nur ein Nischenmarkt bilden kann.

1780 Tim Vetter ist Geschäftsführer von DNS Alpha (EMEA). DNS Alpha forscht an der idealen Kleidung für Soldaten in extremen klimatischen Bedingungen, wie Kälte. Die Wolle kann bis zu 40% ihres Eigengewichtes an Feuchtigkeit mit aufnehmen, hat nie dieses klamme Gefühl am Körper und je besser man in diesem Schichtensystem mit dieser Bekleidung ein ganzheitliches System abbilden kann, umso weniger schnell friert der Soldat, wenn er in die Ruhephase kommt. Deswegen ist elementar wichtig, dass von Grund auf zum Beispiel mit Wolle als ‚base layer‘ gearbeitet wird, sagt Tim Vetter (SWR, 2022).

Man könnte diese Aussagen auch auf Extremsport oder andere lange Outdooraktivitäten übertragen. Er sieht Wolle als idealen Stoff für die erste Schicht des Zwiebelsystems im Outdoorbereich, als Elite-Outdoor-Experte. Schafschurwolle hat im Vergleich zu den anderen Faserstoffen neben Viskose die beste Feuchtigkeitsaufnahme und mit Abstand das beste Wärmerückhaltvermögen (Tabelle 12).

1790 Aufgrund dieser Eigenschaften bieten sich in diesem Bereich große Potenziale für den Einsatz von Schafwolle. Es wurden keine genaueren Anforderungen an die Feinheiten der Wolle genannt. Aber auf Grundlage der Anforderungen in den anderen Anwendungsgebieten, wird hier davon ausgegangen, dass nur Schafschurwolle mit unter 20 Mikrometer als „base layer“ verwendet werden kann, da ein direkter Hautkontakt besteht. Folglich wäre ggf. nur Merinowolle aus Süddeutschland in diesem Zusammenhang nutzbar. Bei Kleidungsstücken die über den „base layer“ getragen werden, kann Schafschurwolle von 25-35 Mikrometer verwendet werden.

5.2.4 Füllmaterialien

5.2.4.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

1800 Wolle kann auch als Füllmaterial für Decken oder Kissen aller Art dienen. Hier muss die Wolle nicht eine der feinen Wollen sein, soll aber auch keiner größeren Faserdicke als 35 Mikrometer entsprechen. Nach Aussage einer Expertin kommen aktuell Aufträge für schafwollgefüllte Decken und Kissen fast ausschließlich von Hofläden. Diese vermarkten sie als Produkte aus Erzeugnissen des eigenen Hofes. Problem sei hierbei, dass Landwirte Wolle als reines Nebenprodukt der Schafhaltung sehen und deswegen gering gewillt seien, Schafwolle größer zu vermarkten. Gemeint ist damit die Anstrengung für neue Geschäftszweige oder das einhergehende Kapitalrisiko. Des Weiteren führt die Expertin aus, dass Schafwolle für sie sehr rentabel im Vergleich zu Alpakawolle ist, da diese wesentlich höhere Einkaufskosten aufweist (mindestens 4 €/kg). Der Endpreis der Produkte liege aber nicht weit voneinander entfernt, wodurch sich mit Schafwolle ein besserer Gewinn erzielen lasse (Expert:in 2022).

5.2.4.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

Die Wertschöpfungskette bei schafwollbasierten Füllmaterialien, wie in Abbildung 35 gezeigt, besteht aus Waschen und Krempeln.

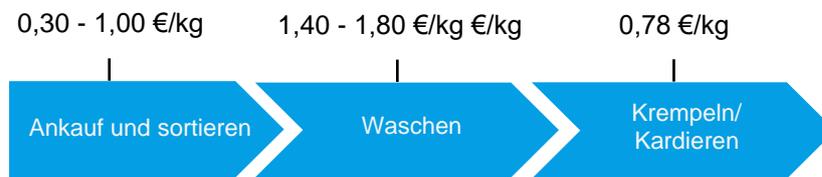


Abbildung 35: Wertschöpfungskette für Füllmaterialien aus Schafschurwolle

1810

Hier fallen Kosten von insgesamt 2,18-2,58 €/kg an, ohne den Einkauf der Wolle von 0,30-1,00 €/kg. Beim Einkauf von Wolle hängt der Preis von der Qualität bzw. der Haltungsart ab. Die Expertin des Bereichs bezahlt 30 Cent/kg bei Privatverkäufern, 42 Cent/kg bei Gewerbekunden und bei Öko-Wolle 1,00 €/kg. An den verschiedenen Bezugsquellen zeigt sich erneut die aktuelle Nischenmarktgröße von Schafwolle. Die Expertin teilte auch ihren Produktionsablauf mit, welcher für sie rentabel ist. Selbst kaufe sie nur Wolle an und produziere keine. Im eigenen Betrieb wird die Wolle sortiert, danach in Polen gewaschen und gekrempelt. Die letzte Verarbeitungsstufe, das Befüllen der Kissen oder Decken mit Wolle, geschieht wieder im Betrieb.

1820

5.2.4.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Füllmaterialien

Wie bereits erwähnt, kann sich das Anwendungsgebiet der Füllmaterialien zur Verwertung von größerer Wolle anbieten, da Füllmaterialien nicht am Körper anliegen und deswegen die Feinheit eine geringe Rolle spielt. Aus diesem Grund kann die Nutzung von deutscher Schafschurwolle für Füllmaterialien in Betracht gezogen werden. In dem Experten-Gremium waren Branchenvertreter der Füllmaterialien vorhanden, die bereits erfolgreiche Produkte aus regionaler Schafschurwolle auf dem Markt gebracht und mit Hofläden zusammengearbeitet haben.

5.2.4.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Füllmaterialien

1830

Wollhersteller:innen erzielen hier Umsatz zum einen über den Verkauf von Schafwolle und zum anderen im Hofladen über den Erlös der fertigen Produkte. Dem gegenüber stehen Kosten für die ausgelagerte Produktion. Das heißt Wollhersteller:innen könnten den Gewinn steigern, indem sie die Verarbeitung der Wolle selbst übernehmen. Der Aufwand scheint hier vor allem im Sortieren der Wolle, Transportieren zur Wäscher- und Kämmerei und dem finalen Befüllen der Kissen bzw. Decken zu liegen. Wie bereits bei den Herausforderungen des Bereichs Textilien beschrieben, wäre es eine große Hilfe, wenn die Transportwege vereinfacht werden und Waschen und Krempeln in Deutschland angeboten würden. Im Alpenraum gibt es bereits viele Unternehmen, die in diesem Bereich tätig sind und deren Produkte auch online vertrieben werden. Ein Beispiel hierfür ist unter anderem das Unternehmen Grüne Erde GmbH. Im Bereich der Füllmaterialien stehen die Eigenschaften der Feuchtigkeitsaufnahme und des Wärmerückhaltvermögens im Vordergrund. Hier zeichnet sich Schafschurwolle im Vergleich zu alternativen Rohstoffen aus und bietet eine herausragende Möglichkeit zur Anwendung (Tabelle 12).

1840

5.3 Landwirtschaft

5.3.1 Dünger

Allgemein ist ein Bewusstseinswandel in der Gesellschaft hin zu mehr Umwelt-, Klima- und Tierschutz (auch im Nutztierbereich) festzustellen. Damit einher geht auch eine steigende Nachfrage nach „unbelasteten“ Nahrungsmitteln bei Endverbrauchern. Zudem ist auch seitens der Politik ein Umdenken in diesem Bereich zu erkennen. Regulatorische Vorgaben für die Landwirtschaft werden verschärft, so auch im Bereich der Düngegesetzgebung.

1850

Seit etwa drei Jahrzehnten gewinnt in der Landwirtschaft auch die Erzeugung und energetische Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen an Bedeutung. Zudem steht der Wirtschaftszweig wie jeder andere vor der großen Herausforderung des Naturschutzes. Die ökologische Landwirtschaft gewinnt immer

mehr an Bedeutung und hat Auswirkung auf alle anderen Bereiche in vor- und nachgelagerten Prozessen (Arajo, 2020). Eine große Auswirkung zeigt der Einsatz von Düngemitteln. In der ökologischen Landwirtschaft dürfen keine mineralischen Dünger genutzt werden.

1860 Düngemittel sind essenziell im Bereich der Landwirtschaft, da Pflanzen neben genügend Wasser auch Nährstoffe und Spurenelemente wie Stickstoff, Phosphat, Kalium, Kupfer und Zink benötigen. Es sind Stoffe (in Rein- oder Mischform), welche dazu dienen, Kulturpflanzen ein ergänzendes Nährstoffangebot zu bieten.

Pflanzen nehmen die benötigten Nährstoffe über die Wurzeln auf, weshalb eine gute Bodenbiologie, -qualität und der Humusgehalt eine wichtige Rolle spielen. Neben einem reichhaltigen Angebot an Nährstoffen für die Pflanzen weist Humus eine hohe Wasserspeicherkapazität auf (Umweltbundesamt, 2022).

Insgesamt gibt es drei verschiedene Arten von Düngemitteln: mineralische Einnährstoffdünger / Mehrnährstoffdünger, organische Dünger und organisch-mineralische Dünger.

1870 Mineralische Dünger bestehen aus den Nährstoffelementen Stickstoff, Phosphor, Kalium und Calcium, wobei die Nährstoffe jeweils als eigenständiger Dünger gehandelt werden (können). Die großen Vorteile von mineralischen Düngern ist, dass diese eine exakte Dosierung ermöglichen, eine hohe Wirkgeschwindigkeit aufweisen (die Nährstoffe liegen der Pflanze bereit gelöst vor) und dass die Nährstoffqualitäten aufgrund der synthetischen Herstellung immer gleich sind. Nachteile dieser Dünger sind, dass eine Überdüngung zu einer zu hohen Konzentration an Mineralien im Boden führen können, wodurch das Wasser aus den Wurzeln zurück in den Boden wandert. Die Aufnahme von Wasser durch die Pflanzen wird dadurch erschwert. Zudem hängen die Preise der Dünger stark von den Energie- und Gaspreisen ab, da die Herstellung nur unter Nutzung großer Energiemengen und fossiler Rohstoffe möglich ist, was eine starke Belastung der Natur zur Folge hat.

1880 Organische Dünger hingegen bestehen aus kompostierten pflanzlichen und tierischen Abfällen wie bspw. Mist, Hornprodukten, Mehl aus Knochen, Haaren oder Federn und bilden somit eine natürliche Düngeform. Die großen Vorteile von organischem Dünger sind zum einen die Vermeidung einer Überdüngung des Bodens und die Verbesserung der Bodenqualität. Organische Dünger gelten als Langzeitdünger, sodass die Pflanzen auch über einen längeren Zeitraum mit Nährstoffen versorgt werden. Zudem ist die Aufbereitung von organischem Dünger deutlich energieschonender als die Herstellung von mineralischem Dünger. Nachteile bei organischen Mitteln sind allerdings, dass die Nährstoffkonzentration geringer ist als bei mineralischen Düngern, dass die Nährstoffe nur langsam umgesetzt werden können und somit eine schnelle Versorgung der Pflanze nicht möglich ist. Die Freisetzung der Nährstoffe ist witterungsabhängig. Die Einkaufspreise für organische Dünger liegen über den Preisen von mineralischen Düngern.

1890 Mineralisch-organische Dünger sind Gemische aus den beiden bereits beschriebenen Düngearten und verbinden die jeweils besten Eigenschaften miteinander.

1900 Die Corona-Pandemie hat im Düngerebereich laut Aussagen des Industrieverbandes Agrar keine starken Einbußen im Bereich des Mineraldüngerabsatzes bewirkt. Der bedeutendste mineralische Dünger Stickstoff konnte im Vergleich zum Jahr 2018/2019 im Düngejahr 2019/2020 einen Zuwachs von 2,2 % verzeichnen. Kali- und Phosphatdünger konnten ebenfalls mit einem Nachfragesteigerung von 2,6 % und 23,4 % punkten. Kalkammonsalpeter ist relativ stabil bei einem Marktanteil von 14 % geblieben. Harnstoff und Kalk waren allerdings von einem Rückgang der Absatzmenge betroffen. Der Rückgang bei Harnstoffdünger lag bei 7,2 % und der beim Kalkdünger bei 6,72 %. Die Abbildung 36 zeigt die Entwicklung der Düngemittelabsätze in Deutschland in den letzten 10 Jahren (Industrieverband Agrar, 2021).

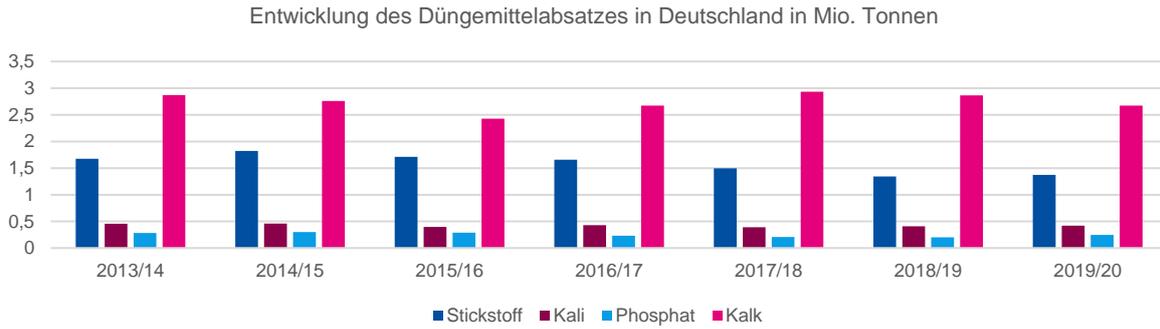


Abbildung 36: Entwicklung des Düngemittelabsatzes in Deutschland in Mio. Tonnen (Industrieverband Agrar, 2022)

In Bezug auf die Daten der Abbildung 36 ist auffällig, dass Kalk- und Stickstoffdünger den meisten Absatz und auch die größten Absatz-Schwankungen verzeichnen. Im Düngejahr 2020/201 konnte ein Absatz an Stickstoff-Düngemittel von 818,5 Tausend Tonnen verzeichnet werden (Industrieverband Agrar, 2021).

1910 Bei Ausgabevolumen für Düngemittel ist ein Rückgang für Stickstoffdünger in Deutschland zu erkennen. Laut Erhebungen der Statistik-Datenbank Statista, dargestellt in Abbildung 37, wurden im Düngejahr 2014/2015 über 1.706 Mio. € für Stickstoffdünger ausgegeben. Mit stetigem Sinken in den Vorjahren lag der Wert im Jahr 2020/2021 bei unter 1.000 Mio. €, trotz der höheren Preise in diesem Jahr.

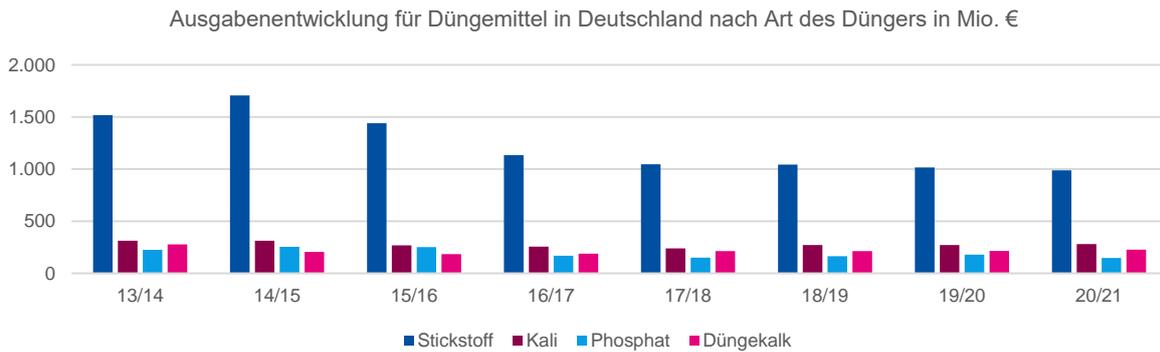


Abbildung 37: Entwicklung der Ausgaben für Düngemittel in Deutschland nach Art des Düngers in Mio. € (Statista, 2021)

1920 Bezüglich der Preise ist festzustellen, dass die Preise für Mineraldünger aufgrund der insgesamt stark gestiegenen Energie- und Gaspreise deutlich angehoben wurden. Grund hierfür sind die steigenden Produktionskosten zur Herstellung von bspw. Stickstoffdüngern. Die Produktion wurde zurückgefahren, wodurch weniger Bestand für eine nahezu gleichbleibende bzw. gestiegene Nachfrage zur Verfügung steht.

Große Herstellerunternehmen wie Yara, CF Industries Holdings oder BASF haben ihre Produktionskapazitäten um bis zu 40% heruntergefahren. Durch ein geringeres Angebot an KAS-Dünger stieg der Preis pro Tonne um 42% auf 400 € pro Tonne (Agrarheute, 2021).

Doch nicht nur in Europa steigen die Preise von Mineraldünger, sondern auch im asiatischen Raum, da auch hier die Energie- und Gaskosten in der Vergangenheit stark gestiegen sind, sodass günstige Produktionen auch hier nicht mehr möglich sind.

1930 Der Krieg zwischen Russland und der Ukraine ist ein weiterer Treiber für Kostensteigerungen im Mineraldüngerbereich. Russland gilt als einer der größten Gaslieferanten in Europa und weltweit als größter Exporteur von Düngemitteln mit einem Exportvolumen in Höhe von 7 Mrd. US-Dollar.

Die rasche Preissteigerung der Düngemittel wird anhand der Abgabepreise für Düngemittel an die Landwirtschaft von März 2022 und Mai 2022, dargestellt in Tabelle 13, ersichtlich.

Düngemittel	Stichtag	Ab Handelslager 10 t		Frei Hof mind. 25 t	
		Aktuell	Vor 14 Tagen	Aktuell	Vor 14 Tagen
Kalkamonsalpeter (KAS) 27 % Stickstoff	07.03.2022	-	64,00-66,00	-	62,00-63,30

	18.05.2022	70,00–85,00	92,00–98,50	67,50–70,00	-
Harnstoff 46 % Stickstoff, gekörnt	07.03.2022	-	-	-	-
	18.05.2022	-	-	85,00–85,00	-
Harnstoff mit Ureaseinhibitor	07.03.2022	-	85,00–90,00	-	85,00–88,00
	18.05.2022	95,00–103,00	108,00–130,00	89,00–90,00	-
Ammonnitrat-Harnstoff-Lösung (AHL) 28-30 % Stickstoff	07.03.2022	-	63,00–69,50	-	61,00–65,50
	18.05.2022	72,00–80,00	90,00–96,00	66,50–66,50	-
Diammonphosphat 18 % Stickstoff + 46 % P2O5	07.03.2022	-	90,30–92,00	-	88,90–88,90
	18.05.2022	-	110,00–120,00	107,50–107,50	-
TriplePhosphat 46 % P2O5	07.03.2022	-	68,90–68,90	-	66,90–66,90
	18.05.2022	-	89,00–89,00	-	-
Kornkali + Mg, 40 % K2O + 6 % MgO	07.03.2022	-	39,50–44,90	-	39,50–42,90
	18.05.2022	65,00–71,00	48,00–65,00	65,50–67,00	-
60er Kali 60 % K2O	07.03.2022	-	60,00–63,50	-	60,90–60,90
	18.05.2022	88,00–88,00	83,00–88,00	90,00–91,50	-
Magnesia-Kainit 9 % K2O + 4 % MgO	07.03.2022	-	16,50–16,50	-	14,50–14,50
	18.05.2022	-	-	23,00–23,00	-
Kalimagnesia 30 % K2O + 4 % MgO	07.03.2022	-	56,00–57,00	-	52,00–55,00
	18.05.2022	74,50–74,50	-	72,00–72,00	-
Schwefelsaures Ammoniak 21 % Stickstoff + 24 % S	07.03.2022	-	61,90–64,00	-	59,90–59,90
	18.05.2022	-	81,00–85,00	70,00–70,00	-
Ammonsulfatsalpeter (ASS) 26 % Stickstoff + 13 % S	07.03.2022	-	67,00–70,00	-	66,00–68,00
	18.05.2022	75,00–88,00	95,00–98,00	70,00–73,00	-
Alzon neo-N 46 % Stickstoff	07.03.2022	-	94,00–96,00	-	90,00–93,00
	18.05.2022	-	-	105,00–105,00	-
Kohlensaurer Kalk 95 % CaCO3	07.03.2022	-	3,50–3,50	-	3,90–3,90
	18.05.2022	-	-	-	-
NPK-Dünger 13/9/16/4	07.03.2022	-	-	-	-
	18.05.2022	-	-	-	-
NPK-Dünger 14/10/16/5	07.03.2022	-	-	-	-
	18.05.2022	-	-	-	-
NPK-Dünger 15/13/13+5	07.03.2022	-	60,90–66,00	-	58,90–63,50
	18.05.2022	-	89,00–94,00	-	-
NPK-Dünger 15/15/15	07.03.2022	-	63,00–66,00	-	60,00–64,00
	18.05.2022	-	90,00–95,00	-	-

Tabelle 13: Abgabepreise für Düngemittel an die Landwirtschaft, in €/100 kg ohne MwSt. (Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, kein Datum), (Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz, 2022)

1940 Neben der kommerziellen Landwirtschaft existieren ebenfalls ökologische Landwirtschaftsbetriebe, welche auf Mineraldünger verzichten müssen und wollen. Dieser Zweig der Landwirtschaft nutzt zur Düngung vor allem Wirtschaftsdünger bzw. organischen Dünger. Als Wirtschaftsdünger werden die Düngemittel bezeichnet, welche als organische Substanzen in der Land- und Forstwirtschaft anfallen und zurück in den Boden geführt werden. Wirtschaftsdünger gelten als Mehrnährstoffdünger (Pflanzenforschung, 2022).

Die Lagerung und das Ausbringen von Düngemitteln können schwere negative Folgen für Umwelt, Tier und Mensch mit sich bringen, wenn diese unsachgemäß erfolgt. Gesetzliche Regelungen wie die Düngemittelverordnung und das Düngegesetz sollen einer unsachgemäßen Handhabung, Herstellung, Lagerung und Inverkehrbringen von Düngemitteln vorbeugen.

1950 In Bezug auf die Ausbringung sind in der Verordnung unter anderem Regelungen für die Bestimmung des Düngedarfs, der Düngenzeiten und den Ausbringungsabstand zu Gewässern zu finden. Aufgrund der unzureichenden Regelungen zur Nitratbelastung und einer weiterhin hohen Nitratbelastung der Gewässer wurde die Düngemittelverordnung im Jahr 2017 einer umfassenden Novellierung unterzogen. Im März 2020 kam es zu einer erneuten Verabschiedung der Düngerverordnung, welche die Verwendung von Mineraldüngern einschränkt (Umweltbundesamt, 2022). Dadurch bilden sich Potentiale bezüglich der Nutzung von organischen Düngern und somit auch für die Verwendung von Schafwolle.

5.3.1.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

1960 Organische und mineralische Dünger weisen große Unterschiede in der Handhabbarkeit und Wirkung auf. Die Tabelle 14 stellt die wichtigsten Eigenschaften und Unterschiede noch einmal kurz dar:

Düngereigenschaft	Organische Dünger	Mineralische Dünger
Wirkgeschwindigkeit	Langsam bis mittel	Schnell
Nährstofffreisetzung	Langsam fließend	Konzentriert
Nährstoffgehalt	Niedrig bis hoch	Mittel bis hoch
Förderung des Bodenlebens	Ja	Nein

Förderung der Humusbildung	Stark	Gering bis gar nicht
Erhalt / Verbesserung der Bodenstruktur	Ja	Nein
Anwendungssicherheit	Hoch	Gering
Auswaschungsgefahr	Gering	Hoch
Beeinflussung des pH-Werts des Bodens	Nein	Je nach verwendetem Dünger
Freisetzung witterungsabhängig	Ja	Nein
Preis	Höher	Geringer

Tabelle 14: Vergleich der Eigenschaften von organischen und mineralischen Düngemitteln (Plantura, 2022)

1970 Für die Herstellung von Mineraldünger werden die Rohstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium synthetisch hergestellt. Eine künstliche Herstellung dieser Stoffe ist notwendig, da es nur sehr wenige oder keine natürlichen Vorkommen gibt oder die natürlich bestehenden Stoffe komplett ungelöst und somit nicht pflanzenverfügbar vorliegen. Für die Herstellung von Mineraldüngern werden zudem große Mengen an Luftstickstoff, Erdgas und Erdöl für die Produktion von Ammoniak als Grundstoff der Stickstoffherstellung, natürliche Kaliumsalze, Schwefel und natürliches Phosphatgestein gebraucht und verwendet.

Unter organische Dünger zählen unter anderem folgende Rohstoffe:

- Tierische Ausscheidungen wie Gülle, Stallmist, Jauche,
- Gründünger
- Mulch
- Kompostierter Bioabfall
- Klärschlämme
- Kultursubstrate
- Gärreste

1980 (Umweltbundesamt, 2022)

Schafwollpellets als Produkt natürlichen Ursprungs zählen zu den organischen Düngern. Organische Dünger sind vorrangig Langzeitdünger. Die Nährstoffe müssen erst durch die Bodenorganismen herausgelöst werden, damit die Pflanzen diese aufnehmen und verwerten können. Organische Dünger haben im Gegensatz zu Mineraldüngern die herausragende Eigenschaft, dass diese die Bodenbiologie und die Bodenfruchtbarkeit nicht so stark beeinträchtigen, da die Art und Weise, wie dem Boden die wichtigen Nährstoffe zurückgegeben werden, freundlicher gegenüber dem Boden ist.

Weitere vorteilhafte Eigenschaften von organischen Düngern im Allgemeinen sind unter anderem:

- 1990
- Mehr Speicherung von Wasser aufgrund von geförderter Humusbildung
 - Förderung der Bodenorganismen und der Humusbildung
 - Keine bis geringe Gefahr der Überdüngung, da die Zersetzung der Nährstoffe langsam und entsprechend dem Pflanzenbedarf erfolgt (die Zersetzung erfolgt abhängig von Temperaturen und Feuchtigkeit, – vorrangig entsprechend dem Nährstoffbedarf der spezifischen Wachstumsphasen der Pflanzen)
 - Die Herstellung von organischen Düngern ist weitaus weniger energieaufwendig als die von Mineraldüngern sowie ökologisch vertretbar, da die Rohstoffe nachwachsen, zurück in den Biokreislauf geführt werden können und teilweise keine aufwendigen Lagerstätten wie bei fossilen Rohstoffen notwendig sind (z.B. Kompost kann am Feldrand gelagert werden) (TLLLR, 2022)
- 2000

Auf der anderen Seite gibt es jedoch auch Nachteile organischer Dünger:

- 2010
- Langsame Wirkung: Im Vergleich zu mineralischen Düngemitteln wirken organische Düngemittel langsamer. Sie müssen erst von Mikroorganismen im Boden abgebaut werden, bevor die Pflanzen sie aufnehmen können.
 - Variierender Nährstoffgehalt: Der Nährstoffgehalt von organischen Düngemitteln variiert je nach Herkunft und Alter des Düngemittels. Es kann schwierig sein, den genauen Nährstoffgehalt vorherzusagen.
 - Geruch: Organische Düngemittel können unangenehme Gerüche verursachen, was besonders in Wohngebieten problematisch sein kann.
 - Höhere Anforderungen an Lagerung und Verteilung: Organische Düngemittel sind anfällig für Verderb und müssen daher sorgfältig gelagert und verteilt werden. Dies kann zusätzlich Arbeit und Kosten verursachen.
 - Witterungsabhängig: Stehen aufgrund von Witterungsabhängigkeit nicht immer zur Verfügung

2020 Es ist jedoch zu beachten, dass die Nachteile von organischen Düngemitteln in vielen Fällen durch die Vorteile aufgewogen werden. Die größten Vorteile von Schafwolle gegenüber den Mineraldüngern entsprechen den Vorteilen der organischen Dünger. Zudem weist Schafschurwolle separate herausragende Eigenschaften für die Düngung auf. Schafwollpellets beinhalten nur eine sehr geringe Menge an Phosphat und Magnesium (siehe Eigenschaften Schafwolle in Kapitel 3.3). Phosphat ist meist zur Genüge in Böden enthalten, da dieser Nährstoff nur schwer ausgewaschen wird. Düngemittel mit einem hohen Phosphatanteil tragen somit dazu bei, den Boden dahingehend zu überdüngen. Des Weiteren kann mit Hilfe von Schafwolle als Dünger (auch in Pelletform) dem steigenden Wassermangel in den Böden entgegengewirkt werden, da die Schafwolle bis zu 40% ihres Eigengewichts an Wasser aufnehmen und speichern kann. Dadurch unterstützt die Düngung mit Schafwolle Landwirte und auch Regionen mit akutem Wassermangel beim Anbau von Pflanzen und der Erzeugung von Nahrung (Expert:in, 2022). Ein weiterer Vorteil von Schafwolle gegenüber anderen organischen Düngemitteln ist, dass Schafwollpellets im trockenen Zustand eine abschreckende Wirkung gegenüber Schnecken und Mäuse haben (Böckmann, 2022). Aufgrund des vorteilhaften pH-Wertes trägt die Schafwolle ebenfalls zur Verbesserung des Bodens bei (Gartenakademie Rheinland Pfalz, 2022).

2030 Tabelle 15 zeigt die chemischen Eigenschaften von Schafwollpellets.

Gesamtstickstoff	10-12 %
Kaliumoxid	4-6 %
Gesamtschwefel	1,8-2 %
Phosphorpentoxid	0,15-0,17 %
Magnesiumoxid	0,05 %
Organische Substanz	85 %
pH-Wert	ca. 8,8

Tabelle 15: Eigenschaften von Schafwollpellets (Waldherr, 2022)

5.3.1.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

Die Herstellung von Mineraldüngern erfolgt wie bereits erwähnt unter Nutzung eines hohen Energielevels – vorrangig unter Nutzung großer Mengen an Erdgas. Mit Hilfe verschiedener Schritte wird Stickstoff aus der Luft mit dem Erdgas zu einem Dünger veredelt.

2040 Laut Angaben des Industrieverband Agrar wird für die Erzeugung eines Kilogramms Stickstoff-Dünger 0,6 Kilogramm Erdgas (0,8 Kilogramm Heizöl) verwendet. Diese Angabe stammt aus sehr effizienten Düngemittelfabriken (Industrieverband Agrar, 2022).

Die Abbildung 38 zeigt den Prozess zur Herstellung von Stickstoffdüngern des Unternehmens Yara am Standort in Rostock und bildet ein Beispiel einer etablierten Wertschöpfungskette im Bereich Mineraldünger.

Laut Angaben des Unternehmens wird der Stickstoff-Dünger aus Erdgas (v.a. Methan) in Kombination mit gewonnenem Stickstoff aus der Luft veredelt. „80 % des Gases dienen dabei als Rohmaterial für den Dünger, während die restlichen 20 % zur Erhitzung und zur Stromerzeugung dienen (Yara).“

2050 Neben der Produktion von Stickstoff-Düngern werden weitere Mineraldünger in den Werken des Unternehmens hergestellt, wofür andere Rohstoffe beigemischt werden. Beispielsweise wird für die Herstellung von NPK-Dünger darüber hinaus Phosphor und Kalium verwendet und für einen AHL-Dünger Ammoniumnitratlösung und Harnstoff (Yara).

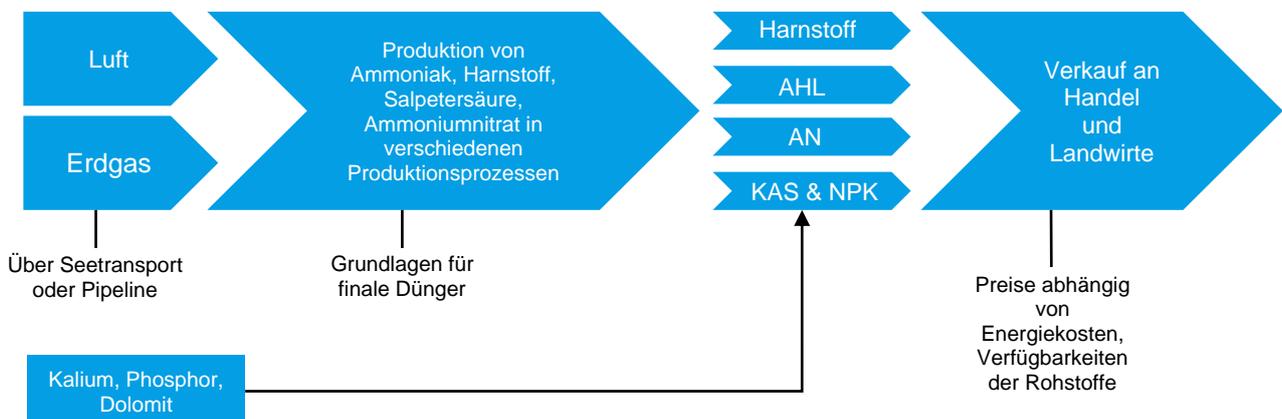


Abbildung 38: Wertschöpfungskette zur Herstellung von Mineraldünger (Stickstoffdünger) am Beispiel des Unternehmens Yara (Yara)

Die Herstellungskosten von Mineraldünger sind stark von den Preisen für Erdgas und Energie abhängig. Es ist zu vermerken, dass in den letzten 30 Jahre die Preise für Erdgas gestiegen sind. In Abbildung 39 und Abbildung 40 sind jeweils die Importmengen und die Grenzübergangspreise von Erdgas nach Deutschland abgebildet. Die blauen Linien veranschaulichen die Entwicklung der Importe und Preise, während die pink gepunkteten Linien den jeweiligen Trend darstellen.

2060

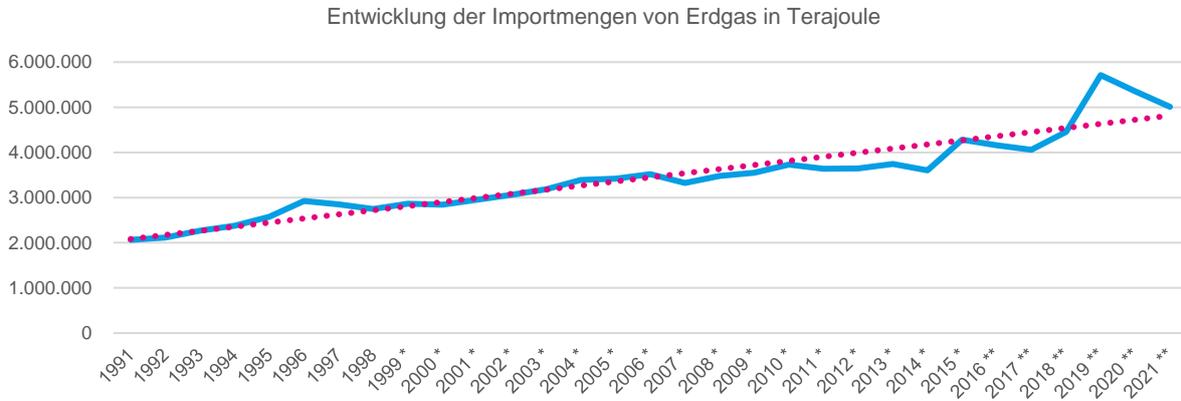


Abbildung 39: Jährliche Entwicklung der Importmengen von Erdgas von Deutschland in Terajoule (TJ) (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2022)

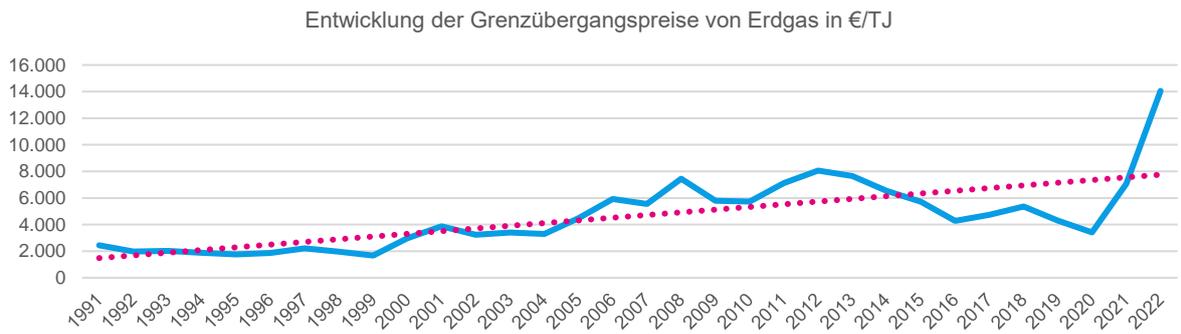


Abbildung 40: Jährliche Entwicklung der Grenzübergangspreise der Importe von Erdgas nach Deutschland in Terajoule (TJ) (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2022)

Die Trendlinien in den beiden Abbildungen zeigen einen durchschnittlichen Anstieg der Preise und Importmengen. Den Preisanstieg kann man im Jahr 2022 deutlich erkennen. Obwohl erst drei Monate in die Berechnungen eingeflossen sind, liegt der Preis schon weit über den Preisen der letzten Jahre. Grund hierfür ist unter anderem der Russland-Ukraine-Krieg. Dieser Krieg wirkt in vielerlei Hinsicht als ein extremer, externer Einflussfaktor. Die weitere Entwicklung der Preise in Bezug auf die politische Lage ist nicht vorhersehbar.

2070

Ein Grund für die zuvor steigenden Preise wird durch den Vergleich von Abbildung 39 und Abbildung 40 ersichtlich. Steigende Importmengen deuten auf eine steigende Nachfrage hin, wodurch die Preise des Rohstoffs ebenfalls steigen. Weiterhin ist Erdgas eine endliche bzw. begrenzt verfügbare Ressource. Aufgrund von steigender Nachfrage entsteht ein Knappheitseffekt, welcher zu steigenden Preisen führen kann. Ein weiterer Grund für den Preisanstieg beim Gas ist die aktuell verringerte Rohstoffverfügbarkeit, die sich in niedrigen Speicherständen und großen Versorgungsproblemen bemerkbar macht.

2080

Wie bereits in diesem Kapitel dargestellt werden für eine Tonne Stickstoffdünger 0,6 Tonnen Erdgas benötigt. Eine Tonne Erdgas hat einen Energieinhalt von 14.000 kWh, was rund 0,05 TJ entspricht (Hebenstreit, 2022). Im September 2022 lag der Importpreis pro TJ Erdgas bei rund 35.000 € (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2022). Wenn diese 0,05 TJ Erdgas importiert werden, entstehen im September 2022 knapp 1.750 € Kosten an Energie für eine Tonne Stickstoffdünger. Die Preise für eine Tonne Stickstoffdünger liegen lediglich in einem Bereich von 600 bis 1100 €. Dieser Preis kann nicht einmal die Energiekosten decken. Das spricht für eine hohe Relevanz an Energiekosten bei der Mineraldüngerherstellung.

2090 In den Monaten Januar bis September wurden in Deutschland im Jahr 2022 nur 73% der Menge an Erdgas des Jahres 2021 importiert. Voraussichtlich wird die Importmenge im Jahr 2022 unter 4000 TJ liegen. Diese Entwicklung wird durch die hohen Erdgaspreise getrieben.

Die Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle beziehen sich auf den gesamten Gasimport. Es werden keine Angaben zu den tatsächlichen Kosten beim Endverbraucher gemacht. Die Abbildung 41 zeigt die Entwicklung der Gaspreise für Industriekunden.

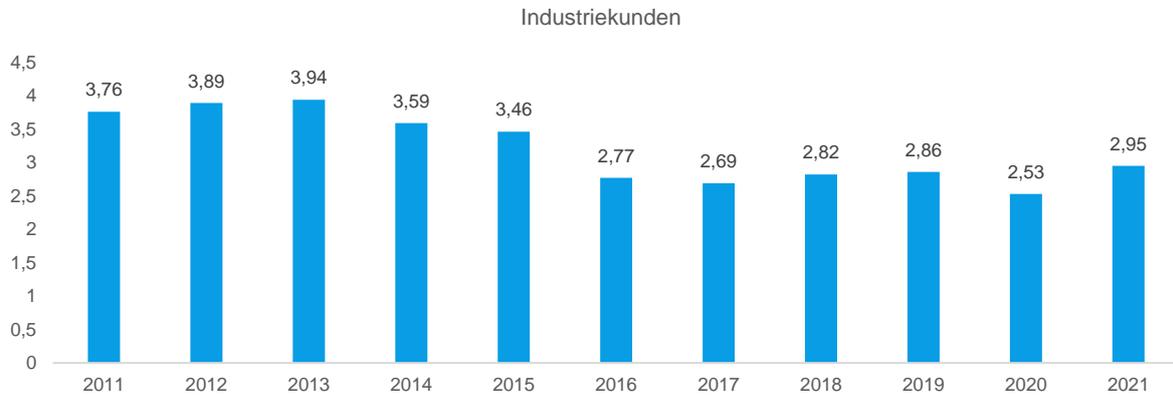


Abbildung 41: Entwicklung der Gaspreise für Industriekunden in Deutschland in den Jahren 2011 bis 2021 in Euro-Cent pro kWh (Statista Research Department, 2021)

2100 Für die Herstellung von Düngepellets aus Schafschurwolle gibt es verschiedene Herstellungsmethoden und dementsprechend unterschiedliche Wertschöpfungsketten. Für das Gremium aus Expert:innen konnten Unternehmen akquiriert werden, welche Düngepellets aus Schafschurwolle herstellen und erfolgreich vertreiben. Die in Abbildung 42 gemäß der Informationen des Expert:innen-Gremiums dargestellte Wertschöpfungskette ist eine vereinfachte Darstellung der Herstellung von Düngepellets aus Schafwolle

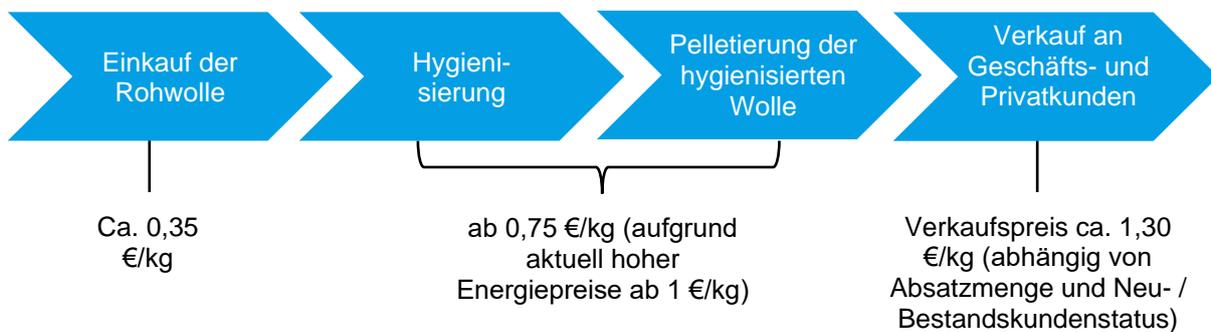


Abbildung 42: Wertschöpfungskette zur Herstellung von Düngepellets aus Schafschurwolle (eigene Darstellung auf Grundlage von Aussagen von Expert:innen)

2110 Die Rohwolle wird in der Regel bei regionalen privaten Schäfern und Schäferbetrieben angekauft. Die Rohwolle wird dabei von den Erzeugern zu den Produktionsstätten der Unternehmen geliefert, sodass keine Transportkosten von den Produzenten getragen werden bzw. nur ein Anteil an den gesamten Transportkosten. Die Hygienisierung und Pelletierung der Schafschurwolle entsprechen zwei verschiedenen Schritten, die allerdings innerhalb eines Produktionsprozesses ablaufen. Eine Trennung der Kosten der beiden Schritte ist dadurch nicht möglich. Die Produktionsunternehmen haben verschiedene Verfahren zur Herstellung von Düngepellets aus Schafschurwolle. Aus den Praxisbeispielen kann entnommen werden, dass die Herstellung sowohl unter Nutzung von Gas als auch unter Nutzung von Biomethan erfolgen kann und vor der starken Erhöhung der Gaspreise der gesamte Produktionsprozess für ein Kilogramm Düngepellets bei ungefähr 0,75 €/kg lag. Seit Anfang 2022 sind die Kosten allerdings auf 1 €/kg gestiegen. Ein anderes Unternehmensbeispiel zeigt, dass der Produktionsprozess unter Nutzung von Biogas funktioniert, allerdings mit einem höheren

2120

Personalaufwand betrieben werden muss. Dadurch sind die Kosten nicht zwangsläufig niedriger – allerdings unterliegen diese geringeren Schwankungen (Expert:in, 2022).
 Bei Betrachtung der Preise für Mineraldünger fällt auf, dass deren Preise deutlich geringer sind. Diese liegen für Stickstoff-, Kalium-, und Phosphordünger zwischen 0,6 und 0,9 €/kg. Organische Dünger halten sich jedoch preislich in einem höheren Segment auf. Für 1 kg werden durchschnittlich zwischen 2 und 4 € verlangt. Da Schafwollpellets ebenfalls im Bereich der organischen Düngemittel angesiedelt sind, ist dieser Vergleich deutlich aussagekräftiger. Schafwollpellets bieten eine deutlich günstigere Alternative zu anderen organischen Düngemitteln und verursachen bei ihrer Herstellung eine deutlich geringere Umweltbelastung als vergleichbare Dünger (Preuss, 2022).

2130

Nachdem die Düngepellets hergestellt wurden, werden diese in verschiedenen Größeneinheiten im Unternehmen gelagert und über eigene Onlineshops, via Fachhändler und Einzelhändler an Privatpersonen, Gärtnereien, Landwirten in Deutschland sowie teilweise im Ausland verkauft. Die Verkaufspreise richten sich je nach Kundenart. Privatkunden zahlen einen höheren Preis für die Pellets als Gewerbekunden. Grund hierfür sind die unterschiedlichen Abgabemengen. Gewerbekunden erwerben normalerweise größere Packungseinheiten an Pellets als Privatkunden. Des Weiteren wird auch zwischen Neu- und Bestandskunden unterschieden. Neukunden zahlen bei einem Beispielunternehmen 20 % mehr als Bestandskunden (Expert:in, 2022).

2140

5.3.1.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Dünger

Nach Aussagen der Expert:innen aus dem Gremium existieren keine expliziten Anforderungen an die Qualität der Schafschurwolle. Die für die Herstellung von Düngepellets beste Qualität der Schafschurwolle entspricht „der schlechtesten denkbaren Qualität von Schafschurwolle zur Herstellung von Textilien“ (Expert:in, 2022). Die beste Schafwolle, die für die Herstellung von Düngepellets benötigt wird, ist somit die Schmutz- und Schweißwolle des Schafs (Expert:in, 2022).
 Aufgrund der Hygienisierung spielt die Qualität und Sauberkeit der Wolle keine Rolle, da diese durch den Prozess so veredelt wird, dass diese als Düngepellets genutzt werden kann. Aufgrund dessen ist es den Herstellern von solchen Düngepellets möglich die „Abfallwolle“ (bspw. verfilzt, verunreinigt, grob, Bauch- oder Beinwolle) vom Schaf zu verwerten.

2150

Die einzige bestehende Anforderung an die Schafschurwolle ist, dass möglichst viel Lanolin enthalten sein sollte, da dadurch die herausragenden Wasserspeicher- und -abgabefähigkeiten der Wolle begünstigt werden. Zudem sollte die Rohwolle möglichst trocken sein, da durch die Hygienisierung der Wolle Wasser entzogen wird. Bei nasser Wolle würde das einen hohen Gewichtsverlust bedeuten. Eine hohe Differenz zwischen Anfangs- und Endgewicht sollte allerdings vermieden werden.

2160

Gemäß den Gesprächen mit den Expert:innen ist einer der beteiligten Hersteller in der Lage, mit der derzeitigen Produktionsanlage insgesamt rund 32,8 Tonnen Düngepellets im Jahr zu produzieren. Mit der aktuellen Anlage und den entsprechenden Lagerkapazitäten wäre eine Produktion von maximal 400 Tonnen Düngepellets im Jahr möglich. Mit dem aktuellen Produktionsprozess und der genutzten Maschine können aus 100 Kilogramm Rohwolle 98 Kilogramm Pellets gemacht werden. Betrachtet man die die eben dargestellten Produktionskapazitäten, werden 33,47 Tonnen Rohwolle benötigt, um die oben genannten 32,8 Tonnen Düngepellets herzustellen. Dabei ist zu erwähnen, dass die Produktionsanlage aktuell noch eine Pilotanlage ist und bereits Entwicklungen zur weiteren Optimierung und Steigerung der Kapazitäten im Gange sind (Expert:in, 2022). Da die Produktionskapazität deutlich geringer als die Lagerkapazität ist und somit den Engpass darstellt, wird die Gesamtkapazität durch die Produktionskapazität bestimmt.

2170

Gesetzliche Rahmenbedingungen geben vor, dass tierische Nebenprodukte, welche als Dünger verwendet werden, keine Krankheiten von Tier zu Tier oder von Tier zu Menschen übertragen dürfen. Des Weiteren schreibt die Düngemittelverordnung vor, dass Düngemittel frei von Salmonellen, als Leitparameter für Seuchenerreger, sein müssen. Die Ansiedlung von Schaderregern auf landwirtschaftlichen Kulturarten und Verunreinigungen von keimfähigen Samen sollen vermieden werden. Ebenfalls besteht bei Rohwolle aufgrund der Landschafts- und Deichpflege sowie der Lage von Weideflächen das Risiko, dass Schadstoffe in der Rohwolle enthalten sind (bspw. Reste von Abgasen, wenn Weideflächen an stark befahrenen Straßen oder in der Nähe von Flughäfen sind).

2180

Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben ist es essenziell, dass die Rohwolle den Prozessschritt der Hygienisierung durchläuft, damit die Düngepellets den entsprechenden Anforderungen genügen und alle Schadstoffe, Schaderreger und Verunreinigungen aus der Wolle entfernt werden (Expert:in, 2022).

5.3.1.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Dünger

- 2190 Eine große Herausforderung hinsichtlich der Steigerung des Absatzes von Schafschurwolle als Düngepellets liegt in der derzeit noch geringen Nachfrage nach großen Produktmengen. Es werden sehr viele Ressourcen (monetär und Zeit) in das Marketing für das Produkt Düngepellet aus Schafschurwolle investiert, jeder Hersteller führt eigene Marketingmaßnahmen für das Produkt durch. Ziel ist nicht nur die Bekanntheitssteigerung der eigenen Produkte der Unternehmen, sondern vorrangig, dass Düngepellets aus Schafschurwolle allgemein „salonfähig“ gemacht werden und somit eine größere Nachfrage generiert werden kann. Vor allem die Mehrwerte und Weiterentwicklungen der letzten Jahre müssen im Marketing besonders hervorgehoben werden (Expert:in, 2022).
- Unter Berücksichtigung der Verkaufspreise gehören Düngepellets aus Schafschurwolle zu den Premiumdüngern. Nach Ansicht der Expert:innen sollen Düngepellets aus Schafschurwolle kein Massenprodukt werden, sondern weiterhin ein Nischenprodukt bleiben. Grund hierfür sind die Verbraucher, welche bezüglich Nischenprodukte tendenziell weniger preissensibel sind und die Bereitschaft zur Zahlung eines höheren Preises für Düngemittel zeigen.
- 2200 Ferner besteht eine zusätzliche Herausforderung in der Lagerung der Rohwolle. Während der Lagerung nimmt Rohwolle aufgrund ihrer Eigenschaften Luftfeuchte aus der Umgebung auf und kann bei falscher Lagerung schimmeln sowie für die Weiterverarbeitung unbrauchbar werden (Expert:in, 2022). Zudem kann bei der Lagerung der unbehandelten Rohwolle ein Schädlingsbefall durch bspw. Motten auftreten, welcher diese dann unbrauchbar macht. Innerhalb weniger Wochen und unter guten Bedingungen können sich Motten auf ein Hundertfaches vermehren (Wir Holzbauer, 2021). Anders als bei Kleidermotten sind Hausmittel, wie das Einfrieren der gelagerten Rohwolle, hier wenig sinnvoll und die Düngepelletshersteller haben einem Mottenbefall wenig entgegenzusetzen. Bisherige Mottenschutzmaßnahmen bestehen aktuell noch aus chemischen Bestandteilen. Durch eine Behandlung der Rohwolle mit solchen Mottenschutzmitteln verliert der Rohstoff seine ökologischen Eigenschaften (Expert:in, 2022).
- 2210 Die Lagerung der hergestellten Düngepellets ist aufgrund der Hygienisierung hingegen unproblematisch.
- Für die Ausweitung des Absatzes von Düngepellets aus Schafschurwolle bestehen große Chancen und Potenziale. Laut Erfahrung der Expert:innen werden Neukunden der Düngemittelpellets aus Schafwolle schnell zu Bestandskunden und die Anzahl an Nachfragern nimmt wöchentlich zu. Auch Supermarkt- und Baumarktketten haben bereits angefragt, die Produkte in das Sortiment aufnehmen zu können. Zum Kundenstamm für Düngepellets aus Schafschurwolle gehören Privatpersonen, Gärtnereien sowie Gewächshäuser (vor allem im Bereich des Anbaus von Edelmüsen und Sonder- und Kulturpflanzen). Landwirte mit großflächigen Feldern zählen eher nicht zur Zielgruppe. Aufgrund der Größe der Flächen wären die Kosten für die Nutzung des Düngers zu hoch. Zwar werden von den Unternehmen der Expert:innen Düngepellets an Landwirte abgegeben, allerdings nicht als Hauptzielgruppe.
- 2220 Die neuesten politischen Entwicklungen in Osteuropa und die derzeitige Beziehung zwischen Russland und Deutschland und die immer stärker steigenden Kosten für Erdgas und Energie bilden letztlich neue Potentiale für den Absatz von Düngepellets aus Schafschurwolle. Der Russland-Ukraine Krieg verstärkt seit Februar die immer stärker steigenden Kosten für Erdgas und Energie. Die Herstellung von Mineräldüngern wird immer teurer. Die Verkaufspreise gleichen sich immer mehr den Preisen für organischen Dünger an – insbesondere Düngepellets aus Schafschurwolle – an (Expert:in, 2022). Die Preisdifferenz zwischen Düngepellets aus Schafschurwolle und Mineräldüngern sinkt, sodass u.U. mehr Nutzende auf die Produkte aus Schafwolle umsteigen. Allerdings sind im deutschen Markt auch Düngepellets aus anderen Ländern (bspw. Mongolei) vertreten, welche deutlich günstiger angeboten werden als die in Deutschland produzierten Dünger. Grund hierfür sind die günstigeren Beschaffungs- und Herstellungskosten in Ländern wie der Mongolei.
- Ein weiteres Potenzial für die Ausweitung des Absatzes besteht im fortwährenden Trend der ökologischen Landwirtschaft. Seit den 1980er Jahren erlebte die ökologische Landwirtschaft ein stetig steigendes Wachstum. Als ökologische Landwirtschaft ist die Landwirtschaft definiert, welche auf umwelt- und tiergerechte sowie ressourcenschonende Art betrieben wird. Hierzu zählt auch die Nutzung von nicht synthetischen erzeugten Düngern. Allein in Deutschland sind bereits 13,5 % der Agrarbetriebe mit einer Gesamtfläche von 1,7 Mio. ha (entspricht 10,3 % der gesamten Agrarfläche in Deutschland) als ökologische Landwirtschaftsbetriebe zertifiziert. Ziel der Bundesregierung Deutschlands ist es, dass bis zum Jahr 2030 30 % der Agrarbetriebe nach ökologischen Standards arbeiten. Die Zukunftsstrategie ökologischer
- 2240

Landbau des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft sieht zudem vor, dass konventionelle Agrarbetriebe ebenfalls ökologischer agieren müssen, ohne komplett auf ökologische Landwirtschaft umzustellen. Für die Umstellung von konventioneller Landwirtschaft auf ökologische Landwirtschaft werden von der Bundesregierung und der Europäischen Union Förderprogramme angeboten.

2250 Auch die Endkunden fragen immer stärker nach Produkten aus ökologischer Erzeugung nach. So hat sich der Umsatz von ökologisch erzeugten Lebensmitteln von 1997 bis 2020 von 1,5 Mrd. € auf 15 Mrd. € erhöht (Umweltbundesamt, 2021) und (Umweltbundesamt, 2021).

Die Abbildung 43, Abbildung 44 und Abbildung 45 geben Auskunft über die bisherige Nachfrage und Nutzung an Wirtschaftsdünger und organischen Dünger in Deutschland. Es ist zu erkennen, dass trotz der steigenden Bemühungen im Bereich Bioökonomie der Bundesregierung und einem allgemeinen Umdenken in der Bevölkerung in Richtung Klima- und Umweltschutz, Mineraldünger, die bisher noch am häufigsten eingesetzten Düngemittel sind (Stand 2020).

2260 Gründe hierfür sind unter anderem die günstigeren Preise und die Möglichkeit des effektiveren und gezielteren Düngens der Pflanzen und Flächen. Schafwolle enthält viele wichtige Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor und Kalium, sowie Spurenelemente wie Kupfer, Zink und Mangan, die Pflanzen zum Wachstum und zur Gesundheit benötigen. Schafwolle hat eine lange Wirkdauer und kann mehrere Jahre lang Nährstoffe an die Pflanzen abgeben, hierdurch wird der Boden verbessert, indem es organisches Material und Humus hinzufügt. Außerdem unterstützt es die Bodenstruktur und -durchlässigkeit. Trotz der oben genannten Potenziale kann sich Schafschurwolle in den Vorteilen als Düngemittel nicht von allen organischen Düngemitteln abheben. Da Schafschurwolle hauptsächlich aus Haaren besteht, die eine cellulosehaltige Struktur aufweisen, müssen diese erst von Mikroorganismen abgebaut werden, bevor die Nährstoffe freigesetzt werden können. Dieser Abbauprozess dauert in der Regel länger als bei schnell freisetzenden Düngemitteln wie synthetischen Düngemitteln oder Gülle. Der Schafwolldüngepellets scheint eine enorme Ausweitung der Nutzung deutscher Schafwolle in diesem Bereich unwahrscheinlich. Weder die verfügbaren Mengen deutscher Schafwolle reichen aus, um den Bedarf zu decken, noch kann mit dieser Anwendung eine besonders hohe Wertschöpfung generiert werden, sodass auch keine grundsätzliche Preissteigerung für deutsche Rohwolle zu erwarten wäre.

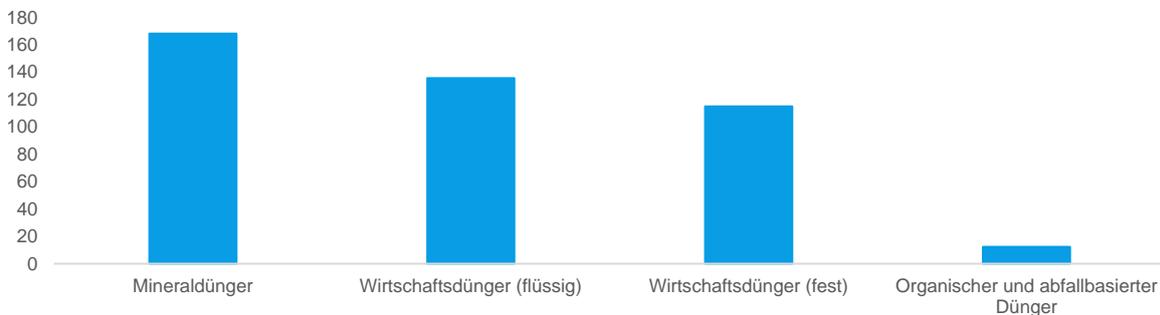


Abbildung 43: Landwirtschaftliche Betriebe, die Mineral- oder Wirtschaftsdünger sowie organische und abfallbasierte Dünger ausgebracht haben in Tausend (Statistisches Bundesamt, 2021)



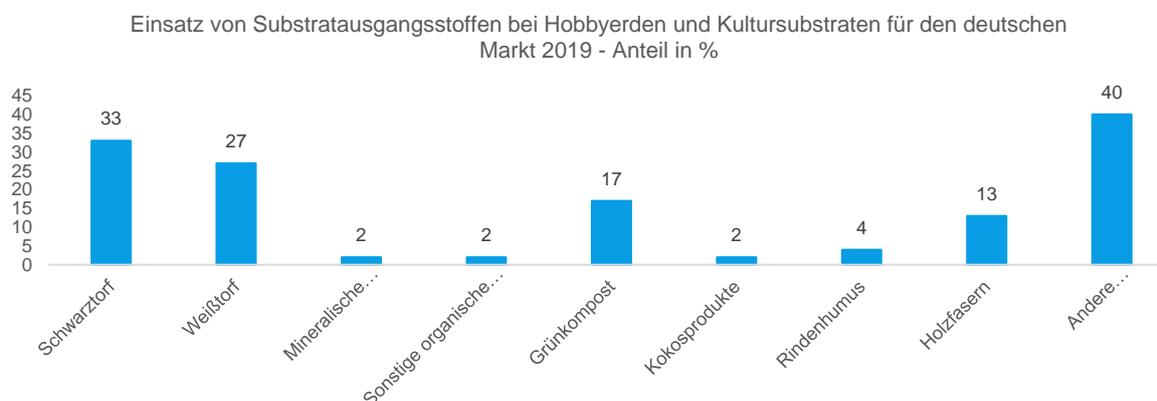
2280 Abbildung 44: Ausbringungsfläche von Mineral- und Wirtschaftsdünger in Hektar (Statistisches Bundesamt, 2021)



Abbildung 45: Ausgebrachte Menge an Wirtschaftsdünger sowie organischen und abfallbasierten Dünger in Tonnen (Statistisches Bundesamt, 2021)

5.3.2 Pflanzsubstrate / Torfersatzstoffe

Kultursubstrate sind als Stoffe definiert, welche Pflanzenwurzeln einen Raum bieten, um zu wachsen und entweder auf den Boden aufgebracht werden oder unabhängig vom Boden Anwendung finden (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen, 2022).



2290 Abbildung 46: Einsatz von Substratausgangsstoffen bei Hobbyerden und Kultursubstraten für den deutschen Markt 2019 – Anteil in % (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 2021)

5.3.2.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Für Pflanzsubstrate bestehen verschiedene gartenbauliche und auch gesetzliche Anforderungen, die erfüllt werden müssen.

Aus gartenbaulicher Sicht haben Substrate vor allem die Aufgabe, Wasser und andere Nährstoffe für die Pflanze so lange speichern zu können, bis diese von der Pflanze benötigt werden. Zudem muss gewährleistet werden, dass den Wurzeln genügend Sauerstoff zum Atmen, ein dem Pflanzenstadium entsprechender Salzgehalt und pH-Wertgehalt zur Verfügung steht. Junge Pflanzen brauchen bspw. einen niedrigeren Salzgehalt als ältere Pflanzen.

2300

Für Substrate wurden zur besseren Ausweisung folgende Qualitätskriterien und Anforderungen definiert:

- pH-Wert, Salzgehalt, lösliche Nährelemente, Ausgangsstoffe müssen deklariert sein
 - pH-Wert: 5,0 – 6,5
 - Salzgehalt: 2 bzw. 3 g/l
 - Natrium, Chlorid: 70 resp. 200 mg/l
- Nährelemente entsprechen Sollwerten
- Organische und mineralische Ausgangsstoffe sind zulässig
- Substratkomponenten dürfen Stickstoff nicht festlegen
- Synthetische Bestandteile dürfen nicht enthalten sein (bspw. Polystyrol)
- Grundversorgung mit Nährstoffen muss sichergestellt sein

2310

- Mikroorganismen müssen im Substrat enthalten sein, damit gebundener Stickstoff freigesetzt werden kann
- Nicht bzw. langsam nachwachsende Ressourcen sollen nur sparsam angewendet werden
- Zuschlagstoffen aus der Region sollte Vorzug gegeben sein

(IGZ / Uni Kassel, 2005)

2320

Genau wie auch beim Dünger wird bei den Substraten im Pflanzenbau zwischen mineralischen Substraten und organischen Substraten unterschieden. „Mineralische Substratausgangsstoffe werden in reiner Form als Kultursubstrate für erdlose Systeme verwendet, für die Herstellung von gärtnerischen Kultursubstraten mit organischen Ausgangsstoffen gemischt oder als Hauptbestandteil von Vegetationstragschichten im Garten- und Landschaftsbau eingesetzt (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), 2020).“

Im Gegensatz zum Dünger werden die mineralischen Substrate als Granulate aus natürlich vorkommenden Ressourcen gewonnen. Häufig verwendete Rohstoffe hierbei sind Bims, Ton, Perlit und Vermiculite. Die Eigenschaften der eben genannten Rohstoffe sind in Tabelle 16 und Tabelle 17 aufgeführt. Die Tabelle 16 stellt dabei die produktionstechnischen Eigenschaften und die Tabelle 17 die ökologischen Eigenschaften der Stoffe dar.

2330

	pH	Nährstoff- gehalt	Salzgehalt	Stickstoff- Festlegung	Wasserhalte- vermögen	Luftporen- anteil	Struktur- stabilität
Bims	neutral	0	3	3	0	3	3
Ton	neutral	1	2	3	0	0	0
Perlit, Vermiculit	neutral	0	3	3	1	3	3,1
Landerde	+/- neutral	1	2	3	1	0	1

0 = tief bzw. nicht ideal; 3 = hoch bzw. ideal

Tabelle 16: Eigenschaften häufig verwendeter Mineralsubstrate - Produktionstechnische Eigenschaften (IGZ / Uni Kassel, 2005)

	Herkunft	Erneuerbarer Rohstoff	Bemerkungen
Bims	Europa	Nein	-
Ton	Europa / Übersee	Nein	Verbessert die Wiederbenetzbarkeit, erhöht das Nährstoffspeichervermögen
Perlit, Vermiculit	Europa / Übersee	Nein	Erinnert an Styropor, energieaufwändige Herstellung
Landerde	Regional	Nein	Schwer, mit Unkrautsamen versetzt

Tabelle 17: Eigenschaften häufig verwendeter Mineralsubstrate - Ökologische Eigenschaften (IGZ / Uni Kassel, 2005)

5.3.2.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

Die Wertschöpfung für schafwollbasierte Pflanzsubstrate folgt dem Herstellungsprozedere der Wollpellets.

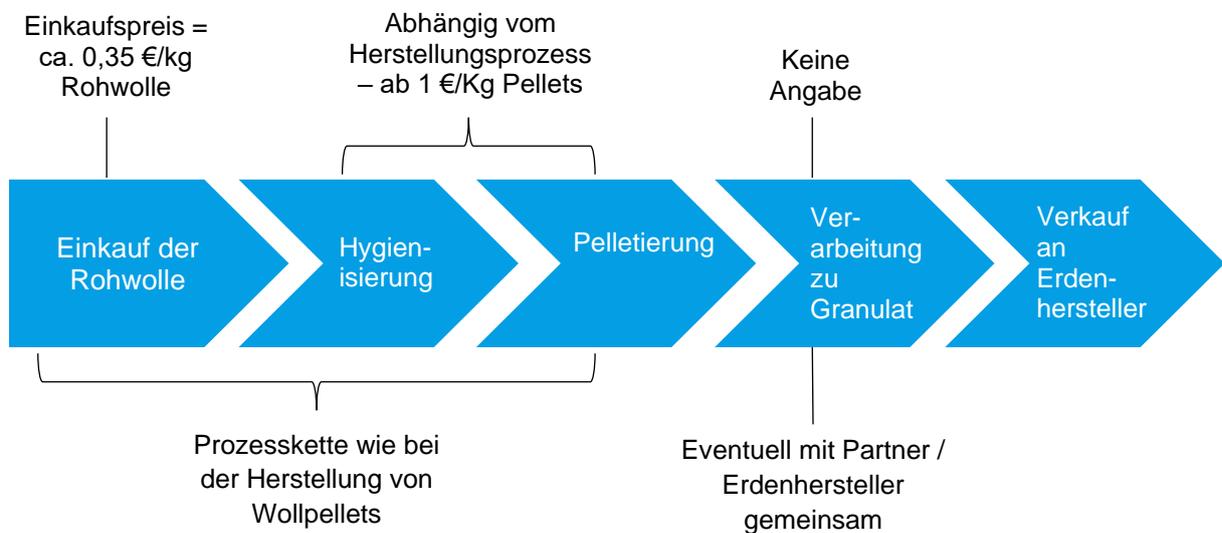


Abbildung 47: Wertschöpfungskette schafwollbasierte Pflanzsubstrate

2340 Die Rohwolle wird vom Produzenten meist zur Produktionsstätte geliefert. Hierbei zahlt der Abnehmer der Regel nach maximal einen Anteil der Transportkosten und kauft im Durchschnitt das Kilogramm Schafschurwolle für 0,35 € ein. Im nächsten Schritt wird die Wolle hygienisiert und zu Pellets weiterverarbeitet, oft geschieht dies im selben Betrieb. Der folgende Abnehmer erhält Schafwollpellets ab 1 €/kg. Der Preis hängt von den anfallenden Kosten des Herstellungsprozesses ab. Wie in Kapitel 2.4.4.2 beschrieben, kann die Produktion sich arbeits- oder energieintensiv auszeichnen. Zweites wird gerade im Kontext der Energiekrise für teurere Substrate sorgen. Darüber hinaus spielen Transportkosten in Abhängigkeit der Distanz von Pellet Hersteller und Käufer eine wichtige Rolle. Die Schafwollpellets werden nun zu Granulat weiterverarbeitet, um dann vom Erdenhersteller zum finalen Produkt, schafwollbasierten Pflanzsubstraten, verarbeitet zu werden. Hier werden Kosten gespart, u.a. vermeidbare Transportkosten, indem Granulat- und Substraterdenherstellung in einem Betrieb oder zwischen zwei nahegelegenen Partnerbetrieben abgewickelt werden.

2350 Torfmoose (Pflanzenart: Sphagnum) können ebenfalls als Pflanzsubstrat dienen und gelten deswegen auf dem Torfersatzstoffmarkt als Alternative zur Schafwolle. Torfmoose als natürlich nachwachsender Rohstoff und in Deutschland heimische Pflanze adressieren ebenfalls den Nachhaltigkeitsaspekt.

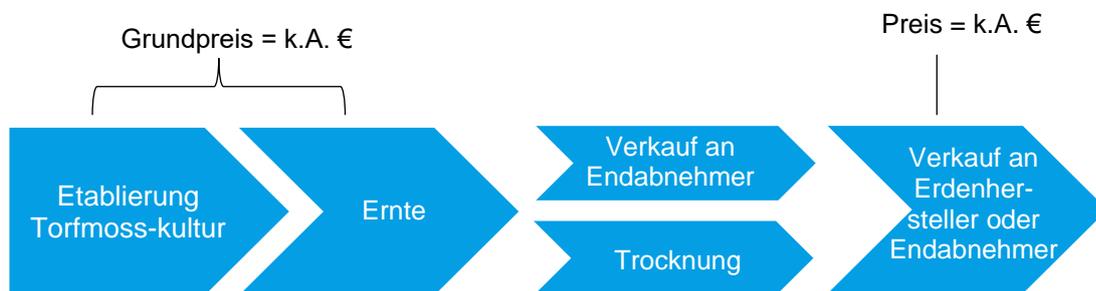


Abbildung 48: Wertschöpfungskette Torfmoos

2360 Torfmoos kann als Paludikultur auf Hochmoorstandorten in großen Mengen angebaut werden. Zur Pflege der Kultur ist lediglich ein dauerhafter Wasserstand von 2-10 cm unter der Torfmoosoberfläche erforderlich. Die Ernte findet alle 3-5 Jahre statt und es kann ein durchschnittlicher Ertrag von 2-8 t Trockenmasse je Hektar pro Jahr angenommen werden. Trockenmasse meint hier das Gewicht nach einem Abtropfvorgang, nicht das vollständig getrocknete Produkt. Für den Anbau benötigt man Wasser, vor allem in Trockenperioden. Ansonsten zeigt sich Sphagnum als pflegeleicht, was auch einen niedrigen Preis bewirkt. Nach der Ernte kann Torfmoos entweder direkt verkauft werden oder getrocknet werden. Durch die Trocknung wird das Erzeugnis länger haltbar, weswegen Torfmoos meist getrocknet wird. Getrocknetes Sphagnum wird an Erdenhersteller oder rein als Pflanzsubstrat verkauft.

2370 Torfmoos bedient aktuell nur einen Nischenmarkt, da am effizienten Anbau noch geforscht wird. „Die deutsche Nachfrage nach hochwertigem Weißtorf kann nachhaltig und klimaschonend durch 40.000 ha Torfmooskultivierung bedient werden. Allein in Niedersachsen, dem hochmoorreichsten Bundesland, gibt es ca. 100.000 ha Hochmoorgrünland (Greifswald Moor Centrum, 2022).“ Nach diesen Berechnungen zeige Torfmoos das Potenzial, den Weißtorfmarkt ersetzen zu können.

2380 Torfmoose und Schafwolle unterscheiden sich besonders im pH-Wert. Torfmoose haben einen geringen pH-Wert und können Böden sauer werden lassen. Schafschurwolle kann sich zudem durch den hohen Stickstoffgehalt in passenden Anwendungsfällen auszeichnen.

5.3.2.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Pflanzsubstrate / Torfersatzstoffe

2380 Die wichtigste Voraussetzung besteht in der Sauberkeit der Wolle. Wie auch im Bereich der Düngemittel, darf Schafwolle keine Krankheitserreger oder Samen unerwünschter Pflanzen und Schaderreger landwirtschaftlicher Kulturarten enthalten. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen und Richtlinien sind im Detail das Düngegesetz, Eichgesetz, Produkthaftungsgesetz, die Düngemittelverordnung und die EU-Öko-Verordnung. Aus diesen Gründen spielt die Hygienisierung eine wichtige Rolle. Nach Aussage einer Expert:in reicht die Hygienisierung zur Erfüllung beschriebener Anforderung aus. Das heißt, die Wolle muss keiner Waschung oder Kämmung unterzogen werden. Das ist preislich sehr vorteilhaft, da das Waschen wesentlich kostenaufwendiger ist (Expert:in, 2022). Dennoch bleiben Hygienisierungsmaßnahmen kostspielig, sie bewirken eine Verteuerung um etwa 285 % (siehe Abbildung 47).

Darüber hinaus kommt es zu einem Nährstoffverlust bei der Aufbereitung.

Zuletzt besteht auch hier eine preisliche Schwäche gegenüber Konkurrenzprodukten aus dem Ausland. Bei der Anwendung von Schafwolle als Pflanzsubstrat/ Torfersatzstoff muss die Eignung für die spezielle Anwendung geprüft werden. „Ein ganz wichtiger Nachteil von Schafwolle ist, dass sich diese zum Ende der Feldversuche im Gewicht um ca. 42 % reduziert hat. Dabei ändert sich natürlich auch die Porenvolumenzusammensetzung, welche auch bei anderen Anwendungen berücksichtigt werden muss (Expert:in, 2022).“ Wenn Torf als Pflanzsubstrat verwendet wird, tritt dieser Fall nicht ein, wodurch er sich in einem wesentlich breiteren Feld anwenden lässt.

2390

5.3.2.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereiche Pflanzsubstrate / Torfersatzstoffe

„Erwünscht sind im ökologischen Gartenbau biologisch aktive Substrate mit einem möglichst niedrigen Torfgehalt. Qualitätskomposte übernehmen hier eine tragende Rolle (IGZ / Uni Kassel, 2005).“ Das bedeutet eine Chance für schafwollbasierte Pflanzsubstrate bei Kunden aus den Bereichen Gewächshaus, Gemüseanbau, Sonder- und Kulturpflanzen. Wie auch Komposte sind Schafwoll-Pflanzsubstrate, Kreislaufprodukte und somit vergleichbar im Bereich der schnell nachwachsenden Substitute. Das regionale Image kann sich hier beständig gegen ausländische Konkurrenz zeigen. Speziell Gewächshäuser zeigen aufgrund der vorherrschenden Temperatur und Luftfeuchtigkeit ideale Bedingungen für den Einsatz von Wollgranulat. In der allgemeinen Marktsituation zeichnet sich eine stark steigende Nachfrage nach Torfersatzstoffen ab. Es handelt sich hier um eine jährliche Verdopplung des Absatzes. Außerdem stellen nur wenige Unternehmen schafwollbasierte Pflanzsubstrate im Haupterwerb und nur wenige weitere Betriebe im Nebenerwerb her. Dadurch ist die Wettbewerbssituation noch nicht stark ausgeprägt. Infolgedessen drückt keine angespannte Konkurrenzsituation den Preis, weswegen die steigende Nachfrage nach dem herkömmlichen Nachfrage–Angebot–Modell wirken kann.

2400

2410

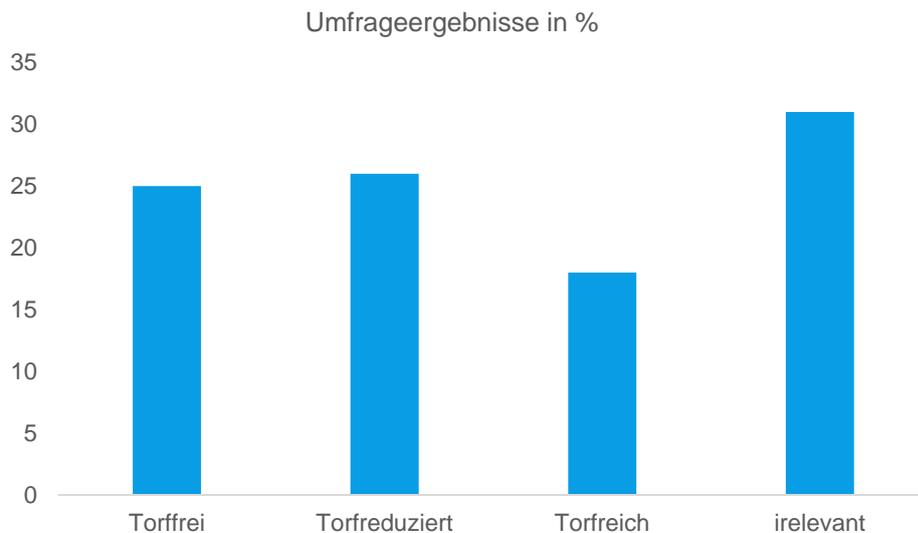


Abbildung 49: Befragung bezüglich Wahl von Pflanzsubstraten in % (Statista, 2022)

Abschließend lässt sich sagen, dass der Markt von Pflanzsubstraten im Gartenbau aktuell mit steigender Tendenz verortet ist. Wie Abbildung 49 zeigt, wählt eine knappe Mehrheit der Befragten torffreie bis torf reduzierte Pflanzsubstrate. Besagte 51 % der befragten Konsumenten ist bereits tendenzielle:r Käufer:in von schafwollbasierten Produkten im Bereich Gärtnerei bzw. Anbau. Des Weiteren sagten 31 % der Befragten aus, dass sie nicht auf die Inhalte ihrer Pflanzsubstrate achten. Diese Konsumentengruppe lässt sich als potenzielle Käufer kategorisieren. Abschließend ist jedoch zu sagen, dass die Menge der geeigneten deutschen Schafwolle nicht den Bedarf an Torfersatzstoffen in Deutschland decken kann. Schafwolle hat die Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen und abzugeben, was es ideal für die Verwendung als Substrat in Pflanzenbehältern und -töpfen macht. Es hilft, die Bewässerungsintervalle zu verlängern und die Pflanzen vor Staunässe und Schimmelbildung zu schützen. Schafwolle enthält Nährstoffe wie Stickstoff, Phosphor und Kalium, sowie Spurenelemente wie Kupfer, Zink und Mangan, die für das Wachstum und die Gesundheit der Pflanzen notwendig sind. Schafwolle ist pH-neutral und ein natürliches, biologisch abbaubares Produkt, das aus nachwachsenden Ressourcen hergestellt wird. Grundlegende Nachteile gegenüber den anderen

2420

Torfersatzstoffen liegen in den Kosten, der Verfügbarkeit, der Hygiene und der Handhabung der Schafschurwolle.

2430 **5.4 Bauwirtschaft und weitere Einsatzbereiche**

Der Begriff Bauwesen bezeichnet das Fachgebiet, das sich mit dem Bauen im engeren Sinne, d. h. mit der Gesamtheit der Vorgänge und Einrichtungen bei der Errichtung von Bauten (Bauwerken bzw. Bauliche Anlagen) auseinandersetzt. Im Rahmen der Analyse werden vor allem Baustoffe und deren Einsatzmöglichkeiten im Kontext nachwachsender Rohstoffe (explizit Schafschurwolle) untersucht. Die entsprechenden Eigenschaften der Stoffe bieten unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten. Im Kontext der Studie werden in erster Linie drei große Anwendungsfelder untersucht:

- Dämmstoffe
- Faserverbundstoffe
- Geotextilien

5.4.1 Dämmstoffe zum Einsatz an Bauteilen, Rohren und Akustik

Dämmstoffe umfassen Baumaterialien, die vorrangig für die Wärme- und / oder Schalldämmung in Gebäuden, Fahrzeugen, Rohren und anderem genutzt werden.

Klassifizierung

2450 Dämmstoffe werden aufgrund ihrer ursprünglichen Materialien in zwei Hauptgruppen unterteilt: Organische Dämmstoffe aus Kohlenstoffverbindungen und anorganische Dämmstoffe aus mineralischen Stoffen. Zusätzlich können diese beiden Kategorien, je nach Herkunft ihrer Rohstoffe in natürliche und synthetische Materialien eingeordnet werden, so dass sich insgesamt vier Gruppen ergeben:

Zusätzlich können diese beiden Kategorien je nach Herkunft ihrer Rohstoffe in natürliche und synthetische Materialien eingeordnet werden, sodass sich insgesamt vier Gruppen ergeben.

Organische, natürliche Dämmstoffe

2460 Die Rohstoffe für diese Kategorie sind nachwachsende Materialien wie beispielsweise Flachs, Holz, Hanf, Kork, Schafwolle, Schilfrohr, Stroh. Aus Schafwolle, Flachs und Hanf entstehen Faserdämmstoffe in in Form von Matten und Platten. Dämmprodukte aus Kork bestehen aus der Rinde von Korkeichen und müssen unter Wasserdampf zu Platten oder Granulat verarbeitet werden. Der Rohstoff Holz dient der Herstellung von Holzfasern, Holzwolle, Holzweichfaserplatten und Holzspänen. Zellulose dagegen besteht aus Altpapier und Brandschutzmittel, dieses Dämmmaterial wird überwiegend lose angeboten.

Organische, synthetische Dämmstoffe

2470 Zu dieser Gruppe gehört z.B. Polystyrol, das durch Polymerisation einer Kohlewasserstoffverbindung gewonnen wird. Je nach Herstellung entsteht daraus expandiertes Polystyrol (EPS), indem Polystyrolgranulat unter Wasserdampf aufgeschäumt wird oder extrudiertes Polystyrol (XPS), das mithilfe eines Treibmittels aufgeschäumt und dann zu Platten gepresst wird. Weitere Hartschaumplatten sind Polyurethan (PUR) und Phenolharz (PF). Weichschaumkunststoffe wie Polyethylen, Polyolefin und synthetischer Kautschuk sind thermoplastische Kunststoffe, die ebenfalls durch Polymerisation hergestellt werden.

Anorganische, natürliche Dämmstoffe

2480 Mineralien, Quarz und Ton gehören beispielsweise zu den anorganischen natürlichen Rohstoffen. Aus diesen werden Dämmstoffe wie Blähton, Blähperlit, Blähglimmer und Naturbims hergestellt, indem das jeweilige Ausgangsmaterial aufgebläht wird. Die entstandenen Körner kommen meist als Schüttungen zum Einsatz.

Anorganische, synthetische Dämmstoffe

2490

Dazu zählen Mineralfasern, wie Steinwolle und Glaswolle. Diese Dämmstoffe sind weich und formbar und werden meist als Matten verwendet. Steinwolle besteht vor allem aus Gesteinen wie Basalt, Diabas oder Dolomit, Glaswolle bis zu 70 % aus Altglas. Weitere Bestandteile sind Sand, Kalk, Bindemittel (Bakelit) und Mineralöl zur Staubbindung. Das Gestein bzw. Glas wird geschmolzen und zu feinen Fäden ausgezogen oder durch Düsen geblasen.

Ebenfalls in die Gruppe der anorganischen und synthetischen Dämmstoffe gehören Kalziumsilikat und Mineralschaum. Kalziumsilikat wird aus Kalk, Quarz und Porenbildnern mit Hilfe von Wasser und Druck zu Platten mit einer feinporigen offenen Struktur hergestellt. Mineralschaum dagegen besteht aus Quarz, Kalk und Wasser und wird als Platte weiterverarbeitet.

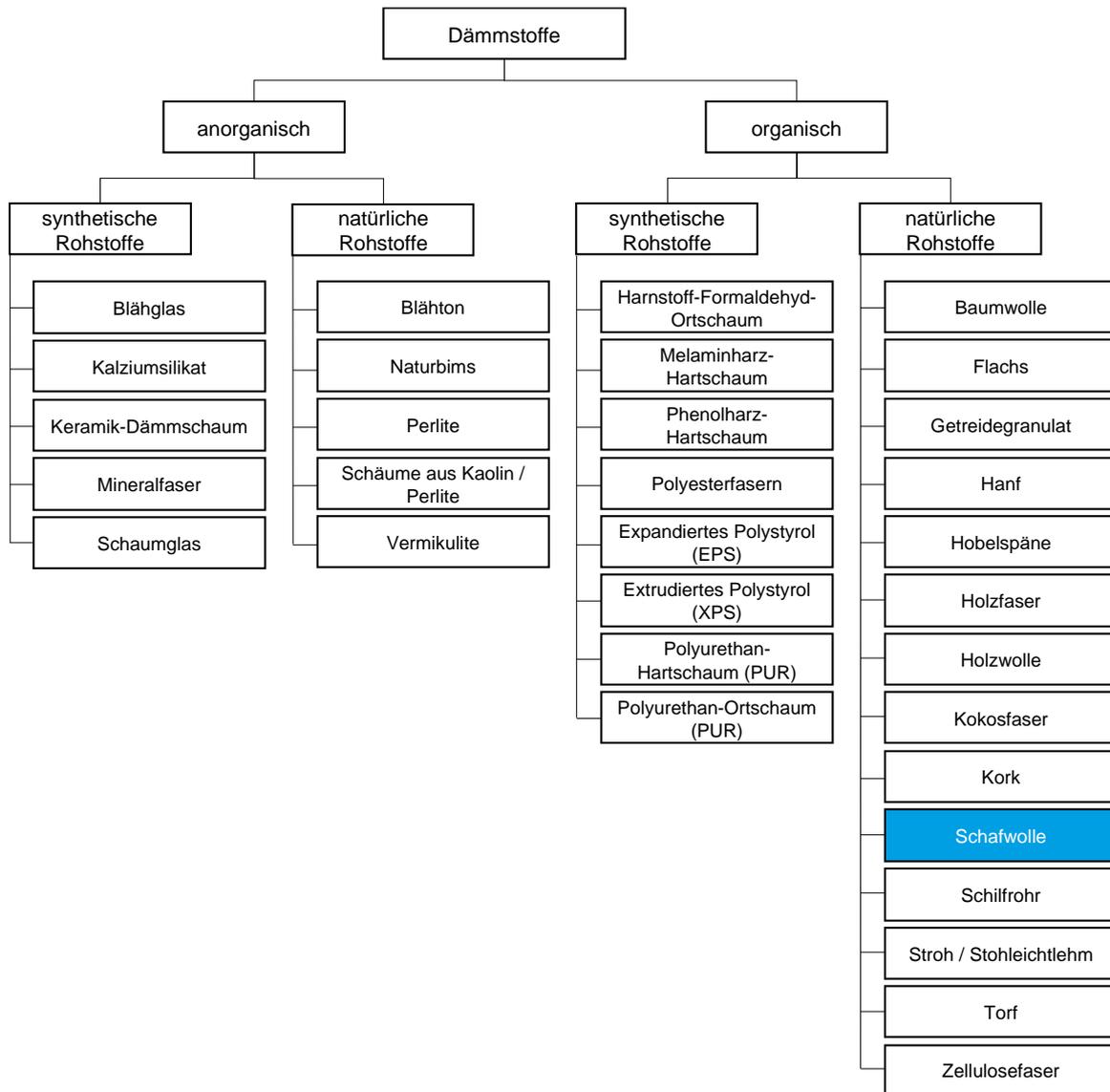


Abbildung 50: Arten von Dämmstoffen (unterteilt nach Rohstoffen) (Reyer & Schild, 2002)

2500

Funktionalität

Die Funktionalität von Dämmstoffen lässt sich in vier maßgebliche Bereiche einteilen, wobei die Funktionalitäten des eingesetzten Dämmstoffes auch mehrere Aufgaben gleichzeitig übernehmen kann.

Wärme

Die Wärmeleitfähigkeit λ (lambda) wird in der Einheit $W/(m \cdot K)$ (Watt pro Meter und Kelvin) angegeben. Sie gibt die Größe des Wärmestroms an, der pro Sekunde durch 1 m^2 einer 1 m dicken Schicht bei einer Temperaturdifferenz von 1 K übertragen wird. Typische Werte liegen zwischen $0,020$ und $0,070 \text{ W}/(m \cdot K)$. Je kleiner der Wert, desto besser die wärmedämmenden Eigenschaften.

2510

Bei den im Bauwesen verbreiteten mineralischen und organischen Stoffen hängt die Wärmeleitung vor allem davon ab, wie viele Poren und in welcher Größe und Verteilung sie diese besitzen.

Die meisten Dämmstoffe haben nach allen Richtungen dieselbe Wärmeleitfähigkeit. Einige sind jedoch so geschichtet, dass sie nur in einer Richtung eine besonders niedrige Wärmeleitfähigkeit besitzen. Diese dürfen dann auch nur in diese Richtung eingebaut werden.

Die Eigenschaften des eingesetzten Dämmstoffs ist dabei entscheidend für die Berechnung der Energieeffizienz eines Gebäudes.

Schall

2520 Für die Übertragung von Schall durch Bauteile hindurch sind vor allem die Masse, die Steifigkeit und der Schichtenaufbau des Bauteils relevant.

Bei mehrschaligen Bauteilen, wie z. B. Gipskarton-Wänden oder -Vorsatzschalen, lässt sich die Schallübertragung verringern, wenn im Hohlraum ein Dämmstoff eingebaut wird, der selbst weich ist und damit die Schwingungen nicht zwischen den angrenzenden Schichten weiterleitet

Einen Sonderfall stellt die Trittschalldämmung dar, die zwischen dem Estrich bzw. Fußbodenbelag und der Rohdecke eingebaut wird. Hier kommt es neben den Eigenschaften der Luftporen im Dämmstoff verstärkt darauf an, dass der Dämmstoff die Lasten auf dem Fußboden tragen kann, aber trotzdem die Schwingungen möglichst wenig in die Rohdecke überträgt. Geringere Werte sind besser, im Wohnungsbau sollten die Werte unter 30 MN/m³ liegen (Schafwolle hat ca. 50 MN/m³).

2530

Feuchte

Feuchte tritt in Form von flüssigem Wasser, auch aufgesogen in wasseraufnahmefähigen Stoffen, und in gasförmiger Form als Dampf bzw. Luftfeuchtigkeit auf, die auch in Poren von porösen Baustoffen vorhanden ist.

Der Feuchtegehalt eines Dämmstoffes hat Auswirkungen auf sein Dämmverhalten.

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen verhalten sich Feuchte gegenüber sehr gutmütig. Dank des Faseraufbaues wird die Elastizität und Formstabilität bei Feuchtigkeitsaufnahme kaum beeinträchtigt – ebenso wenig wie die Dämmeigenschaft (bis zu einem Gewichtsanteil von 16 % Wasser). Bei der Aufnahme von Feuchtigkeit vergrößert eine Schafwollämmung ihr Volumen und dämmt erwiesenermaßen zumindest gleich gut wie im trockenen Zustand. Der Grund: die außen wasserabstoßende und damit immer trockene Wollfaser puffert Feuchtigkeit in ihrem Faserinneren.

2540

Brandschutz

Alle gängigen Naturdämmstoffe werden in Deutschland, wie andere Bauprodukte auch, in Baustoffklassen eingeteilt. Sie sind entweder als normal entflammbar (B2) oder als schwer entflammbar (B1) eingestuft und somit für viele Anwendungsbereiche zugelassen.

Naturdämmstoffe sind nicht brennend abtropfend, wenig rauchbildend und die Brandintensität nimmt nicht durch schnelle Hohlraumbildung noch schlagartig zu. Vor allem aber vermeidet man die Entstehung extrem giftiger Rauchgase (Neroth & Vollenschaar, 2011).

2550

Der Markt der Dämmstoffe in Deutschland entwickelt sich seit Jahren stabil. Die Umsätze mit Dämmstoffen steigen dabei nachhaltig.

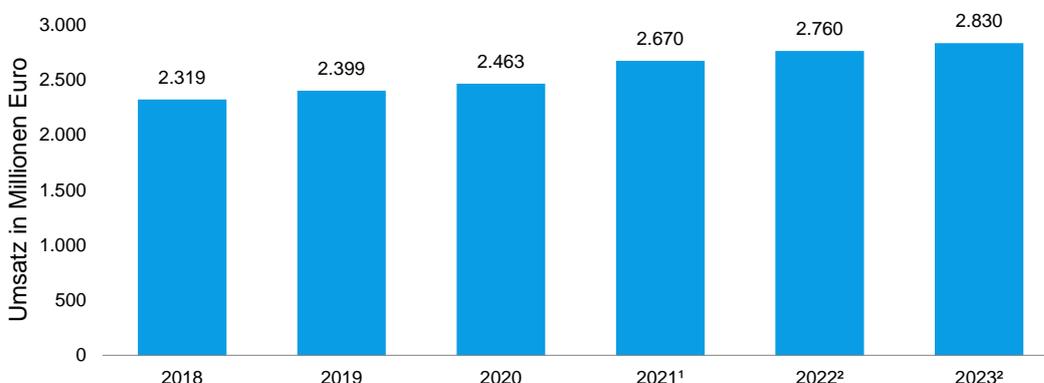


Abbildung 51 Umsatz mit Dämmstoffen in Deutschland in den Jahren 2018 – 2021 und Prognose bis 2023 in Millionen Euro (Statista, 2022)

Anorganische Dämmstoffe können zusätzlich zu ihrer Aufgabe als Wärmedämmmaterial auch den Brandschutz von Konstruktionen verbessern. Organische, synthetische Dämmstoffe können hingegen

- 2560 problematisch im Umgang mit dem Brandschutz sein. Ein Dämmstoff aus nachwachsenden Rohstoffen ist normal entflammbar, kann jedoch in Verbindung mit nichtbrennbaren Materialien (Gips, Lehm, etc.) eine Feuerschutzklasse von F30, F60 oder F90 erreichen. Die Anforderungen an das verwendete Material sind daher von entscheidender Rolle für den Einsatz der einzelnen Dämmstoffarten (Neroth & Vollenschaar, 2011).

5.4.1.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Dämmstoffe im baulichen Einsatz

- 2570 Auf dem Markt existiert eine Vielzahl an Dämmstoffen, besonders häufig werden heute mineralisch-synthetische Dämmstoffe wie Glaswolle oder Steinwolle und synthetische Dämmstoffe wie Styropor (EPS) oder PUR/PIR-Hartschaum verwendet. Inzwischen steigt aber auch die Nachfrage nach umweltverträglichen Dämmstoffen: ökologische Dämmstoffe wie zum Beispiel Holz-, Hanf- und Kokosfasern oder aber auch Schafwolle schützen nicht nur hervorragend vor Heizwärmeverlusten, diese Dämmmaterialien lassen sich am Ende ihrer Lebensdauer auch gut entsorgen beziehungsweise sogar recyceln.

Wesentliche, neben Schafwolle auf dem Markt etablierte Dämmstoffe sind nachfolgend aufgeführt:

Flachs und Hanf:

- 2580 Dämmstoffe aus Flachs und Hanf eignen sich als Dämmung im diffusionsoffenen Holzrahmenbau oder bei einem mehrschaligen Wandaufbau, zum Beispiel bei hinterlüfteten Vorhangfassaden. Flachs und Hanf gehören zur Gruppe der nachwachsenden Rohstoffe. Für den Brandschutz wird Flachs mit Borax oder Wasserglas, Hanf mit Soda behandelt. Formbeständig, schimmelresistent und insektensicher weisen beide Dämmstoffe eine gute Dämmleistung sowie eine gute Feuchtigkeitsregulierung auf.

Glasschaum-Schotter:

- 2590 Glasschaum-Schotter wird aus recyceltem Altglas hergestellt und ist Dämmstoff und Leichtschüttmaterial in einem. Es wirkt wärmedämmend, stabilisierend und kapillARBrechend und ist beständig gegen Alterung, Verrottung, Schrumpfung und Schädlingsbefall. Die vielen Hohlräume mit der darin eingeschlossenen Luft sorgen für eine hohe Dämm- und Schallschutzwirkung. Schaumglas ist ein aus silikatischem Glas durch Zugabe von Treibmitteln werksmäßig aufgeschäumter, geschlossenzelliger Dämmstoff.

Ausgangsmaterialien für die Herstellung sind Quarzsand, Dolomit sowie Calcium- und Natriumkarbonat; teilweise wird auch Altglas eingesetzt. Die Rohstoffe werden zu Glas geschmolzen und nach dem Abkühlen und Zerkleinern zu Glaspulver gemahlen. Diesem Pulver wird Kohlenstoff in fein verteilter Form zugemischt. Das Gemisch wird in speziellen Formen auf über 1000°C erhitzt; dabei oxidiert der Kohlenstoff unter Bildung von Gasblasen, wodurch der Aufschäumprozess ausgelöst wird. Aus den Blöcken werden dann Platten in den endgültigen Abmessungen geschnitten.

2600

Holzfasерplatten:

Dämmstoffe aus Holzfasern stellen einen ausgezeichneten Wärme- und Kälteschutz dar. Darüber hinaus ist das Material diffusionsoffen und wirkt feuchtigkeitsregulierend. Die besondere Faserstruktur der Holzfasерplatten schützt wirkungsvoll gegen Umgebungslärm. Mit Naturharzen oder Bitumen imprägniert, sind Holzfasерplatten auch in einer feuchtigkeitsbeständigen Varianten lieferbar. Mit Bitumen behandelte Platten sollten jedoch nicht in Innenräumen eingesetzt werden, da Schadstoffe ausgasen könnten.

Kalzium-Silikat-Platten:

- 2610 Kalzium-Silikat-Platten werden aus Quarzsand, Kalk oder Zellulosefaser hergestellt und bieten nur eine mittlere Dämmwirkung, dafür aber eine sehr gute Feuchtigkeitsregulierung. Aufgrund dessen kommen sie vorrangig als Innendämmung und in der Feuchte-Sanierung zum Einsatz. Formbeständig, wassersaugend und fäulnisfest ist Kalzium-Silikat ein äußerst alterungsbeständiger Dämmstoff.

Kork:

Im Gegensatz zu Holz ist Kork ein nur begrenzt vorhandener Rohstoff, der aus der Rinde der Korkeiche gewonnen wird. Feuchtigkeitsbeständig, langlebig und schimmelresistent eignet sich der natürliche Dämmstoff für die Einbindung in Verbundsysteme oder in hinterlüfteten Fassaden. Bauphysikalische

2620 Eigenschaften wie Wärmedämmwirkung, Feuchtigkeitsregulierung und sommerlicher Hitzeschutz lassen sich mit dem Prädikat gut bewerten.

Mineralwolle:

Als Mineralwolle werden Dämmstoffe aus Stein- oder Glaswolle bezeichnet. Sie besteht zu mindestens 90 Prozent aus mineralischen Rohstoffen wie Kalkstein, Sand, Zement, Feldspat, Dolomit, Basalt und Diabas sowie aus recyceltem Altglas. Mineralwolle ist vielseitig einsetzbar und vereint positive Materialeigenschaften wie Wärme- und Kälteschutz, Schalldämmung und Brandschutz. Außerdem ist Mineralwolle alterungsbeständig und problemlos zu verarbeiten. Zu beachten ist, dass Feuchtigkeit die Schutzwirkung des Dämmmaterials stark herabsetzt: Das fachgerechte Ausführen der Dämmarbeiten ist daher ein Muss! Der Dämmstoff wird als Klemmfilz oder Platte geliefert.

2630

Polystyrol:

Besser bekannt als Styropor, ist Polystyrol ein feuchtigkeitsbeständiger, preisgünstiger und unverrottbarer Kunststoff. Polystyrol besitzt gute Dämmeigenschaften und wird in einfach zu verarbeitenden Platten geliefert. Mit Zement gebunden wird es als Granulat auch in Schüttungen unter Estrichen eingesetzt, hat in dieser Form aber eine deutlich geringere Dämmleistung.

PUR/PIR-Hartschaum:

2640

Polyurethan-Hartschaum ist die Bezeichnung für eine Dämmstoff-Familie, die PUR- und PIR-Hartschäume miteinschließt. PUR/PIR-Hartschäume weisen gute Druckfestigkeitswerte auf, sind schimmel- und fäulnisresistent und geruchsneutral. Außerdem erfüllen Hartschäume die gesetzlich festgelegten Anforderungen an den Brandschutz.

Zellulose:

Lose Zelluloseflocken werden über einen Schlauch in die Hohl- und Zwischenräume von Dach und Fassade eingeblasen und verdichten sich dort zu einer passgenauen Wärmeschutzschicht. Um die Fasern aus recyceltem Zeitungspapier vor Schimmel, Schädlingen und Verrottung zu schützen, sind sie mit speziellen mineralischen Salzen behandelt, die sich darüber hinaus auch noch positiv auf den Brandschutz auswirken. Dämmstoffe aus Zellulose sind auch in Plattenform erhältlich.

2650

Die zuvor benannten Wärmedämmstoffe und Rohstoffe bringen jeweils unterschiedliche Eigenschaften mit, wobei die wichtigsten Eigenschaften die Wärmeleitfähigkeit und der Wasserdampfdiffusionswiderstand bilden.

Dämmstoff	Wärmeleitfähigkeit λ $W/(m \cdot K)$	Rohdichte ρ kg/m^3	Wasserdampfdiffusionswiderstand μ	Wärmekapazität c $J/kg \cdot K$	Materialkosten $€ / m^2$
Mineralwolle	0,035 – 0,050	20 – 150 (Glaswolle) 25 – 225 (Steinwolle)	1 – 2	840	10 – 30
Schaumglas	0,040 – 0,055	105 – 165	∞	840	110
Blähton	> 0,80	300 – 800	2 – 8	1.100	20 – 250
Calciumsilikat	0,040 – 0,070	200 – 290	2 – 6	1.000	30 – 80
Zellulose	0,040 – 0,045	25 – 90	1 – 2	1.900	6 – 13
Holzfasern	0,040 – 0,060	30 – 60 (Einblasware) 130 – 250 (Matten)	5 – 10	1.600 – 2.100	40 – 50
Flachs	0,040 – 0,050	40 – 50 (Einblasware) 20 – 40 (Matten)	1 – 2	1.500	8 – 50
Hanf	0,040 – 0,080	150 (Schäben) 20 – 40 (Matten)	1 – 2	1.500	10 – 30
Kokosfasern	0,045 – 0,050	70 – 110	1 – 2	1.500	35 – 55

Schafwolle	0,040 – 0,045	20 – 80	1 – 2	1.000	15 – 25
Polystyrol expandiert (EPS)	0,035 – 0,040	15 – 30	20 – 100	1.500	5 – 20
Polystyrol extrudiert (XPS)	0,030 – 0,040	20 – 50	80 – 250	1.500	5 – 30
Polyurethan (PUR)	0,025 – 0,040	30 – 80	30 – 100	1.400	10 – 20

Tabelle 18: Eigenschaften von Wärmedämmstoffen im Vergleich (Neroth & Vollenschaar, 2011) (Mühlbauer, 2023)

Wie bereits beschrieben stehen niedrigere Werte der Wärmeleitfähigkeit für bessere Wärmedämmeigenschaften.

Im Vergleich mit anderen Dämmmaterialien bewegt sich Schafwolle im Mittelfeld. Lediglich extrudiertes Polystyrol (XPS) und Polyurethan (PUR) weisen teils deutlich bessere Werte auf.

2660 Deutlicher zeigt sich ein Unterschied im Bereich des Wasserdampfdiffusionswiderstandes. Die Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl gibt an, um welchen Faktor das betreffende Material gegenüber Wasserdampf dichter ist als eine gleich dicke, ruhende Luftschicht. Je größer die Zahl ist, umso dampfdichter ist der Baustoff. Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl kann dabei keine Werte kleiner 1 annehmen.

Im Vergleich zu den zuvor aufgeführten Materialien ist erkennbar, dass Schafwolle einen sehr niedrigen Wert um 1 hat. Damit ist dieses Material offen für Wasserdampf bzw. bietet einen geringen Wasserdampfdiffusionswiderstand, welcher nur der Luft entspricht. Dies resultiert im Regelfall aus der Struktur des Materials, die zu einem hohen Anteil aus Luft besteht und nicht geschlossenzellig ist. Auch Mineralwolle, mit einem Wert von 1, ist absolut diffusionsoffen und muss im Regelfall, wenn sie raumseitig eingebaut wird, mit einer Dampfbremse geschützt werden.

2670 Gemäß der in Tabelle 18 aufgeführten durchschnittlichen Materialpreise der einzelnen Dämmmaterialien ist zu sehen, dass Schafwolle, preislich gesehen im Vergleich im unteren Mittelfeld zu finden ist. Damit ist Schafwolle aus betriebswirtschaftlicher Sicht wettbewerbsfähig.

Die Eigenschaften der Materialien geben einen bestimmten Einsatz vor und können je nach Verarbeitung in bestimmten Bauteilen, wie in der Tabelle 19 aufgeführt, eingesetzt werden.

Materialgruppe	Matten/Filze	Platten	Schüttungen / Stopfprodukte
Mineralische Dämmstoffe		Perlite Schaumglas Kalzium-Silikat Mineralschaum	Perlite Glimmerschiefer Blähgas-Granulat
Mineralische-Synthetische Dämmstoffe	Mineralfasern	Mineralfasern	Mineralfaserflocken
Synthetische Dämmstoffe	Polyester	Polystyrol (EPS/XPS) Polyurethan-Hartschaum (PUR)	
Pflanzliche Dämmstoffe	Flachs Hanf	Holzfasern Kork Schilf Altpapier	Altpapier Kork Baumwolle Holzspäne Holzfasern
Tierische Dämmstoffe	Schafwolle		Schafwolle

Tabelle 19: Lieferformen unterschiedlicher Materialgruppen

Die verschiedenen Materialgruppen eignen sich dabei nicht für alle Lieferformen. Im Wesentlichen finden sich Lieferformen unter Einsatz von Schafwolle im Bereich der Matten / Filze und Schüttungen.

Die Verwendung von Platten & Matten finden hauptsächlich Anwendung in den Bereichen Dämmung der Gebäudehülle, Dachdämmungen (flach und geneigt), Dämmung unter Estrich sowie von haustechnischen Anlagen (Lüftungskanäle, Heizungsrohre, etc.).

Klassische Faserdämmstoffe und Hauptkonkurrenten von Dämmstoffen aus Schafwolle sind Mineralfasern, i.d.R. bestehend aus Glaswolle oder Steinwolle.

Matten werden im Regelfall als Rollenware angeboten und sind mechanisch am Baukörper zu fixieren.

2690 Stopfdämmstoffe aus pflanzlichen und tierischen Rohstoffen werden hauptsächlich aus den Materialien Flachs, Hanf sowie Schafwolle hergestellt. Diesen finden meist nur als Ergänzung zu anderen Materialien Anwendung und dienen zur Verhinderung von etwaig entstehenden Wärmebrücken. Vor allem im Bereich der Altbausanierung finden diese Stoffe Anwendung.

Die entsprechende Verarbeitung und die Einsatzgebiete von Dämmstoffen unterliegen darüber hinaus speziellen Anforderungen, welche wiederum im Rahmen von Normen abgebildet sind. Maßgeblich entscheidend hierfür ist die DIN 4108-10:2021-11 „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe“ auf welche im Bereich *Voraussetzung und Anforderungen für Nutzung von Schafschurwolle* tiefer eingegangen wird.

2700 Bei der Dämmung erdberührter Bauteile (Perimeterbereich), oberhalb der Abdichtung eines Flachdaches und zur nachträglichen Kerndämmung von Außenmauerwerk sind NawaRo-Dämmprodukte in der Regel bauaufsichtlich nicht zugelassen.

Besonders gut eignen sich NawaRo-Dämmstoffe für die Wärmedämmung des Daches (Aufsparren-, Zwischensparren-, Untersparrendämmung), der obersten Geschossdecke sowie für die Dämmung hinterlüfteter Vorhangfassaden zur Außendämmung. Aufgrund ihrer günstigen bauphysikalischen Eigenschaften werden NawaRo-Dämmprodukte sehr gern für die Innendämmung eingesetzt und werden häufig in der Denkmalpflege verwendet.

2710 Abbildung 52 zeigt relevante Einbaubereiche von Dämmungen in Gebäuden zur Einordnung der Möglichkeiten.



Abbildung 52: Einbaubereiche von Dämmungen im Gebäude (Deutsche Umwelthilfe e.V., 2020)

2720 In Tabelle 20 wird gezeigt, welche Dämmstoffe häufig bei den verschiedenen Dämmmaßnahmen zum Einsatz kommen. Es handelt sich dabei um eine Auswahl typischer Anwendungen – weitere Dämmstoffe und auch weitere Dämmmaßnahmen sind durchaus möglich. Zu beachten ist immer, dass die Beschaffenheit des jeweiligen Gebäudes Lösungen erfordern kann, die von diesem Schema abweichen. Außerdem ist zu bedenken, dass vor Beginn der Dämmmaßnahme das komplette Dämmsystem und nicht nur der verwendete Dämmstoff gewählt werden muss. Theoretisch können

nachwachsende Rohstoffe in fast allen Bereichen der Dämmung eingebaut werden. Schafwoll-Dämmung eignet sich maßgeblich für die Auf- und Zwischensparrendämmung des Dachs, für Dachboden, Wände und die Außenfassade. Es ist jedoch zu beachten, dass die Dämmung vor eintretender Feuchtigkeit geschützt werden muss, um Schimmelbildung oder anderweitige negative Auswirkungen zu vermeiden.

Dämmstoffe		Dämmmaßnahmen					
		Steildach	Oberste Geschossdecke	Fassade außen	Fassade innen	Kellerdecke	
konventionell	Blähglas				x	x	
	Blähton		x				
	Calziumsilicat				x		
	Expandiertes Polystyrol (EPS)		x	x	x	x	
	Extrudiertes Polystyrol (XPS)	x				x	
	Mineralschaum-Dämmplatten			x	x	x	
	Mineralwolle (Glaswolle / Steinwolle)	x	x	x		x	
	Perlite und Dämmstoffe auf Perlitebasis		x		x	x	
	Phenolharzschaum PUR / PIR	x	x	x	x	x	
	nachwachsend	Hanf	x	x	x	x	x
		Holzweichfaser	x	x	x	x	x
		Holzwolle / Holzwolle-Leichtbauplatten		x		x	x
		Jute	x	x	x	x	x
		Kork				x	
Schafwolle		x				x	
Schilf				x	x		
Seegras		x	x	x	x	x	
Stroh		x	x	x	x	x	
Wiesengras-Zellulose		x	x	x	x	x	
Zellulose	x	x	x	x	x		

Tabelle 20: Einsatzgebiete von Dämmstoffen am Markt (Natürlich Dämmen, 2022)

2730 Schafschurwolle zeichnet sich durch verschiedene Eigenschaften aus, die gerade im Kontext von Dämmstoffen positive Auswirkungen haben.

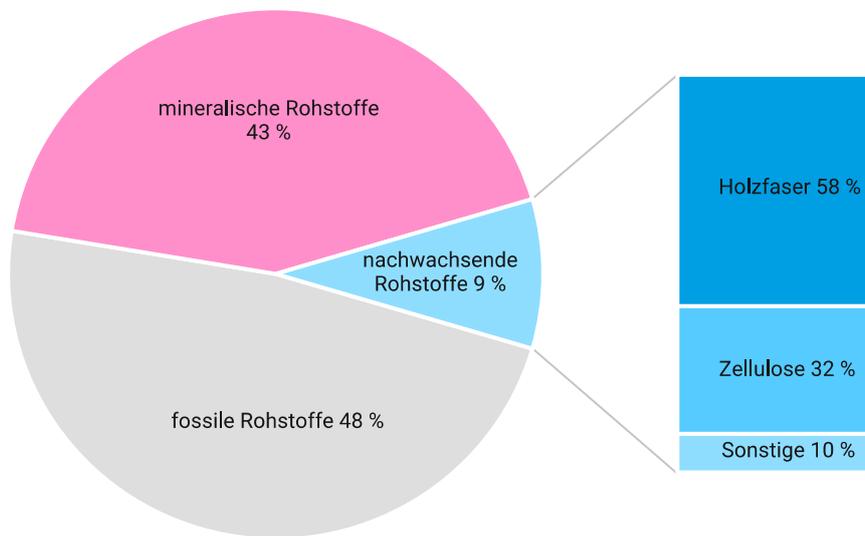
Die Oberfläche der Wollfasern setzt sich aus dachziegelartig angeordneten Schuppen zusammen, die von einer Wachsschicht umhüllt sind. Dies bewirkt ein wasserabweisendes Verhalten. Darunter sind die Fasern jedoch stark hygroskopisch, somit kann Schafwolle bis zu 33 % des Eigengewichts an Feuchtigkeit aufnehmen, im Faserinneren binden und wieder abgeben. Eine Dämmwirkung ist, aufgrund eines hohen Lufteinschlusses der Faserzwischenräume, auch im feuchten Zustand gegeben, wodurch eine gute klimaregulierende Wirkung in Innenräumen einsetzt. Gerade im Kontext von Schimmelbildungen ist dies als positiver Effekt zu vermerken.

2740 Eine herauszustellende Besonderheit der Schafwolle ist ihr Abbauvermögen von Gerüchen und Luftschaftstoffen. Dies beruht auf dem Eiweißprotein Keratin, aus dem die Wolle zu ca. 97 % besteht. Durch die Reaktion der Aminosäuren können Luftschaftstoffe (z.B. Formaldehyd oder Ozon) dauerhaft gebunden werden. Somit eignet sich Schafwolle besonders bei der Sanierung von formaldehydbelasteten Innenräumen und auch zu Präventionsmaßnahmen in Neubauten.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt bildet Schafwolle als Dämmstoffe ein Nischenprodukt. Zwar steigt das Interesse an nachwachsenden Rohstoffen von Bauherren in Deutschland nachweislich, der Anteil am gesamten Markt ist aber dennoch gering.

2750

Gemäß einer Datenerhebung der Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V. aus dem Jahr 2020 liegt der Anteil der nachwachsenden Rohstoffe am gesamten Dämmstoffvolumen im Jahr 2019 bei rund 9 %. Innerhalb des Anteils an nachwachsenden Rohstoffen nehmen Holzfasern (58 %) und Zellulose (32 %) den größten Anteil ein. Unter den 10 % sonstigen nachwachsenden Rohstoffen befindet sich Schafwolle zusammen mit Hanf und Flachs. Der Anteil an nachwachsenden Rohstoffen stieg im Vergleich zu 2011 um 2 % (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2022). Hauptgründe für die Wahl von ökologischen Dämmstoffen sind die guten Auswirkungen auf die Gesundheit (78 %), Umweltschutz (68 %), ein besserer Hitzeschutz (65 %), eine gute Dämmleistung (36 %) sowie die einfache Verarbeitung (32 %) (Deutsche Umwelthilfe e.V., 2020).



2760

Abbildung 53: Verteilung der Rohstoffe im Bereich Dämmstoffe im Jahr 2019 (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2022)

Der Großteil der nachwachsenden Rohstoffe wird für Plattendämmungen verwendet. Mit einem Anteil von 1,8 Mio. m³ nimmt dies über 52 % aller Dämmstoffarten ein.

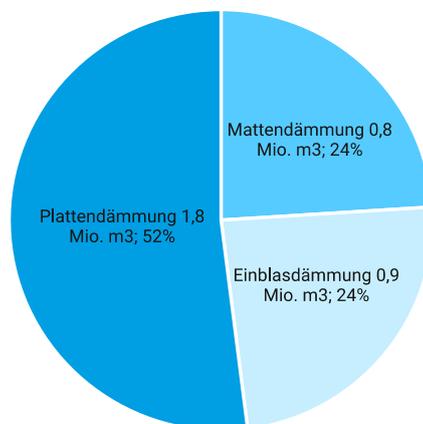


Abbildung 54: Verteilung nachwachsende Rohstoffe nach Dämmarten im Jahr 2019 (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2022)

2770

Neben den klassischen Anwendungsgebieten von Dämmstoffen konnte im Rahmen der Studie noch ein weiteres Anwendungsbeispiel identifiziert werden. Das Schweizer Unternehmen Gasser Ceramic nutzt die Eigenschaften der Schafwolle und verbindet diese mit dem Material Ton. Als monolithisches Mauerwerkssystem wird der Dämmstoff in den Mauerwerksziegel integriert. Die verwendete Schafwolle verbessert somit die Wärmedämmeigenschaften des Ziegels als guter Hitzeschutz im Sommer und als Wärmespeicher im Winter.

Der Backstein fungiert als kombiniertes Tragsystem, Wärmedämmung, Brandschutz und Schallschutz und sorgt dank der diffusionsoffenen Materialien für einen Feuchteausgleich und ein gutes Raumklima (Gasser Ceramic, 2022).

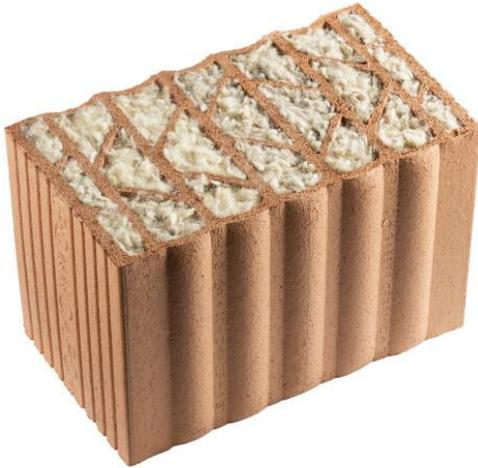


Abbildung 55: Beispielhafte Darstellung des Capo 425 LANA-Ziegel der Firma Gasser Ceramic (Gasser Ceramic, 2022)

2780

Die Kombination aus Materialien wie im oben benannten Fall beschrieben, bietet die Möglichkeit der effizienteren Nutzung von Baumaterialien und zur Einsparung von etwaigen zusätzlichen Materialien. Auf Grund der Kombination werden dennoch entsprechende Werte erreicht, wie in der Tabelle 21 und Tabelle 22 zu sehen ist.

In der Tabelle 21 sind verschiedene Steinarten im Vergleich zu Ihren Wärmeleitfähigkeiten und durchschnittlichen Kosten aufgezeigt, welche im Rahmen von Mauerwerksausbildungen verwendet werden.

Steinart	Wärmeleitfähigkeit λ $W/(m \cdot K)$	ca. Kosten in EUR pro m ²
Vollklinker, Hochlochklinker, Keramikklinker	0,81 bis 1,40	50 – 70
Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel	0,50 – 1,40	40
Hochlochziegel HLzA und HLzB	0,27 – 0,45	15 – 18
Hochlochziegel HLzW	0,19 – 0,29	45 – 50
Kalksandstein	0,50 - 1,80	15 – 30
Porenbeton-Plansteine	0,11 – 0,25	50 – 55
Betonsteine	0,20 – 0,99	25 – 35
Capo 425 Lana	0,065	k.A.

Tabelle 21: Wärmeleitfähigkeit verschiedener Steinarten im Vergleich (Kostencheck, 2022)

Konstruktion	Baujahr	Bauteilaufbau	U-Wert ($W / m^2 K$)
Mauerwerk, monolithisch,	Vor 1918	36,5 cm Vollziegel geputzt	1,65
Fachwerk	Vor 1918	16 cm Holzständer Gefach, Lehmputz	1,66
Mauerwerk, monolithisch	1947 – 78	38 cm Bimshohlblocksteine, verputzt	1,14
Mauerwerk, 2-schalig	1969 – 78	24 cm Hochlochziegel, 6 cm Luftschicht, 11,5 cm Vormauerschale, innen verputzt	1,01
Mauerwerk, verkleidet	1969 – 78	24 cm Kalksand-Lochstein, 3 cm Dämmung, verputzt / Vorhangfassade	0,78
Mauerwerk, gedämmt*	saniert	36,5 cm Hochlochziegel, 12 cm Dämmung, verputzt	0,24
Mauerwerk, gedämmt*	saniert	36,5 cm Vollziegel, 16 cm Dämmung, verputzt	0,22
Einsteinmauerwerk (Capo 425 Lana)	2021	36,5 cm Hochlochziegel, verputzt	0,147

Tabelle 22: Konstruktionsvergleiche von Mauerwerken

2800 In der Tabelle 22 wird ein Vergleich zwischen gängigen Mauerwerkskonstruktionen im Kontext des Aufbaus und des erreichbaren U-Wertes gezogen. Herauszustellen ist, dass das System der Firma Gasser Ceramic einen sehr guten U-Wert erreicht. Mit Hilfe der Kombination aus Mauerwerksziegel und eingelassener Schafwolle können durchaus beachtliche Dämmwerte erreicht werden. Nach Aussage der Firma Gasser Ceramic, kann so auf weitere Dämmstoffe und damit mögliche anfallende Revisionen verzichtet werden. Aktuell ist das Produkt auf dem Schweizer Markt zum Patent angemeldet und wird hier vorrangig vertrieben. Die Verwendung eines Ziegelsteins als Bauprodukt auf dem deutschen Markt umfasst die Erfüllung von 4 wesentlichen Anforderungen (Wärmeschutz, Schallschutz, Brandschutz und Statik). Alle 4 Anforderungen werden durch den Capo Lana erfüllt: (U-Wert: 0,147 W/m², Feuerwiderstandsdauer REI: 240 Minuten, Schallschutz: 46 db, Elastizitätsmodul: 3,6 kN/mm²).

2810 Auch im Bereich des Holzrahmenbaus ergeben sich für nachwachsende Rohstoffe, explizit für Schafwolle interessante Anwendungsfelder. Die Auswahl von Dämmstoffen für Holzkonstruktionen ist eine anspruchsvolle Angelegenheit, wenn man nicht auf rundum dokumentierte Gesamtsysteme zugreift, die manche Zulieferer entwickelt haben und zur Verfügung stellen. Beim Holzrahmenbau - oder auch Skelettbau genannt - spielt Dämmung eine sehr große Rolle. Wände, Böden und Dächer bestehen hierbei aus einem offenen Holzrahmenwerk, das sich problemlos mit Dämmstoffen auffüllen lässt. Nur so können Skelettbauten bzw. Holzrahmenbauten perfekt isoliert werden, die Vorgaben zur Energieeffizienz erfüllen und ein angenehmes Raumklima etablieren - sowohl im Sommer als auch im Winter.

2820 Schafwolle als Dämmung bei Holzbauten ergänzt ideal die Vorteile von Holz, da sie durch ihre feuchtigkeitsregulierenden Eigenschaften das diffusionsoffene Bauen unterstützt. Trotz überzeugenden Eigenschaften hat sich der Dämmstoff noch nicht vollständig durchgesetzt. Als wesentlichen Grund hierfür wird die Anfälligkeit für Motten gesehen. Wie unter der Infobox zum Thema Mottenschutz aufgeführt können jedoch Produkte wie das biozidfreie Mottenschutzmittel der Firma Isolena diesem entgegenwirken. Lange galt auch die Verarbeitung der Schafwolle in Dämmstoffe als aufwendig, diese wurden mittlerweile wesentlich vereinfacht und wird von vielen Handwerkern geschätzt, nicht zuletzt auch wegen des nicht gesundheitsbeeinträchtigenden Staubs.

Rohrisolierungen

2830 Inzwischen hat sich Schafwolle auch im Bereich der technischen Dämmungen, etwa bei Kühlanlagen, Schall- oder Rohrdämmungen bewährt. Bei Neubauten oder der Sanierung eines Altbaus müssen Heizungsrohre isoliert werden. Die richtige Rohrisolierung kann einen entscheidenden Einfluss auf Energiekosten und -effizienz im Gebäude haben. Heizungs- und Warmwasserrohre brauchen gerade im Winter einen Schutz vor dem Auskühlen. Schlecht isolierte Rohre verschwenden nicht nur wertvolle Wärmeenergie, sondern es dauert aufgrund der Verluste auch deutlich länger, bis innerhalb des Hauses oder der Wohnung die erwünschte Wärmewirkung erzielt wird. Rohrisolierungen können Wärmeverluste um bis zu 70 Prozent reduzieren. In den Sommermonaten hingegen entsteht bei Kaltwasserrohren Schwitzgefahr und sie können erwärmt sogar Lebensraum für Legionellen bieten. Über die zentrale Wasserversorgung können Legionellen in die Trinkwasserleitung gelangen und lösen so bei ca. 10.000 Menschen im Jahr eine Lungenentzündung aus. Eine fachgerechte, schwitzwasser verhindernde Rohrisolierung beugt hier vor.

2840 Rohrleitungen müssen nach den Vorgaben des Gebäudeenergiegesetzes (GEG) gedämmt werden. „Im neuen „Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG)“ werden das Energieeinsparungsgesetz (EnEG), die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmeengesetz (EEWärmeG) zusammengeführt. Das GEG trat am 1. November 2020 in Kraft.

2850 Das primäre Ziel des GEG ist ein möglichst sparsamer Einsatz von Energie in Gebäuden und die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom für den Gebäudebetrieb (§ 1 Abs. 1). Der öffentlichen Hand soll dabei eine Vorbildfunktion zukommen (§ 4). Unter der Prämisse der Wirtschaftlichkeit (§ 5) sollen die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer durch die eintretenden Einsparungen erwirtschaftet werden können. Der Grundsatz der Wirtschaftlichkeit gilt für sämtliche Anforderungen und Pflichten, die das GEG mit sich bringt. So wird das aktuell geltende Anforderungsniveau für Neubauten und Sanierung zunächst nicht weiter verschärft und der Endenergiebedarf eines Neubaus liegt nach dem GEG weiterhin bei 45 bis 60 Kilowattstunden pro Quadratmeter Nutzfläche. Gleichzeitig 2023 wird jedoch eine Überprüfung der energetischen Anforderungen für Neubau und Bestand im Jahr 2023 gefordert (Störkmann, 2023).“

2860 Maßgeblich werden aktuell Mineralwolle, Kunststoffe sowie Kautschuk zur Rohrisolierung verwendet. Rohrisolierungen aus Mineralwolle eignen sich sehr gut für wärmeführende Leitungen: die Wolle wird in Rohrform gepresst und anschließend mit Aluminium überzogen. Wie auch bei einer Kunststoffdämmung, sind die Schläuche nicht biegsam und lassen sich deshalb nicht überall verbauen. Rohrisolierungen aus Mineralwolle sind nicht brennbar und halten hohen Temperaturen bis 250 Grad Celsius stand. Damit eignet sich Mineralwolle als Dämmmaterial für Solaranlagen und Hausisolierungen. Zwar sind die Kosten für Rohrisolierungen aus Mineralwolle etwas höher als Isolierungen aus Kunststoff. Überzeugend ist jedoch die deutlich bessere Qualität, da das Dämmmaterial sehr hitzebeständig und nicht brennbar ist.

2870 Eine Kunststoff-Isolierung, aus Polyethylen (PE) oder Polyurethan (PUR), ist das günstigste Material für Rohrisolierungen. Nachteilig ist jedoch die geringere Temperaturbeständigkeit und damit die teils eingeschränkte Eignung. Leitungen von Solarthermieanlagen beispielsweise werden mit bis zu 160 Grad Celsius besonders heiß und können damit nicht isoliert werden. Am häufigsten werden Rohrisolierungen aus Kunststoff verwendet, wenn die Rohrleitungen leicht zugänglich sind und nicht im Hochtemperaturbereich liegen. Die Schläuche sind mit Schlitten vorgearbeitet und haben eine selbstklebende Folie, so muss der Schlauch nur noch über das Rohr gestülpt und mit der Schutzfolie versiegelt werden.

2880 Etwas teurer im Preis, bieten Rohrisolierungen aus Kautschuk einige Vorteile: Die geschlossenzellige Synthetik-Kautschukmischung ist sehr flexibel und eignet sich deshalb besonders gut für verwinkelte Isolierteile, Ecken und Wendungen. Zudem ist eine Kautschukisolierung schwer entflammbar, sodass auch Solarleitungen damit isoliert werden können. Kautschuk-Rohrisolierungen haben zusätzlich einen antimikrobiellen Schutz, womit Schweißwasserbildung effektiv verhindert wird. Somit eignen sie sich auch für den Einsatz in öffentlichen Gebäuden und verfahrenstechnischen Anlagen (Isotec Isolierungen, 2022). Offenzellige Dämmstoffe unterliegen maßgeblich der Gefahr der Durchfeuchtung, insofern Wasserdampf in die Dämmschicht eindringt. Dies kann zu einer Verschlechterung der Dämmeigenschaften führen. Der Einsatz von Kautschuk als geschlossenzelligen Stoff führt zu einer Erhöhung des Wasserdampfdiffusionswiderstands und verhindert somit die Bildung von Schweißwasser und Korrosion. Dies wiederum verhindert die Ansiedlung von Bakterien und die Bildung von Legionellen (Sanitär.Heizung.Klima, 2017).

2890 Durch seine technischen Eigenschaften kann Schafwolle durchaus als Konkurrenzprodukt zu den drei hauptsächlich etablierten Materialien punkten. Mit einer Zündtemperatur von ca. 560 °C ist Schafwolle nur schwer entflammbar. Da keine flammenhemmende Substanz beigemischt werden muss, gibt die Schafwolle keine giftigen Gase ab. Das Material weist eine Hitzebeständigkeit bis maximal 180 °C auf. Hitzebeständig beschreibt dabei ein Material oder eine Substanz, die eine hohe Wärmebeständigkeit aufweist und daher bei hohen Temperaturen nicht beschädigt wird oder seine Eigenschaften verändert. Schwer entflammbar beschreibt ein Material oder eine Substanz, die schwer in Brand gerät und das Feuer nur schwer aufnimmt. Ein Material kann also hitzebeständig sein, aber trotzdem leicht entflammbar oder umgekehrt. Eine Substanz oder Material kann beides sein oder auch keins von beidem.

Schafwolle kann als Dämmung von Rohrleitungen verwendet werden, indem sie als Isolierteile um die Rohrleitungen herum aufgebracht wird. Als natürlicher und umweltfreundlicher Dämmstoff hat es hervorragende Isolationseigenschaften und ist auch feuerresistent, was es zu einer sicheren Wahl für die Isolation von Rohrleitungen in Gebäuden macht. Die wesentlichen Vorteile als Dämmmaterial für Rohrleitungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 2900
- Natürliches Material: Schafwolle ist ein natürliches Material, das aus der Wolle von Schafen gewonnen wird und somit eine umweltfreundliche Wahl darstellt.
 - Hohe Isolationseigenschaft: Schafwolle hat hervorragende Isolationseigenschaften und hilft dabei, Wärmeverluste zu minimieren und die Effizienz der Heiz- und Kühlsysteme zu verbessern.
 - Feuerresistent: Schafwolle ist feuerresistent und bietet somit eine zusätzliche Sicherheit für Gebäude.
 - Langlebigkeit: Schafwolle hat eine lange Lebensdauer und ist langlebig, was es zu einer kosteneffizienten Wahl für die Dämmung von Rohrleitungen macht.
 - Einfache Verarbeitung: Schafwolle ist einfach zu verarbeiten und kann in Form von Matten oder Rollen erworben werden, was die Installation erleichtert.

2910 Es gibt einige verschiedene Arten von Schafwoll-Rohrleitungsdämmungen, die sich in ihrer Form und ihrer Art der Anwendung unterscheiden. Einige Beispiele sind:

- Rohrleitungsdämmungen in Form von Dämmmatten: Diese Matten bestehen aus Schafwolle und sind in verschiedenen Dicken erhältlich. Sie können einfach um die Rohrleitungen herumgelegt und mit einem speziellen Bindemittel fixiert werden.
- Rohrleitungsdämmungen in Form von Dämmplatten: Diese Platten bestehen ebenfalls aus Schafwolle und sind in verschiedenen Dicken erhältlich. Sie können einfach um die Rohrleitungen herumgelegt und mit einem speziellen Bindemittel fixiert werden.
- 2920 • Rohrleitungsdämmungen in Form von Schläuchen: Diese Schläuche bestehen aus Schafwolle und sind in verschiedenen Durchmessern erhältlich. Sie können einfach über die Rohrleitungen gestülpt werden.
- Rohrleitungsdämmungen in Form von Wickeln: Diese Wickel bestehen aus Schafwolle und sind in verschiedenen Dicken erhältlich. Sie können einfach um die Rohrleitungen herumgewickelt werden.

Im Vergleich zu Kunststoff-Isolierungen aus Polyethylen (PE) oder Polyurethan (PUR) kann Schafwolle vor allem im Bezug der Hitzebeständigkeit und Entflammbarkeit punkten, weshalb es als Rohrisolierung bei heißen Rohren Verwendung finden kann.

2930

Dämmstoffe für den Schallschutz

Bei Schallschutzmaßnahmen muss unterschieden werden, ob sich Schallquelle und Hörer in demselben Raum oder in verschiedenen Räumen befinden. Im erstgenannten Fall wird der Schallschutz durch Schallabsorption, im zweiten Fall hauptsächlich durch Schalldämmung erreicht.

Schallabsorption:

Bei der Schallabsorption (auch als „Schallschluckung“ bezeichnet) wird die in das Bauteil eindringende Schallenergie durch Reibung in Wärme umgewandelt. Dabei ist der Absorptionsgrad umso höher, je größer die äquivalente Schallabsorptionsfläche ist. Deshalb absorbieren offenporige Stoffe, z. B. Faserdämmstoffe, den Schall stärker als geschlossen porige Materialien wie bestimmte Schaumkunststoffe. Der Absorptionsgrad ist stark von der Frequenz abhängig.

2940

Das Absorptionsverhalten von Dämmstoffen wird im Wesentlichen von den drei Parametern offene Porosität, Strukturfaktor und Strömungswiderstand bestimmt.

Als offene Porosität bezeichnet man den Anteil der offenen und untereinander verbundenen Poren am Gesamtvolumen der Dämmschicht. Eine gute schallabsorbierende Wirkung wird bereits ab einer offenen Porosität von 50 Vol.-% erzielt; dieser Wert wird von praktisch allen Dämmstoffen erreicht. Bei Materialien mit besonders guten schallabsorbierenden Eigenschaften wie z. B. Mineralwolle oder offenporigen Schaumstoffen beträgt die Porosität > 90 Vol.-%. Nicht nur der Porenraum, sondern auch die Porengeometrie spielt für die Schallabsorption eine wichtige Rolle. Durchgehende gerade Porenkanäle sind günstiger als stark verzweigte Porensysteme mit Sackporen.

2950

Der Strukturfaktor ist definiert als das Verhältnis des offenen Porenraums, zu dem am Absorptionsvorgang beteiligten, wirksamen Porenvolumen. Die Werte liegen für die am häufigsten in der Praxis verwendeten Dämmstoffe zwischen 1,0 und 2,0. Durch Materialien mit hohen Strukturfaktoren (einige Schaumkunststoffe weisen Werte bis 10 auf) wird keine Verbesserung der Schallabsorption erreicht.

Der spezifische Strömungswiderstand ist das Verhältnis der Druckdifferenz vor und hinter einer Materialschicht zur Geschwindigkeit der durchströmenden Luft; er wird in Pa·s/m angegeben. Das entsprechende Prüfverfahren wird in der DIN EN 29053 beschrieben. Ist der spezifische Strömungswiderstand sehr groß, kann der Schall nicht ausreichend tief in das Material eindringen, d. h. der Schall wird zum Großteil reflektiert. Ist der spezifische Strömungswiderstand hingegen sehr niedrig, so durchdringt der Schall die Dämmschicht und wird von der dahinterliegenden Oberfläche reflektiert. Der spezifische Strömungswiderstand steigt mit zunehmender Schichtdicke an. Als Materialkenngröße wird daher der längenbezogene Strömungswiderstand (= Quotient aus spezifischem Strömungswiderstand und Schichtdicke) gebildet; er wird in der Einheit Pa·s/m (auch N·s/m³) angegeben. Der optimale Wert liegt im Bereich zwischen 5 und 50 kPa·s/m.

2960

Neben den o. g. Strukturfaktoren spielt die Dämmstoffdicke eine wesentliche Rolle.

Zum Zwecke der Schallabsorption werden oft so genannte Akustikplatten verwendet, die mit Abstand montiert oder direkt auf dem Untergrund aufgeklebt werden. Schallschluckmaterialien in loser Form oder als Matten können ebenfalls eingesetzt werden; sie werden meist hinter einer gelochten Abdeckung (Holz, Hartfaserplatten, Blech usw.) eingebaut. Durch einen zusätzlichen Oberflächenschutz (Rieselschutz) muss gewährleistet sein, dass keine Fasern in die Raumluft gelangen können.

2970

Trittschalldämmung

Die Wirkung von Dämmstoffen für die Trittschalldämmung beruht darauf, dass die beim Begehen erzeugte Stoßenergie von der elastischen Dämmschicht abgefangen und nicht in die Unterkonstruktion weitergeleitet wird. Kenngröße für dieses Federungsvermögen der Dämmschicht ist ihre dynamische Steifigkeit s' .

2980 Die Größe von s' hängt vom verwendeten Material und von der Dämmstoffdicke ab. Maßgebend ist die Dicke im eingebauten Zustand. Je geringer die dynamische Steifigkeit, desto höher ist das Federungsvermögen der Dämmschicht und desto besser ist die Trittschalldämmung.

Als Dämmstoffe für Trittschalldämmungen kommen überwiegend Mineralwolle und Polystyrol-Hartschaum (EPS) zum Einsatz (Neroth & Vollenschaar, 2011).

Dämmstoff	Dicke im eingebauten Zustand [mm]	Dynamische Steifigkeit s' [MN/m ³]
Mineralfaserplatten	10	15
	20	8
Polystyrol-Schaumstoffplatten Normal steif	20	80
	Elastifiziert 30	10
Polyethylen-Schaumstoffmatten	5	60
Poröse Holzfaserplatten Normalsteife Ausführung (250 kg/m ³)	22	120
	Extraporöse Platten (160 kg/m ³)	40
Holzwolle-Leichtbauplatten	25	200
Korkplatten	12	500
Wellpappe aus Wollfilz	2,5	180
Sandschüttung	25	300
Korkschrotschüttung	20	80

Tabelle 23: Dynamische Steifigkeit verschiedener Dämmschichten für schwimmende Estriche

5.4.1.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

2990 Dämmmaterialien aus Schafwolle sind in Form von Matten, Filzen und Stopfmaterial mit oder ohne Beimengung von Kunstfasern (aus Polyester oder Polylactiden) erhältlich. Letztere dienen der Herstellung eigensteifer Bahnen und Matten, die einfach zu verarbeiten sind.

Entsprechende Preise und Angebote der einzelnen Produkte wurde bereits zuvor und in der Tabelle 18 aufgezeigt.

3000 Die angebotene Wolle stammt derzeit nahezu ausschließlich aus Europa, wo sie in ausreichenden Mengen zur Verfügung steht. Nach dem Scheren wird sie gewaschen und entfettet, anschließend ein langlebiger Mottenschutz aufgebracht. Dieser ist notwendig, da Schafwolle anfällig ist für Motten- und Käferlarvenfraß. Der Einsatz des chemischen Mottenschutzmittels Thorlan IW ist in Europa inzwischen verboten. Anstelle der gesundheitlich bedenklichen Pyrethroide, Borsalze oder dem in der EU nicht mehr zugelassenen Mittin FF werden heute dauerhafte und gesundheitsverträgliche Produkte eingesetzt (vgl. hierzu Infobox Mottenschutzmittel, Seite 21). Die gekaufte und mit Mottenschutz behandelte Schafwolle wird im nächsten Arbeitsschritt zu Einzelfasern aufgelöst, die dann zu dünnen Vliesen verarbeitet werden. Nachfolgend werden die Vliese übereinandergeschichtet, bis das notwendige Gewicht je Quadratmeter erreicht ist. Das kann mechanisch durch Vernadeln geschehen oder durch die thermische Verfestigung mit Kunstfasern in einem Ofen. Bei der Herstellung anfallende Feinwolle kann als Stopfwolle oder für Dichtungszöpfe verwendet werden. Der Zuschnitt der Matten und Bahnen erfolgt mit einer Schneidemaschine (Baunetz Wissen, 2022).

3010

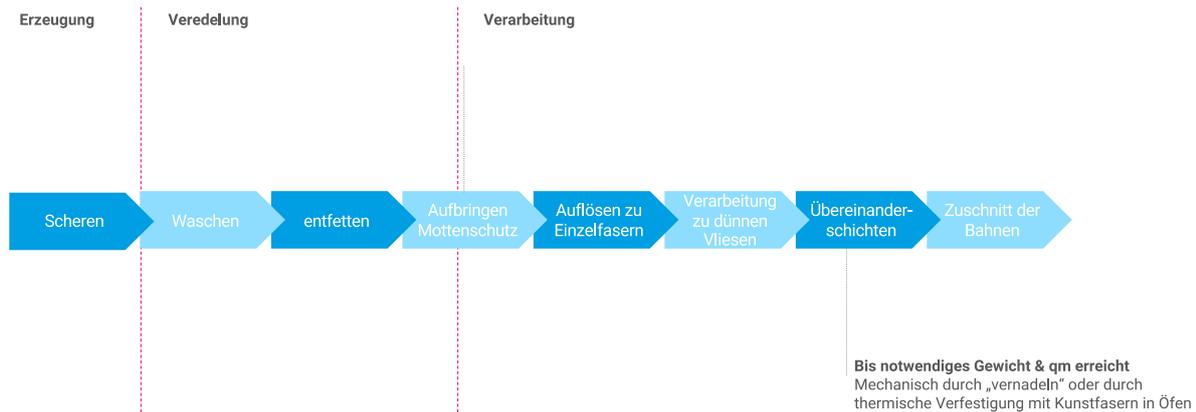


Abbildung 56: Typische Wertschöpfungskette im Rahmen der Dämmstoffherstellung (Baunetz Wissen, 2022)

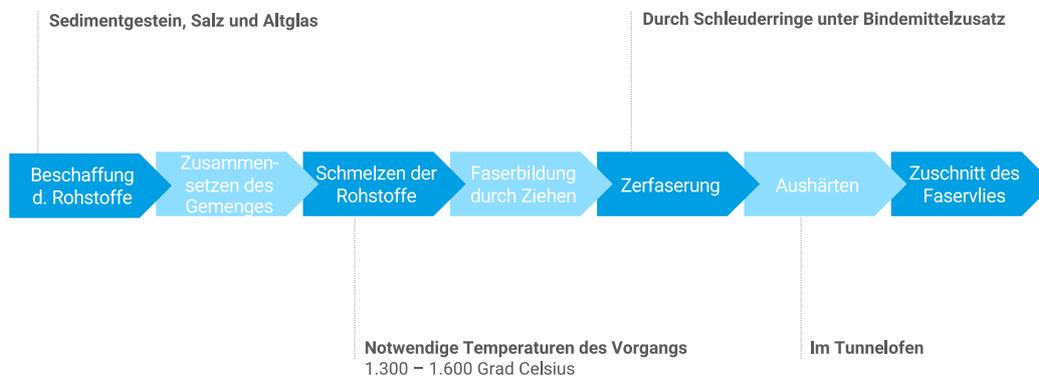


Abbildung 57: Vergleichbare Wertschöpfungskette der Herstellung von Glaswolle

3020

5.4.1.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Dämmstoffe

Im Bereich des Bauwesens werden wesentliche Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Materialien durch den Gesetzgeber oder Normungen vorgegeben.

Die europäischen Produktnormen definieren Klassen von Eigenschaften, legen aber keine Anforderungsniveaus für bestimmte Anwendungsfälle fest. Dies geschieht in der nationalen Anwendungsnorm DIN 4108-10. In dieser Norm werden die möglichen Anwendungsgebiete der einzusetzenden Produkte durch die Kurzzeichen bezeichnet. Die Einsatzgebiete können zusätzlich durch die dargestellten Piktogramme visualisiert werden.

3030

Die DIN 4108-10 legt auf die jeweilige Anwendung bezogene Mindestanforderungen fest. Höhere Anforderungen können durch andere Regelungen (z. B. Flachdachrichtlinien) oder durch Planer und Bauherren gestellt werden. Außerdem kann es für bestimmte Anwendungen notwendig sein, einzelne Produkteigenschaften (wie Druckbelastbarkeit, Wasseraufnahme, Zugfestigkeit, schalltechnische Eigenschaften, Verformung) weiter zu differenzieren.

Explizite Ausführungen für werkmäßig hergestellte Dämmprodukte aus pflanzlichen oder tierischen Fasern werden in der DIN 4108-10, 2021 in Bezug zu den Anwendungsgebieten Dach, Decke und Wand gegeben.

3040

Grundsätzlich werden für Dämmprodukte aus tierischen Fasern, wie bspw. Schafwolle Einsatzgebiete im Außenbereich (Dach, Außenwand, Perimeter Bereich) nicht zugelassen. Bautechnisch ordnungsgemäß ausgeführt, z.B. durch regensichere Holzfaserverplatten und Dachziegel bzw. Fassadenbekleidungen geschützt, können Dämmstoffe aus tierischen Fasern jedoch auch dort eingesetzt werden.

Dämmstoffe aus Schafwollprodukten können diesbezüglich grundlegend im Innenbereich und in Bereichen, die vor Witterung geschützt sind, eingesetzt werden. Im Einzelfall müssen Produkte jedoch für die Einsatzgebiete zugelassen sein bzw. deren Nachweis erbracht werden. Wie zuvor beschrieben wird dies bereits in einzelnen Fällen erfüllt und in der Praxis eingesetzt.

3050 Die in der Norm beschriebenen Anforderungen gelten nur für werkmäßig hergestellte Produkte, d.h. vorgeformte Waren in Form von Platten, Matten, Rollen, Formteilen u.a. Wärmedämmungen, welche an der Verwendungsstelle hergestellt werden, werden in weiterführenden Normen behandelt:

Schüttdämmstoffe:

- DIN EN 14063 Blähton
- DIN EN 14316 expandierte Perlite
- DIN EN 14317 expandiertes Vermiculite

Faserdämmstoffe:

- DIN EN 14064 Mineralwolle
- DIN EN 15101 Zellulose

3060 Schaumdämmstoffe:

- DIN EN 14315 PUR-Spritzschäum
- DIN EN 14318 dispensierter PUR-Schaum

Da aus Schafwolle bestehende Dämmprodukte vorrangig im Rahmen von werkmäßig hergestellten Produkten auftreten, ist die DIN 4108-10 als maßgebendes Anforderungsprofil zu sehen.

5.4.1.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Dämmstoffe

3070 Aus Gesprächen mit Expert:innen und Fachverbänden im Bereich der Dämmstoffe und der Verarbeitung von Dämmstoffen wurde deutlich, dass eine der größten Herausforderungen in der Unwissenheit bzw. geringen Verbreitung an Fachkenntnissen über die technischen Eigenschaften der Schafwolle im Kontext von Dämmmaterialien besteht. Einige Positivbeispiele im geringen Umfang zeigen Anwendungsgebiete und -beispiele, welche unter Nutzung der Schafwolle effiziente sowie technisch hochwertige Lösungen anbieten. Als Beispiel sei hierbei das monolithische Mauerwerkssystem des Schweizer Unternehmens Gasser Ceramic genannt.

Auf Grund der guten Funktionen und Eigenschaften der Schafwolle, z.B. im Bereich des Schadstoffabbaus können durchaus lukrative Anwendungsgebiete geschaffen oder ausgebaut werden, hierbei sind vor allem die Bereiche der Rohrisolierungen und der Dämmung von Bauteilen zu nennen.

3080 Bedingt durch die im Vergleich geringen Verfügbarkeiten und höheren Preisgegebenheiten, z.B. in Bezug auf Mineralwolle kämpft die Schafwolle in der Dämmstoffbranche mit einem Image- und Bekanntheitsproblem. Schafwolle als Produkt ist u.a. in Fachverbänden und Interessensvertretungen, wie bspw. der Verband Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e.V. unterrepräsentiert. Vor allem im Bereich der Ausbildung von Architekten oder Bauingenieuren kommt dieses Thema zu kurz (Expert:in, 2022).

3090 Rechtliche Rahmenbedingungen können zusätzlich Chancen für die Erweiterung des Absatzes von Schafschurwolle im Bauwesen bieten. So fordert die im Jahr 2013 eingeführte Bauprodukteverordnung ein hochwertiges Recycling von Hochbauten. Bauwerke und Teile dieser müssen, gemäß der Vorgaben wiederverwendbar bzw. recycelbar sein. Für neue Bauwerke müssen umweltverträgliche Stoffe verwendet werden.

Ergänzend hierzu legt die Europäische Abfallrahmenrichtlinie 2018/851/EG Verwertungsquoten bei Bau- und Abbruchabfällen von 70 % fest.

Im Bereich der öffentlichen Bauvorhaben sollen mit Hilfe einer Vorgabe ab dem Jahr 2024 nur noch wiederverwendbare & recyclingfähige Dämmstoffe eingesetzt werden. Erste Pilotprojekte von Baumärkten für gebrauchte Baumaterialien starteten im Jahr 2022. Die Betrachtung von Ökobilanzen ist für die Auswahl der Dämmstoffe und vor allem für die Honorierung der Gebäudeerstellung eine wichtige Voraussetzung.

3100 Als dritte rechtliche Rahmenbedingung kann das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) der Bundesrepublik Deutschland genannt werden. In einer fünfstufigen Abfallhierarchie bestehend aus Abfallvermeidung, Wiederverwendung, Recycling und sonstiger, auch energetischer Verwertung von Abfällen sollen

Verwertungsmaßnahmen durchgeführt werden, die den Schutz von Menschen und Umwelt über den gesamten Lebenszyklus des Abfalls am besten gewährleisten.

Die Mehrwerte der Schafwolle als nachwachsender und ökologischer Rohstoff treffen somit auf die hiesigen Rahmenbedingungen und führen zu einem stärkeren „sich auseinandersetzen“ mit den Möglichkeiten des Einsatzes im Rahmen von Bauvorhaben.

3110 Im Rahmen der Verarbeitung bzw. Herstellung von Dämmstoffen werden u.a. auch Umwelteigenschaften betrachtet.

Eine Wärmedämmung verhindert Wärmeverluste von Gebäuden an die Umgebung. Sie ist eine der effektivsten und wichtigsten Maßnahmen, den Energieverbrauch zu verringern und damit den CO₂-Ausstoß und die Energiekosten zu senken.

Die ökologischen Eigenschaften eines Dämmstoffes werden jedoch nicht nur aus seiner Dämmwirkung, sondern auch aus dem Energieaufwand bei der Herstellung, den verfügbaren Rohstoffen und evtl. Schadstoffemission bei der Herstellung bzw. gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen bestimmt.

3120 Der Energieeinsatz bei der Herstellung von Wärmedämmstoffen muss sich innerhalb der Nutzungszeit amortisieren, d.h. dass bei der Produktion der Dämmstoffe nicht mehr Energie verbraucht werden darf, als später eingespart werden kann (Primärenergiebilanz). Dies ist bei Dämmstoffen theoretisch der Fall; die energetische Amortisation tritt hier meist nach kurzer Zeit ein. Der Einfluss von „grauer Energie“ auf die Energiebilanz sollte hierbei jedoch im individuellen Fall und pro Anwendungsbereich genauer betrachtet werden.

Der Primärenergiebedarf bzw. Primärenergieaufwand eines Dämmstoffes gibt an, wieviel Primärenergie zur Herstellung des Produktes aufgewandt werden muss. Die Berechnung des Primärenergiebedarfs für synthetische Hartschaumstoffe beginnt z.B. mit der Förderung des Erdöls, für Zellulosedämmstoffe mit der Sammlung des Altpapiers. Der Energiebedarf für den Einbau, Entsorgung oder Recycling ist im Primärenergiebedarf nicht enthalten (Nierobis, 2022).

3130

Schaut man sich den Primärenergiebedarf typischer Dämmstoffe an (vgl.

Mineralwolle (Glaswolle / Steinwolle)	250 – 500 / 150 - 400
Polyurethan (PUR)	800 – 1.500
Flachs	30 - 80
Schafwolle	40 - 80
Schaumglas	750 – 1.600

Tabelle 24), so sieht man, dass Schafwolle durchaus im vorderen Feld agiert und somit im Rahmen dieser Betrachtung positive Aspekte und Chancen aufweist.

Dämmstoff	Primärenergiebedarf in kWh/m ³
Expandiertes Polystyrol (EPS)	200 - 760
Extrudiertes Polystyrol (XPS)	450 – 1.000
Mineralwolle (Glaswolle / Steinwolle)	250 – 500 / 150 - 400
Polyurethan (PUR)	800 – 1.500
Flachs	30 - 80
Schafwolle	40 - 80
Schaumglas	750 – 1.600

Tabelle 24: Primärenergiebedarf ausgewählter Dämmstoffe (Nierobis, 2022)

3140 Im Kontext der Marktgegebenheiten und -angebote wird es für Schafwolle jedoch durchaus schwer sein, breite Absatzmengen zu generieren. Im Bereich der Isolierungen finden sich günstigere Alternativen an Materialien mit ähnlichen Eigenschaften und Alleinstellungsmerkmalen, welche im Regelfall auch eine deutlich bessere Verfügbarkeit darstellen.

Im Kontext der Energiebilanz und der technischen sowie gesundheitsfördernden Eigenschaften entstehen für den Rohstoff Schafwolle durchaus Vorteile und Chancen zum Absatz. Die Zunahme an Bauherr:innen welche sich mit der ökologischen Bilanz der Bauvorhaben auseinandersetzen nimmt stetig zu, wodurch ökologische Materialien an Bedeutung gewinnen.

3150 Wesentliche physikalische Vorteile gegenüber bestehenden Dämmstoffrohstoffen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Natürliche Isolierung: Schafwolle hat natürliche isolierende Eigenschaften, die es hervorragend geeignet für die Dämmung von Gebäuden und industriellen Anlagen machen.
- Feuchtigkeitsregulierung: Schafwolle hat die Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen und abzugeben, was es ideal für feuchte Umgebungen macht. Es hilft, Schimmelbildung und Schädlinge zu verhindern.
- Feuerbeständigkeit: Schafwolle ist schwer entflammbar und hat eine gute Feuerbeständigkeit. Es erzeugt beim Verbrennen keine giftigen Dämpfe und brennt nicht schnell.
- Nachhaltigkeit: Schafwolle ist ein natürliches und biologisch abbaubares Produkt, das aus nachwachsenden Ressourcen hergestellt wird, es ist daher eine nachhaltigere Wahl im Vergleich zu synthetischen Dämmstoffen.
- Lärmdämmung: Schafwolle hat auch gute Schalldämmeigenschaften und kann Lärm reduzieren.
- Wiederverwendbarkeit: Schafwolle ist wiederverwendbar, was es zu einer ökologischen und wirtschaftlichen Wahl im Vergleich zu anderen

3160

5.4.2 Faserverbundstoffe, Faserformteile

Faserverbundwerkstoffe sind eine Werkstoff-Gruppe, die zukünftig noch weiter an Bedeutung gewinnen wird. Ihr Einsatzspektrum reicht von Textilien, Möbeln und Haushaltsgeräten über Bauwerke und Brücken bis zur Mobilität (Automobil, Schifffahrt, Luft- und Raumfahrt). Sie zeichnen sich durch ein geringes Gewicht bei gleichzeitig hoher Festigkeit aus.

3170

Faserverbundwerkstoffe bestehen im Allgemeinen aus zwei Hauptkomponenten: den verstärkenden Fasern und der bettenden Kunststoff-Matrix. Durch gegenseitige Wechselwirkungen der beiden Komponenten erhält der Gesamtwerkstoff höherwertige Eigenschaften als jede der beiden beteiligten Komponenten alleine.

Innerhalb der Faserverbundwerkstoffe wächst der Anteil von Naturfaserverbundwerkstoffen. Dies gilt insbesondere für die Gruppe der Wood-Plastic-Composites (WPC) - Holzpolymerwerkstoffe. Sie bestehen aus Holzfasern bzw. -mehlen als Faser- bzw. Füllkomponente und einer i.d.R. thermoplastischen Kunststoff-Matrix. Sie werden vor allem im Baubereich (Terrassendielen) und im Automobilbereich (Interieur) eingesetzt.

3180

Die zweite Gruppe innerhalb der Naturfaserverbundwerkstoffen sind die naturfaserverstärkten Kunststoffe (NFK). Hier werden feine, leichte, aber stabile pflanzliche Naturfasern in eine entweder thermo- oder duroplastische Matrix eingebettet. Verwendet werden Flachs-, Hanf-, Jute-, Kenal- oder Sisalfasern. Da die Pflanzenfasern leichter als Glasfasern sind, stellen die entsprechenden NFK eine interessante Alternative zu glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) dar. Zurzeit werden NFK hauptsächlich im Automobil-Interieur-Bereich eingesetzt. Andere Anwendungen wie Schleifscheibenträger, Urnen, Kinderspielzeug, Koffer, Haushaltsartikel oder Möbel gewinnen an Bedeutung. In verschiedenen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben wird aktuell der Einsatz von NFK für den Karosseriebau von Autos erprobt (Frank Otremba, 2008).

3190

Einsatzbereiche Bioverbundwerkstoffe	Produktion Tonne pa 2012	Produktion Tonnen pa 2018	Produktion Tonnen pa 2028 (Prognose)
Terrassenbeläge, Zäune und Fassadenelemente, vor allem Extension	190.000	200.000	220.000 – 250.000
Automobilbereich, hauptsächlich Formpressen, hoher Anteil an Naturfasern	150.000	150.000	150.000
Technische Anwendungen, Möbel, Konsumgüter sowie Verpackungen, hauptsächlich Spritzgießen und beginnend 3D-Druck	17.000	60.000	120.000 – 180.000
Gesamt	357.000	410.000	490.000 – 580.000

Tabelle 25: Herstellungsmengen von Faserverbundwerkstoffen in Deutschland nach Einsatzbereichen (gehtohne.de, 2022)

5.4.2.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

3200 Die verwendeten Naturfasern können aus heimischen Pflanzen gewonnen werden. Von Bedeutung sind vor allem Flachs und Hanf. Diese Pflanzen werden in Europa seit Jahrhunderten als Kulturpflanzen angebaut und zeichnen sich durch eine extensive Bewirtschaftung aus. Ihre Fasern haben zwar für die Textilindustrie an Bedeutung verloren, finden aber in naturfaserverstärkten Werkstoffen eine neue Anwendung. Der Flachsanzbau erlebt in der Europäischen Union eine Renaissance und beträgt heute etwa 120.000 ha. Ähnlich ist die Situation bei Hanf. Die Anbaufläche hat sich seit Ende der 90er Jahre verdreifacht und liegt seit 2005 bei etwa 16.000 ha. In Österreich betrug die Anbaufläche von Hanf im Jahr 2012 insgesamt 566 ha, jene von Flachs war mit 2 ha jedoch verschwindend gering (Martin Höher, 2014).

Die Nutzhanf-Anbaufläche in Deutschland entwickelt sich seit einigen Jahren recht dynamisch, liegt insgesamt aber immer noch auf einem niedrigen Niveau. Der Nutzhanfanbau ist in Deutschland von 2016 bis 2022 von rund 1.500 ha auf 6.943 ha angestiegen (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2020).

3210 Andere bedeutende Naturfasern, wie Baumwolle, Jute-, Kenaf-, Sisal- und Abacafasern, müssen importiert werden.

Für die Produktion von WPC können Holzreststoffe aus heimischen Quellen verwendet werden. Der Rohstoff ist daher oftmals zu günstigen Preisen verfügbar. Das Holz erfüllt die Funktion eines Füllstoffes, welcher Kunststoffe ersetzt. Dies macht das Werkstück leichter und verbessert seine CO₂-Bilanz.

3220 Kunststoffe bilden eine Matrix, in welche die Naturfasern eingebettet sind. Sie können grundsätzlich fossilen oder natürlichen Ursprungs sein. Je nach Einsatzgebiet und Verarbeitungsart werden entweder thermoplastische Kunststoffe (wie z.B. Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE)) oder duroplastische Kunststoffe (wie z.B. Polyurethan (PU) oder Phenolformaldehydharze) eingesetzt.

Oft müssen Zusatzstoffe eingesetzt werden, um die Naturfasern und die Kunststoffmatrix dauerhaft zu verbinden. Diese Haftvermittler überbrücken die unterschiedliche Polarität der Rohstoffe. Ein wichtiger Haftvermittler ist z.B. Maleinsäureanhydrid. Weitere wichtige Additive sind Weichmacher und Farbstoffe.

Vermeehrt werden auch immer mehr innovative Biokunststoffe untersucht. Jene basieren letztlich teilweise oder auch zur Gänze auf Biomasse. Zucker, Stärke, Lignin oder Zellulose kommen dabei als Rohstoffe zum Einsatz. Der Anteil an solchen Kunststoffen ist am Weltmarkt jedoch noch sehr gering. Um diesen zu erhöhen, gilt es zunächst die mit klassischen Kunststoffen vergleichbaren technischen Eigenschaften zu erreichen.

3230

5.4.2.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

Die Produktion von Naturfaserverbundwerkstoffen beginnt bei vollständiger Betrachtung bei der Aussaat auf dem Feld bzw. der Bestandsbegründung. Aufgrund der Vielseitigkeit der biogenen Bestandteile in diesen Werkstoffen wird an dieser Stelle nicht auf den Anbau und die Verfügbarmachung

der Fasern eingegangen. Vielmehr werden die wesentlichen Verarbeitungstechniken beleuchtet: Formpressen, Extrudieren und Spritzgießen.

3240 Beim Formpressen werden die Naturfasern zusammen mit dem Kunststoff in eine Negativform eingebracht und durch Druck und Hitze in die gewünschte Form gepresst. Es gibt unterschiedliche Verfahren des Formpressens. Der Vorteil dieses Verfahrens liegt in seiner Einfachheit. Zuerst wird ein Vlies aus Naturfasern auf die Negativform aufgetragen und mit den gewünschten Kunststoffen beschichtet. Durch Erkalten und die damit einhergehende Vernetzung der Polymere wird das Bauteil formstabil. In den Pressvorgang können weitere Arbeitsschritte (z.B. Kaschierungen, Beschichtungen, Dekore) integriert werden. Durch kombinierte Arbeitsschritte lassen sich Kosten erheblich reduzieren. Der größte Nachteil dieses Verfahrens ist, dass die Produkte nur relativ einfache zwei- oder dreidimensionale flächige Formen annehmen können. Komplexere dreidimensionale Formen sind nicht möglich. Nur ein geringer Teil der WPC Produktion wird mit diesem Verfahren hergestellt. Dabei handelt es sich größtenteils um Fahrzeuginnenverkleidungen. Für die Produktion von naturfaserverstärkten Kunststoffen ist es jedoch von herausragender Bedeutung (Höher & Strimitzer, 2014).

3250 Beim Extrudieren werden Sägemehl bzw. kurze Naturfasern zusammen mit Kunststoffen und Additiven in einen sogenannten Extruder eingebracht und zu einer homogenen Mischung verdichtet. Ein Extruder besteht aus mindestens einer Schnecke, welche das Material aufbereitet, mischt und dabei erhitzt. Das zähflüssige Naturfaser-Kunststoff-Gemisch wird anschließend durch eine zweidimensionale Form gepresst. Beim Erkalten behält das Werkstück die Form dieses Werkzeuges und kann in beliebiger Länge hergestellt werden. Dieses Verfahren hat sich besonders für zylinderförmige Produkte mit Hohlkammern, wie z.B. Terrassenböden, Fensterrahmen u.v.m., bewährt. Extrudieren ist das Hauptherstellungsverfahren von WPC-Produkten und hat sich vor allem auf den Wachstumsmärkten China und USA durchgesetzt. Für naturfaserverstärkte Kunststoffe ist dieses Verfahren derzeit von eher geringer Bedeutung. Die technologische Entwicklung macht jedoch auf diesem Gebiet große Fortschritte.

3260 Das Spritzgießen ist das dritte bedeutende Verarbeitungsverfahren für Naturfaserverbundwerkstoffe. Der thermoplastische Kunststoff, die Naturfasern sowie Additive werden erwärmt und zu einer homogenen Masse vermischt (compoundiert). Als körniges Granulat kann es nun in einer Spritzgussmaschine weiterverarbeitet werden. Hier wird es mittels eines Extruders verflüssigt und in eine zweiteilige Form gespritzt. Das Material erstarrt beim Erkalten und kann anschließend sofort zu einem Endprodukt weiterverarbeitet werden.

3270 Das Spritzgießen ist in der Kunststoffverarbeitung schon seit vielen Jahren Standard. Es erlaubt die Herstellung großer Stückzahlen in gleichbleibender Qualität. Allerdings wurde dieses Verfahren bei Naturfaserverbundwerkstoffen in der Vergangenheit fast ausschließlich für WPC-Produkte verwendet. NFK-Produkte benötigen eine etwas aufwändigere Anlagentechnik, sind im Spritzgussverfahren jedoch ebenfalls gut herstellbar. Sowohl bei WPC- als auch bei NFK-Produkten hat die Verarbeitung durch Spritzgießen großes Potenzial (Höher & Strimitzer, 2014).

5.4.2.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Faserverbundstoffe / Faserformteile

3280 Noch ist der Anteil von Schafwolle im Bereich der NFK verschwindend gering. Um diesen zu steigern, muss sichergestellt sein, dass Schafwolle die wesentlichen Eigenschaften und Anforderungen wie andere Naturfasern erfüllt, um als Faser zum Einsatz zu kommen.

- Höhere Steifigkeit und Festigkeit als unverstärkte Polymere. Während alle NFK stark verbesserte Steifigkeiten zeigen, ergeben sich gute Festigkeiten vor allem für schlanke Naturfasern
- Die NFK-Werkstoffe neigen zu einer geringen Splitterneigung. Dies gilt im Automobilbau vor allem für Bast- und Blattfaserverstärkte Bauteile, die auch bei Unfällen keine scharfen Kanten bilden
- NFK-Werkstoffe zeigen gegenüber unverstärkten Polymeren eine erhöhte Einsatztemperatur und eine gute Temperaturwechselbeständigkeit. Auch bei tiefen Temperaturen treten Vorteile auf, da die Naturfasern auch bei Kälte nicht spröde werden.
- Insbesondere gegenüber Glasfaserverstärkten Werkstoffen haben NFK eine niedrigere Dichte, keine Abrasion und sie dürfen auch im Lebensmittelbereich eingesetzt werden.
- NFK-Bauteile weisen eine sehr geringe Schwindung bei niedrigem Preis auf.
- NFK haben gute akustische Eigenschaften und verfügen über gute Dämpfungseigenschaften (Karus, 2006)

Im Kontext der Verwendung von Schafwolle, müssen diese Eigenschaften, neben der Verfügbarkeit gegeben sein.

3300

Nennwerte/Werkstoff	NF-EP	NF-PP	GFK
Naturfaseranteil	65 % (Flachs & Hanf)	25 -45 % (Flachs, Hanf, Schafwolle und weitere)	0 %
Kunststoffmatrix	Epoxid (Duroplast)	PP (Thermoplast)	Epoxid (Duroplast)
Dichte (g/cm ³)	0,8 – 0,85	0,95 – 1,1	1,9
Biegefestigkeit (N/mm ²)	50 – 70	45 – 85	500
Biege-E-Modul /N/mm ²)	4.000 – 5.000	3.500 – 5.500	21.000
Zugfestigkeit (N/mm ²)	40 - 50	30 - 55	350
Schlagzähigkeit (mJ/mm ²)	14 - 20	12 - 25	150
Fogging	0,2 – 0,6	1,3 -1,6	-

Tabelle 26: Technische Daten von ausgewählten Faser-verstärkten Kunststoffen

Die Tabelle 26 zeigt die wichtigsten technischen Daten von NFK als Formpressteile für den Einsatz in der Automobilindustrie. Die Abkürzungen NF-EP und NF-PP stehen dabei für den Naturfaseranteil und den verwendeten Kunststoff. Hier ist ein naturfaserverstärkter duroplastischer sowie thermoplastischer Kunststoff aufgeführt. Diese werden mit dem am häufigsten in der Automobilindustrie verwendeten faserverstärktem Kunststoff verglichen, dem sog. glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK). Die Dichte und damit die Masse der NFK sind sehr niedrig. Biege- und Zugfestigkeiten liegen im Bereich der Werte vieler Konkurrenzprodukte, die Schlagzähigkeit ebenso. Damit werden diese Werte als Anforderung für faserverstärkte Kunststoffe am Markt angesehen. Insofern höhere Schlagzähigkeiten benötigt werden können NFK keine Formpressteile mit Glasfaser ersetzen (Carus, 2008) (BK GmbH, 2017).

3310

5.4.2.4 Herausforderung und Chancen der Ausweitung des Absatzes u. der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Faserverbundstoffe / Faserformteile

Es existieren im Bereich der biobasierten Verbundwerkstoffe nur wenige direkte richtungsweisende politische oder rechtliche Rahmenbedingungen, die den biobasierten und bioabbaubaren Kunststoffen als Marktanreizprogramm einen wirtschaftlichen Vorteil bieten könnten. Die Forschung und Entwicklung von biobasierten Kunststoffen werden in Deutschland derzeit in der Regel durch Förderprogramme für unterstützt.

3320

Beispielhafte Forschungsprojekte im Bereich der Faserverbundwerkstoffe sind in Tabelle 27 dargestellt. Hierbei bleibt zu prüfen, ob sich im Rahmen der Erkenntnisse dieser Projekte Ansätze für den Einsatz der Schafwolle ergeben. Zum Zeitpunkt der Studie lagen uns keine Erkenntnisse vor.

BioESens	ecoWing	proTRon	BioResinProcess
Hochschule für Technik & Wirtschaft Dresden	Technische Universität Chemnitz	Hochschule Trier Carl Zeiss Stiftung	Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut WKI HOBUM Oleochemicals GmbH
Nutzung, Konzeption, Entwicklung und Recycling von Produkten aus biobasierten Kunststoffen für die Anwendungen in	vollautomatisierbares, reproduzierbares Fertigungsverfahren für biobasierte, bauteilformnahe Sandwich-Strukturen	Entwicklung intelligenter Faserverbundstoffe mit integrierter Sensorik zur Überwachung der Bauteile während des Betriebs	Entwicklung von Auto-Karosseriebauteilen mit mindestens 85 % nachwachsender Rohstoffe, die in Hinblick auf eine Straßenzulassung konzipiert werden

der Elektrotechnik und für Sensorbauelemente	Entwicklung eines Life-Cycle- Engineering-Modells Anwendung u.a. in der Automobilindustrie	Einsatzgebiet: im Fahrzeugbau als tragende Struktur- und Karosserieteile zu einer besonders leichten und damit energieeffizienten und umweltfreundlichen Bauweise und Herstellung von Fahrzeugen	
--	---	--	--

Tabelle 27: Beispielhafte Forschungsprojekte im Bereich der Faserverbundwerkstoffe

3330 Aus den o.g. Forschungsprojekten und aktuellen wissenschaftlichen Veröffentlichungen lassen sich mögliche Anwendungsgebiete von Schafwolle im Bereich der Faserverbundstoffe ableiten. Darunter zählt die Herstellung von Werkstoffen mit hoher Stabilität, Geräusch- und Wärmedämmung. Beispiele dafür sind die Verwendung von Schafwolle als Füllmaterial in Sandwichstrukturen und Faserverstärkung von Beton, Vollziegeln oder Mörtel. Dabei können auch Schafwollreste verwendet werden, welche infolge des Wachstums des Schafwollsektors erhöht, und Abfall vermeidet. Es gibt auch Anwendungen in der Automobilindustrie, bei denen Schafwolle als Brand- oder Schallschutzmaterial verwendet wird. Schafwolle hat auch eine gute Wärmeisolierungseigenschaft, daher kann es in der Isolation von Gebäuden und in der Kleidungsindustrie eingesetzt werden (Thomas & Jose, 2022).

3340 Dabei kann Schafwolle auch im Bereich der Naturfaser-verstärkten Kunststoffe z.B. als Faserquelle in der Herstellung von NFK-Verbundwerkstoffen verwendet werden. Es kann als Füllstoff oder als Hauptfaserquelle in Kombination mit anderen natürlichen Fasern wie Flachs, Hanf oder Kenaf verwendet werden. Genauso wie zur Herstellung von Biocomposites, Materialien, die aus natürlichen Polymermatrices (z.B. Polymilchsäure) und natürlichen Faserverstärkungen (z.B. Schafwolle) bestehen (Andrew & Dhakal, 2022).

Zudem ist Schafwolle eine nachwachsende Ressource, die ohne den Einsatz von chemischen Düngemitteln oder Pestiziden angebaut werden kann. Sie verfügt über gute Feuchtigkeitsaufnahme und Feuchtigkeitsabgabe. Sie ist biologisch abbaubar und kompostierbar, was sie zu einer nachhaltigen Wahl für Anwendungen im Bereich der Umwelttechnologie macht, und hat eine hohe chemische Beständigkeit, die sie für Anwendungen in der Automobilindustrie, Bauindustrie und andere Anwendungen interessant macht, die hohen Anforderungen an die chemische Beständigkeit unterliegen.

3350 Die neuen Naturfaserwerkstoffe ersetzen dabei vor allem in der Automobilindustrie phenylharzgebundene Holz- und Baumwollfaserwerkstoffe (wegen besserer mechanischer und besserer Fogging-Werte) sowie Kunststoffbauteile aus ABS und PC/ABS. Glasfaserbauteile wurden hingegen bislang nur in unbedeutender Menge substituiert.

Die wesentlichen Vorteile von Schafwolle im Einsatz von Naturfaser-Kompositen (NFK) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Hohe Isolationsfähigkeit: Schafwolle ist ein natürlicher Wärmedämmstoff und hilft, Wärme im Winter und Kälte im Sommer zu halten.
 - Feuchtigkeitsregulierung: Schafwolle ist hygroskopisch, das heißt, es kann Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben. Dies hilft, Schimmel und Schädlingsbefall zu vermeiden.
 - Brandhemmend: Schafwolle hat einen natürlichen Brandhemmstoff, der dazu beiträgt, das Risiko von Bränden zu reduzieren.
 - Umweltfreundlich: Schafwolle ist eine natürliche Faser, die biologisch abbaubar ist und keine schädlichen Chemikalien enthält. Es ist auch eine nachhaltige Wahl, da Schafwolle jedes Jahr nachwächst.
 - Hohe Festigkeit und Haltbarkeit: Schafwolle kann in NFK-Verbindungen mit anderen Materialien wie Zellulose, Holz und Hanf verwendet werden, um eine hochfeste und langlebige Struktur zu erzielen.
- 3370

Gegenüber den Chancen und positiven Eigenschaften der Schafwolle steht allerdings, dass die Verwendung von Schafwolle in NFK-Anwendungen einige Herausforderungen mit sich bringen kann, wie z.B. die Notwendigkeit, die Faserlängen und Faserorientierung zu optimieren, und die Interaktionen zwischen Faser und Matrix zu verbessern.

Dazu zählt ebenfalls die geringe Reißfestigkeit von Schafwolle, die für eine hohe Schlagzähigkeit in Formpressteilen von ausschlaggebender Bedeutung ist. Dies erschwert den Einsatz in Formpressteilen und kann sich nur schwer gegen Naturfaser wie Flachs, Kenaf und Hanf durchsetzen (Carus, 2008).

5.4.3 Geotextilien

3380 „Geotextilien sind Flächentextilien, die im Garten-, Landschafts- und Wasserbau verwendet werden und dort in Kontakt mit Locker- und Festgestein stehen. Sie sind wasser- und luftdurchlässig. Von Geotextilien wird die Beständigkeit gegen Einflüsse aus dem Boden und dem Grundwasser, d.h. gegen die darin enthaltenen organischen und anorganischen Substanzen, erwartet. Aus diesem Grund haben sich Geotextilien aus Chemiefasern durchgesetzt (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).“

Geotextilien bestehen in der Regel aus Folien sowie Vliesen und müssen in den meisten Fällen mehr oder weniger verrottungsfest sein, wodurch es schwer möglich ist, diese wieder in den ökologischen Kreislauf zu integrieren.

3390 Allerdings werden mittlerweile auch Geotextilien aus Naturfasern wie beispielsweise Jute, Kokos, Stroh und Heu hergestellt. Geotextilien aus Naturfasern sind so konstruiert, dass der Verrottungsprozess einsetzt, sobald die Textilien ihre Aufgabe (bspw. Hangsicherung oder Erosionsschutz) erfüllt haben. Der große Vorteil von Geotextilien aus Naturfasern besteht darin, dass die Fasern durch Verrottung wieder in den Stoffkreislauf gelangen und nicht zurückgebaut werden müssen (RECOLTEX, 2022).

3400 In den mittleren 2000er Jahren wurden bereits erste Studien zur Auswirkung auf die Ökobilanz durchgeführt, wenn anstelle der herkömmlichen Bauweise (bspw. mit Beton, Zement, Kies, Kalk) Geokunststoffe für das Filtern, als Stabilisierung von Tragschichten, den Deponiebau, die Sicherung von Böschungen und die Hangsicherung verwendet werden. Im Jahr 2019 wurden die Auswirkungen auf die Ökobilanz bestätigt (Philippe Stolz, 2020). Ziel der Studien war es, nachzuweisen, dass mit Hilfe von Geotextilien ökologische Vorteile und Einsparungen bezüglich Treibhausgasemissionen erreicht werden können.

Einsatzgebiete für Geotextilien sind unter anderem der Straßen- und Wege-, Wasser-, Bahn-, Deponie- und Tunnelbau sowie bei frisch angelegten Böschungen, neu geschaffenen Geländeschnitten, beim Küstenschutz, für Regenrückhaltebecken, für Ufereinfassungen von Gewässern und bei der Etablierung von Wildblumen sowie beim Bau von Straßengräben.

Generell ist zu sagen, dass Geotextilien sechs Aufgaben haben bzw. für sechs Anwendungsfelder im Tiefbau eingesetzt werden: Trennen, Filtern, Drainage, Schützen, Befestigen und Druckentlastung (RECOLTEX, 2022).

- | | |
|------|---|
| 3410 | <p><u>Trennen:</u> Verhinderung des Vermischens von verschiedenen Untergründen.</p> <p><u>Filtern:</u> Filterung von Bodenpartikeln, während des Wasserdurchflusses, wodurch Bodenerosionen verhindert werden.</p> <p><u>Dränen:</u> Ableitung von Flüssigkeiten zur Verhinderung von Staunässe und Staudruck.</p> <p><u>Bewehren:</u> Entlastung von Bodenschichten aufgrund der Übernahme von Zugkräften, wodurch der Bau von übersteilen begrünbaren Erdwällen ermöglicht wird.</p> <p><u>Schützen:</u> Schutz der Oberflächen vor mechanischer Beanspruchung.</p> <p><u>Dichten:</u> Verhinderung der Wasserdurchlässigkeit.</p> <p><u>Erosionsschutz:</u> Verhinderung es Abtragens des Bodens durch natürliche Einflussfaktoren wie Wasser oder Wind.</p> |
| 3420 | <p>Verpacken: Ummantelung der Erdstoffe.</p> <p>Asphalteinlage: Verzögerung der Rissbildung bei Asphaltfahrbahnen und Verlängerung der Nutzungsdauer.</p> <p>(Industrieverband Geobaustoffe e.V., 2022)</p> |

5.4.3.1 Verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Die gängigsten chemisch produzierten Rohstoffe und Fasern für die Herstellung von Geotextilien sind Polyamid, Polyefine, Polypropylen, Polyester und Polyacrylnitril.

3430

Die Eigenschaften für Polyamid, Polypropylen und Polyester sind in Tabelle 7 in Kapitel 4 aufgelistet. Für die Beständigkeit der Fasern und der Geotextilien im Allgemeinen spielen vor allem Umwelteinflüsse eine wichtige Rolle. In Tabelle 28 ist die Beständigkeit der Fasern in Bezug auf verschiedene Umwelteinflüsse durch die Autorenschaft Gries et al bewertet worden. Diese dient als Grundlage für den Vergleich der Fasern mit den Eigenschaften der Schafwolle.

Widerstand gegen:	Polyester (PES)	Polyamid (PA 6 / PA 6.6)	Polypropylen (PP)	Polyethylen (PE)	Polyacrylnitril (PAC)
Mikroorganismen (organische Substanzen)	++	++	++	++	++
Säuren	++	+	++	++	++
Basen	+	++	++	++	+
Oxidationsmittel	++	+	++	++	++
UV-Strahlen	++	+	+	+	++
Kälte bis -30°C	++	++	++	++	++
Wärme bis [°C]	220	170/230	140	110	230
Entzündbarkeit	-	-	0	0	0

Beständigkeit:

++ gut, + ausreichend, 0 mäßig, - schwach

Tabelle 28: Beständigkeit von Faserstoffen gegen verschiedene Umwelteinflüsse (Gries, Veit, & Wulforth, 2019)

3440

Naturfasern stehen als Rohstoffe in direkter Konkurrenz zu den hier aufgelisteten synthetischen Fasern. Schafwolle als nachwachsender und regionaler Rohstoff wird seit einigen Jahren ebenfalls als Rohstoff für Geotextilien verwendet.

3450

Bei der Betrachtung und dem Vergleich der in Tabelle 28 herkömmlichen Rohstoffe mit Schafwolle für Geotextilien müssen Faktoren wie der Maschineneinsatz zum Einbau, zusätzliche Düngemaßnahmen, die Kombination verschiedener Maßnahmen, die Bewässerung und der Rückbau betrachtet werden. Schafwolle als Rohstoff bringt aufgrund der Faserstruktur und -beschaffenheit einige Vorteile für die Anwendung als Geotextil (sog. Schafwollmatten) mit sich: sofortiger Erosionsschutz aufgrund der Faserstruktur (siehe 3.2), für die Verlegung der Matten sind keine aufwendigen Arbeitsschritte notwendig, Schafwollmatten verfügen über eine natürliche Wasserspeicherfähigkeit welche ebenfalls als Verdunstungsschutz für den Boden dient, das Pflanzenwachstum wird aufgrund der Düngeeigenschaften beschleunigt und verbessert. Die Düngeeigenschaften von Schafwolle haben zudem den Vorteil, dass die aus dem Rohstoff hergestellten Matten als Nährstofflieferant für Pflanzen dienen. Des Weiteren beeinflussen Schafwollmatten das Mikroklima des Bodens positiv und bieten Kälteschutz. Der größte Vorteil von Schafwolle gegenüber synthetisch hergestellten Rohstoffen ist, dass Schafwolle als Rohstoff ökologisch unbedenklicher ist. Schafwollmatten können im Gegensatz zu herkömmlichen Geotextilien verrotten und somit in den Biokreislauf zurückgeführt werden. Dadurch ist kein Rückbau der jeweiligen Matten notwendig, wodurch Kosten gespart werden. Zusätzlich bleiben keine Reste von Mikroplastik oder anderen synthetischen Stoffen im Boden.

3460

Im Vergleich zu Matten aus anderen Rohstoffen, die nicht bioabbaubar sind, können Schafwollmatten an extremen Standorten, Böden und Böschungen eingesetzt werden. Nach ausreichender Zeit für den Bewuchs, ist kein Rückbau erforderlich.

3470

Geotextilien aus Schafwolle haben den großen Nachteil, dass der Rohstoff nicht ständig zur Verfügung steht, sondern saisonabhängig ist – Frühjahr und Herbst je nachdem, wann Schafe geschoren werden. Schafwolle ist schlecht lagerfähig, und frisch geschorene Wolle muss schnell verarbeitet werden, um Schädlings- oder Schimmelbefall zu vermeiden (Skudely, 2010).

In Bezug auf die Herstellung von Geotextilien aus Schafwolle kommt noch ein wichtiger Kostenpunkt hinzu. Ähnlich wie auch im Düngebereich muss die Schafwolle hygienisiert werden. Anschließend wird die hygienisierte Wolle zerkleinert und zu Matten verarbeitet. Auch wenn dieser Verarbeitungsschritt bei synthetischen Fasern wegfällt, ist die Verarbeitung von Rohwolle zu Schafwollmatten recht einfach und kann schnell umgesetzt werden.

Ein weiterer Vorteil der Schafwolle – vor allem im Gegensatz zu den bisherigen natürlichen Fasern wie Kokos – ist, dass die Transportwege der Rohwolle zum Hersteller von Geotextilien kurz sind. Schafwolle ist im Gegensatz zu Kokos ein regionales Produkt und fällt als Nebenprodukt der Schafzucht an.

Weiterhin ist der Rohstoffpreis für Schafwolle im Vergleich zur Kokosfaser aktuell günstiger. Ein Kilogramm Kokosfaser kostet im Moment 0,70 € bis 0,80 € (inklusive Transport). Ähnlich wie bei der Schafwolle ist der Preis allerdings auch abhängig von der Qualität des Rohstoffs (Expert:in, 2022).

3480 Aus ökonomischer Sicht bieten Geotextilien aus Schafwolle ebenfalls einen Vorteil gegenüber den in Tabelle 28 aufgelisteten Rohstoffen. Nach Einschätzung von Expert:innen ist eine Unterscheidung zwischen ökonomischen und ökologischen Kosten nur schwer möglich und eine 1:1-Betrachtung bspw. in Bezug auf die Produktkosten in Quadratmeter kann nicht unmittelbar vorgenommen werden. Vielmehr sollten die Kosten für den Maschineneinsatz, zusätzliche Düngemaßnahmen, die Bewässerung, den Rückbau, die Mehrmals-Verwendung sowie für die Kombination verschiedener Maßnahmen berücksichtigt und miteinander verglichen werden.

Bei der Nutzung von Schafwollmatten würden ggf. keine zusätzlichen Kosten für Düngemaßnahmen und Rückbau anfallen. Zudem können mit der Nutzung von Schafwollmatten Kosten in Bezug auf Nachbesserungen, Reparaturen durch Auswaschungen und Unterspülungen sowie Rückbaumaßnahmen reduziert werden (Skudelný, 2010).

3490 Es besteht die Möglichkeit, dass durch die Nutzung von Schafwollmatten aus regionaler Wolle ggf. sogar regionale Pflanzen verbreitet werden könnten und u. U. somit die regionale Biodiversität gefördert werden kann. Auf Grund der verpflichtenden Hygienisierung wird dieser Prozess jedoch beeinträchtigt. Detaillierte Erkenntnisse hierzu wurden im Rahmen der Studie bisher nicht identifiziert und bedürfen einer gesonderten Betrachtung.

5.4.3.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

3500 Im Folgenden werden die Wertschöpfungsketten für Geo-Vliesstoffe und Geo-Gewebe betrachtet. Zur Herstellung von Geo-Vliesstoffen wird zunächst PET-Granulat oder PP-Granulat als Rohstoff benötigt. Während das PET-Granulat für 0,93 €/kg erhältlich ist, kostet ein Kilogramm PP-Granulat 0,73 € (plasticker, 2023). Im folgenden Schritt werden daraus kleine Filamente hergestellt sowie diese wiederum verfestigt. Die Verfestigung erfolgt durch das Vernadelungsverfahren in Kombination mit einer Thermofixierung. Dadurch entstehen eine gute Filter- und Schutzwirkung sowie eine verbesserte Robustheit. Im letzten Schritt müssen Zuschnitte gebildet werden (Bermüller & Co GmbH, 2023).

3510 Im Gegensatz zu Geo-Vliesstoffen kann als Rohstoff für Geo-Gewebe nur PP-Granulat verwendet werden. Dieses wird durch Extrusion zu Folienbändchen verarbeitet. Dabei wird der thermoplastische Kunststoff unter hohem Druck und hoher Temperatur durch eine Einlochdüse gepresst. Das ermöglicht die Herstellung der Endlosfasern. Die Folienbändchen werden im Anschluss gewickelt und kreuzweise verwebt. Im Anschluss erhalten sie eine Extrusionsbeschichtung. Dadurch ist ihnen eine erhöhte Beständigkeit gegen Feuchtigkeit, Fette und Wasserdampf gegeben. Zum Schluss werden sie ebenfalls wieder zugeschnitten (Bermüller & Co GmbH, 2023).

5.4.3.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Geotextilien

3520 An Geotextilien wird die Anforderung einer möglichst großen Langzeitbeständigkeit gestellt. Geotextilien müssen mengenmäßig ausreichend verfügbar und natürlich erschließbar sein, sowie kostengünstig hergestellt werden können und umweltverträgliche Eigenschaften aufweisen. Des Weiteren müssen Geotextilien in ihrer Feinheit den Feinbestandteilen des Bodens entsprechen, damit sich zwischen den Textilfasern und dem Lockermaterial Verbundsysteme entwickeln und diese den Baugrund positiv beeinflussen können.

Die Herstellung und Nutzung von Geotextilien unterliegt einer Reihe an Produktanforderungen. In Tabelle 29 sind für die wichtigsten Anwendungen bzw. Aufgaben Anforderungen an Geovliesstoffe aufgelistet.

Anwendungsfall	Anforderungen an Produkteigenschaften
Trennen	<ul style="list-style-type: none"> Mechanische Festigkeit, Dehnfähigkeit Robustheit beim Einbau Anwendungsbezogene Öffnungsweite Alterungsbeständigkeit
Filtern	<ul style="list-style-type: none"> Hohe Wasserdurchlässigkeit Mechanische und hydraulische Filterstabilität, Öffnungsweite Verhinderung der Kolmation (Zusetzen des Filters) Mechanische Mindestfestigkeit (für den Transport) Dicke

Schützen	<ul style="list-style-type: none"> • Robust • Große Dicke / hohe Flächenmasse • Hohe chemische und mikrobiologische Beständigkeit
----------	--

Tabelle 29: Anforderungen an Produkteigenschaften bei den Hauptfunktionen von Geovliesstoffen (Industrieverband Geokunststoffe e.V., 2018)

- 3530
- Neben den Anforderungen für Geovliesstoffe gilt für alle anderen Geotextilien folgendes: Beständigkeit – Langzeitbeständigkeit, Witterungsbeständigkeit, Beständigkeit gegen mikrobiologische Angriffe
 - Güterüberwachung – CE-Kennzeichnung DIN EN 13249 und DIN EN 13361, Kennzeichnung des Produkts, Qualitätssicherung der Produktion
 - IVG Produktzertifikat als zusätzlicher Qualitätsnachweis
 - Umweltschonendes Bauen
- (Industrieverband Geokunststoffe e.V., 2018)

3540

In Bezug auf die Robustheit und Haltbarkeit der Geotextilien besteht die Anforderung, dass Fasern eine bestimmte Länge aufweisen müssen. Die aktuell in Deutschland verfügbaren Faserlängen für Schafwolle liegen bei feiner Wolle zwischen 4 und 7,5 cm sowie bei grober Wolle bis zu 14 cm. Im Gegensatz zum Textilbereich (Kapitel 5.2) ist keine feine Wolle für die Herstellung der Fasern und der Geotextilien notwendig, sondern grobe Wolle ist ausreichend. Ähnlich wie im Anwendungsfall Dünger aus Schafwolle ist es auch im Bereich der Geotextilien vorteilhaft, wenn die Fasern viel Lanolin enthalten. Durch die zusätzliche Düngewirkung sowie verbesserte Wasserspeicherfähigkeit und -abgabe kann der Erosionsschutz gleichzeitig begünstigt werden (Expert:in, 2022).

Allerdings ist für den Bereich der Geotextilien ebenfalls wichtig, dass die Rohstoffe für die Anwendung kostengünstig zu erwerben und zu verbauen sind. Der Kostenaspekt von Geotextilien aus Schafwolle wurde in Kapitel 5.4.3 beleuchtet.

3550 5.4.3.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Geotextilien

Wie bereits in anderen Bereichen erkennbar, ist auch die Branche des GaLa-Baus stark vom Makrotrend der ökologischen Nachhaltigkeit betroffen. Dem Trend folgend werden immer mehr recyclebare oder biobasierte Rohstoffe genutzt, um dem Klimawandel und den Folgen der Klimaschäden vorzubeugen (Paulo J. Venda Oliveira, 2022). Re-Use- und Recycling halten verstärkt Einzug im Bereich der Bauwirtschaft. Der Materialkreislauf soll der schwindenden Anzahl an verfügbaren Rohstoffen, den knapper werdenden Deponieräumen und den Herausforderungen der bestehenden Klimaschutzziele begegnen.

3560

Laut Aussagen aus dem Gremium von Expert:innen ist diese Nachfragesteigerung nach ökologischen Rohstoffen für die Verwendung von Dämmstoffen und Geotextilien in den letzten Jahren auch aus der Praxis zu bestätigen. Gründe hierfür sind Nachhaltigkeitsstrategien des Bundes und der Europäischen Union, sowie ein soziales Umdenken. Von den befragten Expert:innen werden vorrangig Kokos- und Strohfasern im Bereich der Geotextilien verwendet. Hierbei bestehen die hergestellten Matten aus einem Faserverbund beider Rohstoffe, da diese sich in ihren Eigenschaften ergänzen und somit den Anforderungen für Geotextilien entsprechen.

3570

Auch wenn Schafwolle als Rohstoff bisher noch nicht im Bereich der Geotextilien etabliert ist, so kann dieser Trend als Chance für die zukünftige Nutzung angesehen werden. Bereits erste Forschungen und Pilotprojekte zeigen, dass Geotextilien aus Schafwolle auch gegenüber anderen natürlichen Rohstoffen bessere Ergebnisse erzielen. Vor allem in Bezug auf die Wasserspeicher- und Nährstoffabgabefähigkeit weist Schafwolle bessere Eigenschaften auf als Kokos- oder Strohfasern. Erste Resultate konnten bei der Begrünung von Dächern erzielt werden.

Eine weitere Chance für Schafwolle im Bereich der Geotextilien ist der zunehmende Kostenfaktor für den Bezug von Kokosfasern (aufgrund steigender Energie- und Logistikkosten). Hersteller werden in Zukunft gezwungen sein, günstigere Rohstoffe zu verwenden. Aufgrund der aktuell häufig vorkommenden, allgemeinen Lieferschwierigkeiten wird wieder mehr Wert auf die Regionalität der Rohstoffe gelegt. Ferner sind damit die Transportwege kürzer und das Produkt somit ökologisch nachhaltiger.

3580

Eine weitere Chance für Schafwolle als zukünftig nutzbarer Rohstoff für Geotextilien ist, dass andere heimische natürliche und nachwachsende Rohstoffe schneller verrotten als Schafwolle. Als Faserverbund mit bspw. Kokos kann die Verrottungszeit von Schafwolle sogar noch verlängert werden. Somit entspricht die Schafwolle der Anforderung der Langzeitbeständigkeit. Geotextilien z.B. müssen zum Teil mehrere Jahre im Boden verweilen, damit Saatgut keimen und Pflanzen sich etablieren können (Expert:in, 2022).

Gegenüber den Chancen und positiven Eigenschaften der Schafwolle steht allerdings die Verfügbarkeit und benötigte Menge an Rohstoff für Geotextilien.

3590 Allein ein Hersteller für Geotextilien in Deutschland verarbeitet pro Jahr 1.500 bis 2.000 Tonnen Fasern (keine Schafwolle), was ungefähr einem Drittel der vorhandenen Menge an Rohwolle in Deutschland entspricht. Ein anderer Hersteller für Geotextilien mischt Fasern aus Schafwolle in seine Vliese aus Hanf und Flachs unter und verbraucht im Jahr im Schnitt 350 Tonnen Schafwolle für die Herstellung von Erosionsschutzmatten mit einem Gewicht von 350 Gramm. Je nach Anwendungsgebiet, Begrünungswunsch und Fläche werden unterschiedliche Dicken / Dichten des Textils benötigt. In Bezug auf Schafwolle sind unter anderem 500 Gramm bis zwei Kilogramm pro Quadratmeter des Rohstoffs notwendig. Für eine Dachbegrünung beispielsweise reicht es aus, 500 Gramm bis ein Kilogramm Schafwolle pro Quadratmeter zu verarbeiten. Für dicke Matten sind teilweise zwei Kilogramm pro Quadratmeter notwendig.

3600 Für eine Ausweitung des Einsatzes dieses Rohstoffs ist es also notwendig, auch Rohwolle aus anderen Ländern zu importieren. Die in Deutschland produzierte Schafwolle deckt nicht den Bedarf bei Geotextilien. Des Weiteren ist die Rohwolle nicht zu jeder Zeit verfügbar und eine Lagerung der Wolle wird eher als schwierig angesehen. Zudem sind die Qualitäten der deutschen Schafwolle, nicht zuletzt aufgrund der Unterschiede zwischen den Schafrassen, uneinheitlich. Es kann keine Garantie zur entsprechenden Wirksamkeit gegeben werden.

3610 Eine Chance für die deutsche Schafwolle bestünde allerdings darin, Deutschland als Technologiestandort für die Hygienisierung bzw. Verarbeitung von Schafwolle als Rohstoff für Geotextilien zu etablieren. Dadurch könnte die einheimische Schafwolle und auch die Wolle der Nachbarländer oder anderer europäischer Länder verwertet werden. Dann wäre genügend Rohwolle vorhanden, um die Nachfrage zu decken (Expert:in, 2022).

Die Hygienisierung der Schafwolle für deren Nutzung im Bereich der Geotextilien setzt jedoch die Waschung von Schafwolle voraus, da nur gewaschene Wolle von den Maschinen zur Faserherstellung verarbeitet werden kann. Durch die Waschung werden Verunreinigungen, wie bspw. Kot und andere grobe Verschmutzungen entfernt. Bei ersten Versuchen mit Schafwolle als Rohstoff für Geotextilien vor 20 Jahren, wurde ungewaschene Rohwolle genutzt. Die Verwendung nicht hygienisierter Schafwolle für Geotextilien hat sich dabei als nicht sinnvoll herausgestellt (Expert:in, 2022).

3620 Hygienisierung ist zudem ein sehr wichtiges Kriterium für die Nutzung von Schafwolle als Rohstoff zur Herstellung von Geotextilien. Auch wenn die Bearbeitungsprozesse an sich einfach umsetzbar sind, besteht allerdings aktuell die Herausforderung, dass keine Maschinen zur Hygienisierung für die Allgemeinheit existieren. Bisherige Anlagen sind in Privatgebrauch von Unternehmen und Forschungsinstituten. Die Fasern können aufgrund dieser Anforderung auch nicht in den bisherigen Prozess der Faserherstellung und das Pressen von Matten integriert werden. In den Unternehmen muss ein neuer Prozess eingeführt werden. Die Umstellung der Produktionsprozesse führt zu weiteren Kosten, die nur durch eine gute Öffentlichkeitsarbeit zu den Mehrwerten von Schafwolle und die dadurch generierte Nachfrage wieder aufgefangen werden können (Expert:in, 2022).

3630 Geotextilien werden unter anderem für Bauvorhaben, welche durch die öffentliche Hand in Auftrag gegeben wurden, verwendet. In den letzten Jahren werden bei öffentlichen Ausschreibungen zunehmend Aspekte wie Ökologie, Regionalität und Nachhaltigkeit berücksichtigt. Eine weitere Chance für die Nutzung von Schafwolle als Rohstoff für Geotextilien ist, dass die öffentlichen Ausschreibungen entsprechend dieser Anforderung mit aufnehmen. Somit könnten Hersteller von Geotextilien aus Schafwollmatten einen höheren Absatz verzeichnen und weitere Hersteller würden auf die Produktion mit Schafwolle umsteigen. Zudem zeigen die Nutzenden von Geotextilien, welche Produkte mit Naturfasern verbauen möchten, die Bereitschaft, auch höhere Preise zu zahlen (Expert:in, 2022).

Beim Einsatz von Schafwolle im Bereich der Geotextilien können u.a. auch einige Nachteile auftreten:

3640

- Feuchtigkeitssensibilität: Schafwolle kann bei längerem Kontakt mit Wasser beeinträchtigt werden, was ihre Leistung beeinträchtigen kann.

- Kosten: Schafwolle kann teurer sein als andere Geotextilien, insbesondere synthetische Alternativen.
- Verfügbarkeit: Schafwolle kann in manchen Gebieten schwierig zu beziehen sein.
- Gewicht: Schafwolle ist in der Regel schwerer als synthetische Geotextilien, was es für einige Anwendungen ungeeignet machen kann.
- Hygiene: Schafwolle ist ein natürliches Produkt und kann Bakterien und Pilze enthalten, was es für Anwendungen ungeeignet machen kann, die hohe hygienische Standards erfordern.

3650 Es ist wichtig zu beachten, dass diese Nachteile in Abhängigkeit von der spezifischen Anwendung und den Anforderungen variieren können.

Die wesentlichen Vorteile von Schafwolle, welche zu einer Ausweitung des Absatzes im Bereich der Geotextilien führen können, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Hydrophobie: Schafwolle hat natürliche hydrophobe Eigenschaften, die es dazu befähigen, Wasser abzuleiten und zu verhindern, dass es in den Boden eindringt, was es ideal für die Verwendung in Drainagesystemen und in Bereichen mit hoher Feuchtigkeit macht.
- Bodenverbesserung: Schafwolle kann den Boden verbessern, indem es organisches Material und Humus hinzufügt, die Bodenstruktur und -durchlässigkeit verbessern und das Bodenleben fördern.
- Nachhaltigkeit: Schafwolle ist ein natürliches und biologisch abbaubares Produkt, das aus nachwachsenden Ressourcen hergestellt wird und daher eine nachhaltigere Wahl im Vergleich zu synthetischen Geotextilien.
- Wiederverwendbarkeit: Schafwolle ist wiederverwendbar und kann daher kosteneffizienter und umweltfreundlicher sein als andere Geotextilien.
- Widerstandsfähigkeit: Schafwolle ist robust und hat eine gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Abnutzung und Feuchtigkeit, was es langlebig und langlebig macht.
- Wiederverwendbarkeit: Schafwolle ist wiederverwendbar und eine ökologischere Wahl im Vergleich zu anderen Geotextilien.
- Erhöhung der Widerstandsfähigkeit: Schafwolle hat eine gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Abnutzung und Deformationen, was es ideal für die Verwendung in Straßenbau und anderen Bereichen mit hoher Beanspruchung macht

3660

3670

5.5 Pharma & Chemie

5.5.1 Hygieneartikel

3680 Als Hygieneartikel definiert sind Produkte, die der Körperpflege dienen, Krankheiten vorbeugen oder aber auch der Gesundheit dienen und diese erhalten. Zu Hygieneartikeln gehören Produkte wie Windeln, Damenhygieneprodukte (bspw. Tampons, Binden) oder auch Inkontinenzprodukte.

Die Beschaffenheit dieser Artikel ist in der Regel ähnlich. Sie bestehen aus mehreren Schichten aus verschiedenen Materialien entsprechend der Funktion der Schicht (Abdeck- und Innenschicht). Die Innenschicht dient vor allem der Aufnahme von Flüssigkeiten und besteht seit ein paar Jahren nicht mehr aus Baumwollvliesen oder Zellstoff, sondern aus sogenannten Superabsorbent, die in der Lage sind, ein Vielfaches ihres Eigengewichts - bis zum 1000-fachen – an Flüssigkeiten (meist Wasser bzw. destilliertes Wasser) aufzusaugen. Die Abdeckschicht hingegen besteht weiterhin aus sehr dünnen Vliesen, die in der Regel aus Baumwoll- oder Zellstofffasern hergestellt sind (Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019).

3690 In der Erprobungsphase befinden sich Superabsorber zur Erhöhung der Wasserspeicherkapazität von Böden. Auch an der alternativen Herstellung von Superabsorbent aus Stärke als nachwachsendem Rohstoff wird geforscht (Chemie.de, 2022).

In der hier durchgeführten Studie liegt der Fokus für Hygieneartikel auf Windel- und Inkontinenzprodukten. Beide sind in ihren Funktionen ähnlich und werden aus denselben Rohstoffen hergestellt.

Prognostiziertes Marktvolumen von Babywindeln weltweit bis 2025 in Mrd. USD

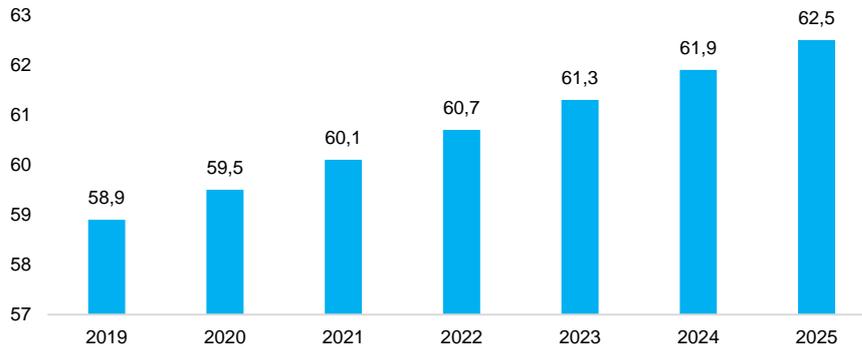
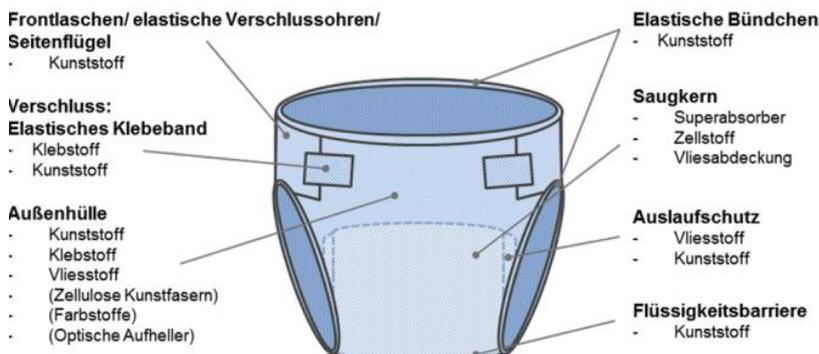


Abbildung 58: Prognostiziertes Marktvolumen von Babywindeln weltweit in Milliarden USD (Statista, 2022)

- 3700 Im Schnitt werden allein in Deutschland pro Baby 1.600 Einwegwindeln jährlich verbraucht. Für neugeborene Babys verbrauchen Eltern rund sechs bis acht Einwegwindeln am Tag. Ausgehend von einer Wickelzeit von drei Jahren werden pro Kind 5.000 Einwegwindeln verwendet und weggeschmissen. Insgesamt entsteht dadurch in Deutschland mehr als 150.000 Tonnen Windelabfall pro Jahr. Die meisten Einwegwindeln sind nicht biologisch abbaubar. Erst in den letzten Jahren wandelte sich der Trend hin zur Nutzung von biobasierten Rohstoffen und / oder Mehrwegwindeln, wobei der Anteil der Kinder, welche Einwegwindeln tragen, mit 95 % immer noch mit Abstand am größten ist. Mehrwegwindeln werden lediglich von rund 4 % bis 5 % der Kinder getragen. Einwegwindeln unterliegen verschiedenen Preisen, abhängig von der Marke, der Verpackungsgröße, der Anwendung sowie Größe der Kinder. Einfache Einwegwindeln ohne spezielle Funktionen können bereits für 0,10 € pro Stück erworben werden. Spezialwindeln können hingegen auch 0,60 € pro Stück kosten. Fair- und Bioeinwegwindeln sind teurer als konventionelle Einwegwindeln.
- 3710

Bekannte, in Deutschland vertretene Herstellermarken für konventionelle Einwegwindeln sind unter anderem Pampers, Bella Baby Happy, Tena Libero Comfort und Helen Harper. Herstellermarken für Ökwindeln in Deutschland sind beispielsweise Eco by Naty-Windeln, Fairwindeln, Bio Baby Biowindeln, Moltex nature no. 1, und Lillydoo.



3720 Abbildung 59: Aufbau Einwegwindel (Öko-Institut, 2018)

Hauptrohstoffe für die Herstellung von Einwegwindeln sind im wesentlichen Polyester, Polypropylen, Polyacryl sowie Viskose. Die wesentlichen Vor- und Nachteile dieser Stoffe im Anwendungsfall Einwegwindel sind in der Tabelle aufgeführt.

Analyse Anwendungsfelder für Schafschurwolle

Polyester		Polypropylen		Polyacryl		Viskose	
Synthetisch hergestellte Textilfaser aus Erdöl		Chemische Verbindung mit einer überdurchschnittlichen Festigkeit und Härte, kann aus Recyclingprozessen gewonnen werden		Kunstfaser auf Erdölbasis, bauschig, voluminös, wollähnlicher Charakter		Faser aus natürlichen Grundstoffen mit chemischen Herstellungsprozess	
Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Pflegeleicht • Geringes Gewicht • Isolierende Wirkung • Schnell trocknend • Kein Knittern → formbeständig • Nimmt keinen Schmutz auf • Scheuer- & reißfest • Sehr strapazierfähig 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Atmungsaktivität • Potenziell hautreizend bei sehr empfindlicher Haut • Elektrostatrische Aufladung 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Wasserdampfdurchlässigkeit • Chemische Beständigkeit gegenüber verschiedenen Verbindungen • Gute Isolation • Hohe Luftdurchlässigkeit • Keine Aufnahme von Wasser • Geruchsneutral 	<ul style="list-style-type: none"> • Wird bei Kälte spröde • Nur mit entsprechender Vorbehandlung klebbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Nimmt das 20-30-fache des Eigengewichts ans Urin auf • Wärmespeichernd • Knitterarm • Hohe Elastizität • Weich und fein 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Energieaufwand bei Herstellung • Entstehung von Mikroplastik • Schlecht recyclebar • Nicht temperaturlausgleichend 	<ul style="list-style-type: none"> • Hautsympathisch & weich • Antistatisch • Kann viel Feuchtigkeit aufnehmen ohne sich nass anzufühlen 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicht knitterfähig • Läuft schnell ein beim Waschen

Tabelle 30: Vor- und Nachteile von Rohstoffen in der Verwendung von Einwegwindeln (Kunststoffrohrverband e.V., 2022)

3730 Neben den Einwegwindeln finden sich auch immer mehr Mehrwegwindeln aus Stoff auf dem Markt. Der große Vorteil von Mehrwegwindeln liegt darin, dass diese auswaschbar und über einen langen Zeitraum wiederverwendbar sind. Im Unterschied zur Einwegwindel gibt es bei Mehrwegwindeln verschiedene Systeme, wie die Windeln aufgebaut sind und angewendet werden. Die Abbildung 59 und Abbildung 60 zeigen den Aufbau von Einwegwindeln und verschiedenen Systemen an Mehrwegwindeln. Typischerweise verwendete Rohstoffe zur Herstellung von Mehrwegwindeln sind in der Tabelle 30 zu finden.



3740 Abbildung 60: Aufbau verschiedener Mehrweg-Windelsysteme (Stoffywelt, kein Datum)

Baumwolle		Bambus		Hanf		Polyurethanlaminat (PUL)	
Pflanzliche Faser mit sehr langen Stapelfasern		Naturfaser		Naturfaser		Stoff aus einer dünnen Polyurethanschicht, die laminiert sind	
Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Temperatur- und Feuchtigkeitsregulierend • Weich & hautfreundlich • Pflegeleicht & widerstandsfähig • Atmungsaktiv • Stark saugfähig • Leicht im Gewicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Geringe Elastizität und knitteranfällig • Nasse Baumwolle wird schwer und braucht lange zum trocknen 	<ul style="list-style-type: none"> • Schnelle Flüssigkeitsaufnahme • Sehr hautfreundlich • Weiche und angenehm zu tragende Faser • Gut Verarbeitbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Flüssigkeitsmenge ist begrenzt • Waschempfindlich 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr saugfähig • Sehr hautfreundlich • Umweltfreundliche Faser • Robust und pflegeleicht und langlebig 	<ul style="list-style-type: none"> • Waschempfindlich (gehen ein) • Behalten Form nach Waschen nicht • Nicht sehr weich → muss mit anderer Faser vermischt werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserdicht • Dehnbar • Atmungsaktiv 	<ul style="list-style-type: none"> • Nähte sind wasserdurchlässig • Synthetisch hergestellter Stoff

Tabelle 31: Rohstoffe in der Verwendung für Mehrwegwindeln (Heinrich Heine GmbH, 2022)

5.5.1.1 Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Vliese für die Abdeckung der hier betrachteten Hygieneprodukte (sowohl in der Abdeck- als auch Innenschicht) werden mit Hilfe vier verschiedener Verfahren hergestellt – trockenes Herstellungsverfahren, nasses Herstellungsverfahren, Spinnvliestechnologie, Melt-Blown-Prozess.

3750 Beim trockenen und nassen Herstellungsverfahren erfolgt nach der Vliesbildung die Vliesverfestigung über thermische, mechanische oder chemische Prozesse. Der Melt-Blown-Prozess und die Spinnvliestechnologie erfordern nur einen Prozessschritt, durch den das fertige Vlies direkt aus dem Rohstoff hergestellt werden kann.

Der Hersteller Fairwindel hat die Kosten für die Herstellung einer fair erzeugten Bioeinwegwindel auf seiner Webseite veröffentlicht:

Es wird deutlich, dass der größte Kostenblock durch die verwendeten Rohstoffe und die Produktion an sich verursacht wird. Rund 33 % der Gesamtkosten entstehen hierbei.

3760 Der Hersteller gibt an, dass pro Windel 0,10 € für die Produktion und 0,10 € pro Windel für faire Rohstoffe bezahlt werden. Der Rohstoffpreis hängt stark vom Herkunftsland und den jeweiligen Lohnkosten ab. Es ist dabei zu beachten, dass die Produktionskosten sinken, je mehr Windeln hergestellt werden. Im Vergleich zu Einwegwindeln aus synthetisch hergestellten Rohstoffen fällt auf, dass der Preis einer solchen Windel bei 0,10 € liegt. Dadurch ist davon auszugehen, dass die Herstellungskosten und Rohstoffpreise für konventionelle Einwegwindeln sehr günstig sind und unter 0,10 € pro Windel liegen. Die Einwegwindeln von Fairwindel bestehen aus nachwachsenden und laut eigenen Angaben ökologisch sinnvollen Rohstoffen.

Neben den reinen Herstellungs- und Rohstoffkosten kommen Logistikkosten hinzu, die zum einen den Transport der fertigen Windeln beinhalten und zum anderen den Transport der Rohstoffe zur Produktionsstätte. Pro Windel werden hier Kosten in Höhe von 0,05 € angegeben.

3770 Insgesamt zeigt das Unternehmen auf, dass für die Herstellung einer fairen Ökowindel rund 0,60 € anfallen (Fairwindel, 2016).

Die Kosten für eine Mehrwegwindel können nicht genau bestimmt werden, da sie sich für die einzelnen Faktoren wie Rohstoffpreise, Energie- und Transportkosten, Herkunft der Rohstoffe (bspw. Arbeitsbedingungen, Rohstoffherzeugung) nicht ermitteln lassen.

3780 Laut den Expert:innen wird eingekaufter Rohstoff über die normalen Textilfaserherstellungs-Verfahren zu Garnen verarbeitet, dies findet allerdings nicht im eigenen Unternehmen statt, sondern bei entsprechenden Verarbeitern. Die fertigen Garne werden dann im Unternehmen des Windelherstellers zu den einzelnen Komponenten der Stoff- / Mehrwegwindel entsprechend dem Windelsystem zusammengeführt. Die fertigen Produkte werden dann über Onlineshops oder den Einzelhandel an Privatkunden und Unternehmenspartner verkauft. Zusammenfassend kommen bei der Herstellung von Mehrwegwindeln also zusätzlich zu den Rohstoffpreisen hohe Logistik- und Verarbeitungskosten hinzu, die zu höheren Einkaufspreisen im Vergleich zu Einwegwindeln führen.

5.5.1.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

Die Wertschöpfung im Rahmen der Herstellung von Hygieneartikeln wie bspw. Windeln ist relativ komplex und unterscheidet sich teilweise stark von Unternehmen zu Unternehmen.

3790 Die vorliegende Wertschöpfungskette wurde im Kontext der Gespräche mit Expert:innen aus dem Gremium skizziert.

Wie auch in anderen Wertschöpfungsketten ist die Verarbeitung und der Einkauf stark abhängig von den Wollpreisen.



Abbildung 61: Wertschöpfungskette im Bereich Hygieneartikel aus Schafschurwolle (Expert.in, 2022)

5.5.1.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Hygieneartikel

3800

Windeln als mehrschichtige Produkte müssen diverse Anforderungen erfüllen, wie beispielsweise:

- Leichtes Gewicht (etwa 20 g)
- Vlies muss Funktionen wie den Transport von Flüssigkeiten und Retention erfüllen
- Enthalten einer Absorptionsschicht
- Maximale Bewegungsfreiheit und eine sehr gute Passform ermöglichen

(Gries, Veit, & Wulfhorst, 2019)

Ähnliche Funktionen wie Windeln haben auch Inkontinenzprodukte, welche vorrangig Nässe aufsaugen müssen und einen ähnlichen Spielraum für Bewegungen und Passformen aufweisen sollen. Zusätzlich besteht die Anforderung, dass diese geruchsneutral sein sollten und die Verbreitung von Keimen verhindern müssen. Im Gegensatz zu Windeln ist es bei Inkontinenzprodukten ebenfalls wichtig, dass sie einem ästhetischen Anspruch entsprechen sollen.

3810

5.5.1.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereiche Hygieneartikel

Obwohl die Hauptrohstoffe für Hygieneartikel im Wesentlichen synthetische Rohstoffe sind, stellt Schafwolle dennoch einen geeigneten tierischen Rohstoff für Windeln dar.

3820

Schafwolle ist die bekannteste tierische Naturfaser und wird häufig in Windelüberhosen verarbeitet, weil das Wollfett bzw. Lanolin wasserabweisend ist und die Feuchtigkeit dadurch im Windelsystem hält. Ihre Saugfähigkeit von 30 % des Eigengewichts wird durch andere Stoffe, wie zum Beispiel von Baumwolle, Hanf oder Polyacryl mit einem vielfach größeren und schnelleren Volumen deutlich übertroffen. Wolle ist temperatenausgleichend und sehr atmungsaktiv, weil zwischen den Maschen Luft zirkulieren kann. Bezüglich der Verbreitung von Keimen wirkt der Eiweiß-Grundbaustein Keratin leicht antibakteriell und bindet Schadstoffe. Durch regelmäßiges Auslüften wird eine Geruchsneutralität von bis zu zwei bis drei Wochen erreicht. Andere Stoffwindeln müssen nach wenigen Tagen gewaschen werden. Allerdings ist Schafwolle nicht kochfest und damit sehr empfindlich im Vergleich zu Baumwolle, Hanf oder synthetischen Fasern, welche mit über 60 Grad gewaschen werden dürfen.

3830

Durch das verstrickte Garn bewegt sich die Schafwolle als Windelüberhose mit, ist weich, reißfest, dehnbar und wirkt dauerhaft entzündungshemmend durch Lanolin. Das Lanolin sorgt außerdem für die Wasserundurchlässigkeit der Windel. Durch reichhaltig große Öffnungen für Bein und Bauch erfolgt ein

dichter Abschluss, teilweise kommt es an den Öffnungen zur Verfilzung und sorgt damit für eine bessere Passform. Dies trägt dem Spielraum für Bewegung und Passform immens bei, im Gegensatz zu synthetischen Fasern.

Jedoch sind die Anschaffungskosten und die Pflege von Windelüberhosen aus Schafwolle viel teurer und aufwendiger als vergleichbare Produkte (Bendel, 2022) (Bauer, 2022).

3840 Eltern schätzen die Saugkraft der Wolle und legen Produkte aus diesem Rohstoff in die Windeln ihrer Kinder. Neben der Aufnahme von Ausscheidungsflüssigkeiten sorgt die Wolle zudem dafür, dass wunde Haut beruhigt wird. Einer Umfrage zur Folge sind die Hautfreundlichkeit und die Dichtheit einer Windel entscheidende Faktoren, warum sich Eltern weltweit für eine bestimmte Sorte Windeln entscheiden. Dies sind, durchaus gute Voraussetzungen für ein Produkt aus Wolle (Ritter, 2021).

Herausforderungen in der Nutzung von Schafwolle im Bereich der Hygieneartikel bestehen vor allem in der Feinheit und Qualität der Wolle. Für Körpernahe bzw. -berührende Produkte werden vor allem feine Materialien benötigt. Gerade sehr feine Wolle mit einem Wert von 18 Mikrometer sind hierbei wünschenswert. Deutsche Schafwolle erreicht diesen Wert so gut wie gar nicht und kann daher für diesen Bereich nur schwerlich verwendet werden. Es kann daher sinnvoll sein, deutsche Schafwolle für Überhosen oder ähnliches zu nutzen.

3850 Wie zuvor beschrieben kann Schafwolle zwar einen sehr hohen Anteil ihres Eigengewichts an Feuchtigkeit aufnehmen, jedoch erfolgt die Wasseraufnahme nur langsam. Dies kann zu negativen Auswirkungen im Rahmen von Hygieneprodukten (vor allem Windeln) führen.

Ein weiteres Kriterium ist die Umweltfreundlichkeit / Nachhaltigkeit der Windel. Vor allem dieser Geschäftsbereich ist geprägt von Wegwerfprodukten und einer sehr hohen Abfallproduktion. Im Durchschnitt werden pro Kind ca. 6.000 Windeln verbraucht. Herkömmliche Einwegwindeln bestehen in der Regel aus Rohstoffen und Materialien, welche nicht natürlich bzw. nur unter Einsatz von umweltunfreundlichen Methoden abgebaut werden. Recycling ist fast unmöglich. Alternativen bieten hier Windeln aus Stoff. Eine große Herausforderung bei dieser Lösung ist allerdings der hohe Wasserverbrauch beim Auswaschen und Reinigen der benutzten Windel. Zudem sind Stoffwindeln eher unhandlich, wenn diese außerhalb der eigenen Wohnung gewechselt werden müssen. Selbst umweltbewusste Eltern greifen somit auch in diesen Momenten auf Wegwerfwindeln zurück. Neben den eben genannten qualitativen Faktoren ist auch festzustellen, dass das weltweite Marktvolumen von Babywindeln stark wachsend ist und auf über 60 Mrd. US-Dollar prognostiziert wird, die Nachfrage nach Stoffwindeln / Mehrwindeln befindet sich jedoch im unteren einstelligen Prozentbereich von 4 – 5 %.

3860 Ein weiteres Anwendungsfeld in diesem Gebiet gilt stillenden Müttern. Diese leiden häufig unter entzündeten Brustwarzen. Stillpads aus Wolle sind beliebte Produkte zur Beruhigung der Haut. Doch auch hier besteht das Problem, dass die aktuellen Lösungen größtenteils für den einmaligen Gebrauch gedacht sind.

Die wesentlichen Vorteile der Schafwolle, welche eine Chance zur Ausweitung zum Einsatz im Bereich der Hygieneprodukte mitbringen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Feuchtigkeitsregulation: Schafwolle hat die Fähigkeit, Feuchtigkeit aufzunehmen und abzugeben, was sie zu einem geeigneten Material für Hygieneprodukte wie Windeln, Inkontinenzprodukte und Binden macht.
- Anti-Mikrobielle Eigenschaften: Schafwolle enthält natürliche Öle, die anti-mikrobielle Eigenschaften aufweisen, die das Wachstum von Bakterien und Pilzen hemmen können, was die Hygieneprodukte sicherer und hygienischer macht.
- Atmungsaktivität: Schafwolle ist atmungsaktiv und lässt Feuchtigkeit und Luft durch, was es angenehm und bequem für die Haut macht und das Risiko von Hautirritationen und allergischen Reaktionen reduziert.
- Nachhaltigkeit: Schafwolle ist ein natürliches und biologisch abbaubares Material, das nachhaltiger als viele synthetische Materialien ist und somit auch in diesem Aspekt ein Pluspunkt für die Verwendung in Hygieneprodukten darstellt.

5.5.2 Medizinische Produkte

Nach dem Medizinproduktegesetz wird in Hygiene- und Medizintextilien unterschieden.

3890 Medizinische Produkte haben medizinische Verwendungszwecke, die vom Hersteller für die Anwendung beim Menschen bestimmt sind und primär physikalisch wirken. Textile Strukturen befinden

sich in der Medizintechnik bereits seit Jahrzehnten im Einsatz, da diese zahlreiche Vorteile für medizinische Anwendungen mit sich bringen. Diese Vorteile liegen in der Möglichkeit, zwei- und dreidimensionale Strukturen herzustellen, in der guten Drapierbarkeit der Strukturen, in den Möglichkeiten, die mechanischen und morphologischen Eigenschaften auf Mikro- und Makroebene einzustellen, in der sehr großen spezifischen Oberfläche sowie in der Möglichkeit, unterschiedliche Werkstoffe in verschiedener Weise zu kombinieren. Medizintextilien können nach ihrem Einsatzgebiet in extra- und intrakorporale Anwendungen unterteilt werden (Hill, Schmitt, & Meyer-Lüeren, 2013) (Rabe & Rödel, 1998).

3900 5.5.2.1 Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Extrakorporale Medizintextilien

Bekleidung, Bettwäsche und Pflege

Ein großer Bereich der extrakorporalen Medizintextilien sind textile Produkte, die in den Bereichen Bekleidung, Bettwäsche und Pflege sowie in Verbindung mit medizinischen Geräten (Abdeckung von Röntgengeräten u. a.) eingesetzt werden. Bettwäsche, Matratzen und Steppdecken für den Krankenhausbereich müssen der besonderen Anforderung der Hygiene genügen. Sie müssen gut zu desinfizieren sein und Außerdem auch bei längerer Benutzung noch ihren weichen Charakter beibehalten.

3910 Verbandstoffe und Bandagen

Zu den textilen Verbandstoffen und Bandagen zählen Pflaster, Binden, hypoallergene und sterile Verbände, Kompressen, Watte, Trägervliese für Reagenzien und Medikamente, Stütz- und Entlastungsverbände usw.

Je nach Anwendungsgebiet müssen die Textilien hydrophobe, oleophobe, flammhemmende, antimikrobielle, adhäsive, nichtadhäsive oder bakterienfeste Eigenschaften aufweisen. Allgemein betrachtet sollen sie das Wohlbefinden und die Gesundheit fördern.

Die Watten bestehen aus Baumwolle oder aus Viskose. Alle anderen Verbandmaterialien, die mit Wunden in Kontakt kommen, bestehen zu nahezu 100 % aus gebleichter Baumwolle. Verbandmull wird gewebt und findet Anwendung in Wundverbänden oder zur Herstellung von Kompressen und Tupfern.

3920 Zu den Verbänden können Pflaster, Binden, Kompressen und Trägervliese für Medikamente gerechnet werden. Der ideale Wundverband sollte nicht klebend sein und durchlässig für Wasserdampf, Kohlendioxid und Sauerstoff. Der Verband sollte in der Lage sein, ein Mikroklima zu schaffen, das die Wunde feucht und auf Körpertemperatur hält. Verbände lassen sich je nach Anwendungsgebiet mit elastischen und unelastischen Verbandstoffen ausführen. In der Hauptsache bestehen Verbandstoffe aus Faserstoffen wie Baumwolle, Viskose, Polypropylen, Polyester, Polyamid oder Polyethylen.

Membrananwendungen in Oxygenatoren und Dialysefiltern

Kapillarmembranen (mikroporöse Hohlfasern) sind wesentlicher Bestandteil künstlicher Lungen und Nieren und stellen damit extrakorporale Anwendungen dar, in denen die textile Struktur/Faser in direktem Blutkontakt steht. Für die Hämodialyse werden überwiegend Fasern aus Cellulose aber auch Fasern aus Polysulfon, Polymethylmethacrylat und Polyacrylnitril eingesetzt. In Oxygenatoren werden überwiegend mikroporöse Hohlfasern aus Polypropylen, aber auch aus Polymethylpenten und Silikon verwendet. In der Herstellung der mikroporösen Hohlfasern stellt die Porenbildung den zentralen Schritt dar. Diese beeinflusst die Zellreaktion auf die textile Struktur (Melin, 2004) (Ohlrogge, 2012).

3930

Intrakorporale Medizintextilien

Beispiele für die erfolgreiche Anwendung von textilen Strukturen für intrakorporale Anwendungen sind Herniennetze, tubuläre Gefäßstrukturen, chirurgisches Nahtmaterial oder Stents. Zur Herstellung der textilen Implantate werden zunächst Polymere zu Filamenten mit definierten Kraft- und Dehnungseigenschaften weiterverarbeitet. Mit diesen Filamenten werden mit unterschiedlichen textilen Verarbeitungstechniken zwei- und dreidimensionale Strukturen hergestellt. Diese können als belastungsgerechte Implantate verwendet werden.

3940

Chirurgisches Nahtmaterial

Das bekannteste textile Produkt in der Medizin ist chirurgisches Nahtmaterial. Es besteht aus Monofil- oder geflochtenen Multifil-Fäden. Monofile und geflochtene Fäden unterscheiden sich in der Sägewirkung sowie in ihren mechanischen Eigenschaften Reißkraft und Knotfestigkeit.

Es wird ebenfalls in resorbierendes und nichtresorbierendes Nahtmaterial unterschieden. Der Einsatz von feinem resorbierbarem Material bringt bei bestimmten Nahtmethoden kosmetisch günstigere

3950 Ergebnisse (Wintermantel & Ha, 2009).

Kardiovaskuläre Anwendungen

Mit 40 Mio. Schlägen im Jahr zählt das menschliche Herz zu den aktivsten und meistbeanspruchten Organen. Um pro Minute etwa 5 Liter Blut pumpen zu können, müssen die Herzklappen unter diesen Bedingungen aber auch einwandfrei öffnen und schließen. Bei angeborenen oder krankheitsbedingten Deformationen der Herzklappen ist daher manchmal deren Austausch erforderlich.

3960

Der Kern einer mechanischen Herzklappe besteht aus pyrolytischem Kohlenstoff und der Nahring aus Teflon. Der Nahring hat eine gewisse Flexibilität und lässt sich sehr leicht mit der chirurgischen Nadel durchstechen. Das Garnmaterial Teflon verhindert das Bilden von Blutgerinnsel. Dies ist besonders wichtig, da sonst die Funktion der Klappe beeinträchtigt und vor allem ihr vollständiges Schließen verhindert werden könnte.

Netzimplantate/Herniennetze

Gewirkte textile Netzimplantate werden insbesondere zur Therapie von Gewebebrüchen (Hernien) bzw. allgemein zur Verstärkung von bindegewebigen Strukturen genutzt. Netzimplantate bestehen vorwiegend aus Polypropylen, Polyester oder PVDF Mono- oder Multifilamenten.

3970

Narben- und Leistenhernien werden heute anstelle einer direkten Naht durch den Einsatz textiler Netze behandelt (Obermaier, Pfeffer, & Hopt, 2009). Es ist bekannt, dass die textile Struktur einen entscheidenden Einfluss auf die Gewebeintegration des Netzes hat. Die Biokompatibilität steigt demnach mit der Verwendung von Monofilamenten anstelle von Multifilamenten, mit der Porengröße und mit einem geringen Gesamtgewicht des Netzes (Schumpelick, 2004). Über zusätzliche Netzbeschichtungen kann die Biokompatibilität der Netze weiter verbessert werden.

Das in Schafwolle enthaltene Lanolin wirkt pflegend, entzündungshemmend und vor allem auch schmutzabweisend. Entsprechend wird Schafwolle auch als heilend angesehen und als natürliche Alternative bei der Behandlung von Hautausschlägen oder Haut-Entzündungen genutzt. Auf Grund der zusätzlich zum enthaltenen Wollfett mit Lanolin behandelten Oberfläche, bestehen auch im Medizin- und Hygienebereich Anwendungsgebiete für Produkte aus Schafwolle. Genutzt werden kann diese neben den zuvor behandelten Windeln oder Oberhöschen, als Stilleinlagen, als nicht steriles Verbandsmaterial oder auch als Kosmetikartikel wie Watte pads oder Kosmetiktücher.

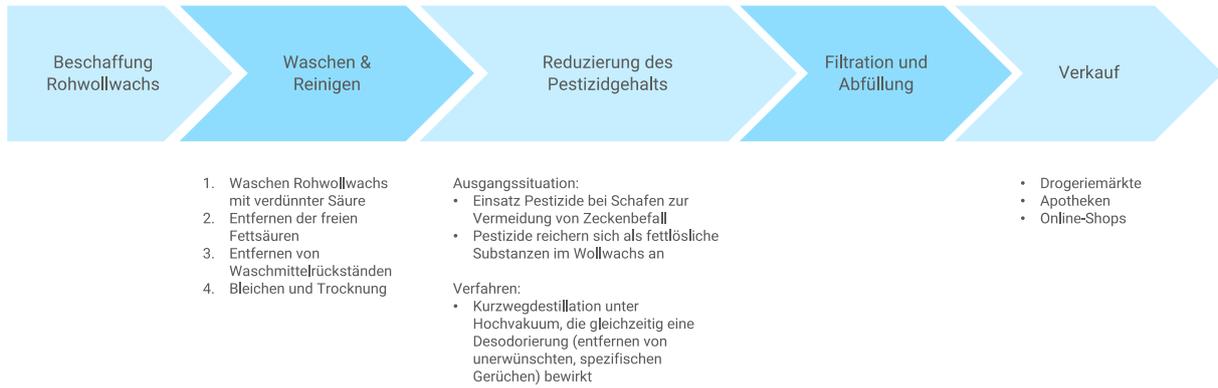
3980

5.5.2.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

Im Rahmen der Betrachtung von medizinischen Produkten können für die beiden Nischenprodukte Lanolin und Heilwolle folgende Wertschöpfungsketten aufgezeigt werden.



Abbildung 62: typische Wertschöpfungskette Heilwolle (Villgrater Natur, 2022)



3990

Abbildung 63: typische Wertschöpfungskette Lanolin (Wollfett) (Deutsche Lanolin Gesellschaft, 2022)

5.5.2.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich medizinischer Produkte

4000

Für alle intra- sowie für viele extrakorporale Anwendungen gilt: Die verwendeten Biomaterialien stehen in direktem oder indirektem Kontakt mit lebendem Gewebe oder Körperflüssigkeiten. Diese Tatsache erfordert zum einen, dass das eingesetzte Material den Organismus in keiner Weise schädigen darf, mit dem es in Kontakt steht, andererseits dürfen aber auch die verwendeten Materialien nicht durch Einwirkung des biologischen Milieus geschädigt werden. Erfüllt ein Material beide Voraussetzungen, so kann es als bioverträglich oder biokompatibel bezeichnet werden. Der Begriff der Biokompatibilität ist in seiner Definition komplex und kann sinnvollerweise nur als Summe verschiedener Eigenschaften beschrieben werden, bei denen der Anwendungsfall und die spezifischen Umgebungsbedingungen berücksichtigt werden (Planck, 1993). Normativ wird der Begriff der Biokompatibilität in der DIN ISO 10993 beschrieben. In einer vereinfachten Definition, die sich sehr gut auf textile Strukturen anwenden lässt, werden die Anforderungen an ein biokompatibles Produkt in die Gruppen chemische, strukturelle und mechanische Eigenschaften unterteilt. Alle verwendeten Materialien müssen ein hohes Maß an chemischer Kompatibilität aufweisen. Dies betrifft zum einen die Oberflächenchemie, d. h. die Polarisierbarkeit und Oberflächenladung. Für Zellen ist die Wechselwirkung zwischen der negativ geladenen Zellmembran und den elektrischen Eigenschaften der Werkstoffoberfläche entscheidend. Darüber hinaus bedeutet chemische Kompatibilität, dass die verwendeten Materialien nicht zytotoxisch, nicht genotoxisch, nicht karzinogen und nicht thrombotisch wirken dürfen, dass sie weder entzündungs- noch allergische Reaktionen hervorrufen, dass sie keinen unerwünschten Einfluss auf das Proliferations- und Differenzierungsverhalten der Zellen nehmen und, dass sie keine Veränderungen des Blutbildes auslösen (Hämokompatibilität). Die chemische Kompatibilität wird entscheidend durch die Auswahl des Materials beeinflusst. Bei den Materialien werden langzeitstabile Materialien von biologisch abbaubaren Materialien unterschieden. Einige der am häufigsten verwendeten biokompatiblen nicht resorbierbaren Polymere in intrakorporalen medizinischen Anwendungen sind Polyethylen (PP), Polyethylenterephthalat (PET), Polyamide (PA), Polytetrafluorethylen (PTFE), Polyetheretherketon (PEEK) und Polyvinylidenfluorid (PVDF). Häufig verwendete resorbierbare Polymere sind Polylaktid (PLA), Polyglykolid (PGA) oder Polydioxanon (PDO).

4010

4020

Die textile Struktur hat, neben der chemischen Kompatibilität, einen ebenso wichtigen Einfluss auf die Biokompatibilität und wird im Folgenden unter dem Begriff strukturelle Kompatibilität zusammengefasst. Die strukturelle Kompatibilität kann auf allen Größenebenen betrachtet werden – vom Nano- bis in den Makrobereich. Die Eigenschaften der Oberflächentopografie werden auf Nano- und Mikroebene beeinflusst. Im Nanobereich kann die Oberflächentopografie von Fasern zum Beispiel durch die thermische Prozessführung beim Spinnprozess und den Grad der Verstreckung der Filamente beeinflusst werden. Die Oberflächentopografie spielt für den Zellstoffwechsel und für die Akzeptanz des Gewebe-Ersatzes eine bedeutende Rolle. So wurde zum Beispiel beobachtet, dass die Makrophagenaktivität in der Umgebung einer rauen PTFE-Oberfläche in Rattenmuskeln signifikant höher ist als in der Nähe einer glatten PTFE-Oberfläche (Wintermantel & Ha, 2009). Im Mikrobereich können durch Verwendung bestimmter Düsenlochgeometrien profilierte Fasern ausgesponnen werden, die eine deutlich größere spezifische Oberfläche aufweisen. Durch eine Vergrößerung der verfügbaren Oberfläche wird die Zahl der adhärenierenden Zellen erhöht. Der Mesobereich der textilen Struktur wird durch die Textur des Garns beeinflusst. Auf der Makroebene sind weitere Faktoren zu nennen, die die Zellreaktion auf die textile Struktur beeinflussen können. Im Fall von Vliesen sind dies zum Beispiel die Parameter Porengeometrie, Porengröße, Porenverteilung sowie die Faserorientierung. Im Fall von

4030

- Gewebe spielen die Parameter Bindung und Schussdichte, im Fall von Gewirken und Gestriken die Maschendichte und im Fall von Geflechtern der Flechtwinkel eine wichtige Rolle.
- 4040 Die mechanische Kompatibilität wird im Besonderen durch das Produktdesign beeinflusst und betrifft unter anderem die Eigenschaften Biegesteifigkeit, Dehnung, Erholungsvermögen, Höchstzugkraft, Strömungsverhalten sowie die Kraffteinleitung und –Verteilung in der textilen Struktur. Neben der Biokompatibilität ist in vielen Fällen auch die Sterilisierbarkeit der Strukturen zu gewährleisten.
- Das „Deutsche Arzneibuch“ (DAB) definiert „sterilisieren“ mit dem „Freimachen eines Gegenstandes von allen vermehrungsfähigen Keimen“ (Deutsches Arzneibuch, 2012). Die Abtötung von Sporen, z. B. durch Dampf, folgt mathematischen Gesetzmäßigkeiten. Um ein Produkt als „steril“ bezeichnen zu können, wurde in DIN EN 556 eine Wahrscheinlichkeit für das Auffinden eines lebensfähigen Keimes von 1×10^6 festgelegt (DIN EN 556, 2003). Diese Wahrscheinlichkeit wird auch als SAL (engl.: sterility assurance level) bezeichnet. Gängige Sterilisationsmethoden sind die Hitzesterilisation, die Niedertemperatur-Gas-Verfahren, die Sterilisationsverfahren mit ionisierender Strahlung und die Sterilisationsverfahren mit wässriger Lösung.
- 4050 Viele der genannten Methoden rufen in polymeren Werkstoffen Veränderungen hervor, die bis zur Spaltung der Polymerketten führen können. Ein wichtiges Unterscheidungskriterium der Verfahren stellt zudem die Eindringtiefe und damit die Sterilisations-Wirktiefe der jeweiligen Verfahren dar. Für jeden Kunststoff und jede Produktgeometrie muss daher die geeignete Sterilisationsmethode gesucht und festgelegt werden (Wintermantel & Ha, 2009) (Planck, 1993).
- 4060 5.5.2.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich medizinischer Produkte
- Schafwolle nimmt dank ihrer Beschaffenheit knapp 40 % des Eigengewichts an Feuchtigkeit auf. Zudem wirkt sie natürlich klimatisierend – im Sommer kühlt Wolle, im Winter wärmt sie. Das enthaltene Wollfett wirkt entzündungshemmend und beruhigt gereizte Haut. Aufgrund der eben genannten besonderen Eigenschaften erfreut sich Schafwolle besonders in den letzten Jahren zunehmender Beliebtheit im Hygiene- und Medizinbereich.
- 4070 Der Einsatz von Schafwolle als sogenannte „Heilwolle“ bietet Möglichkeiten zur Abgrenzung und für Alleinstellungsmerkmale. Heilwolle ist naturbelassene, versponnene Schafwolle. Dadurch enthält sie noch Wollwachs, auch als Wollfett oder Lanolin bekannt, dessen Inhaltsstoffe entzündungshemmend und pflegend wirken. In der industriellen Weiterverarbeitung von Schafwolle wird die Wolle sehr heiß gewaschen, wodurch das natürliche Wollwachs verloren geht. Heilwolle wird dagegen nur bei maximal 50°C gewaschen und ohne chemische Zusätze gereinigt. Ihre weiche, watteartige Konsistenz erhält sie durch ausgiebiges Kämmen der Wolle.
- 4080 Aufgrund der Beschaffenheit der Schafwolle wird Lanolin zunehmend attraktiver für Verbraucher aus kälteren und heißeren Regionen, was wiederum den Markt für Lanolin in den kommenden Jahren antreiben dürfte. Es wird prognostiziert, dass der Lanolin-Markt im Zeitraum von 2022 bis 2027 mit 5 % wachsen soll (Mordor Intelligence, 2022). Kurzfristig treiben auch die Nachfrage nach hautpflegenden Kosmetika und die zunehmende Verwendung für pharmazeutische Zwecke das Marktwachstum an und somit den Absatz von Lanolin und Heilwolle (Radtko, 2022). Jedoch sind über 25 % der Produkte mit dem Wirkstoff Lanolin Medizinprodukte. Zusätzlich mit Kosmetikprodukten macht es über 60 % des Marktes aus. Dadurch können Nebenwirkungen und der Ersatz von Lanolin durch andere Ersatzstoffe das Marktwachstum behindern oder sogar den Markt sinken lassen. In den vergangenen 3 Jahren stieg die Anzahl an Veganern in Deutschland um über eine halbe Million auf 1,58 Millionen Personen im Jahr 2022. Der Trend kann langfristig die Nachfrage nach tierischen Rohstoffen und damit Lanolin und Heilwolle verringern (Pawlik, 2022).
- 4090 Die wesentlichen Herausforderungen und Chancen lassen sich wie folgt zusammenfassen:
- Herausforderungen:
- Kosten: Schafwolle ist im Vergleich zu synthetischen Materialien teurer, was für einige Unternehmen eine Barriere darstellen kann, die Produktion von medizinischen Produkten auf Schafwollebasis aufzunehmen.

- 4100
- **Qualität und Reinheit:** Schafwolle muss sorgfältig gereinigt und behandelt werden, um sicherzustellen, dass sie frei von Schmutz und Bakterien ist, was zusätzliche Kosten und Aufwand verursacht.
 - **Regulierung:** Medizinische Produkte unterliegen strengeren Regulierungen als andere Produkte, was die Entwicklung und Zulassung von Schafwolle-basierten medizinischen Produkten erschweren kann.

Chancen:

- 4110
- **Nachfrage:** Es gibt eine wachsende Nachfrage nach natürlichen und umweltfreundlichen Produkten, insbesondere im medizinischen Bereich, was die Verwendung von Schafwolle als Alternative zu synthetischen Materialien fördern kann.
 - **Eigenschaften:** Schafwolle hat einige einzigartige Eigenschaften, die es zu einem geeigneten Material für medizinische Produkte machen, wie Feuchtigkeitsregulation, Anti-Mikrobielle Eigenschaften und Atmungsaktivität.
 - **Diversifizierung:** Der Einsatz von Schafwolle in medizinischen Produkten kann für Unternehmen eine Möglichkeit bieten, ihre Produktpalette zu diversifizieren und neue Märkte zu erschließen.
 - **Nachhaltigkeit:** Schafwolle ist ein natürliches und biologisch abbaubares Material, was es zu einer attraktiven Alternative zu synthetischen Materialien in medizinischen Produkten macht, die oftmals nachhaltigkeitsorientierte Kunden ansprechen werden.

5.5.3 Kosmetische Produkte

4120 Neben Hygieneprodukten wie Windeln oder Stilleinlagen, werden tagtäglich auch unzählige Kosmetiktücher verwendet und weggeworfen. Herkömmliche Kosmetiktücher haben den Vorteil, dass sie sehr weich und dünn sowie gleichzeitig strapazierfähig und reißfest sind. Grund hierfür sind Fasern, welche aufgrund ihrer Herstellungsweise nicht recycelt werden können. Zudem besteht ein großes Problem darin, dass bisherige Kosmetiktücher häufig aus neuen Zellstofffasern hergestellt werden, für die jeweils immer wieder neue Bäume gefällt werden müssen.

Die Primärfasern für diese Tücher haben zudem einen langen Weg hinter sich, häufig stammen sie aus Südamerika, weshalb allein für den Transport des Rohstoffs eine hohe Menge CO₂ frei gegeben wird. Alternativen zu den frischfaserigen Kosmetiktüchern bestehen aus Recyclingfasern oder wiederverwendbaren Stoffen.

4130 Laut einer Studie (abgebildet in Abbildung 64) zum nachhaltigen Konsum im Jahr 2020 achten vor allem im Kosmetikbereich über 50 % der Befragten darauf, dass für die Produkte recycelbare Materialien verwendet werden. Für knapp 40 % spielen Faktoren wie keine Zusätze von umwelt- oder gesundheitsschädlichen Stoffen eine wichtige Rolle beim Kauf. Weniger als 20 % der Umfrageteilnehmer sehen eine ressourcenschonende und regionale Herstellung als wichtig an. Allerdings wird prognostiziert, dass aufgrund des wachsenden Nachhaltigkeits-Trends die Zahl steigen wird.

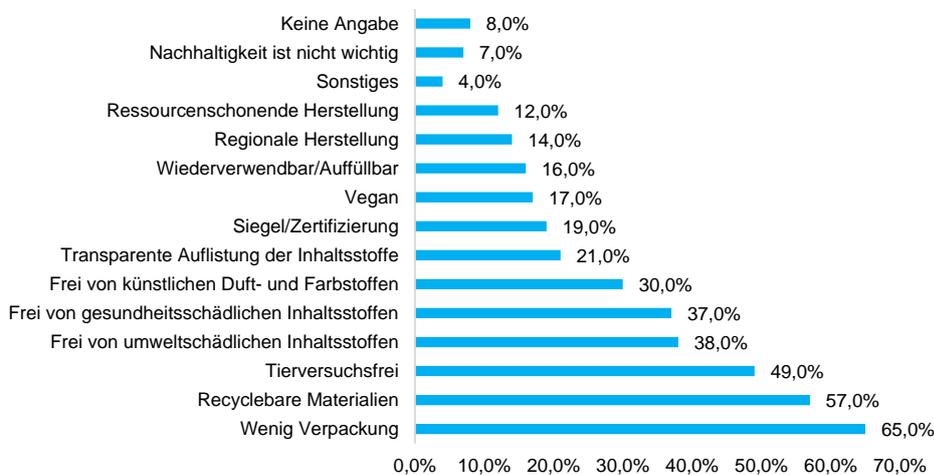


Abbildung 64: Nachhaltigkeitsaspekte beim Kauf von Naturkosmetik (Statista, 2022)

- 4140 Im Allgemeinen erwirtschaftet die Kosmetikbranche in Deutschland einen Jahresumsatz von ca. 13,6 Mrd. € (IKW e.V., 2022). Wenn man von Kosmetik spricht, so spricht man von Substanzen, die mit dem äußeren Teil des Körpers wie Haut, Haare oder Nägel in Kontakt kommen und diesen reinigen, schützen, parfümieren oder verschönern. Produkte sind hierbei bspw. Seife, Hautpflegemittel, Sonnencreme, Rasierschaum, Zahnpasta, Shampoo, Makeup, Parfüm, Deodorant oder Antitranspirante. Biokosmetik wird inzwischen als Branchentrend gesehen und dominiert viele Entwicklungen und Produktgestaltungen.
- 4150 Der Marktanteil biobasierter Rohstoffe im Kosmetikbereich hat sich vom Jahr 2017 mit 1,19 Mrd. € auf 2018 auf 1,26 Mrd. € erhöht. Einer Prognose des Industrieverbandes Körperpflege- und Waschmittel e. V. zufolge, wird sich dieser Marktanteil bis 2028 auf 2,19 Mrd. € erhöhen. Aktuelle Forschungs- und Entwicklungstrends beinhalten effiziente, biotechnologische Produktionswege wie bspw. die Gewinnung von Substanzen aus Zellkulturen (statista, 2022).

Wie in Abbildung 65 zu sehen, werden die höchsten Marktvolumina in den Bereichen Haarpflegemittel, Haut- und Gesichtspflegemittel sowie Mund- und Zahnpflegemittel erwirtschaftet.

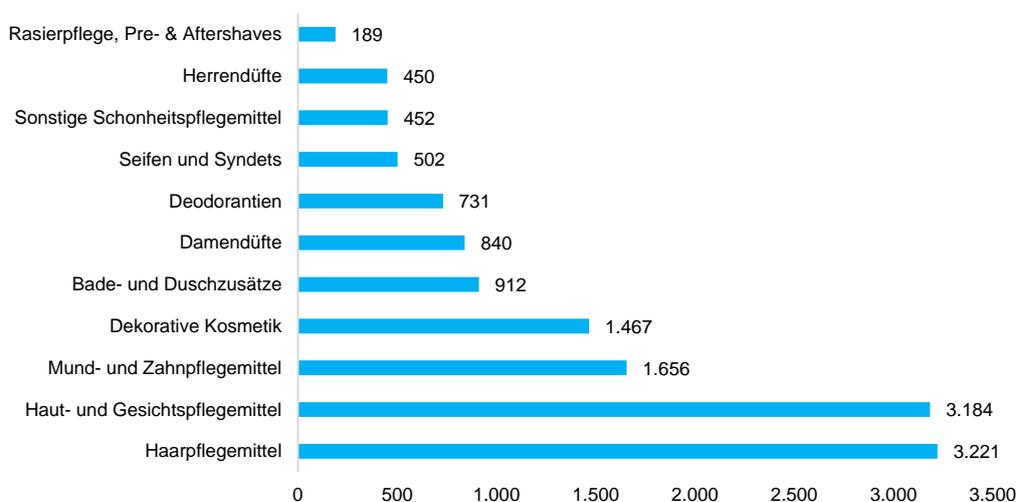


Abbildung 65: Marktvolumen Schönheitspflegemittel 2021 in Mio. € (Statista, 2022)

- 4160 Kosmetische Produkte teilt man im Allgemeinen in die Bereiche Konventionelle Kosmetik, Naturnahe Kosmetik sowie Natur- und Biokosmetik ein. Konventionelle Kosmetik beschreibt "Produkte, bei denen es keine weiteren Beschränkungen der Auswahl der Inhaltsstoffe gibt als die, die gesetzlich geregelt sind. Diese sind jederzeit und einfach herstellbar und erzielen günstige Verbraucherpreise.

5.5.3.1 Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Am meisten verwendete Rohstoffe im Bereich der konventionellen Kosmetik und deren Eigenschaften sind in der Tabelle 32 abgebildet.

Analyse Anwendungsfelder für Schafschurwolle

Mineralöle, Paraffine	Aluminiumsalze	Silikone	Parabene	Polyethylenglykol	Tenside
Eigenschaften					
<ul style="list-style-type: none"> • Wachsartig • Brennbar • Geruchs- und geschmacklos • Ungiftig • Elektrisch • Isolierend • Wasser abstoßend • Mit Fetten und Wachsen zusammen schmelzbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Antiseptisch • Reagiert mit Säuren • Schweißdrosselnde Wirkung 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistent ggü. UV-Licht • Stark wasserabweisend • Hohe Gasdurchlässigkeit • Elektrisch isolierend • Sehr wärmebeständig • Physiologisch unbedenklich • Klar, farblos, geruchlos, ungiftig, stabil 	<ul style="list-style-type: none"> • Antimikrobiell gegen Bakterien und Pilze • Konservierende Wirkung 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbindet Fett und Feuchtigkeit miteinander • Wirkt penetrationsfördernd (Haut wird durchlässiger für Wirkstoffe) • Wird nicht von Haut abgebaut → erst durch Duschen / Waschen weg → Entstehung von Mikroplastik in Wasser 	<ul style="list-style-type: none"> • Sind amphiphil → Öl und Wasser vermischen sich nicht → Emulgator • Netzmittel → Wasser fließt an einer Oberfläche leichter ab ohne Tropfen zu bilden • Bildung von Schaum
Gefahren					
<ul style="list-style-type: none"> • Austrocknung der Haut • Faltenbildung 	<ul style="list-style-type: none"> • Kann Krankheiten wie Alzheimer oder Brustkrebs begünstigen (nicht 100 % bewiesen / bestätigt) 	<ul style="list-style-type: none"> • Haar wird unter Silikonschicht trockener und brüchiger • Verstärkte Schuppen- und Fettbildung durch Ablagerungen auf Kopfhaut 	<ul style="list-style-type: none"> • Auswirkungen auf den Hormonhaushalt (noch nicht 100 % bewiesen / bestätigt) 	<ul style="list-style-type: none"> • Schädigen Membranfunktion der Haut → mögliche Folgen: Allergien, Hautirritationen, Rötungen der Schleimhäute, Kopfschmerzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Entfernung von zu viel Talg auf der Haut → Auswaschungseffekt → Haut verliert natürliche Schutzfunktion

4170

Tabelle 32: verwendete Rohstoffe im Bereich der konventionellen Kosmetik (Expert:in, 2022)

Naturnahe Kosmetik umfasst Produkte bei denen überwiegend natürliche, pflanzliche und tierische Rohstoffe verwendet und auf synthetische verzichtet werden, jedoch nicht ausreichend, um mit einem Naturkosmetik-Siegel (Bsp.: Veganblume, Demeter) ausgezeichnet zu werden (Keith, 2022).

Unter Naturnaher Kosmetik zählen Produkte wie:

4180

- „Free-From-Produkte“: Verzicht auf bestimmte Inhaltsstoffe, wie bei
 - veganen (Verzicht auf tierische Rohstoffe, z.B.: Hyaluron, Wollwachs, Stutenmilch, Honig, Bienenwachs) oder
 - glutenfreien Produkten
- noch am häufigsten verwendete synthetische Stoffe der naturnahen Kosmetik sind:
 - filmbildende Stoffe (Mineralöle, Paraffine, Silikone) und
 - Sonnenschutzfilter (Benzophenon, Octinoxat)

4190

Natur- und Biokosmetik umfasst Produkte, bei denen die überwiegende Mehrheit oder die gesamte Zusammensetzung natürlichen Ursprungs ist. Die Herausforderungen in diesem Bereich liegen im Wesentlichen in der begrenzten Verfügbarkeit der zu verwendenden Rohstoffe und der aufwendigeren Verarbeitung. Bislang gibt es höhere Lagerungsaufwendungen auf Grund der „verderblichen Produkte“.

5.5.3.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

Aus den geführten Interviews mit Expert:innen aus dem gebildeten Gremium konnte eine generelle Wertschöpfungskette im Bereich Kosmetik abgebildet werden. Auf Grund der Komplexität der Wertschöpfungsketten sind Preise auf den einzelnen Stufen nur schwer identifizierbar.

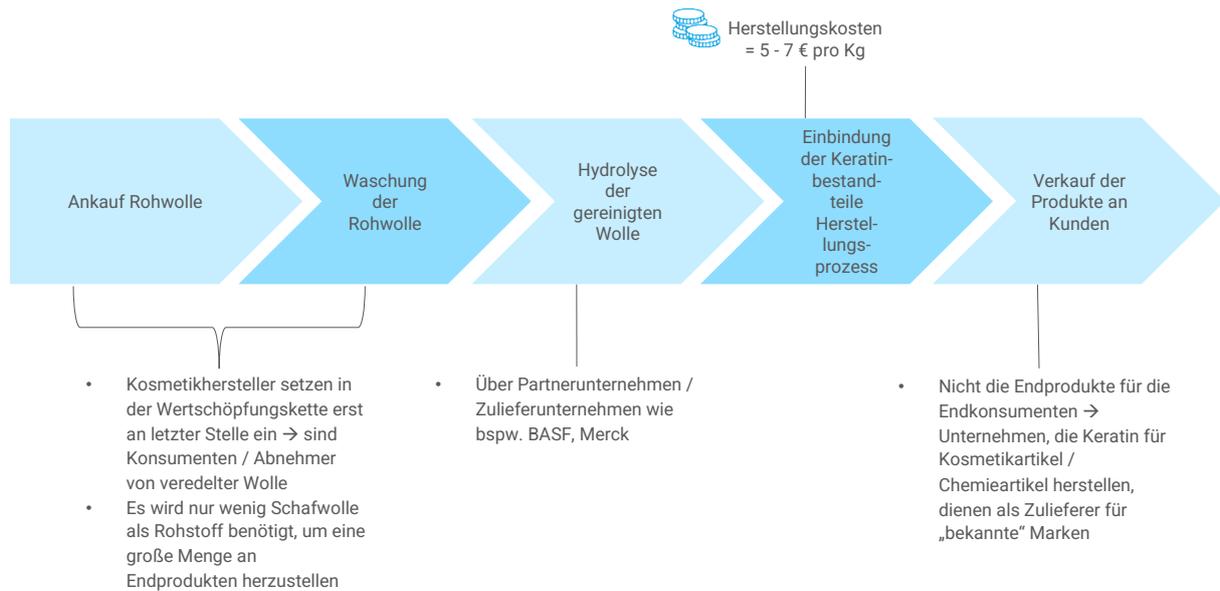


Abbildung 66: Wertschöpfungskette im Bereich Kosmetikartikel aus Schafschurwolle

4200

5.5.3.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Kosmetik

Schafwolle weist auch in diesem Bereich Potenzial zur Anwendung auf. Auch wenn diese nur zum Einmalgebrauch genutzt werden kann, so besteht die Chance nicht recycelbaren Müll zu reduzieren und die Rohstoffe wieder in den natürlichen Biokreislauf zu überführen.

Den Möglichkeiten und Chancen gegenüberstehend finden sich auch einige Anforderungen und Hemmnisse, die den Absatz von Schafwolle im Bereich der Kosmetika beeinflussen.

4210

Rechtliche Regelungen nach EU-Kosmetikverordnung, welche durch die Bundesländer und nationale Kosmetikverordnungen überwacht werden, geben einen gesetzlichen Rahmen zum Einsatz der Rohstoffe vor (BVL, 2022).

Abgerundet werden diese gesetzlichen Rahmen durch Gütezeichen für Naturkosmetikprodukte. Zertifikate wie der Blaue Engel, EU Ecolabel, das BDIH-Siegel, NATRUE-Siegel, ECOCERT oder EcoControl geben Konsument:innen Orientierung und sind daher für Produkte hochgradig relevant (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2022).

4220

Auf Grund der natürlichen Gegebenheiten von Schafwolle und der damit bestehenden Komplexität des Rohstoffes bzw. der naturgemäßen Varianz der Rohstoffeigenschaften wird die Entwicklung neuer Produkte zusätzlich erschwert. Die inhomogene Qualität der Schafwolle erschwert die Anwendbarkeit für den breiten Markt.

Um Schafwolle als Massenrohstoff für kosmetische Produkte zu etablieren, bedarf es einer Umstellung der Produktionsprozesse und der Entwicklung neuer Herstellungsprozesse.

5.5.3.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Kosmetik

4230

Da die Begriffe „natürlich“, „pflanzlich“ und „Naturkosmetik“ keine geschützten Begrifflichkeiten sind verlaufen die Grenzen zwischen klassischer und naturnaher Kosmetik nicht eindeutig. Dies kann zu missbräuchlichen Verwendungen im Marketing der Produkte führen und so einheitliche Zuordnungen für die Konsument:innen erschweren. Schafwolle als klar zuordenbares natürliches Erzeugnis / Rohstoff kann hierbei positive Effekte auf die Nachfrage erzeugen.

Der Trend hin zur Naturkosmetik kann sich positiv auf den Einsatz von Schafwolle im Rahmen von kosmetischen Produkten auswirken. Mehr als 62 % aller Menschen achten beim Kauf von kosmetischen Produkten auf Mikroplastik bzw. natürliche Inhaltsstoffe.

Nebenprodukte bzw. Derivate der Schafwolle wie Wollwachs oder Keratin finden potenzielle Einsatzmöglichkeiten im Bereich kosmetischer Mittel. Einige Vor – und Nachteile für den Einsatz von Wollwachs und Wollkeratin sind in der Tabelle 33 abgebildet (INCI Beauty, 2022).

4240

Schafwolle		Schafwolle	
Vorteile	Nachteile	Keratin	Wollwachs
<ul style="list-style-type: none"> • Keratin ist dem menschlichen Haar sehr ähnlich • Regeneriert, hydratisiert, erweicht • Erhöht Elastizität und Haltbarkeit • Glättet Haar • Wirkt elektrifizierend • Hautpflegend • Antiseptisch 	<ul style="list-style-type: none"> • Hydrolyse zur Abspaltung des Keratins = aufwendiger Prozess • Gefahr, dass Keratin zu sehr gespalten wird bei Hydrolyse 	<ul style="list-style-type: none"> • Faseriges Protein • Anwendung: Glättung der Nagelhaut geschädigter Haare, Versorgung mit Feuchtigkeit, Auffüllen von Rissen • Antistatikum • Filmbildner • Feuchthaltemittel 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr gute hautpflegende Eigenschaften • Beschleunigt Wundheilung → Bestandteil von Wundsalben, Babycremes, Pflegecremes • Löst ganz selten allergische Reaktionen aus

Tabelle 33: Vor- und Nachteile sowie Anwendungsmöglichkeiten von Keratin und Wollwachs (INCI Beauty, 2022) (Expert:in, 2022)

Wollwachs zählt zur Gruppe von Wirkstoffen, welche die Hautbarriere stärken. Dies wird durch die wesentlichen hautpflegenden Eigenschaften sowie beschleunigte Wundheilung erreicht, indem die Wirkstoffe hautberuhigend, feuchtigkeitsspendend, juckreizlindernd und entzündungshemmend sind. Vergleichbare Wirkstoffe sind zum Beispiel Avocadin, Phytosteryl Macadamiate und Panthenol. Panthenol ist der weit verbreitetste Inhaltsstoff der Kosmetik mit über 14 % in Antistatika, Haarspülungen und Hautpflegeprodukten. Durch hohe Produktionsmenge ist Panthenol sehr billig, aber synthetischen Ursprungs und damit streng verboten in der Naturkosmetik. Durch die steigende Nachfrage an biobasierten Kosmetikprodukten könnte die Nachfrage nach Panthenol sinken.

4250

Die folgenden Wirkstoffe sind pflanzlichen Ursprungs und finden Anwendung in Emulsionen, Haarpflege-, Lippenpflege- und Reinigungsprodukten. Avocadin schützt zusätzlich vor UV-Belastung und findet Anwendung in Sonnenpflegeprodukten. Phytosteryl Macadamiate wird aus Macadamianussöl gewonnen und trägt zusätzlich zur Cholesterinsenkung bei, da es ein pflanzliches Analogon zu Cholesterinestern ist. Es kann den hauteigenen Mangel an Cholesterinestern kompensieren und die Haut widerstandsfähiger machen. Im Unterschied zu Lanolin besitzt Phytosteryl Macadamiate nicht die spezifischen befeuchtenden Eigenschaften und das Einziehvermögen des Lanolins, trotzdem kann es als pflanzliche Alternative zum Lanolin gelten.

4260

Keiner der Wirkstoffe weist ein erhöhtes allergisches Potential auf. Jedoch wird Lanolin aufgrund des großen Fettgehalts eine komedogene Wirkung zugeordnet, welche bei bereits unreiner und fettiger Haut verstärkt Unreinheiten hervorrufen kann. Weitere Nachteile sind die Verunreinigung mit Pestiziden, weil Schafe oft gegen Parasiten mit Chemikalien behandelt werden und diese auch auf das gewonnene Lanolin übergehen können. Allerdings liegt der Marktpreis deutlich unter den Preisen der anderen erwähnten Wirkstoffe und könnte dadurch künftig stärker zum Einsatz kommen (INCI Beauty, 2022) (Olinatura, 2022).

4270

Die wesentlichen Herausforderungen und Chancen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Herausforderungen:

- Kosten: Schafwolle ist im Vergleich zu synthetischen Materialien teurer, was für einige Unternehmen eine Barriere darstellen kann, die Produktion von kosmetischen Produkten auf Schafwollebasis aufzunehmen.
- Verfügbarkeit: Schafwolle ist ein begrenztes Ressource, daher kann es schwierig sein, ausreichende Mengen von hochwertiger Schafwolle für die Produktion von kosmetischen Produkten zu beziehen.
- Regulierung: Kosmetische Produkte unterliegen strengeren Regulierungen als andere Produkte, was die Entwicklung und Zulassung von Schafwolle-basierten kosmetischen Produkten erschweren kann.

4280

Chancen:

- Nachfrage: Es gibt eine wachsende Nachfrage nach natürlichen und umweltfreundlichen Produkten, insbesondere im Bereich der Schönheitspflege, was die Verwendung von Schafwolle als Alternative zu synthetischen Materialien fördern kann.

4290

- **Eigenschaften:** Schafwolle hat einige einzigartige Eigenschaften, die es zu einem geeigneten Material für kosmetische Produkte machen, wie Feuchtigkeitsregulation und Anti-Mikrobielle Eigenschaften.
- **Diversifizierung:** Der Einsatz von Schafwolle in kosmetischen Produkten kann für Unternehmen eine Möglichkeit bieten, ihre Produktpalette zu diversifizieren und neue Märkte zu erschließen.
- **Nachhaltigkeit:** Schafwolle ist ein natürliches und biologisch abbaubares Material, was es zu einer attraktiven Alternative zu synthetischen Materialien in kosmetischen Produkten macht, die oftmals nachhaltigkeitsorientierte Kunden ansprechen werden.
- **Luxus Image:** Schafwolle hat ein Image von Luxus und Exklusivität, das kosmetische Produkte auf Schafwollebasis attraktiver für bestimmte Kunden machen kann.

5.5.4 Klebstoffe

4300

Klebstoffe sind „nichtmetallische Werkstoffe, die Füge­teile durch Flächenhaftung und innere Festigkeit verbinden können“ (DIN EN 923, 2016).

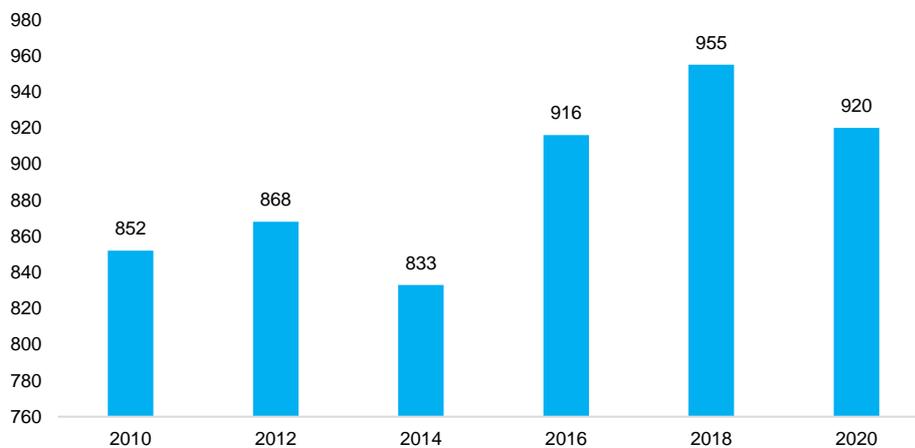
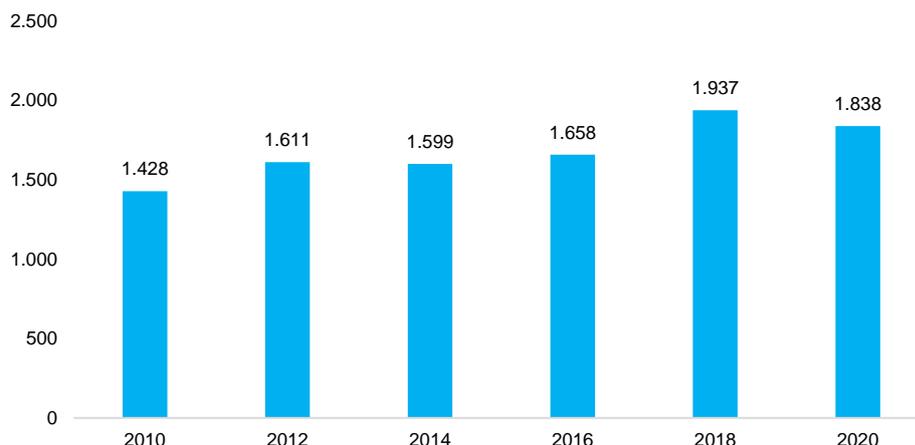


Abbildung 67: Menge an produzierten Klebstoff in Deutschland in 1.000 t (Industrieverband Klebstoffe e.V., 2021)

In Deutschland werden jährlich ca. 1 Mio. Tonnen Klebstoffe mit einem Wert in Höhe von ca. 1,8 Mrd. € produziert. 50 % der in Deutschland produzierten Waren und Baudienstleistungen stehen mit Klebstoffen in Verbindung.



4310

Abbildung 68: Wert der produzierten Klebstoffe in Deutschland in Mio. € (Industrieverband Klebstoffe e.V., 2021)

Der Marktanteil an biobasierten Klebstoffen wächst dabei kontinuierlich. Rund 15 % der eingesetzten Klebstoffe werden ganz oder teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt. Die Klebstoffindustrie treibt die Entwicklung des Einsatzes biobasierter Klebstoffe voran und setzt vermehrt auf nachwachsende Rohstoffe. Aus den Gesprächen mit den Expert:innen des Gremiums und Branchenvertreter:innen wird der Schafwolle auf Grund Ihrer Rohstoffeigenschaften zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine große Chance im Bereich der Klebstoffe eingeräumt. Aus diesem Grund wird im

Weiteren auf eine detaillierte weiterführende Betrachtung verzichtet. Forschungs- und Entwicklungsmöglichkeiten sollten in der Zukunft offen gestaltet werden, um zu schauen, ob der Rohstoff einer Anwendung im Bereich der Klebstoffe zugeführt werden kann.

4320

5.5.4.1 Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Es gibt weltweit über 250.000 unterschiedliche Klebstoffausprägungen, deren Leistungsprofile vom jeweiligen Anwendungsgebiet abhängen. Durch die Anpassung von Basisstoffen, Zugabe von Additiven usw. entstehen die verschiedenen Klebstoffe. Grundsätzlich lassen sich die Klebrohstoffe zwischen natürlichen und synthetischen Grundstoffen unterscheiden.

4330

Zu den nachwachsenden Rohstoffen zählen Glutin, Kasein, Stärke, Cellulose, Dextrine, Naturkautschuk und -harze. Dabei sind nicht alle Naturprodukte, wie zum Beispiel Glutin, Stärke und Cellulose im nativen Zustand auch Klebstoffe. Andere erlangen erst durch chemische oder physikalische Einwirkungen ihre entsprechenden Eigenschaften.

Die Anzahl der synthetischen Klebrohstoffe ist immens groß und lässt sich nur schwer durch die zusätzlichen Kombinationsmöglichkeiten abgrenzen. Die Ausgangsstoffe für die Klebstoffherstellung bezeichnet man als Erdölfolgeprodukte. Im Weiteren sind die bekanntesten Klebrohstoffe aufgelistet: Polyurethan, Epoxidharze, Harnstoffharze, Polychloroprene, Polyacrylate, Polyvinylacetat (PVAC), Polymerdispersionsleime (Industrieverband Klebstoffe e.V., 2022).

Der gesamte stoffliche Einsatz der chemischen Industrie in Deutschland entsprach 2016 dreiviertel an Erdölprodukte. Nachwachsende Rohstoffe machen den kleinsten Anteil von rund 13 % aus (Momper, 2018).

4340

Die Einteilung bzw. Benennung von Klebstoffen kann dementsprechend nach dem verwendeten Grundstoff bzw. der Rohstoffbasis oder nach dem Klebverfahren (z.B. Haft- und Schmelzklebstoffe) erfolgen. Rund 50 % des Marktanteils machen die wasserbasierten Klebstoffe aus, welche zum großen Teil aus synthetischen Grundstoffen, wie Polyvinylacetat oder Polyvinylalcohol hergestellt werden. Dahinter folgen die Schmelzklebstoffe, welche zusätzlich auch aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden können. Als sehr kleiner Marktanteil können auch Haftklebstoffe aus Klebrohstoffen bestehen, die in nativem Zustand als Klebstoff existieren (Nachwachsende Rohstoffe). Diese finden vor allem Anwendung in der Papierindustrie in Form von leicht ablösbaren Etiketten, Verbundfolien oder Verschlüssen. Die Papierindustrie ist der zweitgrößte Absatzmarkt von Klebstoff (Ceresena B2B Marktforschung, 2022).

4350

5.5.4.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

Im Rahmen der Untersuchungen im Verlauf der Studie konnten keine etablierten Wertschöpfungsketten identifiziert werden, die auf eine direkte Nutzung der Schafwolle für Klebstoffe abzielt. Durch Recherchen und aus den Gesprächen mit Expert:innen wurde jedoch eine grundlegende Wertschöpfung skizziert, welche in der Abbildung 69 dargestellt ist.

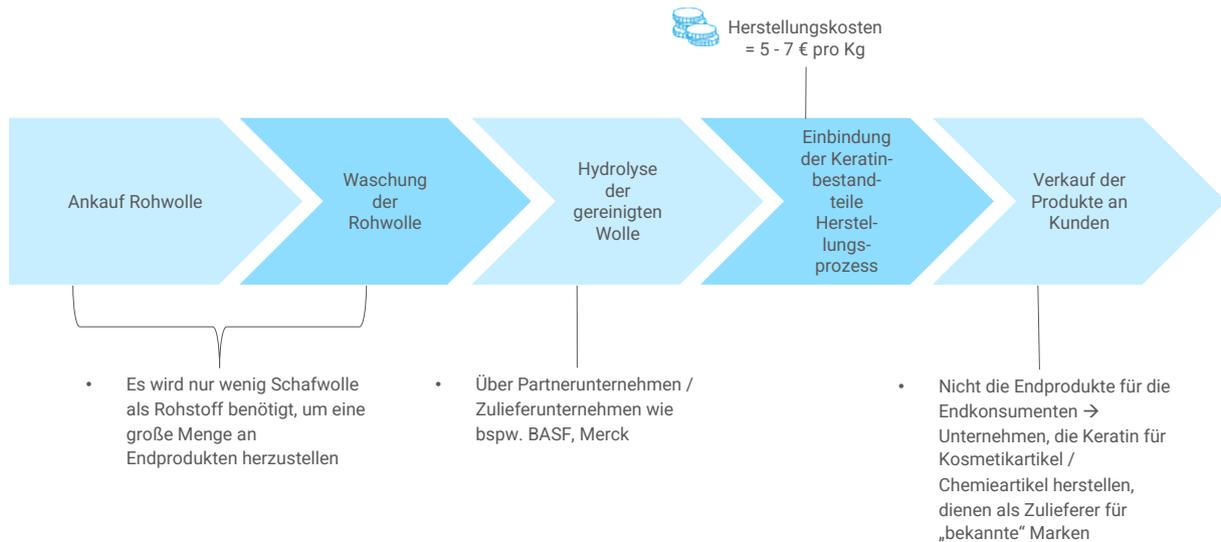


Abbildung 69: Skizzierte Wertschöpfungskette im Bereich Klebstoffe

4360

5.5.4.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Klebstoffe

Explizite Anwendungen von schafwollbasierten Klebstoffen wurden im Rahmen der Studie nicht identifiziert. Wie für alle biobasierten Klebstoffe gelten auch für einen zu entwickelnden Klebstoff auf Basis von Schafwolle insgesamt anwendungsspezifische Vorgaben wie bspw. Klebkraft, Verarbeitbarkeit, Beständigkeit und nicht zuletzt das Erreichen eines attraktiven Preises gegenüber gängigen Marktprodukten.

4370

Dies führt zu einem geringen Spektrum an Einsatzbereichen von nachwachsenden Rohstoffen bei Klebstoffen. Grundlegend eignen sich Anwendungen besonders im Bereich der Haft- und Schmelzklebstoffen (Bostik GmbH, 2022).

Technische Anforderungen bestehen in den wesentlichen folgenden Punkten:

- unter Raumtemperatur müssen Produkte permanent klebrig sein
- ein rückstandsfreies Ablösen der Werkstoffe muss gegeben sein
- ein Leichter Anpressdruck soll die vollständige Haftwirkung garantieren

(Fraunhofer Umsicht, 2018)

4380

Allgemeine Anforderungen an Haft- und Schmelzklebstoffe können wie folgt zusammengefasst werden:

- Beständigkeit gegenüber chemischen Substanzen (Reinigungsmittel, Salze, Gase), mechanische Beanspruchungen (statische und dynamische Kräfte, Eigenspannung) und physikalische Einflüsse (Temperatur, Strahlung)
- Verfügbarkeit des Rohstoffes für die breite Verwendung
- Produktlebensdauer, Haltbarkeit und Lagerbarkeit
- Erfüllung der DIN 2304 bezüglich Verarbeitbarkeit

4390

Haftschmelzklebstoffe bestehen grundsätzlich aus Polymeren, Harzen und Weichmachern. Dabei sind die Polymere der wichtigste Bestandteil, denn sie verleihen den Klebstoffen ihre innere Festigkeit (Kohäsion). Das Potential von nachwachsenden Rohstoffen in Klebstoffen liegt im Austausch der Polymere.

Die meisten Polymere werden synthetisch im Labormaßstab hergestellt, dazu gehören erdölbasierte Stoffe wie Polyethylen, Polystyrol und Polyvinylchlorid. Im Gegensatz dazu gibt es Biopolymere, welche aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden. Biopolymere kommen entweder im nativen Zustand vor (Cellulose, Stärke, Proteine) oder müssen chemisch modifiziert werden (Polyactid, Polyhydroxybutyrat).

Grundlegend sind folgende Aspekte von großer Bedeutung bei der Wahl des Biopolymers:

- Verfügbarkeit
- Kosten

- 4400
- Modifizierungsmöglichkeiten (Biokompatibilität)
 - Nachhaltigkeit (biologische Abbaubarkeit) und
 - Verträglichkeit mit Trägersubstraten (Kumpmann, 2018)

5.5.4.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Klebstoffe

Grundsätzlich steigt die Nachfrage nach biobasierten Produkten im Rahmen von Klebstoffen.

- 4410 Im Bereich der Anwendung von Klebstoffen erschweren jedoch die chemischen Strukturen von natürlichen Materialien die technische Umsetzung. Natürliche Materialien haben deutlich komplexere Strukturen als erdölbasierte. Dies führt dazu, dass aktuell nur bei 15 % der eingesetzten Klebstoffe auf nachwachsende Rohstoffe (organische Verbindungen) gesetzt wird.

Hier bedarf es umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, um die bestehenden Forschungslücken bezüglich der Nutzung von Schafwolle als Basis für einen biobasierten Klebstoff zu schließen. Durch gezielte Förderungen im Rahmen von Forschungsprojekten könnte das tatsächliche Potential und damit letztlich die Generierung eines neuen Anwendungsfeldes unterstützt werden. Jedoch ist dies nur perspektivisch zu betrachten und vor dem Hintergrund der aktuell verfügbaren Mengen deutscher Schafwolle ein langfristig einzuordnender Ansatz zur Ausweitung des Absatzes im Bereich Klebstoffe.

- 4420 Die größten Chancen für einen Einsatz bieten sich, wie bereits vorherig ausgeführt im Bereich der Haft- und Schmelzklebstoffe. Dichtungsbänder oder selbstklebende Etiketten, bedürfen keiner so hohen Anforderungen bzw. Haftfestigkeiten und bilden daher ein interessantes ergänzendes Potenzial (Bostik GmbH, 2022).

In der Medizin können schafwollbasierte Klebstoffe auf Grund ihrer heilenden Wirkung (siehe Abschnitt medizinische Produkte) z.B. zum Verschließen von Schnittwunden oder zum Ersetzen von Nägeln oder Schrauben bei Knochenbrüchen eingesetzt werden. Entsprechende Entwicklungsprojekte zur Untersuchung der Wirksamkeit und Funktionalität laufen hierzu (Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V., 2012).

- 4430 Es gibt Fortschritte bei der Verwendung von Wollkeratin Proteinen zum Einsatz als Biopolymer. In der Regel werden jedoch die mechanischen Eigenschaften von Biopolymeren auf Proteinbasis durch die anderen Biopolymere im nativen Zustand und biobasierten Biopolymere übertroffen (Fernández-d’Arlas, 2019).

Ausgehend von den Anforderungen für Biopolymere ist Schafwolle ein nachwachsender Rohstoff mit Kosten von durchschnittlich unter 1 EUR/kg im Bereich der Preise fossil basierter Rückgratpolymere anzusiedeln und ist biologisch abbaubar. Jedoch besitzt Schafwolle keine inhärent klebrigen Eigenschaften und die Verträglichkeit mit diversen Trägermaterialien kann nicht nachgewiesen werden.

- 4440 Der sinkende Bestand an Schafwolle stellt für die Verfügbarkeit ebenfalls ein Problem dar (Tabelle 1). Daher schätzen wir das Potential für Schafwolle im Bereich der Klebstoffe als sehr gering ein (Bretz, 2018).

5.6 Mobilität & Verkehr

4450

Mobilität ist ein wichtiger Baustein der Lebensgestaltung und gesellschaftlichen Teilhabe. Der Verkehrssektor ist nach den privaten Haushalten und der Industrie der drittgrößte Energieverbraucher in Deutschland und nach der Energiewirtschaft sowie Industrie der drittgrößte Sektor bei der Erzeugung von Treibhausgasen.

Einige Rohstoffe, die in Fahrzeugen verbaut werden, zeigen eine schlechte Ökobilanz auf und/oder sind gesundheitsgefährdend. Aus diesem Grund rückt der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen im Bereich der Mobilität immer mehr in den Fokus. Schafwolle als nachwachsender Rohstoff kann aktuell vor allem als Nischenprodukt oder im kleinen Segment wahrgenommen werden.

5.6.1 Automobil

4460

Der Mangel an Halbleitern führte zur zeitweisen Schließung und Drosselung von Produktionskapazitäten in der deutschen Automobilindustrie. Dadurch wurde das bereits schwache Produktionsvolumen aus dem Vorjahr nochmals unterboten. Bereits 2020 ließen die Schließungen der Fabriken im Zuge der Corona-Pandemie die Produktion im Vergleich zu 2019 um 25 Prozent zurückgehen. 2021 wurden noch einmal 12 Prozent weniger Pkw in Deutschland produziert.

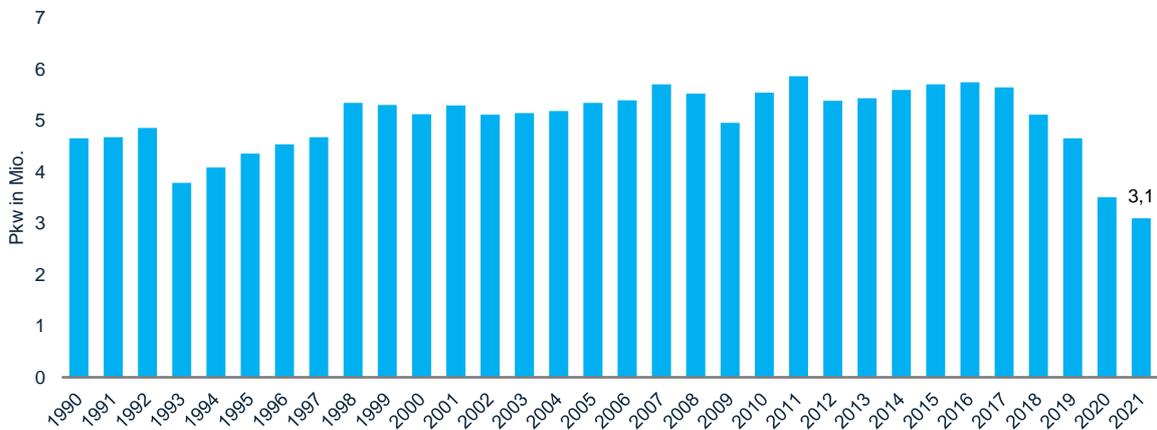


Abbildung 70: Anzahl der produzierten Personenkraftwagen in Deutschland bis 2021 (Statista, 2021)

Deutschland ist als traditionelles Automobilherstellerland einer der führenden Standorte der weltweiten Automobilindustrie. Bedeutende Automobilhersteller wie Volkswagen, Daimler und BMW sind in Deutschland beheimatet. Zudem haben zahlreiche führende Unternehmen aus dem Bereich der Automobilzulieferer ihren Sitz in Deutschland. Dazu zählen u.a. die Zulieferer Bosch und ZF Friedrichshafen.

4470

Mehr als 808.000 Arbeitnehmer sind in der deutschen Automobilindustrie tätig. Davon arbeiten mehr als ein Drittel für Zulieferbetriebe von Automobilherstellern.

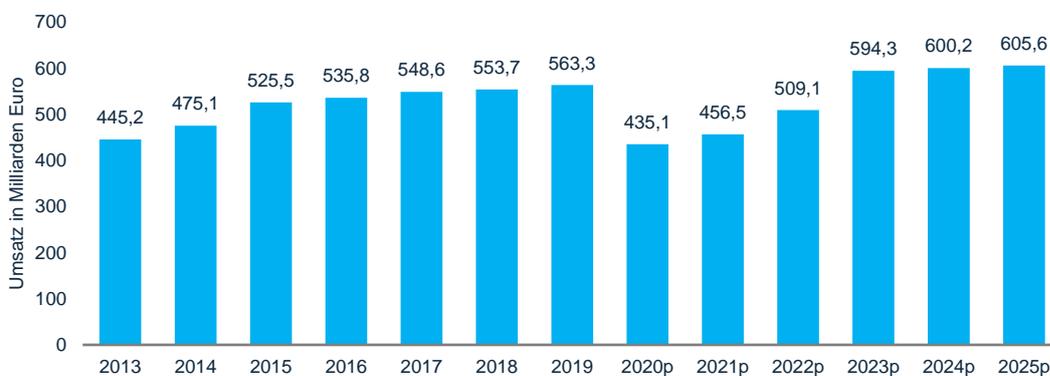


Abbildung 71: Umsatzentwicklung in der Automobilindustrie in Deutschland von 2013 bis 2019 (Statista, 2022)

Die Automobilbranche erwirtschaftet in Deutschland rund 500 Mrd. €. Der Trend zeigt dabei, dass auf Grund zunehmender Krisen und Probleme in der Beschaffung entlang der Wertschöpfungskette Umsatzeinbrüche auftreten.

Die Vielseitigkeit der Produkte aus Schafschurwolle zeigt sich außerdem in der Automobilindustrie, wo sie Anwendung in verschiedenen Formen in Autos findet.

4480

5.6.1.1 Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Ein Anwendungsbeispiel findet sich im Bereich des Sitzkissens.

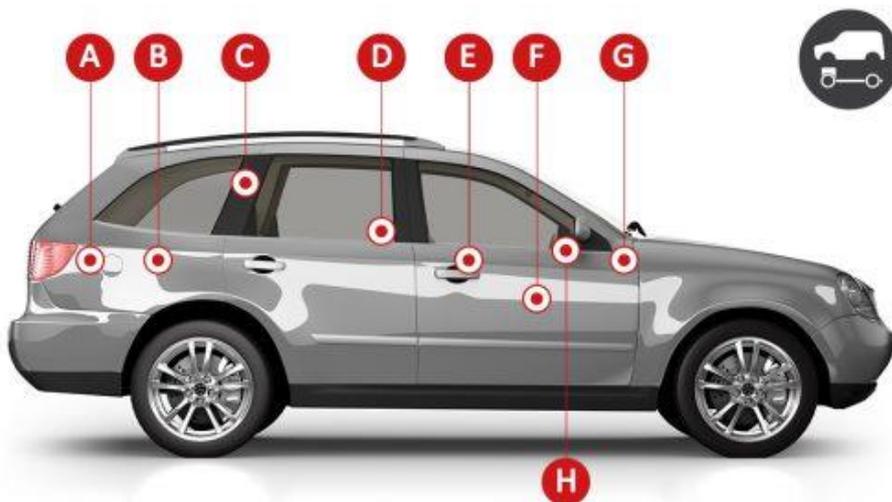
Schafwolle ist für Sitzkissen im Prinzip sehr gut geeignet, da sie die Luftfeuchtigkeit reguliert und Kondensierung verhindert. Sie kann Feuchtigkeit, wie beispielsweise Schweiß, aufnehmen, ohne sich dabei selbst feucht anzufühlen, wodurch ein angenehmes Sitzen ermöglicht wird (daemwolle.ch, 2022). Ein weiterer Vorteil liegt in der Pflegeleichtigkeit. Sitzkissen aus Wolle sind schmutzabweisend und somit leicht zu pflegen. Grobe Verschmutzungen können von dem Sitzkissen per Hand abgebürstet werden (avodacostore.de, 2022). Außerdem bietet die Schafschurwolle Wärme und Komfort. Wolle hat eine sogenannte natürliche Thermoregulation. Die Ursache dafür liegt in der Zusammensetzung der Wollfasern. Wollprodukte enthalten nämlich bis zu 85 % Luft. Diese Luftschicht isoliert besonders gut und vermeidet, dass unsere Körperwärme an das Umfeld abgegeben wird (SimplyScience.ch, 2012). Aufgrund dessen eignen sich Sitzkissen aus Wolle besonders im Winter zur Komfortsteigerung in Autos ohne Sitzheizung.

4490

Wollfilze ergänzen die Produktmöglichkeiten um folgende etablierte Anwendungsbereiche:

- a. Zuschnitte für Ersatzrad-Abdeckung/ Auskleidung für Sondereinbauten – auch selbstklebend
- b. Form- und Stanzteile an Seitenteil-Isolierungen zur Geräuschkürzung
- c. Polster an A-, B- und C-Säulen (Anti-Quietsch- und Anti-Klapper-Maßnahme)
- d. Filzstreifen oder Polster an Metallkonstruktionen/am Sitzrahmen/an Sitzkomponenten
- e. Selbstklebende Filzpolster als Quietsch- und Klapper-Vorbeugung auf Kunststoff-Spritzgussteilen der Innenverkleidung
- f. Mittelkonsolen-Isolation/Dämmung
- g. Form- und Stanzteile als Handschuhfach-Abdeckungen
- h. Selbstklebende Filzstreifen an Instrumententafel-Komponenten (Anti Quietsch- und Anti-Klapper-Maßnahme)

4500



4510

Abbildung 72: Einsatzgebiete von nachwachsenden Rohstoffen im Kfz-Bereich (Filz Neumann, 2022)

Seit vielen Jahren ist die Herstellung von Bauteilen mit Naturfasern im Formpressverfahren etabliert. Insgesamt 80.000 Tonnen an Holz- und anderen Naturfasern wurden 2012 in der europäischen Automobilindustrie verarbeitet (Nova-Institute, 2014).

Die Bauteile aus NFK- und WPC-Komponenten zeichnen sich durch vielfältige Vorteile aus, wie die folgende Auflistung verdeutlicht:

- Gewichtseinsparung von bis zu 30 % (Leichtbau) und damit einhergehende Treibstoffeinsparungen
- Schalldämmung
- Temperaturbeständig
- Gutes Bruchverhalten (geringe Splitterneigung, keine scharfen Kanten)
- Gute Ökobilanz verglichen mit konventionellen Kunststoffen

In sämtlichen heutzutage auf den Markt kommenden PKW-Neuwagen sind NFK-Komponenten verbaut. Besonders die guten akustischen Eigenschaften (Geräuschkämmung) sowie das geringe Gewicht machen diese Werkstoffe für die Automobilindustrie interessant (Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2014).

WPC-Bauteile werden vorwiegend als flächige und mechanisch nicht sehr hoch beanspruchte Bauteile, wie z.B. Türinnenverkleidungen, produziert. Im Durchschnitt wird von etwa 3,5 kg Naturfasern pro PKW ausgegangen.

Technische Textilien oder textile Verbundwerkstoffe ersetzen im Automobil aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften ökologisch und kommerziell ungünstige Materialien. Ergänzend zu den bereits oben genannten Anwendungsgebieten können hier bspw. genannt werden:

- Airbags
- Sicherheitsgurte
- Sitzbezüge (Polsterstoffe, Himmel, Teppiche, Türverkleidungsstoffe)
- Reifencord
- Planenstoffe
- Zahn- und Keilriemen
- Schläuche
- Filtergewebe
- Kupplungs- und Bremsbelege
- Dämmmaterialien

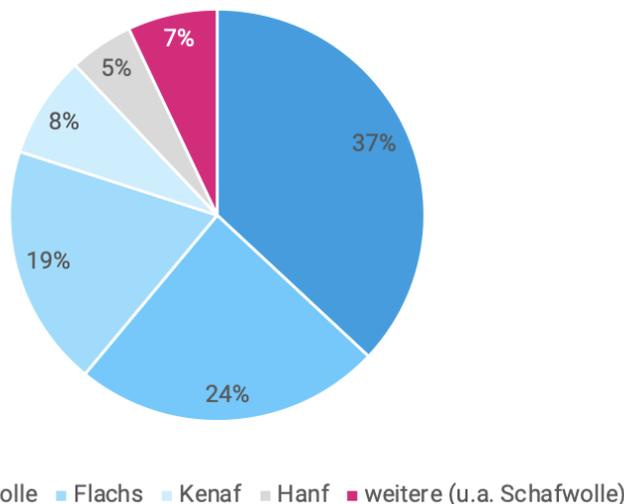


Abbildung 73: Verteilung nachwachsender Rohstoffe in europäischer Automobilindustrie

Schafwolle bildet zum gegenwertigen Zeitpunkt einen relativ niedrigen Anteil an den bereits verwendeten nachwachsenden Rohstoffen im europäischen Automobilbereich. Gerade einmal 7 % aller verwendeten nachwachsenden Rohstoffe bestehen aus Schafwolle oder anderen tierischen Fasern.

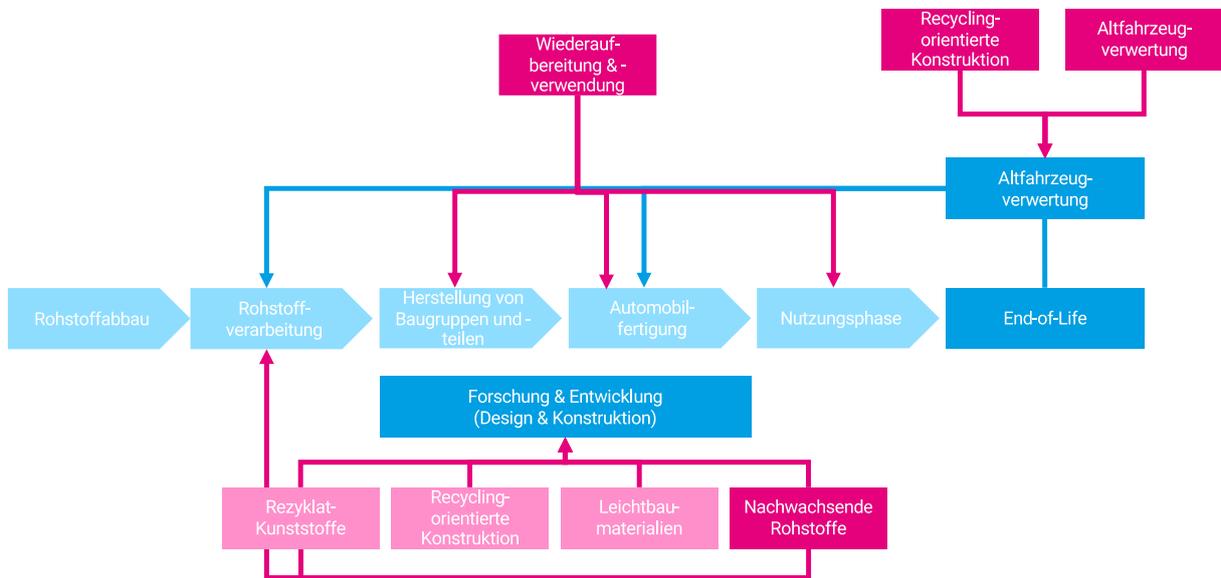
Im Mobilitätssektor werden sowohl synthetische Textilfasern als auch Naturfasern eingesetzt. Im Bereich der synthetischen Textilfasern seien hier im wesentlichen Polyamid, Polyester und Viskose genannt. Im Bereich der Naturfasern werden im Wesentlichen 5 Faserarten eingesetzt, nämlich Flachs/Leinen, Baumwolle, Hanf, Jute und Schafwolle. Ergänzt wird das Angebot durch Produkte aus Leder.

Oberflächenbehandlungen

4560 Ohne wirkungsvollen Schutz vor Umwelteinflüssen wie Regen, Schnee und Streusalzen werden metallische Bauteile mit der Zeit zerstört und stellen somit eine Gefahr für den sicheren Betrieb des Autos dar. FLUID FILM-Produkte, die aus dem Lanolin, welches in Schafwolle vorhanden ist, gewonnen werden, bieten nach dem Auftragen einen permanent aktiven Schutz vor Korrosion und schützen durch gute Gleit- und Schmiereigenschaften auch sich bewegende Teile und elektrische Kontakte. Durch die dauerflexible Konsistenz mit günstigen Kriech- und Penetrationseigenschaften gelangen die FLUID FILM-Produkte in die am meisten anfälligen Ecken, Nähte und Überlappungsbereiche. Die dort befindliche Restfeuchte wird verdrängt und falls bereits Rost vorhanden ist, wird dieser bis ins Metall durchdrungen und eine Sauerstoffsperrschicht gebildet (HODT Korrosionsschutz, 2022).

5.6.1.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

4570 Innerhalb der Mobilitätsbranche sind Wertschöpfungsketten sehr komplex, im kleinen Umfang bestehen jedoch auch hier Möglichkeiten zum Einsatz nachwachsender Rohstoffe. Den größten Ansatz zur Etablierung nachwachsender Rohstoffe im Einsatz der Mobilitätsindustrie wird im Bereich der Forschung & Entwicklung im Konstruktionsbereich gesehen. Auch im Rahmen des Recyclingprozesses und der Wiederaufbereitung von Fahrzeugen können nachwachsende Rohstoffe, vor allem Schafwolle ihren Ansatz zur Teilhabe finden.



4580 Abbildung 74: vereinfachte Darstellung der Wertschöpfungskette im Mobilitätssektor (Braun, Hopfensack, Fecke, & Wilts, 2021)

5.6.1.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Automobil

Auf Grund von teilweise hohen physikalischen Anforderungen an die verbauten Materialien müssen für die Anwendung von Schafwolle gewisse Voraussetzungen erfüllt sein. Schafwolle findet, wie im vorherigen Bereich beschrieben, in etlichen Bereichen mögliche Anwendungsgebiete. Im Folgenden werden diese beispielhaft erläutert.

4590 In einem Personen- oder Lastkraftwagen befinden sich durchschnittlich mehr als 20 kg Textilien. Sie dienen u. a. dem Insassenschutz, beispielsweise als Sicherheitsgurte und als Airbags (Institut für Industrielle Ökologie, 2018). Im Automobilbau sind Textilien unabdingbar, daneben kommen aber auch Kunststoffe in nicht textiler Form zur Anwendung. Für die Ausstattung von PKWs, die über Sitzbezüge hinausgeht, wurden durch das Institut für Industrielle Ökologie Materialien wie Polyurethan (PU-Schaum), naturfaserverstärkte Kunststoffe (WPC) und Polypropylen (PP) untersucht. Diese werden hierbei für Verkleidungen, den Himmel inklusive Sonnenblenden, Teppiche und Lenkrad etc. verwendet. Zudem wurde die für Textilien untypische Eigenschaft der Bruchfestigkeit untersucht. Ebenfalls Teil der untersuchten Eigenschaften ist der Brandschutz, der darstellt wie entflammbar und brandfördernd ein Material ist. Die Formbeständigkeit ist in dieser Anwendung ebenfalls relevant.

4600

Autoausstattung	Polyurethan	Naturfaserverstärkte Kunststoffe (WPC)	Polypropylen
Eigenschaften	Bewertung		
Bruchfestigkeit	+	+	~
Brandschutz	~	~	~
Farbechtheit	~	+	+
Formbeständigkeit	+	++	~
UV-Beständigkeit	~	-	~
Temperaturbeständigkeit	~	+	~

Tabelle 34: Bewertung der funktionalen Eigenschaften geeigneter Materialien für sonstige Autoausstattung (Institut für Industrielle Ökologie, 2018)

Hinsichtlich der Bruchfestigkeit sind Polyurethan und naturfaserverstärkte Kunststoffe als gut einzustufen, wohingegen PP lediglich ausreichend bruchfest ist. Sehr gut bzw. gut bewertet werden naturfaserverstärkte Kunststoffe bezüglich der Form- und Temperaturbeständigkeit sowie der Farbechtheit. Polypropylen weist in allen Eigenschaften, die Farbechtheit ausgenommen, lediglich durchschnittliche Werte auf.

4610 5.6.1.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Automobil

Den größten Ansatz zur Etablierung nachwachsender Rohstoffe im Einsatz der Mobilitätsindustrie wird im Bereich der Forschung & Entwicklung im Konstruktionsbereich gesehen. Auch im Rahmen des Recyclingprozesses und der Wiederaufbereitung von Fahrzeugen könnten nachwachsende Rohstoffe, vor allem Schafwolle ihren Ansatz zur Teilhabe finden. Aktuelle Tendenzen und Trends in der Automobilbranche in Bezug auf Nachhaltigkeit gibt zukünftig Chancen für die Verwendung der Schafwolle.

Die CO₂-Bilanz hängt nicht mehr nur vom Verbrauch, sondern auch von der Fertigung ab (Frankfurter Rundschau, 2011).

4620 Für den Automobilssektor gibt es eine Vielzahl von Regulierungen, die die Entwicklung zu einer nachhaltigen Mobilität unterstützen. Übergeordnet soll der Europäische Green Deal dazu beitragen, den Verkehrssektor in naher Zukunft klimafreundlich zu gestalten.

Die europäische Altfahrzeugrichtlinie 2000/53/EG schreibt vor, dass 85 Prozent der Autos stofflich recyclingfähig und zu 95 Prozent verwertbar sein müssen. In Folge dieser Richtlinie können nachwachsende Rohstoffe zusehends Zugang entlang der Wertschöpfungskette finden.

Auf Grund der hohen Komplexität und Anforderungen im Rahmen der Wertschöpfung im Bereich der Automobilindustrie stehen nachwachsende Rohstoffe und vor allem Schafwolle vor großen Herausforderungen.

4630 Deutsche Schafwolle weist im Wesentlichen nicht gleichbleibende Qualitäten und damit unbeständige Eigenschaften auf. Für den Einsatz in Sitzbezügen eignet sich die deutsche Schafwolle nicht (Expert:in, 2022). Chancen für den Einsatz der Schafwolle wird durch das Expert:innen-Gremium maßgeblich im Rahmen von Naturfaserverbundwerkstoffen oder im Bereich der Polsterung gesehen, welche andere Anforderungen an das Material stellen. Hier bedarf es weiterer Entwicklungsprojekte, um die Eignung von Schafwolle im Kontext der Verwendungsmöglichkeiten zu verifizieren und zu eruieren, ob mit den verfügbaren Mengen auch ökonomische Anwendungen gefunden werden können.

4640 Wie bereits unter dem Kapitel Dämmstoffe aufgeführt hat Schafwolle die Eigenschaft Schadstoffe, explizit Formaldehyd, dauerhaft abzubauen, sowie Gerüche irreversibel oder auch reversibel zu binden. Aufgrund dieses positiven Merkmals kann Schafwolle in der Automobilindustrie erneut Anwendung finden. Für Menschen, die sensibel auf Chemikalien reagieren, können sowohl die Gerüche in einem Neuwagen, sowie die Emissionen des Autos eine Belastung darstellen. Je nach Ursache des Geruchs ist es möglich, eine Besserung durch Schafwolle zu erreichen. Dies kann durch das Auslegen von Schafwolle in verschiedenen Bereichen des Autos umgesetzt werden, wie beispielsweise auf dem

Rücksitz oder der Innenraumdecke. Jedoch ist zu beachten, dass die Wolle die Gerüche nur vorübergehend speichert, weshalb man die ausgelegte Wolle nach dem Fahren regelmäßig lüften sollte (Spritzendorfer, 2022).

4650 Die Bereiche mit den größten Chancen zur Ausweitung des Absatzes für Schafwolle finden sich zusammenfassend in:

- Schafwolle als Dämmung für Camper, Transporter und Wohnwagen
- Innenraumausstattung für Autos
- Geruchsabbau im Auto (evtl. auch als herausnehmbare Elemente in Form der Innenraumdecke)
- Tücher aus Schafwolle zum Polieren und Reinigen des Fahrzeugs
- Merino-Filz als Beilagen, Schwingungsdämpfung oder Innenraumdämmung
- Lanolin als Lederpflege für Autositze oder andere Innenraumbereiche

Die wesentlichen Herausforderungen und Chancen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

4660 Herausforderungen:

- Kosten: Schafwolle ist im Vergleich zu synthetischen Materialien teurer, was für einige Unternehmen eine Barriere darstellen kann, die Produktion von Automobilteilen auf Schafwollebasis aufzunehmen.
- Verfügbarkeit: Schafwolle ist eine begrenzte Ressource, daher kann es schwierig sein, ausreichende Mengen von hochwertiger Schafwolle für die Produktion von Automobilteilen zu beziehen.
- Regulierung: Automobilteile unterliegen strengeren Regulierungen als andere Produkte, was die Entwicklung und Zulassung von Schafwolle-basierten Automobilteilen erschweren kann.

4670

Chancen:

- Nachfrage: Es gibt eine wachsende Nachfrage nach natürlichen und umweltfreundlichen Produkten, insbesondere im Bereich der Automobilindustrie, was die Verwendung von Schafwolle als Alternative zu synthetischen Materialien fördern kann.
- Eigenschaften: Schafwolle hat einige einzigartige Eigenschaften, die es zu einem geeigneten Material für Automobilteile machen können, wie Feuchtigkeitsregulation und Anti-Mikrobielle Eigenschaften.
- Diversifizierung: Der Einsatz von Schafwolle in Automobilteilen kann für Unternehmen eine Möglichkeit bieten, ihre Produktpalette zu diversifizieren und neue Märkte zu erschließen.
- Nachhaltigkeit: Schafwolle ist ein natürliches und biologisch abbaubares Material, was es zu einer attraktiven Alternative zu synthetischen Materialien in Automobilteilen macht, die oftmals nachhaltigkeitsorientierte Kunden ansprechen werden.
- Luxus Image: Schafwolle hat ein Image von Luxus und Exklusivität, das Automobilteile auf Schafwollebasis attraktiver für bestimmte Kunden machen kann.

4680

5.6.2 Schienenverkehr, Schiff- und Flugverkehr

Der Schienen-, Schiff- und Flugverkehr als Teil des Sektors Mobilität & Verkehr greift im wesentlichen auch Entwicklungen der Automobilindustrie auf. Zur Vereinfachung und Vermeidung von Dopplungen wird dahingehend auf die verwendeten Rohstoffe und Wertschöpfungskette des vorherigen Unterkapitels 5.6.1 verwiesen.

4690

Im Folgenden werden Besonderheiten zur Nutzung und Ausweitung der Schafschurwolle in diesem Bereich erläutert.

5.6.2.1 Aktuell verwendete Rohstoffe und deren Rohstoffmerkmale im Vergleich

Ein Anwendungsbeispiel findet sich im Bereich der Innenverkleidung.

Bisher bestehen die Innenverkleidungen von Flugzeugen fast ausschließlich aus nicht nachwachsenden Rohstoffen, wie zum Beispiel Plastik oder Glasfaser. Der Flugzeughersteller Boeing forscht jedoch an Kabinenverkleidungen aus Flachfasern. Denn Naturfasern reagieren nicht so empfindlich auf Schwingungen und damit auf Belastungen. Und das bedeutet, dass Sie länger halten (Schmid, 2016).

4700 Im Schienenverkehr gibt es wissenschaftliche Artikel zu einem hybriden Vliesstoff aus Kohlenstoff und Naturfasern. Die Vorteile bei diesem NFK wären ein erhöhter Flammenschutz sowie leichteres Gewicht (Neumann & Bachmann, 2015).

Im Allgemeinen spielen effiziente Leichtbaulösungen bzw. Naturfaser-verstärkte Werkstoffe eine große Rolle. Sie reduzieren das Gesamtgewicht und tragen somit zum Energiesparen und zur Vermeidung von Emissionen bei.

Für die weiteren bekannten Rohstoffe wird dahingehend zur Vereinfachung und Vermeidung von Dopplungen auf die verwendeten Rohstoffe des Unterkapitels 5.6.1 verwiesen.

5.6.2.2 Etablierte Wertschöpfungsketten

4710 Der Schienen-, Schiff- und Flugverkehr zählen zur Mobilitätsbranche. Zur Vereinfachung und Vermeidung von Dopplungen wird dahingehend auf die Wertschöpfungskette (Abbildung 74) des Unterkapitels 5.6.1 verwiesen.

5.6.2.3 Voraussetzungen und Anforderungen für die Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Schienenverkehr, Schiff- und Flugverkehr

An Sitzbezüge für öffentliche Verkehrsmittel werden besondere Anforderungen gestellt. So sollten diese auf Grund des intensiven Gebrauchs besonders scheuerfest sein. Eine hohe Wasseraufnahmefähigkeit, Farbechtheit sowie die Resistenz gegenüber Verschmutzungen sollten das Material ebenfalls mit sich bringen. Als Farbechtheit versteht man die Widerstandsfähigkeit von Färbungen gegenüber unterschiedlichen Beanspruchungen. Speziell zu erwähnen ist hierbei die Reibechtheit, wobei die Farbe des Materials eine möglichst hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber einem Abreiben oder Abfärben an andere Textilien haben soll. Die diesbezüglichen Bewertungen der Materialien Polyester, Baumwolle, Wolle, Polyamid und Leinen sind in Tabelle 35 und Abbildung 75 zusammengestellt. Hinsichtlich der Scheuerbeständigkeit weisen Polyester, Polyamid und Leinen sehr gute Werte auf. Die Fähigkeit Wasser respektive Feuchtigkeit aufzunehmen ist vor allem bei Leinen gegeben. Baumwolle und Wolle besitzen diese Fähigkeit ebenfalls in ausreichendem Maße. Um vorbeugenden Brandschutz zu gewährleisten, ist lediglich Wolle als gut einzustufen und wird daher neben Polyamid und Polyester am häufigsten für Sitzbezüge der öffentlichen Verkehrsmittel eingesetzt. Oftmals wird dabei Wolle im Verbund mit Polyester verwendet. Die Anforderung der Schmutzresistenz hat große Bedeutung, wobei die an sich durchschnittliche Schmutzresistenz der Wolle im Verbund mit anderen Fasern erhöht werden kann.

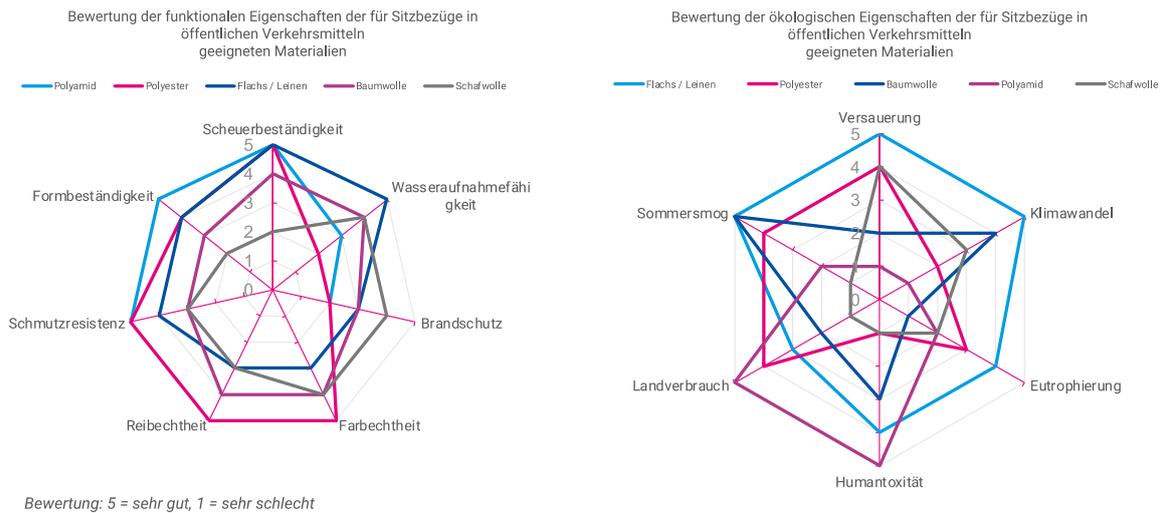
4720

4730

Öffentliche Sitzbezüge	Polyester	Baumwolle	Wolle	Polyamid	Leinen
Eigenschaften	Bewertung				
Scheuerbeständigkeit	++	+	-	++	++
Wasseraufnahmefähigkeit	-	+	+	~	++
Brandschutz	-	~	+	-	~
Farbechtheit	++	+	+	++	~
Reibechtheit	++	+	~	++	~
Schmutzresistenz	++	~	~	++	+

Bewertung der funktionalen Eigenschaften geeigneter Materialien für öffentliche Sitzbezüge

Tabelle 35: Eigenschaften der verwendeten Stoffe für öffentliche Sitzbezüge (Institut für Industrielle Ökologie, 2018)



4740

Abbildung 75: Bewertung von Eigenschaften der für Sitzbezüge in öffentlichen Verkehrsmitteln geeigneten Materialien (Institut für Industrielle Ökologie, 2018)

In der Abbildung 75 zu sehen ist ein Vergleich der funktionalen und ökologischen Eigenschaften von geeigneten Materialien zum Einsatz für Sitzbezüge in öffentlichen Verkehrsmitteln.

Die Bewertungsskala umfasst dabei die Werte 1 = sehr schlecht bis 5 = sehr gut.

Polyamid kann dabei die Anforderungen sehr gut erfüllen, Scheuer- und Formbeständigkeit, Schmutzresistenz und Farbechtheit zeichnen diesen petrochemischen Kunststoff aus. Flachs/Leinen und Polyester werden hingegen wiederholt lediglich als ausreichend oder schlecht beurteilt. Baumwolle und Schafwolle zeigen durchgehend bescheidene funktionelle Eigenschaften. Vor allem die schlechte Schmutzresistenz der Baumwolle oder die geringe Scheuerbeständigkeit der Schafwolle beeinflussen die Praxistauglichkeit.

4750

Flachs/Leinen erzielt das mit Abstand beste Ergebnis in Bezug auf die ökologischen Eigenschaften, wobei im Speziellen die sehr guten Eigenschaften hinsichtlich Sommersmog, Versauerung, Klimawandel und Eutrophierung zu nennen sind. Die beiden petrochemischen Stoffe Polyester und Polyamid folgen auf den Plätzen zwei und drei, jedoch mit deutlich geringerem Landverbrauch als Flachs/Leinen. Der sehr guten Performance des Polyamids bezüglich Humantoxizität und Landverbrauch stehen sehr schlechte Eigenschaften bezüglich Versauerung und Klimawandel gegenüber. Polyester ist vor allem bezüglich der Humantoxizität und Klimawandel als schlecht bzw. sehr schlecht eingestuft. Baumwolle und Schafwolle zeigen gesamt betrachtet eine schlechtere ökologische Auswirkung. Vor allem beim Landverbrauch und der Eutrophierung zeigen die in der Landwirtschaft erzeugten Materialien negative ökologische Auswirkungen (Institut für Industrielle Ökologie, 2018).

4760

5.6.2.4 Herausforderungen und Chancen der Ausweitung des Absatzes und der Nutzung von Schafschurwolle im Bereich Schienenverkehr, Schiff- und Flugverkehr

4770

Zunehmende Anforderungen an die Akustik bieten Chancen für Schafschurwolle im Bereich der Schienenfahrzeuge und des Schiffbaus.

Filzstreifen werden zur Schallabsorption von Außengeräuschen, zur Geräuschkämpfung für den Innenbereich sowie als Dämmstreifen zur thermischen Isolierung verwendet. Filterfilze fungieren als Filtereinheit für Luft und Flüssigkeiten.

Als Stopfen können Filze zum Dosieren von Primer-Flüssigkeiten zur Vorbereitung von Klebeflächen oder zum Auftragen von Klebern bei Scheibenmontagen verwendet werden.

4780

Im Bereich des Schiffbaus bestehen vor allem Anforderungen an die Eigenschaften Verrottungsfestigkeit und Schwerentflammbarkeit. Produkte aus Schafwolle können als kälteisolierende oder wärmedämmenden Produkte verarbeitet werden und dienen u.a. zur Polsterung, Schalldämmung oder der Feuchtigkeitsregulierung (Filz Neumann, 2022).

In der Kreuzfahrtindustrie werden bereits Sitzbezüge zu 80 % aus Schafwolle hergestellt und verwendet (Expert:in, 2022).

Zusammenfassend kann man konstatieren, dass die Potenziale zur Steigerung des Absatzes deutscher Schafwolle nur schwer einzuordnen sind. Eine geringe Fokussierung auf die Regionalität der bezogenen Rohstoffe stehen den anwendungsbezogenen positiven technischen Eigenschaften der Schafwolle gegenüber. Um konkrete Aussagen zu Potenzialen und Ausweitungsmöglichkeiten treffen zu können, müssten die jeweiligen Anwendungen detailliert und individuell betrachtet werden. Generelle Aussagen lassen sich daher aufgrund der Komplexität der potentiellen Anwendungsfelder nur bedingt treffen.

4790

5.7 Sonstige ausgewählte innovative potenzielle Anwendungsgebiete für Schafwolle

5.7.1 Woolpack

Woolpack ist ein Produkt, welches von dem in Australien und Neu Seeland tätigen Unternehmen Planet Protector entwickelt wurde. Es handelt sich um „wool liners“. Das sind Päckchen bestehend aus Schafwolle, mit welchen Kartons ausgekleidet werden. Diese modifizierten Kartons werden für den Transport von Lebensmitteln und Medikamenten genutzt und sind aufgrund der Eigenschaften der Schafschurwolle vorteilhaft gegenüber Polystyrol sowie alternativen Verpackungen.

4800

Durch die Wolle wird der Inhalt im Sommer kühl- und im Winter warmgehalten. Die Temperatur im Karton bleibt für 72 Stunden zwischen 2°C und 8°C. Das ist möglich, weil die Schafwolle Feuchtigkeit absorbiert. Dadurch wird die Kondensation im Innenraum minimiert und die Temperatur beibehalten. Durch diese Eigenschaft werden weniger Transportmittel mit Kühlfunktion benötigt.

Neben der konstanten Temperatur bietet Woolpack Vorteile durch reduzierte Kosten aufgrund von Platzeinsparungen sowie einen verbesserten ökologischen Fußabdruck für Unternehmen, die Woolpack nutzen. Verpackungen aus Polystyrol müssen deutlich größer sein und benötigen dementsprechend mehr Platz beim Transport. Die Menge der transportierten Güter kann mit Woolpack erhöht werden, da der größere Platz innerhalb des Kartons aufgrund der Absorptionsfähigkeit der Wolle nicht benötigt wird. Durch eng verpackte Transportgüter, werden zudem Schäden an den Gütern vermindert.

4810

Wie bereits oben genannt ergeben sich für das Produkt Woolpack Anwendungsfelder im Transport von Nahrungsmitteln, Pharmazeutischen Mitteln sowie Meeresfrüchten.

Betrachtet man das Anwendungsfeld Pharma, werden laut Aussagen von Planet Protector 25-50 % der Medikamente beim Transport beschädigt. Bisherige Lösungen für diese Problem sind jedoch sehr teuer. Woolpack bietet dafür eine günstige Lösung, wodurch weniger Schäden an Medikamenten entstehen. Zudem ist die Verpackung umweltfreundlicher als die Alternativen.

Bei Meeresfrüchten hingegen wird die Problematik des schnellen Verderbens betrachtet. Laut Planet Protector werden die Meeresfrüchte schnell ungenießbar, weshalb ca. 27 % der global transportierten Meeresfrüchte entsorgt werden müssen.

4820

Aufgrund der durch die Schafwolle garantierten Temperaturbeständigkeit wird dieses Problem ebenfalls gelöst. Dadurch werden Lebensmittel, insbesondere Meeresfrüchte, länger transportfähig. Die Kosten des Woolpack nutzenden Unternehmens werden aufgrund von weniger Verlusten gesenkt.

Dass diese Vorteile erkannt werden, wird deutlich, wenn man die Kunden von Planet Protector betrachtet. Diese sind Unternehmen wie „My Food Bag“, „Bondi Meal Prep“ oder „Mt Cook Alpine Salmon“. Das Geschäftsmodell dieser Unternehmen beinhaltet den Transport von Lebensmittel. Die Entwicklung dieses Marktes wird in folgender Abbildung dargestellt (Planet Protector, 2023).

Umsatz mit Lebensmitteln im Online-Handel in Deutschland



Abbildung 76: Umsatz mit Lebensmitteln im Online-Handel in Deutschland von 2014 bis 2021 (Statista, 2023)

4830

Es ist klar erkennbar, dass das Marktvolumen seit 2014 um mehr als 500 % gestiegen ist. Dieser enorme Anstieg zeigt ein hohes Potenzial für die Verwendung von Schafschurwolle in der Verpackung von Lebensmitteln auf.

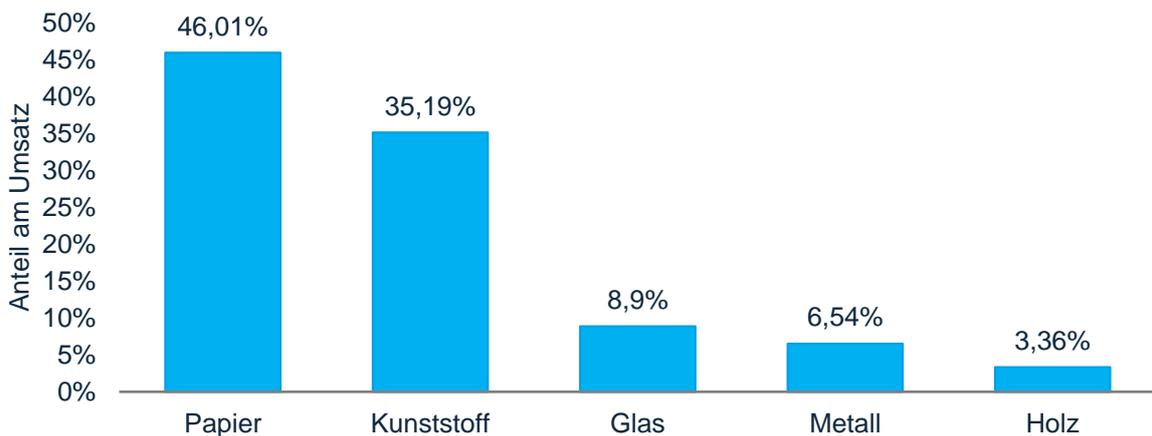
Diese Potentiale werden auch durch das Vorhandensein von Konkurrenten aufgezeigt. „Woolcool“ ist ein britisches Unternehmen, welches ähnlich aussehende Päckchen aus Schafwolle herstellt und für die Verpackung von Lebensmitteln verwendet (Woolcool, 2023). „BIRDLpack“ aus Deutschland stellt ebenfalls umweltfreundliche Kühlverpackungen aus Schafwolle her. Diese nehmen jedoch die Form eines Beutels an, welcher dann in einem Karton verpackt wird (BIRDLpack, 2023). Es befinden sich somit bereits Hersteller von Kühlverpackungen aus Schafwolle in Europa, weshalb sich dadurch ebenfalls Potenziale für die deutsche Schafschurwolle ergeben. Unter Betrachtung, dass für diese Verpackungen auch grobe Schafwolle verwendet werden kann, ist die deutsche Wolle hierfür sehr gut geeignet.

4840

Verpackungen für Lebensmittel für den Verkauf (z.B. im Supermarkt) sowie Verpackungen für andere Produkte, müssen jedoch abgegrenzt von den eben dargestellten Verpackungen für den Transport von Nahrungsmitteln und pharmazeutischen Mitteln betrachtet werden. In Abbildung 77 und Abbildung 78 wird das Marktwachstum von Verpackungen in Deutschland sowie der Anteil der einzelnen Materialien am Marktvolumen dargestellt.



Abbildung 77: Umsatz der Verpackungsindustrie in Deutschland in den Jahren 2011 bis 2021 (in Milliarden Euro) (Statista, 2023)



4850

Abbildung 78: Umsatzverteilung der Verpackungsindustrie in Deutschland nach Bereich im Jahr 2021 (Statista, 2023)

Ein Wachstum des Marktvolumens von ca. 20 % über 10 Jahre zeigt, dass der Verpackungsmarkt durchaus attraktiv für innovative Verpackungen ist. Rein aus dieser Perspektive ergeben sich hier auch Chancen für die Anwendung von Woolpack. Betrachtet man jedoch die Segmentierung des Marktes, wird deutlich, dass hier zwei Verpackungsmaterialien dominieren. Das deutet auf große Eintrittsbarrieren hin, was den Markt unattraktiver macht.

Abschließend ist zu sagen, dass sich durch die Eigenschaften sowie Anforderungen an die Schafwolle und durch die Entwicklung des „E-Food“-Marktvolumens hohe Potenziale für die Nutzung der Schafschurwolle in Form von Verpackungen für den Transport von Lebensmitteln und pharmazeutischen Mitteln ergeben. Ob Woolpack in Zukunft auch in Supermärkten zu finden ist, bleibt

4860 abzuwarten. In diesem Markt gelten andere Anforderungen an die Verpackungsmaterialien, weshalb hierzu keine Aussage gefällt werden kann.

5.7.2 Kompostierbare Müllbeutel aus Schafwolle - Beutelrewoolte

Beutelrewoolte ist eine junge Unternehmensgründung aus Leipzig, welche sich zum Ziel gesetzt hat biologisch abbaubare Beutelvorrichtungen zu entwickeln.

4870 Unsere heutige Gesellschaft produziert erhebliche Mengen an Abfall. Ein Teil des Abfalls besteht aus biologisch abbaubaren Materialien wie beispielsweise Küchenabfällen. Dieser Bioabfall kann mit in einen Abfalleimer eingelegten Papiertüten gesammelt und dann entsorgt werden. Nachteilig an Papiertüten ist jedoch, dass diese schnell durchweichen und der Abfalleimer mit den aus dem Bioabfall austretenden Säften verschmutzt. Diese Verschmutzungen trocknen unter anderem ein, fördern bakteriellen Befall sowie eine unangenehme Geruchsentwicklung, wodurch nach dem Leeren der Abfalleimer gereinigt werden muss.

Im Allgemeinen wurde dies bereits als Problem erkannt, weshalb Abfalltüten aus biologisch abbaubaren Kunststoffen hergestellt werden. Diese sind haltbar, wasserfest und geruchsdicht. Jedoch werden diese bei weitem nicht so schnell biologisch abgebaut, wie allgemein angenommen wird, denn der Zersetzungsprozess dauert viel zu lang. Laut Euro-Norm müssen sich "kompostierbare" Plastiktüten nach spätestens zwölf Wochen zu mindestens 90 % und in Stückchen, die kleiner als 2 mm sind, zersetzt haben.

4880 Der Einsatz von Abfalltüten aus Recyclingkunststoffen (auch: Bio-Kunststoffe) oder klassischen PE-Kunststoff ist aufgrund des hohen Aufbereitungsaufwands in Kompostierungsanlagen und den damit verbundenen Kosten nicht geeignet. Aufgrund der Langlebigkeit stellen die Recyclingkunststoffe einen Störstoff dar.

4890 Für die hohen Umweltauswirkungen von Biokunststoffen ist neben der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung auch die Entsorgungssituation verantwortlich. Viele Biokunststoffhersteller setzen anstelle eines geschlossenen Recyclingkreislaufes auf die Kompostierbarkeit der Produkte und lassen diese nach der Norm DIN EN 13432 als kompostierbar zertifizieren. Der biologische Abbau unter realen Kompostierungsbedingungen ist allerdings nicht gesichert. Die Norm fordert einen Zerfall des Kunststoffs innerhalb von 12 Wochen zu mindestens 90 % in Teile kleiner als zwei Millimeter in einem optimierten Kompostierungsversuch. Der Biokunststoff kann also nach der Kompostierung zu 10 % in großen Kunststoffteilen und zu 90 % als Mikroplastik vorliegen. Die tatsächliche biologische Abbaubarkeit des Materials wird nur unter stark optimierten Laborbedingungen geprüft, wobei außerdem kein Nachweis über den hundertprozentigen Abbau erfolgt. Daraus ergibt sich die Gefahr, dass erhebliche Mengen an Mikroplastik in die Umwelt gelangen, wenn Produkte aus Biokunststoff entweder in der Natur liegen gelassen, im Biomüll oder im heimischen Kompost entsorgt werden.

Da viele Kompostierungsanlagen Bioabfall in weniger als acht Wochen zu Kompost verarbeiten, ist die Kompostierungsdauer für einen Zerfall bzw. Abbau der Biokunststoffe entsprechend der DIN EN 13432 oft nicht ausreichend (Deutsche Umwelthilfe e.V., 2018).

4900 Die Erfindung des Startups umfasst in der Hauptanwendung einen Bioabfallbeutel, hergestellt aus Wolle. Vorteil hierbei ist, dass der Beutel zusammen mit dem Bioabfall entsorgt werden kann und sich dieser aufgrund der natürlichen Struktur ökologisch zersetzt. Die zersetzte Wolle dient zudem gleichzeitig als Dünger, wodurch das Produkt dem natürlichen Biokreislauf wieder zugeführt werden kann.

Die natürliche Fettung und Wasserabweisung der Wolle schützen den Abfalleimer vor Nässe und Schmutz. Eine zusätzliche Behandlung mit Lanolin, Bienenwachs und ähnlichem soll den Effekt verstärken. Die Entwicklung des Produktes steht zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch sehr am Anfang und befindet sich in der Produktentwicklungsphase. Zur Absicherung der Innovation wurden jedoch bereits Patentanmeldungen eingereicht.

4910 Aus unterschiedlichen Perspektiven lässt sich dieses Vorhaben durchaus positiv beurteilen.

Innovationscharakter

Kunststoffbeutel durch nachwachsende Materialien zu ersetzen, stößt einerseits auf einen bestehenden Markt und findet andererseits kaum eine notwendige Zeit als die heutige. Klimaschutz kann zu großen Teilen durch die Anpassungen im regionalen und lokalen Umfeld geschehen. Ein Großteil der Bevölkerung möchte aktiv zum Umweltschutz beitragen, die Wollbioabfallbeutel bieten eine einfache Möglichkeit hierzu.

- Marktpotenzial
- 4920 Ein wirtschaftliches Potenzial ergibt sich aus dem Anteil der maximalen Einheit multipliziert mit dem Wert. Die über 20 Mio. Haushalte in Deutschland verbrauchen ca. 20 Mio. x 52 Wochen x 1 Bioabfallbeutel, welches ca. 1,04 Mrd. Abfallbeuteln pro Jahr entspricht. Der Markt ist demnach interessant. Entsprechend der Nutzung sind Bioabfallbeutel ein Luxusprodukt, um Bioabfälle aus der Wohnfläche zur Abfalltonne oder dem Kompost zu transportieren. Es ist ein klassisches Wegwerfprodukt mit kurzer Lebenszeit. Durch die Entsorgung aussortierter Kunststoffbeutel aus dem Bioabfall entstehen Kosten, welche die Bevölkerung teilweise unbewusst durch Abfallgebühren mitbezahlt.
- Vorbildfunktion des Projektes / des Produktes
- 4930 Es gibt sehr gute nachhaltige und biologisch abbaubare Produkte aus anderen Bereichen des täglichen Lebens. Insofern ist der Wollbioabfallbeutel eine Idee in einem vorhandenen Konzept der Nachhaltigkeit. Bei der Recherche war auffällig, dass es eine Vielzahl an Bioabfall-Produkten gibt, welche bei genauerer Betrachtung weniger etwas mit Nachhaltigkeit und einem biologischen Kreislauf gemeinsam haben, sondern sich vielmehr dem Nachhaltigkeits-Hype anschließen, um Profit zu erwirtschaften, mit scheinbar "grünen Produkten". Kurzum ist festzustellen, dass bei derzeitigen Lösungen abbaubarer Bioabfallbeutel noch nicht gesagt ist, dass diese dem üblichen Rotteverfahren in ausreichendem Maß „zerlegt“ werden, ohne damit nicht mehr als verfahrenstechnische Störstoffe zu gelten. Das Produkt und das Projekt können diese Lücke schließen.
- 4940 Gesetzliche Rahmenbedingungen
Der Gesetzgeber hat die Entsorgung von Produkten wie Verpackungen, Besteck oder Kaffeekapseln aus biologisch abbaubaren Kunststoffen über die Biotonne durch eine Regelung in der Bioabfallverordnung ausgeschlossen. Diese Produkte sind daher gemäß Düngerecht auch nicht für die Anwendung auf Böden zulässig. Einzige Ausnahme für die kommunale Bioabfallsammlung sind Sammelbeutel aus Bioplastik unter bestimmten Voraussetzungen. Die Verwendung dieser Bioplastikbeutel für die Sammlung von Bioabfall wird jedoch auf kommunaler Ebene weit überwiegend ausgeschlossen. So lehnten im Jahr 2016 alle 402 Landkreise und kreisfreien Städte Einkaufsstüten aus Bioplastik für die Sammlung von Bioabfall ab – obwohl die Tüten oft für diesen Zweck vermarktet wurden. Lediglich 12 Prozent der Kommunen erlaubten bestimmte besonders dünnwandige
- 4950 Bioplastikbeutel für die Sammlung von Bioabfall. Die ganz überwiegende Mehrzahl der Kommunen sieht Sammelbeutel aus Bioplastik jedoch kritisch, etwa aufgrund ihres unzureichenden Abbaus, der Gefahr der Verunreinigung des Komposts mit Mikroplastik und Additiven oder einer unerwünschten Vorvergärung des Bioabfalls, die zur Freisetzung von Schadstoffen oder störenden Gerüchen führen kann.
Diese Erkenntnisse führen zur Einschätzung, dass biologisch abbaubare Kunststoffe typischerweise nicht unbedingt für die Entsorgung über die Biotonne geeignet sind und daher eine Alternative notwendig ist. Die beschriebene Innovation hat durchaus eine Chance und könnte neue Absatzmöglichkeiten für deutsche Schafwolle generieren.
- 4960 Im Rahmen der weiterführenden Produktentwicklung muss hier jedoch die Verwendung und die Beständigkeit des Wollbioabfallbeutels geprüft werden, um deren Eignung für private Haushalte zu belegen. Darüber hinaus sind auch andere Anwendungsgebiete wie Verpackungen für Lebensmittel oder hygienische Produkte sind ebenfalls denkbar.

6. Märkte mit den höchsten Potenzialen

Im vorherigen Kapitel wurden verschiedene bereits ertragreiche als auch zukünftig wichtige Anwendungsfelder für Schafwolle aus Deutschland betrachtet.

Die dort abgebildeten Informationen bilden die Grundlage für die Identifikation der Märkte mit den höchsten Absatzpotenzialen.

6.1 Vorstellung der Auswahlkriterien und Bewertungsmethodik

4970 Zur Identifikation der Märkte mit den höchsten Potenzialen wird die Nutzwertanalyse als Methode zur Entscheidungsfindung angewendet.

Die Nutzwertanalyse ermöglicht es, nicht-monetäre Aspekte zur Gegenüberstellung verschiedener Szenarien miteinander zu vergleichen. Die Bewertung der verschiedenen Szenarien wird über definierte und gewichtete Kriterien und anhand einer entsprechenden Bewertungsskala durchgeführt (Hüsselmann, Litzenberger, Schick, & Spannenberger, 2019).

4980 Die Gewichtung der Kriterien bildet den Durchschnitt der Gewichtungen des Expert:innen-Gremiums der Studie und des Projektteams der white ip | Business Solutions GmbH. Die Gewichtung beruht sowohl auf subjektiven Eindrücken als auch auf den Ergebnissen der Marktübersichten. Die Kriterien orientieren sich an den zu beantwortenden Fragestellungen des Projektes.

Bewertungskriterien:

Bewertungskriterium	Definition
Rohstoffverfügbarkeit	Die Verfügbarkeit von heimischer Schafwolle reicht aus, um den Rohstoffbedarf zu decken.
Substitutionspotenzial	Aufgrund der Rohstoffeigenschaften von heimischer Schafwolle können bestehende Rohstoffe (Substitute) ersetzt werden.
Gesetzliche Rahmenbedingungen	Die gesetzlichen Vorgaben begünstigen die Verwendung von heimischer Schafwolle als Rohstoff.
Technische Umsetzbarkeit	Die bestehenden Produktionsprozesse bieten die Möglichkeit, in der Herstellung heimische Schafwolle als Rohstoff einfach zu integrieren (ohne größere Umstellung).
Betriebswirtschaftliche Umsetzbarkeit	Die Herstellungskosten von Produkten aus heimischer Schafwolle sind gegenüber den Herstellungskosten von denselben Produkten aus anderen Rohstoffen niedriger.
Nachfragesituation	Der Bedarf am Markt weist eine hohe Nachfrage nach Produkten aus heimischer Schafwolle auf.
Niedrige Preissensibilität der Verbraucher	Die Verbraucher sind gegenüber Preisänderungen weniger sensibel.

Tabelle 36: Definition der Bewertungskriterien zur Identifikation der höchsten Potenziale (eigene Darstellung)

Der Einfluss der Kriterien auf die einzelnen Märkte und Anwendungsfelder wurden mit Hilfe folgender Bewertungsskala von den Expert:innen eingeschätzt.

4990 1 – Trifft gar nicht zu
 2 – Trifft eher nicht zu
 3 – Trifft eher zu
 4 – Trifft vollkommen zu

6.2 Nutzwertanalyse zur Priorisierung der Märkte

Ziel der Nutzwertanalyse:

5000 Die Nutzwertanalyse ist eine Planungsmethode zur systematischen Entscheidungsvorbereitung bei der Auswahl von Projektalternativen. Sie erlaubt, Handlungsalternativen bezüglich eines mehrdimensionalen Zielsystems zu ordnen. Bei der Analyse der potenziellen Märkte für die Verwertung von Schafschurwolle wird die Nutzwertanalyse mit dem Ziel eingesetzt, bestimmte potenzielle Märkte durch die Berücksichtigung mehrerer Bewertungskriterien zu priorisieren.

Vorgehen bei der Nutzwertanalyse:

- 1. Wahl der zu betrachtenden Märkte
 Zu Beginn der Nutzwertanalyse ist es elementar, die zu betrachtenden Auswahlmöglichkeiten festzulegen. Im vorliegenden Fall betrifft dies die zu bewertenden Märkte und Anwendungsgebiete für deutsche Schafwolle.

5010
- 2. Festlegen der Bewertungskriterien
 Bei der Nutzwertanalyse sind anfangs Kriterien zur Bewertung der verschiedenen Auswahlmöglichkeiten zu definieren. Bekannt sind solche Verfahren aus Prüfungsaufgaben, wenn verschiedene Kriterien vorgegeben sind und eine Entscheidung zu treffen ist.

5020
- 3. Gewichtung der Bewertungskriterien durch die Expert:innen und anschließende Durchschnittsbildung der Gewichte
 Bei der Auffindung von Präferenzen im Rahmen der Nutzwertanalyse ist dieser Schritt wichtig für die Entscheidung. Die Bewertungskriterien werden nicht nur zur Abbildung herangezogen, sondern auch individuell gewichtet. Welcher Gewichtungsfaktor bei der Entscheidung den größeren Vorteil oder Nachteil abbildet, hängt immer vom Einzelfall ab. Möchte man die Nutzwertanalyse berechnen, werden im Ergebnis immer Kosten und Qualität im Vordergrund stehen. Die Nutzwertanalyse kennt keine gängige Formel, lässt sich aber in Schritten ermitteln.
 Im Rahmen der durchgeführten Nutzwertanalyse konnten die Expert:innen in Summe 100% Gewichtung auf alle Kriterien aufteilen.

5030
- 4. Wahl der Bewertungsskala
 Die einzelnen Schritte der Nutzwertanalyse legen eine Skala für die Bewertung fest. Bei dieser Entscheidungsfindung sollen einzelne Kriterien messbar gemacht werden. Im vorliegenden Fall wurde eine 4-Zahlige Skale festgelegt (von 1 = Kriterium trifft gar nicht zu, bis 4 = Kriterium trifft völlig zu)

5040
- 5. Bewertung der einzelnen Märkte durch die Expert:innen anhand jedes Kriteriums
 Der fünfte Schritt bewertet alle möglichen Alternativen einer Nutzwertanalyse, nimmt jedoch noch keine genaue Gewichtung vor. Auch hier sind wieder der Einzelfall und seine jeweiligen Umstände zentral. Bei der Entscheidung ist es hilfreich, wenn man sich über die bestmögliche oder schlechteste Alternative bewusst ist.
 Den Expert:innen stand es frei, zu beliebig vielen Märkten eine Bewertung abzugeben.
 Die Bewertung eines Marktes ergibt sich aus der durchschnittlichen Gewichtung multipliziert mit der durchschnittlichen Bewertung.

5050
- 6. Sortierung der Märkte nach der Punktzahl (maximal 4 Punkte pro Markt möglich)
 Im Anschluss an den fünften Schritt erfolgten die Sortierung und Gewichtung der Märkte nach den zu vergebenden Punktzahlen. Der Maximalwert entspricht 4 Punkten pro Markt.

5050
- 7. Priorisierung der Märkte mit den höchsten Punktzahlen
 Zum Abschluss der Nutzwertanalyse wurden die Märkte nach Ihren Ergebnissen priorisiert und als Ergebnis dargestellt.

5050

Ergebnisse:

Die betrachteten Märkte wurden bereits im Einzelnen vorgestellt. Es werden Textilien, Landwirtschaft, Bau, Pharma und Chemie sowie Mobilität und Verkehr betrachtet. Die Märkte wurden in der Bewertung in die einzelnen Anwendungsgebiete aufgeteilt und anhand der folgenden Bewertungskriterien bewertet:

Bewertungskriterium	Gewichtung [%]
Rohstoffverfügbarkeit	32 %
Qualität	19 %
gesetzliche Rahmenbedingungen	5 %
technische Umsetzbarkeit	13 %

betriebswirtschaftliche Umsetzbarkeit	3 %	
Nachfrage nach Produkten aus Schafwolle	16 %	
Niedrige Preissensibilität der Verbraucher	13 %	5060

Tabelle 37: Gewichtung der Bewertungskriterien der Nutzwertanalyse

In Tabelle 37 sind bereits die Gewichtungen der einzelnen Bewertungskriterien dargestellt. Diese ergeben sich aus den Mittelwert der von den Expert:innen abgegebenen Gewichtungen. Aufgrund der Gewichtung der Experten hat die Rohstoffverfügbarkeit den größten Einfluss auf die Bewertung der Märkte. Ebenfalls relevant sind die Qualität der Schafwolle sowie die Nachfrage nach Produkten aus Schafwolle. Die niedrige Preissensibilität mit einer Gewichtung von 13 % spielt nur eine kleinere Rolle.

5070 Anschließend wurden die Märkte durch die Expert:innen auf einer Skala von 1 bis 4 bewertet. Dabei stellt 4 die höchste und 1 die niedrigste mögliche Punktzahl dar. Auf Basis dieser Bewertung und bei gleichzeitiger Betrachtung der in Tabelle 37 aufgezeigten Gewichtungen der Kriterien ergibt sich folgende Rangfolge der Märkte:

1. Substrate/ Torfersatzstoffe (3,6)
2. Heimtextilien (3,1)
3. Teppiche – Rohrdämmstoffe – Dünger (3,0)
4. Dämmstoffe – Füllmaterial für Bettwaren, Polstermöbel (2,9)
5. Technische Filze (2,8)
- 5080 6. Geotextilien (2,7)
7. Bekleidungstextilien – Hygieneartikel (2,6)
8. Faserverbundwerkstoffe (2,3)
9. Medizinische / Kosmetische Produkte (2,0)

Nach der Nutzwertanalyse sollten primär die Märkte der Substrate und Torfersatzstoffe, der Heimtextilien sowie der Teppiche, Rohrdämmstoffe und Dünger betrachtet werden. Faserverbundwerkstoffe und medizinische sowie kosmetische Produkte sollten eher nicht betrachtet werden.

5090 **Erklärung und Auswertung:**

- Für Substrate und Torfersatzstoffe können alle Wollqualitäten und Feinheiten verwendet werden; allerdings ist der erzielbare Preis zu gering, weshalb nur schlechte Qualitätsstufen/Feinheiten verwendet werden sollten (siehe Abb. 2 und Tabelle 4).
- Für Heimtextilien und Teppiche werden hohe Wollqualitäten mit einer geringeren Feinheit benötigt. Zusätzlich befinden wir uns in einem B2C Markt in dem eine höhere Preisbereitschaft bei den Kunden existiert.
- Für Dünger können alle Wollqualitäten und Feinheiten verwendet werden; allerdings ist der erzielbare Preis zu gering, weshalb nur schlechte Qualitätsstufen/Feinheiten verwendet werden sollten. Inhaltlich kann man die Verwendung von Dünger und Substrate und Torfersatzstoffe in die gleiche Priorität für Wolle mit geringeren Qualitäten einordnen.

5100

- Plätze 4 – 7 können in Verbindung mit den Plätzen 2 – 3 betrachtet werden
- Faserverbundwerkstoffe und Medizinische/ kosmetische Produkte sind derzeit als nicht relevant eizuordnen.

Kritische Würdigung:

5110

Die Hauptschwierigkeit der Nutzwertanalyse liegt allerdings in der Subjektivität der Gewichtung auf der Ebene der Ziele, aber auch bei den Erfüllungsgraden der einzelnen Alternativen. Darüber hinaus besteht die Gefahr einer bloß schematischen, auf die aufgeführten Kriterien beschränkten Bewertung. Unter Umständen birgt auch die Vergleichbarkeit der Alternativen Probleme, da nicht in allen Fällen gewährleistet sein kann, dass zwei Alternativen in derselben Hinsicht verglichen werden. Während Substrate und Torfersatzstoffe laut der Nutzwertanalyse die höchste Priorität haben, sollten sie entsprechend der Expertenaussagen nicht betrachtet werden. Der Grund für die beiden gegenläufigen Ergebnisse sind die hohen Gewichtungen der Rohstoffverfügbarkeit und -qualität neben der geringeren Bedeutung des Preises (Betriebswirtschaftliche Umsetzbarkeit und Preissensibilität des Verbrauchers). Für Anwendungsgebiete im B2C Markt hat die Preisbereitschaft der Verbraucher einen großen Einfluss

5120 auf den Erfolg einer Wertschöpfungskette. Dieses Kriterium wurde von den Experten in Summe aber sehr niedrig gewichtet, was die Ergebnisse unserer Einschätzung nach verzerrt. Dies kann daran liegen, dass speziell in den Interviews im Bereich Textilien öfter erwähnt wurde, dass der Preis „keine Rolle“ spiele, weil die Preisbereitschaft in dem Segment sehr hoch ist und die Produkte ohne Probleme abgesetzt werden können. Aus diesem Grund wurde das Kriterium vermutlich weniger gewichtet, da die Preisbereitschaft bereits vorhanden ist. Einen weiteren Kritikpunkt stellt die Anzahl der Befragten und der Rückläufe dar. Von Haus aus bilden 30 Befragte nicht den gesamten Markt ab, jedoch gab es lediglich 17 Rückläufe. Dies könnte eine noch größere Verzerrung der Ergebnisse bedingen.

5130 Für Substrate und Torfersatzstoffe können alle Wollqualitäten verwendet werden. Die Qualität spielt somit keine Rolle, hierdurch ist die Verfügbarkeit der Schafwolle weitestgehend gegeben. Jedoch kann in diesem Markt kein hoher Preis für die Schafschurwolle beim Erzeuger erzielt werden, da die Herstellungskosten von Produkten aus heimischer Schafwolle gegenüber den Herstellungskosten aus anderen Rohstoffen höher sind und gleichzeitig eine hohe Preissensibilität besteht. Inhaltlich kann man die Verwendung von Dünger und Substrate & Torfersatzstoffe in die gleiche Priorität einordnen. Es sollten deshalb lediglich mindere Qualitäten der Schafwolle in den Märkten eingesetzt werden. Die Substrate und Torfersatzstoffe auf Platz eins sollte man somit mit Vorsicht interpretieren.

5140 Im Gegensatz dazu können in den Bereichen der Heimtextilien, Teppiche und Füllmaterialien mit einer hochqualitativen und gleichzeitig geringeren Feinheit der Wolle hohe Preise erzielt werden. Das gleiche gilt für Textilien im Bekleidungssegment. Dieser Markt wurde aufgrund der fehlenden Rohstoffverfügbarkeit von Schafschurwolle entsprechender Feinheiten niedrig bewertet. Hier können unter der Verwendung von mittleren Feinheiten, wenn die Kleidungsstücke nicht direkt auf der Haut liegen, zusätzlich hohe Preise erzielt werden, da die Preissensibilität einen gewissen Spielraum zu lässt.

7. Zusammenfassung der Ergebnisse der Marktanalyse (SWOT-Analyse)

5150 Schafschurwolle als nachwachsender Rohstoff mit seinen Eigenschaften bietet theoretisch eine Vielzahl an Verarbeitungs- und Anwendungsmöglichkeiten. Der hiesige Markt kämpft dabei jedoch mit unterschiedlichen Herausforderungen und Risiken, weist dabei aber durchaus auch Stärken und zukunftsfähige Chancen auf. Deutsche Schafwolle als nachwachsender Rohstoff findet sich vorrangig in Nischenmärkten wieder.

Grundlegend muss man in der Betrachtung der Ergebnisse zwischen der erzeugenden und nachfragenden / verarbeitenden Seite unterscheiden. Marktanforderungen können nicht immer mit den Möglichkeiten der deutschen Schafwollerzeugung in Einklang gebracht werden.

Stärken des Marktes deutsche Schafschurwolle

5160 Deutschland weist ein starkes und innovatives Forschungsnetzwerk in vielen Bereichen auf. Auch im Umgang mit nachwachsenden Rohstoffen starten jährlich zahlreiche neue Forschungsprojekte und es wird intensiv an zukünftigen Lösungsmöglichkeiten für verschiedene Branchen (z.B. innovative Textilien, Werkstoffe, Bauwesen etc.) geforscht.

Der Rohstoff Schafwolle besitzt eine Reihe von für industrielle Anwendungen positiven Eigenschaften. Als Beispiel sei das gute Verhalten gegenüber Schadstoffen, explizit Formaldehyd und deren Aufnahme im Kontext der Wohnraumgesundheit genannt. In Kombination mit anderen Rohstoffen, z.B. als Faserverbundwerkstoff kann Schafwolle herausragende technische Eigenschaften erreichen, um gewünschte Effekte zu generieren.

5170 Die Branche und der Markt sind in Deutschland relativ kleinteilig strukturiert. Der Vorteil dieser Branchenstruktur bedingt jedoch, dass viele Akteure, teils kleinskalige Projekte und Entwicklungen anstoßen und so relevante Nischenentwicklungen vorantreiben. Teilweise entstehen in regionalen Gegebenheiten vollwertige Wertschöpfungsketten, so dass sich nachhaltige Branchenverbindungen entwickeln und gegenseitig Unterstützung geben wird.

Der Beruf des/der Schäfer:in ist für viele Menschen ein Sehnsuchtsberuf, somit zieht er auch Menschen an, die losgelöst von betriebswirtschaftlichen Antrieben eine Versorgung mit diesem nachwachsenden Rohstoff anbieten. Es gilt hierbei jedoch, die Rahmenbedingungen für diese Ansiedlungen und Weiterentwicklungen nachhaltig zu unterstützen.

Schwächen und Herausforderungen

5180 Das grundlegende Problem in der Verarbeitung von deutscher Schafschurwolle besteht darin, dass die Wollpreise für die Erzeuger in den meisten Anwendungsfällen zum einen nicht kostendeckend und zum anderen nicht konkurrenzfähig sind. Nur in Einzelfällen können aufgrund von direkten Partnerschaften kostendeckende Wollpreise gezahlt werden. In diesen Fällen stimmen die Qualität und Feinheit der Wolle des Erzeugers mit den Anforderungen der Abnehmerseite überein. Es existiert selten ein direkter Kontakt zwischen den Erzeuger:innen und den Verarbeiter:innen. Die deutsche Schafschurwolle kann in der Feinheit und verfügbaren Menge für viele Anwendungsfelder nicht mit der ausländischen Konkurrenz mithalten. Das führt zu einem weiteren Problem. Durch die fehlende Wirtschaftlichkeit der Wollproduktion bzw. Aufbereitung und Sortierung der Wolle auf der Erzeugerseite für die weitere Verarbeitung fehlt eine generelle gleichbleibende Qualität und Feinheit der Schafschurwolle, die für sehr viele Anwendungsfelder jedoch als Voraussetzung erfüllt sein muss. Es fehlen einheitliche Qualitätsstandards, nach denen die deutsche Schafschurwolle eingeteilt werden kann. Ferner kann die deutsche Schafschurwolle aufgrund der rauerer Witterungsbedingungen in der Feinheit nicht mit der

5190 in anderen Regionen, bspw. Neuseeland, erzielbaren Feinheit spezifischer Schafrassen (Bsp.: Merinoschafe) mithalten. Die deutsche Schafschurwolle steht in direkter Konkurrenz zu Schafwolle internationaler Herkunft. Das schränkt die Eignung deutscher Schafwolle in einigen Anwendungsgebieten ein. Dies gilt vor allem im Bereich der Textilien und technischen Textilien. Die internationale Konkurrenzsituation führt darüber hinaus zu einem Preiskampf, den die deutsche Wolle auf Grund der standortbedingten Kostensituation nur selten gewinnen kann.

5200 Durch hohe Kosten für Futter, Logistik und Herdenschutzmaßnahmen gegen Beutegreifer wie den Wolf sind die Erzeuger:innen weiterhin stark belastet. Die Nachwuchsproblematik des Schäfer- und Tierarztberufs stellt für die langfristige Versorgungssicherheit bei entstehenden Verwertungsstrukturen eine zusätzliche Bedrohung dar.

Trotz der aktuell niedrigen Erzeugerpreise entstehen auf Grund der teils komplexen bzw. umfangreichen Wertschöpfung entlang der Verarbeitung hohe Materialpreise, welche im Wettbewerb mit synthetischen

oder anderen Naturfasern nur bedingt konkurrenzfähig sind. Unter Berücksichtigung der verfügbaren Mengen deutscher Schafwolle muss daher die Positionierung in der Nische ein erstrebenswertes Ziel sein.

Eine zentrale, im Rahmen dieser Studie ermittelte Herausforderung besteht in der fehlenden oder mangelnden Infrastruktur innerhalb der Branche. Diese Herausforderung existiert auf verschiedenen Ebenen und bedingt dadurch unterschiedliche Problemstellungen.

5210

Die Hauptherausforderung in diesem Bereich, welche durch das gesamte Expert:innen-Gremium benannt wurde, ist die fehlende Wollwäscherei in Deutschland. Im Rahmen der Verarbeitung von Schafwolle ist das Waschen in vielen Fällen essenziell. Dieser Schritt erfolgt aktuell nur durch im Ausland ansässige Wollwäschereien, wodurch Abhängigkeiten und Komplexitäten innerhalb der Wertschöpfungskette entstehen und dies u. a. auch zur Erhöhung der Preise führt. Die hohen Logistikkosten in Folge der K3-Kategorisierung sind zusätzliche Herausforderungen und hemmende Faktoren für eine erfolgreiche Verwertung der deutschen Schafschurwolle.

5220

Auf einer anderen Ebene führt die mangelhafte Vernetzung innerhalb der Branche zu Wettbewerbsnachteilen gegenüber konkurrierenden Rohstoffen. Viele, aber wenig gemeinschaftlich konzipierte Projekte oder Erhebungen führen zu dezentralen Tätigkeiten und damit nicht zur gemeinschaftlichen Stärkung dieser Branche. Die Erzeugung der Schafwolle erfolgt zu Teilen in kleinen Unternehmen in geringen Mengen. Die Struktur sowie der Prozess des Scherens und der Wollabgabe ist für viele Schäfer:innen komplex und eher lästig als gewinnbringend.

5230

Der Rohstoff Schafwolle birgt durch seine einzigartigen Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten große Potenziale. Diese sind jedoch in vielen Bereichen der Verarbeitung oder für Endkonsument:innen nicht bekannt. Als Beispiel sei hier das gute Verhalten gegenüber Formaldehyd genannt. Viele Fachplaner:innen oder Ingenieur:innen und auch Fachverbände haben keinen Überblick über die technischen Eigenschaften der Schafwolle. Auch Käufer:innen von Textilien oder von Dämmstoffen kennen diese Vorteile oft nicht. Die daraus folgende Unbekanntheit führt zu einer geringen Nachfrage.

5240

Auf dem deutschen Markt werden im Jahr rund 6.000 Tonnen Rohwolle erzeugt, was wiederum ca. 4.200 Tonnen gewaschener Wolle entspricht. Die begrenzte Verfügbarkeit der deutschen Schafwolle führt unweigerlich zu einer Verknappung bzw. einer fehlenden Rückfrage aus „massenmarktauglichen“ Branchen. Eine kurz- bis mittelfristige Steigerung der Verfügbarkeit erscheint unter den gegebenen Umständen als unwahrscheinlich. Langfristige Maßnahmen, wie die Sicherung des Schäfer Nachwuchses, effizientere Flächennutzung oder ähnliches könnten dies jedoch perspektivisch ändern.

Chancen der deutschen Schafwolle

Schafwolle gehört zu den nachwachsenden Rohstoffen und gilt allgemein hin als nachhaltiges Produkt. Mit diesen Eigenschaften trifft die Schafwolle auf den aktuellen Zeitgeist und ein zusehends steigendes Interesse an nachhaltigen Lösungen. Die steigende Nachfrage nach biologisch abbaubaren, regionalen und nachwachsenden Rohstoffen durch Konsument:innen lassen Unternehmen Produktionsprozesse umgestalten und die verwendeten Rohstoffe anpassen. In diesem Zusammenhang entstehen für die Schafwolle Anwendungsmöglichkeiten. Eine hohe Bekanntheit der Vorteile des Rohstoffes und seiner Eigenschaften unter Verbraucher:innen und Verarbeiter:innen würde mittel- bis langfristig Chancen zur Erhöhung der Nachfrage bieten.

5250

Internationale Krisen und Kriege führen zu Störungen innerhalb der internationalen Wertschöpfungsketten. Der Trend der Renationalisierung und Transparenz von Wertschöpfungsketten kann zu mehr Offenheit gegenüber einheimischen, etwas teureren Rohstoffen führen, wovon die deutsche Schafschurwolle auch profitieren würde. Eine zielgerichtete Verbraucher:inneninformation kann dabei die Nachfrage unterstützen. Weitere Ausführungen hierzu werden unter 8.7 Marketing und Endverbraucherbezogene Öffentlichkeitsarbeit aufgeführt.

Risiken für eine stärkere Ausweitung des Absatzes

Die deutsche Erzeuger:innenseite der Schafschurwolle ist geprägt durch ein hohes Durchschnittsalter. Viele Schäfer:innen betrachten die Arbeit mit Schafen mehr als Passion, als einen betriebswirtschaftlichen Anreiz. Auf Grund der niedrigen zu erzielenden Vergütung und damit einhergehenden niedrigen Entlohnung, fehlen Anreize für eine positive Nachwuchsgewinnung. Die rückläufige Entwicklung der Schäfer:innen und des Schafbestandes wird sich aller Voraussicht nach auch zukünftig fortsetzen. Somit wird sich die Verfügbarkeit von Schafschurwolle nur schwerlich ausbauen

5260

5270 lassen und die Wolle erscheint daher für breite Anwendungen aus betriebswirtschaftlicher Sicht nicht interessant zu sein. Es besteht demnach die Gefahr, dass deutsche Schafwolle ihren Platz außerhalb der Nische nicht finden wird und Nachfragen rückläufig werden. Um den Platz in der Nische zu etablieren und zu stärken, sollten vor allem die technischen Eigenschaften im Rahmen der Verwendung dieses Rohstoffs herausgestellt werden. Eine Ausweitung des Angebotes für Massenmärkte scheint für die deutsche Schafschurwolle nicht lukrativ und interessant. Die Chancen bestehen dahingehend im Wesentlichen in Nischenbereichen, welche höhere Erträge zulassen.

Schafwolle ist ein Rohstoff, der von lebenden Tieren gewonnen wird und eine artgerechte Haltung erfordert. Die Aufmerksamkeit von Tierschutzorganisationen und auch die zunehmende Vegane Bewegung beobachtet die Haltung sehr aufmerksam. Erzeuger:innen und Verarbeiter:innen müssen sich daher auf diese Organisationen und Anforderungen einstellen.

5280 Steigende Energiepreise und mangelnde Verfügbarkeiten von relevanten Materialien und Produkten haben einen negativen Einfluss auf die Wertschöpfung und führen zu relevanten Kostensteigerungen bei der Erzeugung. Schon jetzt stellen die Energiekosten für Schäfer:innen die größte Belastung bei der Haltung der Tiere dar. Ohne Unterstützung in diesem Bereich droht eine nicht darstellbare Herausforderung für die Erzeuger:innenseite und somit mögliche Unternehmensschließungen. Dies würde sich weiter negativ auf die Verfügbarkeit von deutscher Schafwolle auswirken.

8. Ableitung von Handlungsbedarfen und -empfehlungen

Auf Grundlage der erhobenen und recherchierten Daten und Ergebnisse aus den vorherigen Kapiteln sowie den identifizierten Potenzialen und Hemmnissen von Märkten für deutsche Schafschurwolle können verschiedene Handlungsfelder für Politik, Wirtschaft und Forschung abgeleitet werden.

5290 Wichtig zu erwähnen ist, dass die Stärkung deutscher Schafwolle einer ganzheitlichen Betrachtung unterzogen werden muss, da sich die meisten Herausforderungen gegenseitig bedingen und einen Kreislauf bilden. Die größten Handlungsbedarfe liegen vor allem auf der Erzeuger:innenseite und dem Aufbau von Verarbeitungsstrukturen sowie einer wirksamen Öffentlichkeitsarbeit zur Bekanntheitssteigerung der technischen Fähigkeiten und Verarbeitungsmöglichkeiten.

5300 In der Praxis sind bereits funktionierende Wertschöpfungsketten in verschiedenen Anwendungsgebieten entstanden. Entscheidend für den Erfolg ist hierfür der B2C Markt und die Zahlungsbereitschaft der Endkunden. Die folgenden Handlungsempfehlungen zielen darauf ab, zum einen die Voraussetzung für die Bildung weiterer erfolgreicher regionaler Wertschöpfungsketten für die Anwendungsgebiete zu schaffen, indem Infrastruktur weiterentwickelt wird und zum anderen die Bekanntheit bei potenziellen Kunden erhöht wird, um die Vorteile und die Zahlungsbereitschaft für Schafschurwolle zu etablieren.

Im Folgenden werden die wesentlichen Handlungsempfehlungen als Ergebnis der durchgeführten Studie aufgeführt. Abschließend werden diese nach Umsetzbarkeit priorisiert.

8.1 Einschätzung zu Potenzialen und Umsetzungsmöglichkeiten in den Anwendungsfeldern

5310 In der Betrachtung wird von einer produzierten Menge von 13.500 Tonnen Schafwolle in Deutschland pro Jahr ausgegangen. Wie in Abbildung 5 dargestellt, sind 90 % der Schafwolle in Deutschland in einer Feinheit von 24 – 39 Mikrometer vorhanden. Der größte Teil der Wolle ist somit grob. Das schränkt die Verwendung dieser auf bestimmte Bereiche ein. Im Folgenden wird dies dargestellt. Da in vorherigen Analysen gezeigt wurde, dass Schafschurwolle in dem Produktionsprozess der Wertschöpfungskette in den Herstellungskosten mit chemischen Fasern nicht konkurrenzfähig ist, wird in der folgenden Tabelle die Preisbereitschaft (gering, mittel, hoch) der Verbraucher als Vergleichsgrundlage genommen, um eine Auswahl zu treffen.

Anwendungsgebiet	Benötigte Qualität/ Feinheit der Wolle	Menge an Schafwolle in dieser Qualität in Deutschland	Preisbereitschaft der Verbraucher	Potentiale in dem Anwendungsgebiet
Textilien und Heimtextilien	2020: 148.000 Tonnen gute Feinheit und einheitliche Qualität	Ca. 300 Tonnen (AA und AAA) Ca. 1.320 Tonnen (AAA – A)	Hoch (großer B2C Markt mit Fokus auf Regionalität)	Potential gegeben, wenn die deutsche Schafwolle in besserer Qualität und größerer Menge vorhanden ist
Teppiche	Feine und grobe Wolle	Ca. 5.100 Tonnen (A – C)	Mittel (großer B2C Markt mit Fokus auf Funktionalität)	Hohes Potential, da keine bestimmte Feinheit vorausgesetzt wird
Outdoorbekleidung	Mischung aus feiner und grober Wolle benötigt	Ca. 5.520 Tonnen (AAA – D)	Hoch (B2C und hoher Fokus auf Funktionalität)	Hohes Potential, da deutsche Wolle aufgrund der hohen Inhomogenität den Bedarf deckt
Füllmaterialien	< 36 Mikrometer	Ca. 4.380 Tonnen (AAA – ½ C)	Hoch (B2C und hoher Fokus auf Regionalität)	Hohe Potentiale, da knapp 75 % der deutschen Schafwolle geeignet sind

Dünger	Feine und grobe Wolle	6.000 Tonnen (AAA – F)	Mittel (kleiner B2C Markt)	Hohes Potential, da auch die schlechtesten Feinheitsstufen für Düngepellets genutzt werden können
Pflanzsubstrate / Torfersatzstoffe	Feine und grobe Wolle	6.000 Tonnen (AAA – F)	Mittel (kleiner B2C Markt)	Hohes Potential, da auch die schlechtesten Feinheitsstufen für Düngepellets genutzt werden können
Dämmstoffe	Feine und grobe Wolle	6.000 Tonnen (AAA – F)	Gering (Großer B2B Markt)	Wenige Potentiale, da es günstigere Alternativen gibt
Faserverbundwerkstoffe / Faserformteile	Feine und grobe Wolle	6.000 Tonnen (AAA – F)	Mittel (Großer B2B Markt)	Mittlere Potentiale, da es noch technische Herausforderungen gibt
Geotextilien	Grobe Wolle ausreichend	6.000 Tonnen (AAA – F) 4.680 Tonnen (B – F)	Mittel (Großer B2B Markt)	Hohe Potentiale für die Verwendung von grober Wolle (es wird aber eine bestimmte Länge der Fasern benötigt)
Hygieneartikel	Sehr feine Wolle: < 20 Mikrometer	0 Tonnen (AAAA)	Hoch (B2C und hoher Fokus auf Funktionalität)	Keine Potentiale für deutsche Schafwolle, da keine Wolle in der hohen Feinheit vorhanden ist
Medizinische Produkte	Sehr feine Wolle	0 Tonnen (AAAA)	Hoch (B2C und hoher Fokus auf Funktionalität)	Keine Potentiale für deutsche Schafwolle, da keine Wolle in der hohen Feinheit vorhanden ist
Kosmetische Produkte	Sehr feine Wolle und Homogenität	0 Tonnen (AAAA)	Hoch (B2C und hoher Fokus auf Funktionalität)	Keine Potentiale für deutsche Schafwolle, da keine Wolle in der hohen Feinheit vorhanden ist
Klebstoffe	k.A.	k.A.	Gering (Großer B2B Markt)	Keine Potenziale in der Studie identifiziert
Automobil	Homogene Qualität	Nicht gegeben	Gering (Großer B2B Markt)	Keine Potentiale aufgrund von wenig Homogenität der deutschen Schafwolle und Preisdruck
Schienenverkehr, Schiff- und Flugverkehr	Homogene Qualität	Nicht gegeben	Gering (Großer B2B Markt)	Wenige Potentiale, aufgrund von wenig Homogenität der deutschen Schafwolle und Preisdruck

Tabelle 38: Potentiale der betrachteten Anwendungsgebiete von Schafwolle auf Basis der erforderlichen Feinheiten und Qualitäten sowie der Preisbereitschaft der Verbraucher

- 5320 Für die Verwendung von feiner deutscher Schafschurwolle eignen sich die Anwendungsgebiete der Textilien: Heimtextilien, Teppiche, Outdoorbekleidung und Füllmaterialien. Eine große Restriktion stellt hierbei die Verfügbarkeit der feinen Wolle dar. Hierbei kann die Wolle vereinzelt für Produktreihen verwendet werden oder sogar in Kombination mit grober Wolle genutzt werden. Gleichzeitig befinden wir uns in einen großen B2C Markt, in dem die Preisbereitschaft für nachhaltige regionale Produkte gegeben ist. Für die Verwertung der groben Wolle eignet sich der Bereich Geotextilien, aufgrund des großen B2B Markts existiert dennoch eine mittlere Preisbereitschaft. Grobe Schurwolle mit schlechter Qualität kann für die Anwendungsgebiete Pflanzsubstrate/ Torfersatzstoffe und Dünger verwendet werden. Hierbei existiert aufgrund des kleinen B2C Marktes eine mittlere Preisbereitschaft. In dem Anwendungsgebiet der Dämmstoffe wurden in der Analyse bereits interessante Produkte identifiziert.
- 5330 Aufgrund des großen B2C Marktes und des bereits starken Preiswettbewerbs sollten jedoch die anderen Anwendungsgebiete für grobe Wolle priorisiert werden. In den Anwendungsgebieten der Hygieneartikel, medizinischen-, kosmetischen Produkte, Klebstoffe und Automobil wurden aufgrund der fehlenden Qualität/Feinheit bzw. inhomogenen Produktspezifikation der Schafschurwolle keine unmittelbaren

Potenziale lokalisiert. Mögliche Unterstützung sollte sich primär nicht auf einzelne Anwendungsgebiete beziehen, sondern so gerichtet sein, dass sie die Infrastruktur fördern und gleichzeitig mehrere Anwendungsgebiete unterstützen, sodass vereinzelte Nischenprodukte entstehen können. Im Folgenden werden dementsprechend Handlungsempfehlungen gegeben und anschließend priorisiert.

8.2 Allgemein

5340 8.2.1 Nachwuchsförderung durch Unterstützungsmöglichkeiten

Der Beruf der Schäferin und des Schäfers ist für viele Menschen ein Traum vom Aussteigen. In der Realität ist jedoch festzuhalten, dass Schäfereien immense Nachwuchsprobleme haben. Das Durchschnittsalter in der Branche ist relativ hoch und junge Nachwuchskräfte fehlen. Es besteht somit die Gefahr, dass Betriebe mangels Nachfolge aufhören und damit auch die Verfügbarkeiten von deutscher Schafwolle sinken. Um diesem Trend entgegenzuwirken, werden verschiedene Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität des Berufsfeldes empfohlen. Das niedrige Einkommens- und Lohnniveau bei hoher Arbeitsbelastung ist wahrscheinlich der wichtigste Grund dafür, dass sich junge Menschen nicht für diesen Beruf entscheiden bzw. Landwirte nicht auf diesen Betriebszweig setzen. Unterstützungsmaßnahmen seitens der Politik wie bspw. Prämien für den Aufbau eines nachhaltigen Schäfereibetriebes, zur Anschaffung einer Schafherde, Subventionen und Förderungen für Investitionen in Gerätschaften und Materialien oder Zuschussmöglichkeiten für Lohnzahlungen können Anfangshürden beseitigen und Zukunftsinvestitionen fördern. Prämien für die nachhaltige Landwirtschaft, Haltung der Tiere und etwaige Energieerzeugung können zusätzliche Anreize für junge Nachwuchskräfte bieten.

5350 Zusehends nehmen Quereinsteiger den Beruf der Schäferin oder des Schäfers wahr. Es sollte daher oberste Zielstellung sein, den Berufseinstieg bzw. -wandel so einfach wie möglich zu gestalten. Bestehende Schäfereibetriebe, welche vor einer Unternehmensnachfolge stehen, sollten für „Einstiegswillige“ möglichst einfach zu finden und leicht zu übernehmen sein.

5360 Als Ansprechpartner:in für betroffene Schäfereibetriebe sollte die Vereinigung Deutscher Landesschafzuchtverbände (VDL) unterstützend zur Seite stehen. Die VDL - 1934 gegründet - ist gemeinsam mit ihren Mitgliedsverbänden Ansprechpartner:in bei allen Themen und Fragen rund um die Schafzucht und -haltung sowie zu den Erzeugnissen der Schafwirtschaft.

5370 Während die VDL sich mit den Themen befasst, die auf Bundes- und auf europäischer Ebene geregelt werden, kümmern sich die VDL-Landesverbände um die generellen Sorgen ihrer Mitglieder:innen im Schafbetrieb und pflegen den Kontakt zu den Landesregierungen und jeweiligen Landesministerien. Etwaige finanzielle Unterstützungen von öffentlicher Seite der Verbände oder des Dachverbandes könnten zur Schaffung einer Koordinationsstelle („Nachwuchs Schafzucht“) führen. Im Rahmen der Gespräche mit Vertreter:innen des VDL bzw. seiner Landesverbände wurde auf die knappe Budgetsituation des Verbandes hingewiesen, wodurch eine Personalknappheit herrscht und so qualitative und umfangreiche Betreuungen der Mitglieder, vor allem im Bereich der Nachwuchsförderung nur bedingt möglich sind.

8.2.2 Handbuch zur Verbesserung und Vereinheitlichung der Wollqualität

5380 Um eine Verbesserung in der Grundlage für die Wollverarbeitung zu erreichen, kann den Erzeuger:innen ein Leitfaden bzw. Handbuch bereit gestellt werden. Das Wichtigste ist hierbei bei den Erzeuger:innen ein Bewusstsein für die Notwendigkeit bestimmter Maßnahmen zu erreichen, indem die Weiterverarbeitungspotenziale vermittelt werden. In dem Handbuch können nützliche Informationen und Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Wollqualität bzw. der Notwendigkeit einer Sortierung der Schur nähergebracht werden, um eine Weiterverarbeitung zu erleichtern. Dieses Handbuch kann mit der Handlungsempfehlung der „Plattform zur besseren Vernetzung“ (wird an späterer Stelle erläutert) kombiniert werden.

8.3 Forschung & Entwicklung anhand der Klimabilanzstudie deutscher Schafschurwolle

Die CO₂-Bilanz und der CO₂-Fußabdruck (engl. Carbon footprint) sind eine Bilanzierung bzw. ein Maß für den Gesamtbetrag von Kohlenstoffdioxid-Emissionen, welche direkt bzw. indirekt durch Aktivitäten

5390 oder Lebensstadien von Produkten oder Personen entstehen bzw. verursacht werden (Wiedemann & Minx, A Definition of "Carbon Footprint", 2007). Neben Kohlenstoffdioxid werden oft auch andere Treibhausgase bilanziert, die in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden (CO₂-eq).

Der CO₂-Fußabdruck hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen, um die Klimaauswirkungen von Aktivitäten wie die Bereitstellung oder den Konsum von Produkten und Dienstleistungen für einzelne Personen oder aggregiert für Organisationen und Staaten zu ermitteln. Auf dieser Basis können gezieltere Klimaschutz-Maßnahmen ergriffen werden, um angestrebte Klimaziele zu erreichen, z. B. die globale Erwärmung auf maximal 1,5 °C Temperaturerhöhung zu begrenzen (Zwei-Grad-Ziel) (Wiedemann & Minx, A Definition of "Carbon Footprint", 2007) (Peters, 2010).

5400 Die Ermittlung der CO₂-Bilanz eines Produkts soll dessen gesamten Produktlebenszyklus umfassen:

- Herstellung, Gewinnung und Transport der Rohstoffe und Vorprodukte
- Produktion und Distribution
- Nutzung, Nachnutzung
- Entsorgung/Recycling

5410 Die Klimabilanz der Schafschurwolle wird in dem Berechnungsstandard für einzelbetriebliche Klimabilanzen (BEK) in der Landwirtschaft dargestellt. Die Berechnung erfolgt auf Basis des Strom- und Dieselerbrauchs im Umgang mit den Tieren sowie deren Methanausstoß, hierbei werden evtl. positive Effekte, wie Landschaftspflege und Erhaltung von Grünland, außer Acht gelassen. Für die Öffentlichkeitsarbeit und Marketingkampagnen sollten aber genau solche Aspekte der Schafhaltung berücksichtigt werden.

Auf Nachfrage beim Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), den Ersteller:innen des BEKs, ergab sich, dass prinzipiell z.B. „der Schafhaltung eine Gutschrift für die vermiedenen Mäharbeiten zugewiesen“ werden könne. Des Weiteren könne „der BEK fortlaufend aktualisiert werden. In dem Zuge kann auch eine Anpassung der Methode erfolgen, wenn die Arbeitsgruppe dies für sinnvoll hält.“

5420 Es existiert bereits eine Studie mit dem Namen "Environmental impacts associated with the production, use, and end-of-life of a woolen garment", die von Wollmark in Auftrag gegeben wurde und die vollständige Wollgewinnung, -verarbeitung und -nutzung der Textilbranche in Australien untersucht hat (Wiedemann & et al, 2020). Die in der Studie angewandte Methodik ist die LCA (life cycle assessment). Die Auswirkungen pro Kleidungsstück betragen 0,17 (± 0,02) kg CO₂-e THG, 0,88 (± 0,18) MJ fossile Energie und 0,96 (± 0,42) H₂O-e Wasserbelastung. Energie aus fossilen Brennstoffen wurde vor allem durch die Wollverarbeitung verbraucht, aber auch der Einzelhandel und die Pflege der Kleidung trugen erheblich zur Energiebilanz bei. Die Treibhausgasemissionen aus der Wollproduktion (Landwirtschaft) verursachten die größten Umwelteffekte, gefolgt von der Verarbeitung und der Bekleidungspflege. Die Beiträge zur Wasserverschmutzung variierten in der Lieferkette weniger stark, wobei die größten Beiträge aus der Produktion, der Verarbeitung und der Verwendung von Kleidungsstücken stammen.

5430 In dieser Studie ist keine Aussage zu den positiven Aspekten der Landschaftspflege, die mit der Wollproduktion einhergehen kann, zu finden. Aus diesem Grund wäre es für die weiteren Vermarktungsschritte sinnvoll, solch eine Studie für die deutsche Schafschurwolle durchzuführen, um verlässliche und belastbare Aussagen als Grundlage für die weitere Vermarktung zu erhalten.

Ein öffentlich gefördertes Projekt zur unabhängigen Durchführung einer entsprechend validen LCA über die gesamtheitliche Wertschöpfung deutscher Schafschurwolle wäre als Basis für eine erfolgreiche Vermarktung der deutschen Schafschurwolle zu empfehlen.

8.4 Modell- und Demonstrationsvorhaben anhand von Wollwäschereien zur Stärkung der heimischen Wertschöpfung

5440 Wie in den vorherigen Kapiteln bereits ausgeführt, wird als eine der zentralen Herausforderungen der hiesigen Wollindustrie und -branche die in Deutschland fehlende Wollwäscherei angesehen. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt wird die gesammelte Wolle in Wäschereien ins Ausland transportiert, gewaschen und wieder zurückgebracht. Dies führt zu Abhängigkeiten und etwaigen logistischen Herausforderungen in einer sehr anfälligen Wertschöpfungskette.

5450 Aktuell werden vereinzelte Projekte und Ansätze zur Evaluierung von möglichen Standorten sowie Ausführungen einer Wollwäscherei in der Branche besprochen. Auch vereinzelte Teilnehmer:innen des Expert:innen-Gremiums dieses Projektes sind hierin involviert, u.a. befindet sich eine Studie zur Beurteilung der ökonomischen Möglichkeiten einer Wollwäscherei im Rahmen eines Forschungsprojektes des Instituts für Agrar- und Stadtökologische Projekte der Humboldt-Universität zu Berlin in Zusammenarbeit mit dem Land Brandenburg, zum Zeitpunkt der Studie in der Finalisierung. Erste Machbarkeitsstudien wurden bereits initiiert, bisherige Projekte oder Ansätze sind jedoch aufgrund bürokratischer Hürden oder durch mangelndes Projektmanagement gescheitert. Zum gegenwertigen Zeitpunkt existierten noch keine klare Projektdefinition sowie Projektumsetzungsplanung.

5460 In diesem Zusammenhang wird die Realisierung eines teilöffentlichen Projektes zur Ausgestaltung einer Wollwäscherei in Kombination mit kommunalen Energieträgern und / oder Kläranlage empfohlen. Die Möglichkeit der Einbeziehung von Biogas aus angrenzenden Kläranlagen kann im Sinne einer autarken Wärmeversorgung und Abwasserverwendung in diesem Kontext durchaus interessant sein. Biogas aus den Faultürmen zu nutzen, ist für viele Kläranlagen bereits Standard. Um eine möglichst hohe Ausbeute an Biogas zu erhalten, wird ein Teil des Klärschlammes aus dem Faulturm der Kläranlage über eine Ringleitung abgepumpt, erwärmt und wieder zugeführt. Dadurch steigt die Temperatur im Faulturm, die idealerweise bei 36 bis 37 °C liegt. Um die Temperatur gleichmäßig zu verteilen, wird ein Teil des entstehenden Biogases im Kreislauf gefördert. Dabei wird es aus dem oberen Teil des Faulturms durch Kompressoren über Lanzen zum Boden des Faulturms gefördert und in den Klärschlamm eingebracht. Durch das Aufsteigen der Gasblasen im Klärschlamm wird dieser mit dem Umwälzschlamm vermischt. Dabei wird eine homogene Temperaturverteilung erzielt. Die Erwärmung des Biogases innerhalb der Mink-Kompressoren bewirkt einen weiteren Temperaturanstieg des Klärschlammes. Die entsprechende Abwärme könnte für eine Wollwäscherei und deren Ablauf nutzbar sein.

5470 Ziel dieses Projektes sollte mindestens die Erstellung einer Pilotanlage sein, welche die Möglichkeiten der Wollwäsche in der Praxis unter Einbeziehung einer autarken Energieversorgung eruiert und gleichzeitig Möglichkeiten zur Einbindung in Forschungs- und Entwicklungsprojekte gibt. Dieses Projekt könnte im Rahmen eines Public-Private-Partnership Projektes realisiert und auf öffentlicher Seite, ggf. durch die FNR, betreut werden. Wichtig ist dabei die Evaluierung des realistischen Bedarfs an zu waschender Schurwolle, möglicher Abnehmer sowie eines Betreibermodells, das beispielsweise durch innovative, integrierte Nutzungskonzepte mit effizienter Bioenergieerzeugung (Abwärme- und Abwasser) auf die aktuellen Begebenheiten der Bioökonomie ausgerichtet wird.

8.5 Fachinformation, Vernetzung der verschiedenen Marktakteure

5480 8.5.1 Plattform zur besseren Vernetzung

Eine zentrale Herausforderung innerhalb der Branche ist die fehlende bzw. schlechte Vernetzung unter den Marktteilnehmer:innen. Dies betrifft sowohl Erzeuger:innen, Verarbeiter:innen als auch forschende Einrichtungen. Auf Grund der teilweise sehr „zerklüfteten“ Branche mit ihren kleinen Unternehmen und Marktteilnehmer:innen besteht Unterstützungsbedarf im Rahmen der Vernetzung untereinander.

Daher wird der Aufbau einer digitalen Plattform zur Vernetzung der Akteure und zur besseren Koordination etwaiger Maßnahmen empfohlen.

5490 Im speziellen sollte ein „Marktplatz“ zur Koordination der erzeugenden und nachfragenden Seite realisiert werden, um Angebot und Nachfrage besser zu koordinieren. Ebenfalls sollte eine Integration der wissenschaftlich erhobenen technischen Eigenschaften für unterschiedliche Anwendungen im Rahmen einer Datenbank erfolgen, um so Anwender:innen und Verarbeiter:innen über die Eignung der Wolle unkompliziert zu informieren.

Der Marktplatz sollte dabei mehrere Ebene berücksichtigen, um für alle Branchevertreter:innen Zugang zu gewähren.

Die Ebenen könnten dabei bspw. folgende Bereiche abdecken:

- Erzeuger:innen
 - Schäfer:innen können über den Marktplatz ihre geschorene Schafwolle allen potenziell interessierten Abnehmer:innen anbieten. Dies können sowohl Händler:innen, Unternehmen, Forschungsinstitute als auch private Konsument:innen sein.
- Verarbeiter:innen

5500

- Unternehmen, die Schafwolle verarbeiten, können sich über diese Plattform über regionale Verfügbarkeiten informieren und diese einsehen. Über eine direkte Anfragemöglichkeit können Anbieter und Abnehmer miteinander in Kontakt treten.
- Forschungsinstitute
 - Forschende Unternehmen und Institute benötigen häufig nur kleine Rohstoffmengen für Ihre Projekte. Mit Hilfe der Plattform können sie Forschungsanfragen ausschreiben und so regionale Unternehmen und Betriebe (auch der Schafwollproduzent:innen) einbeziehen.

5510 Die zuvor genannten Punkte sind erste Ideen und mögliche Anforderungen, die im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Expert:innen Gremium aufgenommen wurden. Um eine möglichst zielgerichtete Umsetzung zu erreichen, wäre ein entsprechendes Projekt bzw. ggf. sogar ein öffentlicher Auftrag mit initialer Erarbeitung eines Lastenhefts für die digitale Realisierung sinnvoll. Die FNR könnte hierbei eine Schlüsselfunktion in der Koordination übernehmen und eine etwaige öffentliche Ausschreibung zur Konzipierung und Umsetzung dieser Marktplattform forcieren, um eine unabhängige Funktionsfähigkeit der Plattform zu gewährleisten.

8.5.2 Fachliche und technische Weiterbildung im Umgang mit Schafschurwolle

5520 Schafwolle eignet sich aufgrund ihrer Eigenschaften für den Einsatz im Bereich des Bauwesens, explizit im Bereich der Dämmung von Gebäudeteilen. Im Rahmen der von uns durchgeführten Studie fiel auf, dass Marktteilnehmende und Branchenvertreter:innen aus dem Bereich Bauwesen wenig bis keine Informationen über die Einsatzmöglichkeiten und Vorteile der Schafwolle haben. Bisweilen ist der Rohstoff unter Fachplaner:innen wenig bekannt und wird selten verwendet. Zur Steigerung der Bekanntheit wird daher die Ergänzung von Weiterbildungsformaten im Rahmen der Ausbildung relevanter Berufe bspw. im Bauwesen empfohlen.

Hierzu bedarf es in erster Linie der Aufklärung der schulenden und weiterbildenden Stellen und auch der Fachverbände.

5530 Mit Hilfe der Erstellung von Fachmaterialien über technische Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten von Schafschurwolle können Informationen zur Verfügung gestellt werden. Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der FNR könnten entsprechende Publikationen oder Broschüren erstellt und den notwendigen Stellen zur Verfügung gestellt werden. In den relevanten Bereichen könnte beispielsweise im Rahmen von Fachvorträgen oder Branchenveranstaltungen weiterführende Aufklärung stattfinden und für den Rohstoff Schafwolle geworben werden.

Relevante Verbände seien hierbei beispielhaft genannt:

- Verband Deutscher Architekten- und Ingenieurvereine e. V.
- Bundesingenieurkammer (BIngK)
- Verband Beratender Ingenieure (VBI)
- Verein Deutscher Ingenieure e. V. (VDI)
- 5540 ● Verband Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen e. V. (vdnr)

Die Aufnahme von Materialanforderungen im Rahmen von öffentlichen Bauausschreibungen können den Bedarf und die Nachfrage zusätzlich fördern.

8.6 Zertifizierung und Standards durch ein Qualitätssiegel zur Stärkung des Vertrauens und zum Herkunftsnachweis

Deutsche Schafwolle zeichnet sich durch unterschiedliche Qualitäten und besondere Eigenschaften aus, welche durch teils regional bedingte Besonderheiten hervorgerufen werden. Ein transparenter Herkunftsnachweis oder der Hinweis auf die regionale Herstellung fehlen jedoch zuweilen.

5550 Zur Steigerung des Vertrauens und zur Transparenz über die Herstellung und Qualität der deutschen Schafwolle wird die Verwendung bzw. Einführung von möglichen Qualitätssiegeln empfohlen. Erste Bestrebungen dahingehend wurden bereits im Süddeutschen Raum umgesetzt. Unter dem Siegel „locwool“ haben sich süddeutsche Schäfer:innen zusammengeschlossen um die Vermarktung der Wolle selber in die Hand zu nehmen. Im Jahr 2020 wurde dieses gemeinsame Projekt als Kooperation der Wollerzeugergemeinschaft aus Bayern und Baden-Württemberg ins Leben gerufen. Inhalte sind dahingehend die Beratung von Schafhalter:innen hinsichtlich der Wollqualität, Tierwohl, Transport, Verarbeitung und dem Vertrieb der Produkte.

Nach diesem praktischen Vorbild könnte auch eine deutschlandweite oder weitere regionale „Qualitätsmarke(n)“ entstehen.

- 5560 Zum gegenwertigen Zeitpunkt existieren drei potenziell anwendbare Markenformen. Diese sind:
- Gewährleistungsmarke
 - Kollektivmarke
 - Geschützte geografische Angabe

Gewährleistungsmarke:

Die Unionsgewährleistungsmarke, auch unter dem Namen Garantimärke bekannt, ist eine Marke, die auf EU-Ebene angemeldet und an mehrere Unternehmen vergeben werden kann, die einen gewissen Standard bei ihren Produkten erreichen. Die Garantimärke ist ein Zeichen, das Produkten einen entsprechenden Qualitätsstandard zuschreibt und unter der Kontrolle eines einzelnen Markeninhabers von Unternehmen genutzt wird. Der Markeninhaber darf bei dieser Marke nicht im Bereich der Waren bzw. Dienstleistungen, für die er eine Gewährleistung anbietet, gewerblich tätig sein, da er andernfalls nicht neutral und unabhängig wäre, wenn er seine eigenen Produkte anhand ihrer Qualität beurteilen müsste. Der Markeninhaber einer Unionsgewährleistungsmarke kann sowohl eine natürliche als auch eine juristische Person sein. Für die Nutzung der Garantimärke fällt ein Entgelt an.

- 5570 Die Gewährleistungsmarke hat genau wie die Kollektivmarke eine Doppelfunktion: sie dient der Unterscheidung, aber auch der Kennzeichnung einer gewissen Qualität. Die Qualität, die Produkte oder Dienstleistungen aufweisen müssen, kann je nach Markenreglement unterschiedlich sein. Es werden entweder die Beschaffenheit (beispielsweise Bio-Textilien) die Art der Herstellung (Produkte aus Freiland-Haltung) oder andere gemeinsame Merkmale beschrieben und vorgegeben. Die Garantimärke darf jedoch keine geografischen Merkmale wie beispielsweise „Made in Germany“ hervorheben; diese werden auf EU-Ebene bereits von der geografischen Herkunftsangabe vertreten. Die vorgeschriebenen Qualitätsmerkmale müssen von den Markennutzern gemäß Art. 21-23ff. Markenschutzgesetz (MSchG) in vollem Umfang gewährleistet werden. Der Markeninhaber muss hierzu die Markennutzung überwachen, damit die geforderte Qualität immer gewährleistet wird. Beispiele für Unionsgewährleistungsmarken sind Gütesiegel, das TÜV-Zeichen oder das Fairtrade-Symbol.
- 5580

Kollektivmarke:

Die deutsche Kollektivmarke ist das Zeichen einer Vereinigung von Unternehmen in Form eines Verbandes. Dieses Zeichen dient dazu, Waren oder auch Dienstleistungen der Mitglieder zu kennzeichnen und von nicht zugehörigen Kollektivmarken abzugrenzen. Die Kollektivmarke hat im Vergleich zur Individualmarke nach dem Markengesetz (MarkenG) also eine Doppelfunktion: sie soll unterscheiden und die Marke der Vereinigung zuweisen. Eine Kollektivmarke gilt auch als Fachverbandszeichen und muss entweder von einer juristischen Person des öffentlichen Rechts oder aber von einem Verband angemeldet werden – als Verband gilt auch ein rechtsfähiger Dach- oder Spitzenverband. Zur Anmeldung einer Kollektivmarke muss eine sogenannte Markensatzung, ähnlich der Satzung im Vereinsrecht, vorgelegt werden, welches u.a. Bedingungen für die Verwendung, Voraussetzung für die Mitgliedschaft oder auch einzuhaltende Qualitätsstandards festlegt. Beispiele für Kollektivmarken sind diverse Gütesiegel, die Bezeichnung „Made in Germany“, „Bayerisches Bier“ mit Reinheitsgebot oder die Bezeichnung „Champagner“, die nur Sekten aus der Champagne vorbehalten ist.

- 5590
- 5600

Geschützte geografische Angabe:

Geografische Herkunftsangaben und garantiert traditionelle Spezialitäten können bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Lebensmitteln durch EU-Recht geschützt werden.

Das Unionszeichen "g.g.A." soll eine Verbindung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel mit dem Herkunftsgebiet dokumentieren, wobei nur einer der Produktionsschritte – also Erzeugung, Verarbeitung oder Zubereitung – im Herkunftsgebiet durchlaufen worden sein muss. Mindestens eine Phase des Produktionsprozesses muss in dem Gebiet erfolgen, während das für die Herstellung verwendete Rohmaterial aus einer anderen Region stammen kann. Mit "g.g.A." gekennzeichnete Produkte besitzen damit eine spezifische Eigenschaft oder ein Ansehen, die sie mit einer bestimmten Region verbinden.

- 5610 Als Beispiel für eine geschützte geografische Angabe können Schwäbische Spätzle genannt werden. Echte Schwäbische Spätzle dürfen seit März 2012 das Unionszeichen für "geschützte geografische Angaben" (g.g.A.) tragen - wenn sie in Schwaben hergestellt wurden und die Zutaten mit der bei der EU hinterlegten Spezifikation übereinstimmen. Dadurch soll eine gleichbleibend hohe Qualität sichergestellt werden.

5620 Die Möglichkeiten zur Verwendung einer dieser drei Marken bzw. Qualitätssiegel kann durchaus relevant für öffentlichkeitswirksame Maßnahmen sowie zur Steigerung des Vertrauens in Herkunft und Qualität sein. Es wäre zu evaluieren, welche Siegel in Bezug auf deutsche Schafwolle zu welchem Zeitpunkt und für welche Marktteilnehmer:innen relevant sind. An dieser Stelle sind ggf. die Fachverbände in verantwortungsvoller Position zu sehen, da durch diese die Bedarfe der Anwender und Möglichkeiten der Produzenten bestmöglich adressiert werden können.

5630 Die geschützte geografische Angabe kann als alternatives deutsches Schafwollsiegel Chancen bieten. Mit der klaren Abgrenzung der Herkunft der Schafwolle aus Deutschland, kann die gesamte Schafwollerzeugung, ähnlich dem Siegel „Made in Germany“ einen öffentlichkeitswirksamen Qualitätsstandard erhalten. Etwaige Endverbraucher:innen oder Verarbeiter:innen verbinden somit etwaige Produktkäufe mit der Herkunft.

Eine Kollektivmarke kann für Verbände bzw. Vereinigungen von Erzeuger:innen Chancen zur besseren Wahrnehmung bieten. Gerade im Kontext von regionalen Verbindungen oder von Fachverbänden können diese z.B. für Produkte aus bestimmten Gebieten oder Regionen öffentlichkeitswirksame Mehrwerte bieten. Etwaige Partner:innen oder Kund:innen können somit die Qualitätsansprüche dieses Kollektivs wahrnehmen und erfassen. Hierzu empfehlen wir die Bearbeitung bzw. Umsetzung im Rahmen der Landesverbände des VDL.

5640 Die Gewährleistungsmarke empfiehlt sich für einzelnen Unternehmen mit bestimmten Produkten die sich durch bestimmte Qualitätsstandards von anderen Angeboten unterscheiden. Dies ist vor allem im Kontext von technischen Produkten wie bspw. im Dämmstoffbereich oder von Produkten im Mobilitätsbereich sinnvoll. Auf Grund transparenter Qualitätsansprüche und -definitionen können etwaige Verarbeiter:innen besser über Einsatz- und Substitutionsmöglichkeiten zu bestehenden Produkten aufgeklärt werden. Aus den geführten Gesprächen mit Industrieverbänden wurde vor allem die mangelnde Informationslage über technische Einsatzmöglichkeiten der Produkte aus Schafwolle aufgeführt. Eine Gewährleistungsmarke könnte mit Hilfe von Qualitätsstandards und Beschreibungen hierbei positiv unterstützend wirken.

8.7 Marketing und Endverbraucherbezogene Öffentlichkeitsarbeit

5650 8.7.1 Imagekampagne

5660 Eine Imagekampagne wird meist von einer Marke, einer Person des öffentlichen Interesses oder einem Unternehmen initiiert. Sie verfolgt das Ziel, ein Image aufzubauen oder zu verbessern. Das Image eines Produktes, einer Marke oder eines Unternehmens soll in der Öffentlichkeit positiv dargestellt werden, am häufigsten soll ein Image aufgebaut werden, um die Bekanntheit eines Unternehmens oder einer Marke zu steigern. Insofern bildet die Kampagne die Grundlage, damit ein Objekt überhaupt von der Öffentlichkeit wahrgenommen wird. Durch sogenannte Mundpropaganda erhalten gute Produkte, Marken und Unternehmen zwar automatisch die gewünschte Aufmerksamkeit, allerdings dauert das in der Regel recht lange. Dieser Prozess lässt sich mit einer gezielten Imagekampagne enorm beschleunigen. Demnach trägt die Image-Kampagne dazu bei, die Markteinführung zu verkürzen und sich gegen Wettbewerber durchzusetzen. Sie stärkt den eigenen Ruf erheblich. Bei Kaufentscheidungen der Zielgruppe spielt das Image eine wichtige Rolle. Bei einer Image-Kampagne geht es immer darum, die subjektive Meinung von Kunden und Interessenten positiv zu beeinflussen. Um dies zu erreichen, werden die Namen oder Eigenschaften eines Produkts, die den Mittelpunkt der Image-Kampagne bilden, ganz bewusst mit zur Zielgruppe passenden, positiven Gefühlen verknüpft. Diese kann beispielsweise Sicherheit, Stabilität, Freude, Angstfreiheit oder Begehren beim Betrachter erwecken. In jedem Fall wird er dadurch dazu verleitet, sich genauer mit dem Unternehmen zu befassen, es mit etwas Positivem zu verknüpfen oder dessen Produkte zu kaufen.

5670 Hier könnte eine Imagekampagne dafür genutzt werden, um die Informationslücke bei den Kunden zu verringern. Über verschiedene Beteiligte der Branchen könnten diverse allgemeine Themen beleuchtet werden, mit dem Fokus, über die allgemeinen Vorteile von Scharschurwolle zu berichten und den Zielgruppen näher zu bringen. Wichtig ist das Informieren der jüngeren Zielgruppe und das Schaffen eines Bewusstseins für die Eigenschaften der Schafschurwolle. Trends der Nachhaltigkeitsthemen können hierbei berücksichtigt werden, um mit der Schafschurwolle ein Symbol gegen „Fast Fashion“ zu etablieren. In Studien wurden zum Beispiel festgestellt, dass es Möglichkeiten gibt, die Effizienz der Produktion, der Verarbeitung und der Pflege von Kleidungsstücken zu verbessern, was auch den Ressourcenverbrauch und die Umweltauswirkungen der Wollerzeugung verringern könnte. Die Anzahl

5680 der Tragevorgänge und die Länge der Lebensdauer der Kleidungsstücke haben jedoch den größten Einfluss auf die Umweltauswirkungen der Kleidungsstücke. Die Verbraucher besitzen das größte Potential die Gesamtauswirkungen durch Maximierung der aktiven Lebensdauer der Kleidung zu verringern (Faupel, 2022). Produkte aus Schafschurwolle mit einer höheren Qualität und besseren Funktionalität können zur Maximierung der aktiven Lebensdauer der Kleidung beitragen.

5690 Für die Imagekampagne zeichnet sich besonders die LOHAS-Zielgruppe aus. LOHAS ist keine homogene Gruppe an Konsument:innen oder Kund:innen. Die Personen interessieren sich unter anderem für Bio- und Fairtrade-Produkte, vegetarische und vegane Ernährung, Natururlaube und Produkte, die lange halten und repariert werden können. Aspekte der Nachhaltigkeit wie Umweltschutz, soziale Gerechtigkeit und Gesundheit gehören zu den Hauptthemen beim Lebensstil und Konsum der LOHAS. Trotz der Fokussierung auf biologische, ökologische und soziale Produkte sind Faktoren wie Unterhaltung und Spaß nicht zu unterschätzen. Bei Berücksichtigung des Sinus-Milieus (Gesellschafts- und Zielgruppen-Typologie) lassen sie sich im Neo-Ökologischen-, Postmateriellen Milieu und den Performern einordnen. Sie gehören damit einerseits häufig zu der Mittel- und Oberschicht, ebenso stehen sie für Modernisierung und Neuorientierung. Kund:innen, die zu den LOHAS zählen, gelten als kritisch, kreativ, progressiv, neugierig und idealistisch. Und oft verfügen diese Menschen über ein gehobenes Einkommen, das sie gern in nachhaltige Produkte investieren. Sie achten beispielsweise auf die Herkunft der Produkte sowie die Transportwege und denken zudem über die weiteren Folgen des Konsums nach. In der Ansprache der LOHAS darf kein Greenwashing betrieben werden. Die Produkte dürfen beispielsweise nicht mit falschen oder irreführenden Öko-Labels und „grünen“ Werbeversprechen bedruckt werden. Verbraucher und Verbraucherinnen, die auf Nachhaltigkeit
5700 achten, legen viel Wert auf Authentizität. Das wird durch Transparenz erreicht, zum Beispiel den Ort und die Art der Produktherstellung. Werbefloskeln sollten unterlassen werden, dagegen sollte auf eine ehrliche Kommunikation auf Augenhöhe gesetzt werden. Folglich soll ein Image aufgebaut werden, das zu einer sympathischen LOHAS-Marke werden kann. Maßnahmen dazu können unter anderem die Unterstützung von Umweltprojekten und die Schaffung von fairen Arbeitsbedingungen sein. Zu dieser Corporate Sustainability passt zum Beispiel die Veröffentlichung eines CSR-Reports (Boadum, 2022).

5710 Mit Wolle benötigt man für die Herstellung von 100 Pullovern 18 % weniger Energie als mit Polyester und nahezu 70 % weniger Wasser als mit Baumwolle. Außerdem besteht Wolle aus Keratin, nicht aus Öl wie Synthetikfasern. Wolle ist zu 100 % biologisch abbaubar und trägt somit nicht zur Verschmutzung der Ozeane oder des Landes mit Mikroplastik bei (The Woolmark Company, 2022).

5720 Wollhaare und menschliches Haar sind biochemisch betrachtet fast identisch. Durch die jahrtausendealte Symbiose von Mensch und Schaf reagiert der menschliche Körper in der Regel positiv auf den Kontakt mit Schafwolle. Wir können uns problemlos mit Schafschurwolle bekleiden und uns damit im Schlaf zudecken. Schafschurwoll-Allergien sind äußerst selten und Sorgen in dieser Richtung unbegründet. Menschen reagieren aber häufig auf Rückstände von chemischen Behandlungen, die sich oft auf Schurwolle finden lassen: Waschbarmachungen, Bleichungen und optische Aufheller, synthetische Rückfettungen und Färbungen. Außerdem findet man als Milbenschutz in Matratzen leider auch Fungizide, Herbizide und Pestizide, Eulan und Miltin (Hüsler Nest AG, 2022).

5730 Ein zweites Kernelement der Imagekampagne kann die Aufklärung und Abgrenzung der deutschen Schafhaltung gegenüber der Haltung in anderen Regionen sein. Ein Stichwort hierfür wäre das Mulesing oder Sheep dipping. In anderen Regionen werden Schafe so gezüchtet, dass sie tiefe Hautfalten haben, damit sie mehr Wolle produzieren. Hierdurch können sich in diesen Hautfalten jedoch Fliegen und Schädlinge leichter einnisten. Dadurch müssen bei der Schur dem Schaf bei vollem Schmerzbewusstsein die Hautlappen mit entfernt werden. Mulesing ist unter anderem ein Grund für das schlechte Image von Schafwolle beim Endverbraucher, da es für viele Tierquälerei ist. Dem Präsidenten der ‚National Farmers‘ Federation‘ Peter Corish zufolge ist die Tierschutzorganisation ‚Royal Society for the Prevention of Cruelty to Animals‘ nicht gegen dieses Verfahren in Gebieten, in denen es keine sinnvolle Alternative gibt, empfiehlt aber Forschungen nach schmerzlosen Methoden als Alternativen (THE AGE, 2004).

Beim sogenannten Sheep dipping, werden die Schafe durch ein Wasserbad geführt, das eine chemische Verbindung enthält, die gegen Krätze und Parasiten wie Zecken, Läuse und Schmeißfliegen hilft. Die Schafe müssen kurz in das Wasser getaucht werden, um sicherzustellen, dass das Mittel auf die gesamte Haut des Tieres aufgetragen wird - vom Kopf bis zu den Klauen. Das Verfahren soll dazu beitragen, das Wohlergehen der Schafe zu verbessern, indem Räudemilben, Zecken und Läuse beseitigt werden, die dem Tier sonst große Unannehmlichkeiten bereiten würden. Bei korrekter

5740 Durchführung wird dieses Verfahren nicht als belastend für die Tiere empfunden und wird so auch in Deutschland angewandt.

Für den Prozess wurden entsprechende Maschinen entwickelt. Diese sind mit einem Wassertank und einem Antiparasitenmittel ausgestattet, um die Schafe zu desinfizieren, während sie sich in einem Käfig komplett unter Wasser befinden. Dabei handele es sich um eine Standardprozedur, in der Wollproduktion, die außerhalb Europas vorkommt.

5750 Dass in Deutschland kein Mulesing und ein nicht belastendes Sheep Dipping für das Tier betrieben wird, kann öffentlichkeitswirksam dargestellt werden. Die Art der Schafhaltung und der Ablauf der Schur in Deutschland sollten mithilfe von zielgruppenspezifischem Marketing kommuniziert werden, um das allgemeine Ansehen der deutschen Schafwolle zu steigern. Die Schäfer:innen in Deutschland haben das Tierwohl im Blick.

8.7.2 Wollsiegel

Ein Wollsiegel entspricht dem zuvor beschriebenen etablierten Qualitätssiegels unter 8.6. Unter einem bestimmten Wollsiegel kann die deutsche Schafschurwolle vermarktet werden. Bereits existierende Beispiele hierfür sind Swisswool (Schweiz), Tirolwool (Österreich) oder Woolmark (Australien). In Deutschland gibt es bereits ein existierendes Wollsiegel „locwool“ für die süddeutsche Schafwolle, das sich auch an dem Aufbau von Woolmark orientiert. An dem Beispiel von Woolmark sollen die Inhalte und Funktionen eines Wollsiegels kurz vorgestellt werden.

5760 Das Wollsiegel (englisch Woolmark) ist ein Gütezeichen für Erzeugnisse aus reiner Schurwolle und eine Standardisierung bei der Qualitätskennzeichnung der Textilien. Das Gütezeichen und die Markenrechte übernahm 2001 die Australian Wool Innovation Limited (AWI) mit Sitz in Sydney (Australien), eine Tochtergesellschaft der Woolmark Company Private Limited, die die Aufgaben des ehemaligen IWS übernahm. Zu den Aufgaben der Non-Profit-Organisation gehört das Marketing von Schurwolle in den Haupterzeugerländern und die Kooperation mit den Produzenten, Exporteuren, Importeuren und Händlern in den Vertriebsländern.

5770 Unternehmen können für Produkte Woolmark-Gütezeichen erhalten und auf ihre Kleidungsstücke drucken, welche aus reiner Schurwolle hergestellt sein müssen, wobei es hierbei Toleranzbereiche gibt. Woolmark selbst stellt keine Kleidung her, sondern dient als eine Art Dachplattform bzw. auch teilweise als Verkaufsplattform. Aufgaben des Unternehmens hinter dem Gütezeichen besteht darin, Marketing für Schafwolle im Sinne aller Teilnehmer der Wertschöpfungskette zu betreiben. In Deutschland wurde über Woolmark in Wandermuseen aufgeklärt und die Tuchindustrie versuchte über die Wandermuseen zusätzlich die Garantie guter, deutscher Wolle zu etablieren. Vermittelt werden hierbei Werte wie Klimafreundlichkeit, Praktikabilität und Stil.

Beispielsweise sind unter anderem die genaue Beschreibung der Anwendungsgebiete Inhalt der Woolmark-Website. Diese unterteilen sich in:

- aktuelle Sportbekleidung (3 Schichten System) und Sportschuhe.
 - Heimtextilien für Bettwäsche inkl. Decken, Kissen und Schlafanzüge.
 - aktuelle Mode und Wollkollektion
- 5780

Besucher der Website erhalten darüber hinaus auch Hinweise zum Waschen, Trocknen, Lagern und Flickern von Wolle. Zusätzlich werden Anregungen zum selbst Stricken gegeben oder Tipps gegeben, wie man seine eigene Mode entwerfen kann. Es werden Informationen über die allgemeinen Vorteile der Schafschurwolle vermittelt. Unter den Aspekten von Klima und Naturverbundenheit wird beschrieben, warum Naturfasern besser als künstliche Fasern sind. Abgerundet wird die Seite mit einem Shop in dem die Produkte zu allen möglichen Textil- Kleidungsstücken von Woolmark-Partnern vermittelt werden.

5790 Für die deutsche Schafschurwolle könnte mit Hilfe der Imagekampagne und des Wollsiegels ein ähnliches Marketinginstrument wie Woolmark aufgebaut werden. Hierfür könnte das BMEL ein Projekt ausschreiben, welches ggf. durch die FNR als Projektträger begleitet wird. In diesem Projekt könnte zum einen eine wollbezogene Imagekampagne der öffentlichen Hand geplant werden und zum anderen die Anforderungen und Voraussetzungen für das beschriebenen Qualitätssiegel (unter 8.6) entwickelt werden. Auf Grundlage des Qualitätssiegels werden relevante Unternehmen identifiziert, die unter diesem Wollsiegel arbeiten können und möchten. Imagekampagnen der spezifischen Produkte liegen

5800 in der Verantwortung der beteiligten Unternehmen. Die Unternehmen werden unter dem Wollsiegel in einem geeigneten Konstrukt zusammenarbeiten und gemeinsam die Verkaufsplattform des Wollsiegels entwickeln, auf dem die identifizierten Stakeholder und Unternehmen Ihre Leistungen und Produkte anbieten können. Diese Verkaufsplattform kann mit der Vernetzungsplattform (8.5) verbunden werden, indem die Plattform in einen B2C- und einen B2B-Bereich unterteilt wird. Die Entwicklung der Plattform sollte zusätzlich durch Förderungen (siehe 8.8.3) finanziert werden, damit die Unternehmen Anreize und Unterstützung erhalten die Verkaufsplattform gemeinsam zu implementieren.

8.8 Rechtliche Rahmenbedingungen

8.8.1 Aufhebung der Einstufung von Schafschurwolle als Material der Kategorie 3 - für den menschlichen Verzehr nicht mehr geeignete tierische Nebenprodukte

5810 Schafschurwolle als tierisches Nebenprodukt, welches nicht für den menschlichen Verzehr geeignet oder bestimmt ist, wurde gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 als sogenanntes K3 Material eingestuft. Die Einstufung des Rohstoffes in diese Materialgruppe führt zu hohen Anforderungen an das Sammeln und den Transport der Wolle. Damit befindet sich die Schafwolle auf einer Gefährdungsstufe mit z.B. Blut, Rohmilch oder getöteten Eintagsküken.

5820 Der private Transport von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3 ist mit einer Zulassung möglich. Die Zulassung für den Transport von tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3 erfolgt durch das für den Unternehmensstandort zuständige Veterinäramt. Der Unternehmer muss zuerst einen schriftlichen Antrag stellen. Die Behörde überprüft, wer für die Zulassung zuständig ist, und benachrichtigt das Unternehmen über die vorzulegenden Unterlagen, wie z.B. die Tätigkeitsbeschreibung, Organisationsplan und Grundrisspläne. Des Weiteren muss das Unternehmen Aussagen über die Herkunft und Menge der tierischen Nebenprodukte, sowie über die Schädlingsbekämpfung und das HACCP-Konzept tätigen. Die verantwortliche Behörde inspiziert die örtlichen Verhältnisse im Rahmen einer Betriebsbesichtigung, wobei die Räumlichkeiten, sowie betriebliche Abläufe kontrolliert werden. Erst danach kann eine Zulassung erteilt werden (FAVV: AFSCA, 2016). Diese Regelung führt zur einer durchaus signifikanten Mehrbelastung der Schafhalter:innen, da zusätzliche Aufwendungen für die Sicherung der Wolle im Rahmen des Transportes notwendig sind.

5830 Die Aufhebung der Kategorisierung der Stufe 3 für Schurwolle würde zu einem einfacheren Transport von Schafwolle innerhalb der EU und Deutschland führen (z.B. zu Wollwaschanlagen). Zusätzlich würden aufgrund der dann reduzierten Transportkosten und vereinfachten Transportbedingungen die Einrichtung von Wollammelstellen erleichtert werden, wovon in erster Linie die Kleinschafhalter:innen profitieren würden. Diese müssten sich dann nicht selbst zertifizieren lassen. Die Wollammelstellen, würden dann den weiteren Transport übernehmen. Die Aufhebung oder Änderung von rechtlichen Rahmenbedingungen ist nicht kurzfristig umsetzbar, sollte jedoch zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Verwertung von Schafschurwolle in Deutschland angegangen werden. Die FNR könnte mit vorliegenden Studienergebnissen eine kommunizierende und vermittelnde Rolle einnehmen.

8.8.2 Populationskontrolle des Wolfbestands

5840 Die Entwicklung der steigenden Wolfspopulation bereitet den Erzeugern große Sorgen. Es gibt Streit in der Frage, ob der Schutz der Raubtiere abgeschwächt und ihre Bejagung erleichtert werden sollte. Der Wolf unterliegt in Deutschland dem Naturschutzrecht und darf nicht gejagt werden. Doch ist seine Zukunft maßgeblich von der Akzeptanz der Bevölkerung bestimmt. Wenn der Wolf als Verursacher eines Nutztierschadens bzw. -verlusts nicht auszuschließen ist, ersetzt das Land diese Schäden. Unterstützung erhalten Tierhalter, wenn sie ihr Wirtschaften auf die neuen Bedingungen - die Anwesenheit des Wolfes - einstellen. Gefördert werden die Anschaffung zusätzlicher technischer Mittel und die Durchführung von Maßnahmen zur wolfsicheren Einzäunung und Weidehaltung.

5850 Die Naturschutzorganisation WWF spricht sich angesichts der neuen Zahlen für einen flächendeckenden Herdenschutz in Deutschland aus. Herdenschutz ist eine Kombination von Schutzmaßnahmen für in Herden gehaltene Weidetiere gegen unterschiedliche Bedrohungen. In Europa verbindet sich damit der Schutz vor Großraubtieren wie Wölfen, Luchsen und Braunbären und ist somit gegebenenfalls ein Bestandteil des Wolfsmanagements. Eine Bejagung des Wolfes sei aber kein wirksames Instrument, "um Mensch-Tier-Konflikte nachhaltig zu lösen". "Weidetierhalter brauchen dafür geeignete Zäune, gut trainierte Herdenschutzhunde, ausreichende Schulungs- und

Beratungsangebote sowie finanzielle Unterstützung", sagte Moritz Klose vom WWF laut einer Mitteilung. Dafür sollten die Bundesländer EU-Fördermittel in Anspruch nehmen (Zeit Online, 2022).

5860 In Ausnahmefällen ist der Abschuss eines Wolfes mit behördlicher Genehmigung erlaubt. Bundeslandwirtschaftsministerium und Bundesumweltministerium einigten sich 2019 auf einen artenschutzrechtlich abgesicherten Kompromiss. Die Bundesländer dürfen seitdem Abschussgenehmigungen für Wölfe erteilen, die regelmäßig Schafe reißen oder zu nah an Siedlungen kommen.

5870 Das brandenburgische Vorgehen könnte beispielweise eine mögliche Lösung darstellen, auch wenn die Anzahl der Nutztierangriffe in Brandenburg mit insgesamt 1.173 gerissenen Tieren (bei 47 Wolfsrudeln) am höchsten ist. Sachsens Vorgehen in der Wolfsmanagementverordnung ist ähnlich, hier existieren aber gleichzeitig mit 435 gerissenen Tieren (bei 32 Wolfsrudeln) weniger Nutztierangriffe. Seit dem 2. Februar 2018 ist die brandenburgische Wolfsverordnung offiziell in Kraft. Die bisherigen Erfahrungen aus ganz Deutschland zeigen, dass diejenigen, die vor Ort Entscheidungen treffen sollen, einen einheitlichen Maßstab an die Hand bekommen müssen, wann aus einem Wolf ein „Problemwolf“ wird, welche rechtlichen Grundlagen zu beachten sind und wie gehandelt werden kann. Brandenburg nutzt als Handlungsrahmen erstmals für Deutschland Ausnahmeregelungen, die nach dem Naturschutzrecht möglich sind. Die Wolfsverordnung bestimmt das Landesamt für Umwelt, als verantwortliche Behörde für das Vergrämen, Fangen oder Töten von Wölfen. Hierbei werden grundsätzlich zwei Fälle unterschieden: Ausnahmen für Maßnahmen gegen Wölfe mit für den Menschen problematischem Verhalten und Ausnahmen bei mehrfachen Rissen von Nutztieren in gut gesicherten Anlagen. Die Verordnung enthält außerdem Beschreibungen, wann es sich um einen auffälligen Wolf handeln könnte und wann ein Anlass gegeben ist, dass die Behörde in die Prüfung des Einzelfalls geht. Darüber hinaus wird der Umgang mit Wolfshybriden und mit schwer verletzten Wölfen geregelt. In jedem Fall erfolgt eine Einzelfallbeurteilung durch das Landesamt für Umwelt. Die Durchführung sämtlicher zumutbaren Präventionsmaßnahmen – über die Mindeststandards beim Schutz von Weidetierbeständen hinaus – sind immer eine Voraussetzung für Wolfs-Entnahmen im Falle von Nutztierissen. Das Töten eines Tieres ist außer bei aggressiven Wölfen letztes Mittel, wenn mildere Maßnahmen nicht zur Entspannung der Situation geführt haben. Die Entscheidung, wie und wann gehandelt werden soll, trifft das Landesamt für Umwelt. Es bedarf keines förmlichen Antrags oder eines förmlichen Bescheids. Die Basis für die Entscheidung ist die Verordnung.

5880

5890 In Betracht der vorliegenden Informationen ist eine genaue Untersuchung, Bestimmung und Überwachung des „kritischen“ Wolfbestands für die Ökosysteme denkbar. Ein bundesweites Vorgehen wäre in dieser Situation sinnvoll, da die Wölfe nicht gebietsgebunden sind. Besonders das Verhalten der Wölfe und die Ausnahmen bei mehrfachen Rissen von Nutztieren in gut gesicherten Anlagen, sollte kritisch beobachtet und überwacht werden. Die zusätzlichen Aufwendungen für die Erzeuger zum Schutz der Tiere sollten weiterhin unterstützt werden.

8.8.3 Einführung einer Förderung für regionale, nachhaltige und innovative Produkte aus Schafschurwolle

5900 Zusätzlich könnten Fördermöglichkeiten geschaffen werden, die das gezielte Marketing bzw. die Entwicklung von regionalen, innovativen und nachhaltigen Produkten aus Schafschurwolle unterstützen. Die Förderung soll Unternehmen dazu anregen, neu entwickelte oder weiterentwickelte, regionale, nachhaltige, innovative Produkte oder Dienstleistungen sowie regionale, nachhaltige und neue oder verbesserte Verfahren in den Markt zu bringen. Unternehmen erhalten Unterstützung bei der Umsetzung von Forschungs-/Entwicklungsergebnissen in marktfähige Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren sowie bei wesentlichen Verbesserungen an bestehenden Produkten, Dienstleistungen und Verfahren, um ihre Wettbewerbsfähigkeit im Kontext deutscher Schafwolle zu erhöhen. Die Förderung sollte sich an gewerblich tätige, kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bzw. Existenzgründer richten. Hierzu zählen auch das Handwerk, der Handel, die Dienstleister, die Kultur- und Kreativwirtschaft sowie Angehörige der Freien Berufe.

Es könnten folgende Projektinhalte gefördert werden:

- die Herstellung eines Serienmusters bzw. einer Nullserie,
 - der Schutz eigener Forschungs-/Entwicklungsergebnisse,
 - Design- und unterstützende Gestaltungsleistungen,
 - Normierungen, Standardisierungen und Zertifizierungen,
- 5910

- der Schutz des Produktes, der Dienstleistung oder des Verfahrens,
- Marketing

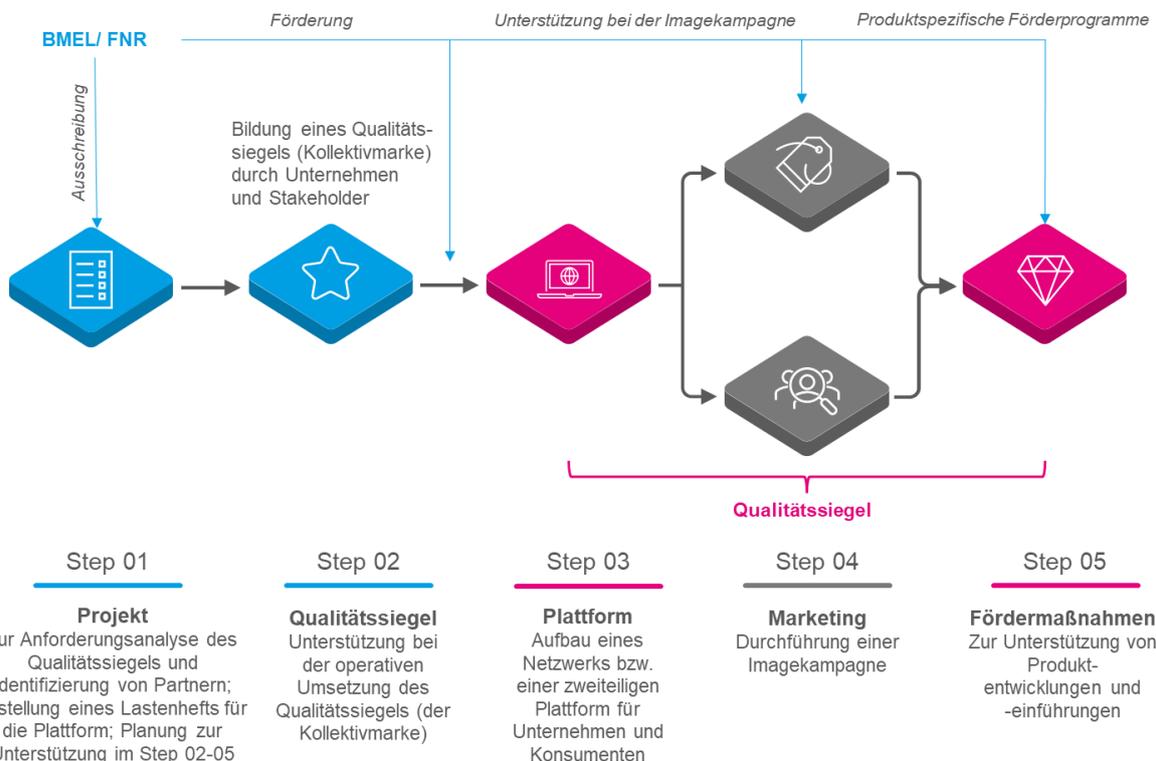
8.9 Priorisierung der genannten Handlungsempfehlungen

8.9.1 Aufbau eines Qualitätssiegels und eines Netzwerks für Produkte und Unternehmen im Bereich Schafschurwolle

5920

Wie in den vorherigen Handlungsempfehlungen beschrieben, sind wichtige Voraussetzung zur erfolgreichen Verwertung der deutschen Schafschurwolle, die Vernetzung der Marktakteure auf einer Plattform, die Bildung eines Qualitätssiegels und die gezielten Förderungen von Anwendungsgebieten bzw. Produkten. Das Qualitätssiegel soll zum einen die Grundlage für die öffentliche Vermarktung bilden und Transparenz schaffen. Zum anderen können hiermit Anforderungen an die Schurwolle definiert werden, um eine einheitliche Qualität und Grundlage für die Verwertung zu bilden. Mithilfe einer entsprechenden Projektausschreibung kann das BMEL eine Anforderungsanalyse des Qualitätssiegels erstellen lassen, Partner (Unternehmen) identifizieren und ansprechen und gemeinsam das Konstrukt des Qualitätssiegels bestimmen sowie die operative Etablierung unterstützen. Das Konstrukt des Qualitätssiegels kann in Folge den Aufbau der Plattform übernehmen, hierbei kann das Projekt den Prozess begleiten und bei der Erstellung des Lastenhefts und der Konzeption der Plattform helfen. Die Plattform dient wie in den Handlungsempfehlungen bereits beschrieben als Marketinginstrument, Verkaufsplattform und Vernetzungsplattform für die Marktteilnehmer:innen (Erzeuger:innen, Verarbeiter:innen, Verbraucher:innen, Forschung und Entwicklung). Anschließend kann mit dem Qualitätssiegel eine Imagekampagne aus privater und öffentlicher Hand durchgeführt werden, um die Reichweite für die deutsche Schafschurwolle zu erhöhen. Förderungen für regionale, nachhaltige und innovative Produkte aus Schafschurwolle können neben dem Qualitätssiegel und der Plattform die Verwertung zusätzlich begünstigen.

5930



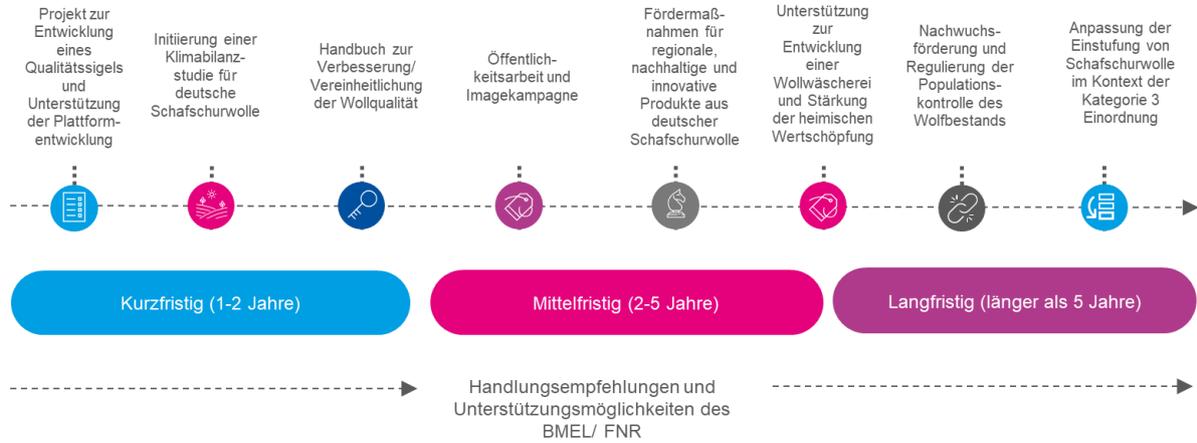
5940

Abbildung 79: Mögliche Maßnahmen des BMEL/ FNR bei der Unterstützung zur Gründung eines Qualitätssiegels und Netzwerks für deutsche Schafschurwolle

8.9.2 Priorisierung der Anforderungen nach Aufwand und zeitlicher Umsetzbarkeit

In der folgenden 78 werden neben der Darstellung des „Projekts zur Entwicklung eines Qualitätssiegels und Unterstützung der Plattformentwicklung“ zusätzlich die weiteren Handlungsempfehlungen nach Aufwand und zeitlicher Umsetzungsfähigkeit priorisiert dargestellt. An dieser Stelle ist zu erwähnen,

dass in der Abbildung 78 die Öffentlichkeitsarbeit und Imagekampagne bereits startet, bevor wichtige Aspekte (z.B. regionale Wollwäscherei) realisiert wurden. Dieser Sachverhalt hat den Hintergrund, dass sehr schnell über allgemeine Vorteile der einzelnen regionalen Produkte und über Schafschurwolle aufgeklärt werden soll. Die Öffentlichkeitsarbeit muss über einen längeren Zeitraum erfolgen und späteren Verlauf die Aspekte der kompletten regionalen Wertschöpfung beinhalten.



5950

Abbildung 80: Priorisierung der Handlungsempfehlungen des BMEL/ FNR

9. Kritische Würdigung

Die vorliegende Studie wurde nach bestem Wissen und mit höchster Sorgfalt angefertigt. Zur Datenerhebung wurden unterschiedliche Datenquellen verwendet. Trotz der zahlreichen Erhebungen und Ausführungen kann jedoch nicht für eine vollständige Abdeckung aller verfügbaren Daten auf dem Markt garantiert werden.

5960 Im Rahmen der Erhebungen wurden beispielhafte Preise und Wertschöpfungsketten identifiziert und skizziert. Wertschöpfungsketten unterliegen einer sehr komplexen und unterschiedlichen Ausgestaltung. Es ist daher davon auszugehen, dass Preise entlang der einzelnen Produktionsschritte in unterschiedlichen Unternehmen teils deutlich abweichen können und daher nur schwer vergleichbar sind.

5970 Im Rahmen der Bearbeitung wurde ein Gremium aus 30 verschiedenen Expert:innen gebildet. Das Gremium setzte sich aus Vertreter:innen aus den Bereichen Erzeugung, Verarbeitung, Industrie, Handel, Forschung und Verbänden zusammen. Trotz der Diversität der Meinungen und Erfahrungen ist durch 30 Personen die Gesamtheit des Marktes von Schafwolle bereits aufgrund der Fülle an Anwendungsmöglichkeiten nicht vollständig abzubilden, etwaige andere über die Recherchen und Erhebungen hinausgehende Meinungen konnten daher nur bedingt berücksichtigt werden.

Auswertungen und Erhebungen zu technischen Einsatzmöglichkeiten und Verwendungen der deutschen Schafschurwolle fußen auf Marktkenntnissen und bereits durchgeführten Studien. Im Rahmen dieser Studie, welche im Fokus auf der Erhebung von Marktentwicklungen agiert, wurden keine tieferen und komplexeren technischen Auswertungen zur Machbarkeit einzelner Ansätze durchgeführt. Zur Beurteilung der technischen Einsatzmöglichkeiten wird daher die Durchführung von technischen Machbarkeitsstudien zu spezifischen Fragestellungen empfohlen.

5980 Im Zeitraum der Durchführung der Studie entwickelten sich Energiepreise und Rohstoffverfügbarkeiten durch Krisenausbrüche sehr dynamisch. Auf Grund von fehlenden Daten dazu konnten etwaige Auswirkungen auf die relevanten Wertschöpfungsketten bzw. die Erzeugung des Rohstoffes im Rahmen dieser Studie nicht berücksichtigt werden.

Literaturverzeichnis

- Öko-Institut. (2018). *Umweltzeichen Blauer Engel für Einwegwindeln*. (Umweltbundesamt, Hrsg.) Abgerufen am 28. Juni 2022 von https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-04-26_texte_66-2021_blauer_engel_einwegwindeln_0.pdf
- Ökolandbau.de. (06. Januar 2020). *Organische Handelsdünger*. Abgerufen am 03. Juni 2022 von <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/pflanze/grundlagen-pflanzenbau/duengung/organische-handelsduenger/>
- Öko-Test. (28. 12 2022). *Schlupfwespen gegen Motten: So werden Sie die Schädlinge natürlich los*. Von https://www.oekotest.de/bauen-wohnen/Schlupfwespen-gegen-Motten-So-werden-Sie-die-Schaedlinge-natuerlich-los_11879_1.html#:~:text=Schlupfwespen%20k%C3%B6nnen%20nicht%20fliegen%2C%20s ondern,zehn%20bis%20zw%C3%B6lf%20Wochen%20aus. abgerufen
- Agra Europe. (12. März 2020). *Immer weniger Schafe*. (T. A. online, Herausgeber) Abgerufen am 31. Mai 2022 von <https://www.topagrar.com/panorama/news/immer-weniger-schafe-11994988.html#:~:text=Wie%20aus%20vorl%C3%A4ufigen%20Daten%20des,weniger%20als%20zw%C3%B6lf%20Monate%20zuvor.>
- Agrajo. (17. Juni 2020). *Agrarwirtschaft, Landbau, Landwirtschaft*. Abgerufen am 31. Mai 2022 von <https://www.agrajo.com/beruf-karriere/berufsbilder/agrarwirtschaft#:~:text=Zur%20Landwirtschaft%20oder%20Agrarwirtschaft%20z%C3%A4hlen,Schweine%2D%20und%20Gefl%C3%BCgelhaltung%20und%20Zucht.>
- Agrarheute. (21. September 2021). *Düngerindustrie schließt Fabriken: Dünger wird Mangelware*. Abgerufen am 01. Juni 2022 von <https://www.agrarheute.com/markt/duengemittel/duengerindustrie-schliesst-fabriken-duenger-mangelware-585496>
- Andrew, J. J., & Dhakal, H. (2022). Sustainable biobased composites for advanced applications: recent trends and future opportunities – A critical review. In *Composites Part C: Open Access*.
- Appelbaum, R., & Gereffi, G. (1994). *Global Production: The Apparel Industry in the Pacific Rim*. avodacostore.de. (27. Dezember 2022). *avocadostroe*. Von <https://www.avocadostore.de/products/274531-sitzkissen-aus-wolle-gefilzt-rund-35cm-regenbogen-feelz> abgerufen
- Böckmann, A. (09. 12 2022). *Schneckenhilfe*. Von <https://schneckenhilfe.de/haare-oder-schafwolle-gegen-schnecken-im-garten/#:~:text=Die%20%E2%80%9Efrische%E2%80%9C%20Rohwolle%20und%20auch,Schnecken%20von%20den%20Gem%C3%BCsebeeten%20fernzuhalten.> abgerufen
- Bauer, S. (29. 12 2022). *1bis3.de*. Von https://www.1bis3.de/Windelentscheidung-aus-welchem-Stoff-soll-die-Windel-sein:_:107.html abgerufen
- Baunetz Wissen. (31. 10 2022). *Dämmstoffe Schafwolle*. Von <https://www.baunetzwissen.de/daemmstoffe/fachwissen/daemmstoffe/schafwolle-152192> abgerufen
- Bendel, C. (10. 12 2022). *Windel Bendel*. Von <https://www.windel-bendel.de/windelueberhosen-aus-wolle/#:~:text=Au%C3%9Ferdem%20k%C3%B6nnen%20Sie%20Ihre%20Woll%C3%BCberhose,sorgt%20f%C3%BCr%20ihre%20wasserabweisende%20Wirkung> abgerufen
- Bermüller & Co GmbH. (2023). *Geogewebe*. Von <https://www.becobermueller.de/de/produkte/geobaustoffe-geotextilien-geokunststoffe/geogewebe/> abgerufen
- Bermüller & Co GmbH. (2023). *Vliesstoffe*. Von <https://www.becobermueller.de/de/produkte/geobaustoffe-geotextilien-geokunststoffe/vliesstoffe/> abgerufen
- Berndt GmbH. (31. 10 2022). *Kategorisierung von Schlachtnebenprodukten bei Rind und Schwein*. Von www.berndt-gmbh.de/wp-content/uploads/kategorie_broschuere_Stand11.07.2016.pdf abgerufen
- BIRDLpack. (17. 01 2023). *BIRDLpack*. Von <https://www.birdlpack.de/c/unsere-verpackungen/birdlpack-aus-schafschurwolle> abgerufen
- BK GmbH. (03 2017). *Technisches Datenblatt - glasgewebeverstärktem Epoxidharz (GFK)*. Von https://www.bernauer-kunststoffe.de/fileadmin/files/produktfinder/17.0PosTechnisches_Datenblatt_EP_GC_202.pdf abgerufen

- BMK. (28. 12 2022). *Innovativer Mottenschutz für Schafwollämmstoffe*. Von <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/hdz/projekte/innovativer-mottenschutz-fuer-schafwolldaemmstoffe.php> abgerufen
- Boadum, L. (22. 12 2022). *HubSpot*. Von <https://blog.hubspot.de/marketing/lohas#:~:text=Kunden%20und%20Kundinnen%2C%20die%20zu,gerne%20in%20nachhaltige%20Produkte%20investieren.> abgerufen
- Bostik GmbH. (20. Dezember 2022). *Haftschmelzklebstoffe*. Von <https://www.bostik.com/germany/de/our-adhesive-technologies/hmpsa-sustainable-innovative-adhesives/> abgerufen
- Bostik GmbH. (2022). *Haftschmelzklebstoffe*. Von <https://www.bostik.com/germany/de/our-adhesive-technologies/hmpsa-sustainable-innovative-adhesives/#anchor-top> abgerufen
- Brandtner, W. u. (n.a.). *Leitfaden Schafwolle Alpenraum*. (W. Schafwolle, Hrsg.) Abgerufen am 02.. Mai 2022 von Leitfaden Schafwolle Alpenraum: https://www.alpine-space.org/2000-2006/uploads/media/Alpinet_Gheep_Leitfaden_Wertsch_pfungskette_Schafwolle_Alpenraum_DE.pdf
- Braun, N., Hopfensack, L., Fecke, M., & Wilts, H. (2021). *Chancen und Risiken im Automobilssektor für die Umsetzung einer klimaneutralen und ressourceneffizienten zirkulären Wirtschaft*.
- Bretz, D. r. (2018). *BioPSA: Haftschmelzklebstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe*. Von <file:///C:/Users/MarkWalst%C3%A4dtwhiteipb/Downloads/22004215.pdf> abgerufen
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle. (25. Mai 2022). *Erdgasstatistik*. Abgerufen am 14. Juni 2022 von https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Erdgasstatistik/erdgas_node.html
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). (2020). *Torf und alternative Substratausgangsstoffe*. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Institut für Gartenbau. Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG.
- Bundesanzeiger. (25. März 1957). *Vertrag zur Gründung der europäischen Wirtschaftsgemeinschaft*. Abgerufen am 19. Mai 2022 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:11957E/TXT&from=en>
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2. November 2020). *Jahrbuchtafel Nutzanfanbau in Deutschland*. Von https://bmel-statistik.de/archiv/nachrichtenarchiv/startseite-news-details/?L=0&tx_news_pi1%5Bnews%5D=191&tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=1120c8c0ab7c0d4ca36affe91957b17c#:~:text=Die%20Zahl%20der%20landwirtschaftliche abgerufen
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (2022). *Statistik und Berichte des BMEL*. Abgerufen am Februar 2022 von <https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tabellen-kapitel-c-hii-und-hiii-des-statistischen-jahrbuchs>
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. (05. 12 2022). *Tierische Nebenprodukte*. (B. f. Landwirtschaft, Herausgeber) Abgerufen am 19. Mai 2022 von Tierische Nebenprodukte: https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tiergesundheit/tierische-nebenprodukte/tierische-nebenprodukte_node.html
- Bundestierärztekammer. (2021). *Tierärztestatistik*. Von <https://www.bundestieraerztekammer.de/btk/statistik/> abgerufen
- BVL. (30. 10 2022). *Kosmetik*. Von https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/03_Verbraucherprodukte/01_Aufgaben/06_Kosmetik/bgs_Kosmetik_node.html abgerufen
- BZL. (17. 01 2023). *Bundesinformationszentrum Landwirtschaft - Öffentliche Förderungen*. Von <https://www.nutztierhaltung.de/schaf/oeffentliche-foerderungen-in-der-schafhaltung/> abgerufen
- Carus, D.-P. M. (2008). *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)*. Von https://www.fnr.de/ftp/pdf/literatur/pdf_227-brosch_nfk_2008.pdf abgerufen
- Ceresena B2B Marktforschung. (2022). *Adhesives Market Report – World*.
- Chemie.de. (30. Dezember 2022). *Chemie.de*. Von <https://www.chemie.de/lexikon/Superabsorber.html> abgerufen
- Conrado. (28. 10 2022). *Die Welt der Stoffe und Fashion*. Von <https://de.conrado.com/blog/was-sind-textilien#:~:text=Die%20Definition%20von%20Textil%20umfasst,sie%20aus%20Textilfasern%20hergestellt%20werden> abgerufen
- daemmwohle.ch. (28. Dezember 2022). *Die edlen Daemmstoffe aus Schafwolle*. Von <https://daemmwohle.ch/informationen/funktion/diffusionsfaehigkeit/> abgerufen
- Destatis. (09. Februar 2021). *14 % aller Schafe in Deutschland in Ökohaltung*. Abgerufen am 02.. Mai 2022 von https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2021/PD21_06_p002.html

Destatis. (n.a.). (S. Bundesamt, Herausgeber) Abgerufen am 02.. Mai 2022 von Schafbestände mit leichten Schwankungen: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/schafe.html>

Deutsche Lanolin Gesellschaft. (29. Dezember 2022). *Lanolin.de*. Von <http://www.lanolin.de/neu/deutsch/refining.php> abgerufen

Deutsche Umwelthilfe e.V. (2018). *Bioplastik in der Kompostierung*. Radolfzell: Deutsche Umwelthilfe e.V.

Deutsche Umwelthilfe e.V. (2020). *Ökologisch und leistungsstark – Dämmen mit nachwachsenden Rohstoffen*.

Deutsches Arzneibuch. (2012). Deutscher Apotheker Verlag.

Deutsches Institut für Entwicklungspolitik. (2022).

Die Verbraucher Initiative e.V. (29. 10 2022). *öko-fair*. Von <http://www.oeko-fair.de/clever-konsumieren/wohnen-arbeiten/teppich-co/vom-teppich-bis-zum-nadelvlies/wie-wird-teppich-hergestellt/wie-wird-teppich-hergestellt2> abgerufen

DIN 4108-10. (2021). *Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden - Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe*.

DIN EN 556. (2003). *Sterilisation von Medizinprodukten - Anforderungen an Medizinprodukten die als "STERIL" gekennzeichnet werden*. Berlin: Beuth-Verlag.

DIN EN 923. (2016). *Klebstoffe - Benennungen und Definitionen*.

EGGBI. (28. 12 2022). „Mottenschutz“ für Schafwollämmstoffe und weitere Schurwollprodukte . Von https://www.eggbi.eu/fileadmin/EGGBI/PDF/Mottenschutz_fuer_Schafwolldaemmstoffe.pdf abgerufen

Eurostat. (16. Mai 2022). *Anzahl der Schafe*. Abgerufen am Mai 2022 von <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tag00017/default/table?lang=de>

Expert:in, A. (März 2022). (w. i. GmbH, Interviewer)

Förderdatenbank, B. f. (2022). Von <https://www.foerderdatenbank.de/FDB/DE/Home/home.html> abgerufen

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR). (2021). *Einsatz von Substratausgangsstoffen bei Hobbyerden für den deutschen Markt*. (FNR, Hrsg.) Abgerufen am 17. Juni 2022 von <https://mediathek.fnr.de/einsatz-von-substratausgangsstoffen-bei-hobbyerden-fur-den-deutschen-markt.html>

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (30. Juni 2014). *Marktanalyse Nachwachsende Rohstoffe*. Von <https://www.fnr.de/marktanalyse/marktanalyse.pdf> abgerufen

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (30. 10 2022). *Bauen und Wohnen*. Von <https://baustoffe.fnr.de/service/presse/pressemitteilungen/aktuelle-nachricht/marktanteil-von-nawaro-daemmstoffen-waechst#:~:text=Ende%202020%20befragte%20die%20Fachagentur,Befragten%20im%20Mitteil%20auf%209%25> abgerufen

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (30. 10 2022). *Nachhaltige Beschaffung*. Von <https://nachhaltige-beschaffung.fnr.de/umweltzeichen/naturkosmetik> abgerufen

Fachzeitschrift der Plastverarbeiter. (2008). Naturfasern im Spritzguss. *der Plastverarbeiter*.

fairlis.de. (31. 10 2022). *Nachhaltige Textilien und welche es nicht sind*. Von <https://www.fairlis.de/post/nachhaltige-textilien-und-welche-es-nicht-sind/#Fleece> abgerufen

Fairwindel. (13. Juni 2016). *Fairwindel: das kosten faire Öko-Windeln wirklich*. Abgerufen am 28. Juni 2022 von <https://fairwindel.de/fairwindel-das-kosten-faire-oeko-windeln-wirklich/#:~:text=Ein%20Monat%20fair.,4%2D5%20Windeln%20pro%20Tag>.

Faupel, J. (22. 12 2022). *Marketing*. Von Marketing: <https://marketing.de/kampagnenentwicklung/imagekampagne/> abgerufen

FAVV: AFSCA. (26. 04 2016). *FAVV: AFSCA*. Von FAVV: AFSCA: https://www.favv-afsa.be/eigenkontrolle/leitlinien/verteilung/g-044/_documents/G-044_Module_DA_de.pdf abgerufen

Fernández-d'Arlas, B. (15. 10 2019). *Scientific Reports*. Von <https://web.archive.org/web/20220606091056/https://www.nature.com/articles/s41598-019-51393-5> abgerufen

Filz Neumann. (29. 10 2022). *Neufilz*. Von <https://www.neufilz.de/filz/herstellung-veredelung/> abgerufen

Frank Otremba, D. E. (2008). Naturfasern im Spritzguss. *Der Plastverarbeiter*.

Frankfurter Rundschau. (1. November 2011). *Nachwachsende Rohstoffe im Auto*. Von <https://www.fr.de/ratgeber/auto/nachwachsende-rohstoffe-auto-11435304.html> abgerufen

Fraunhofer Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V. (6. Juni 2012). Von [chemie.de: https://www.chemie.de/news/138220/natuerlich-kleben.html](http://www.chemie.de/news/138220/natuerlich-kleben.html) abgerufen

- Fraunhofer Umsicht. (18. Dezember 2018). *Bioklebstoff auf Basis nachwachsender Rohstoffe*. Von <https://www.umsicht.fraunhofer.de/de/presse-medien/pressemitteilungen/2018/biopsa-juwenol-bioklebstoff.html> abgerufen
- Fuchs, H., & Albrecht, W. (2009). *Vliesstoffe: Rohstoffe, Herstellung, Anwendung, Eigenschaften, Prüfung*. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Gartenakademie Rheinland Pfalz. (09. 12 2022). *Schafwolle als organischer Langzeitdünger*. Abgerufen am 03. Juni 2022 von <https://www.dlr-rheinpfalz.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/7c7312e7401a695bc12571250029f3d2/8441a4783a83e0abc1258218002fcc6e?OpenDocument>
- Garz, K. (20. April 2017). Identifizierung und Charakterisierung natürlicher Rohstoffe als Bodenverbesserungsmittel sandiger Substrate. *Identifizierung und Charakterisierung natürlicher Rohstoffe als Bodenverbesserungsmittel sandiger Substrate - Untersuchungen mit Schafwolle und Biertreiber an Mais und Weizen*. Berlin.
- Gasser Ceramic. (30. 10 2022). *Capo LANA*. Von <https://gasserceramic.ch/ziegelei/capolana/#1596560631650-fb6373b6-4531> abgerufen
- Gauly, M. (2020). Die Schafe und das Klima: Killer oder Retter? Bozen. gehtohne.de. (31. 10 2022). *Biokomposite haben viele Vorteile*. Von www.berndt-gmbh.de/wp-content/uploads/kategorie_broschuere_Stand11.07.2016.pdf abgerufen
- Greifswald Moor Centrum. (31. 10 2022). *Torfmoos - Landwirtschaft auf nassen Mooren*. Von <https://greifswaldmoor.de/files/images/publikationen/Flyer/Flyer/Paludi-Torfmoos-web.pdf> abgerufen
- Gries, T., Veit, D., & Wulfhorst, B. (2019). *Textile Fertigungsverfahren - Eine Einführung*. Aachen: Carl Hanser Verlag.
- Höher, M., & Strimitzer, L. (2014). Fachinformation Naturfaserverbundwerkstoffe. *Innovative Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen - Herstellung, Eigenschaften und Anwendung*.
- Hüsler Nest AG. (22. 12 2022). *Hüsler Nest*. Von Hüsler Nest: <https://www.hueslernerest.de/de/material/wolle> abgerufen
- Hüsselmann, C., Litzenberger, R., Schick, N., & Spannenberger, L. (2019). *Sensitivitätsanalyse von Nutzwerten. Systematische Betrachtungen zur Nutzwertanalyse*. WI-[Report] Nr. 009, Technische Hochschule Mittelhessen, Fachbereich 14 Wirtschaftsingenieurwesen, Friedberg.
- Haudek, W., & Viti, E. (1980). *Textilfasern*. Wien: Johann L. Bondi und Sohn.
- Hebenstreit, S. (09. 12 2022). *gas24*. Von <https://www.gas24.de/cms/25-0-preisbildung.html> abgerufen
- Heinrich Heine GmbH. (30. 10 2022). *styles and stories by heine*. Von <https://www.heine.de/styles-and-stories/stoffe-und-fasern-kleines-material-lexikon/> abgerufen
- hessnatur. (09. 12 2022). *Mottenschutzrüstung*. Von <https://www.hessnatur.com/magazin/textillexikon/mottenschutzruestung/> abgerufen
- Hill, R., Schmitt, J. M., & Meyer-Lüeren, D. (2013). *Wiko Medizinproduktrecht*. Kommembar, Schmidt Verlag.
- HODT Korrosionsschutz. (10. Dezemeber 2022). <http://fluidfilm.de/>. Von <http://fluidfilm.de/applications/automobile/> abgerufen
- IGZ / Uni Kassel. (2005). *Substrate im Ökolandbau*. Abgerufen am 17. Juni 2022 von <https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1367-pflanzsubstrate.pdf>
- IKW e.V. (30. 10 2022). *IKW*. Von <https://www.ikw.org/der-ikw/fakten-zahlen> abgerufen
- INCI Beauty. (30. 10 2022). *Inhaltsstoffe Hydrolyzed Keratin*. Von <https://incibeauty.com/de/ingredients/12284-hydrolyzed-keratin> abgerufen
- INCI Beauty. (15. Dezember 2022). *Inhaltsstoffe Panthenol*. Von <https://incibeauty.com/de/ingredients/5791-panthenol> abgerufen
- Index mundi. (24. 10 2022). *Grobe Wolle vs. feine Wolle - Price Rate of Change Comparison*. Abgerufen am 01. Juni 2022 von <https://www.indexmundi.com/de/rohstoffpreise/?ware=grobe-wolle&monate=240&wahrung=eur&ware=feine-wolle>
- Industrieverband Agrar . (April 2021). *Jahresbericht 2020 / 2021*. (I. A. e.V., Hrsg.) Frankfurt am Main, Deutschland.
- Industrieverband Agrar. (09. 12 2022). *FAQ - Häufig gestellte Fragen*. Abgerufen am 02. Juni 2022 von <https://www.iva.de/fachbereiche/pflanzenernaehrung/faq#faq573>
- Industrieverband Agrar. (09. 12 2022). *Fragen zur Pflanzenernährung*. Abgerufen am 02. Juni 2022 von <https://www.iva.de/fachbereiche/pflanzenernaehrung/faq>
- Industrieverband Geobaustoffe e.V. (Mai 2022). *Geobaustoffe*. Abgerufen am 21. Juni 2022 von https://www.ivgeobaustoffe.de/Der-IVG/Geobaustoffe/DE_index_1277.html
- Industrieverband Geokunststoffe e.V. (2018). *Sonderdruck Straße und Autobahn*. Abgerufen am 21. Juni 2022 von https://www.ivgeobaustoffe.de/dokumente/Sonderdruck_STA_ivg_2019_Neue_Version_15_10_2019.pdf

- Industrieverband Klebstoffe e.V. (2021). *Klebstoffindustrie*. Von https://www.klebstoffe.com/wp-content/uploads/2021/06/Konjunktur_2020_2021.pdf abgerufen
- Industrieverband Klebstoffe e.V. (2022). *Anwendungsgebiete für Klebetechnik*. Von <https://www.klebstoffe.com/informationen/anwendungsgebiete/> abgerufen
- Institut für Industrielle Ökologie. (2018). *Möglichkeiten und Grenzen eines forcierten Einsatzes von biobasierten Produkten in Österreich – Analyse von Substitutionspotentialen*.
- Isotec Isolierungen. (30. 10 2022). *Rohrisolierungen*. Von <https://www.isotec-isolierungen.de/Rohrisolierung> abgerufen
- Karus, D.-P. M. (März 2006). Rohstoffwende - Was Naturfaserverstärkte Kunststoffe (NFK) schon heute können! nova-Institut GmbH.
- Katalyse-Institut. (2. 12 2022). *Umweltlexikon Katalyse-Institut*. Von Umweltlexikon Katalyse-Institut: <http://umweltlexikon.katalyse.de/?p=3004#:~:text=Chemisch%20besteht%20die%20Wolle%20im,Wasserstoff%20und%20Schwefel%20angegeben%20werden> abgerufen
- Keith, J. (10. 12 2022). *Bio Blog*. Von <https://www.bio-blog.de/2016/05/23/ist-naturnahe-kosmetik-naturkosmetik-und-biokosmetik/> abgerufen
- Kircher, M. (28. Mai 2020). Wettbewerbsfähigkeit und Innovationspotenzial. *Bioökonomie im Selbststudium: Wertschöpfungsketten und Innovationspotenzial. Zertifikatskurs Bioökonomie*. (S. Spektrum, Hrsg.) Berlin, Heidelberg.
- Kombinierte Nomenklatur. (2022).
- Kostencheck. (Dezember 2022). *Kostencheck*. Von <https://kostencheck.de/mauersteine-preise> abgerufen
- Kumpmann, D.-C. I. (19. 12 2018). *idw*. Von <https://idw-online.de/de/news708213> abgerufen
- Kunststoffrohrverband e.V. (30. 10 2022). *KRV Wissensportal*. Von <https://www.krv.de/wissen/start> abgerufen
- LaModula. (30. 12 2022). *Der große Teppich-Ratgeber: So finden Sie Ihren perfekten Naturteppich: La Modula*. Von <https://www.lamodula.de/lexikon/produktinformationen/naturteppich> abgerufen
- Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen. (24. März 2022). *Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln*. Abgerufen am 16. Juni 2022 von https://www.landwirtschaft.sachsen.de/download/Informationen_Inverkehrbringen_Duengemittel_Bodenhilfsstoffen_Kultursubstraten_Pflanzenhilfsmitteln.pdf
- Landwirtschaft, B. f. (kein Datum). *Tierische Nebenprodukte*. (BMEL, Herausgeber) Abgerufen am 19. Mai 2022 von https://www.bmel.de/DE/themen/tiere/tiergesundheit/tierische-nebenprodukte/tierische-nebenprodukte_node.html
- Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz. (17. Mai 2022). *Düngemittel*. Abgerufen am 02. Juni 2022 von <https://www.lwk-rlp.de/de/markt-statistik/marktbericht/marktbericht/news/detail/News/duengemittel/>
- Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz. (kein Datum). *Düngemittel*. Abgerufen am 29. März 2022 von <https://www.lwk-rlp.de/de/markt-statistik/marktbericht/marktbericht/news/detail/News/duengemittel/>
- Mühlbauer, C. (16. Januar 2023). *Aroundhome*. Von <https://www.aroundhome.de/waermedaemmung/preise-kosten/> abgerufen
- Martin Höher, L. S. (2014). Fachinformation Naturfaser-Verbundwerkstoffe. *klimaaktiv Fachinformation*, 16.
- mdr Garten. (28. 12 2022). *Schafwolle im Garten verwenden*. Von <https://www.mdr.de/mdr-garten/pflegen/schafwolle-mulch-duenger-schutz-pellets-verwenden-108.html> abgerufen
- Melin, T. (2004). *Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung*. Heidelberg, Berlin: Springer.
- Mendel et. al. (05. 12 2022). *Leitfaden zur Wertschöpfungskette Schafwolle im Alpenraum*. Von https://www.alpine-space.org/2000-2006/uploads/media/Alpinet_Gheep_Leitfaden_Wertsch_pfungskette_Schafwolle_Alpenraum_DE.pdf abgerufen
- Mendel, D. C., Weineisen, M., Brandtner, L., Zomer, L., Bigaran, F., Pirola, M., . . . Mock, B. (kein Datum). Leitfaden zur Wertschöpfungskette Schafwolle im Alpenraum. (W. S. GbR, Hrsg.)
- Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, Baden Württemberg. (28. 10 2022). Von <https://mlr.baden-wuerttemberg.de/de/startseite/> abgerufen
- Momper, D. B. (2018). *Die verschlungenen Wege vom Rohstoff zum Klebstoff*. Von https://www.jowat.com/fileadmin/dokumente/Symposium_2018/Vortraege/Vom_Rohstoff_zum_Klebstoff_-_IVK_Momper.pdf abgerufen
- Mordor Intelligence. (20. Dezember 2022). *www.mordorintelligence.com*. Von <https://www.mordorintelligence.com/de/industry-reports/lanolin-market> abgerufen

- Natürlich Dämmen. (30. 10 2022). Von <https://www.natuerlich-daemmen.info/> abgerufen
- Neroth, G., & Vollenschaar, D. (2011). *Wendehorst Baustoffkunde*. Vieweg + Teubner Verlag.
- Neumann, I. (2019). *textil+mode*. Von <https://textil-mode.de/de/newsroom/pressemitteilungen/deutschland-bei-technischen-textilien-weltmarktfuehrer/> abgerufen
- Neumann, M., & Bachmann, J. (2015). *Hybride Vliese aus Kohlenstoff- und Naturfasern*. Von Industrialisierungskonzept zur Herstellung von brandgeschützten Bioverbundwerkstoffen für Innenverkleidungen im Schienenverkehr: https://elib.dlr.de/102560/1/IB_2015_002_SA_Neumann.pdf abgerufen
- Nierobis, D.-I. L. (2022). *Wärmedämmstoffe*. Von <http://www.waermedaemmstoffe.com/> abgerufen
- Nordwolle Rügen. (31. 10 2022). *Rohwolle-Sammelstellen*. Abgerufen am 01. Juni 2022 von <https://nordwolle.com/rohvolle-sammelstellen/>
- Nova-Institute. (2014). *Market Study 2014-03 - Wood-Plastic Composites and Natural Fibre Composites: European and Global Markets 2012 and Future Trends*. Von www.bio-based.eu/markets abgerufen
- Obermaier, R., Pfeffer, F., & Hopt, U. T. (2009). *Hernienchirurgie*. München: Elsevier.
- Ohlrogge, K. E. (2012). *Membranen: Grundlagen, Verfahren und industrielle Anwendungen*. Weinheim: John Wiley & Sons.
- Olinatura. (20. Dezember 2022). *Naturkosmetik selber machen*. Von <https://olionatura.de/kosmetikrohstoffe/rueckfetter-und-emollients/phytosteryl-macadamate/> abgerufen
- Paulo J. Venda Oliveira, A. S. (2022). *Trends and Prospects in Geotechnics*. <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/7/3347>: Appl. Sci.
- Pawlik, V. (22. August 2022). *statista.com*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/445155/umfrage/umfrage-in-deutschland-zur-anzahl-der-veganer/> abgerufen
- Peters, G. P. (2010). *Carbon footprints and embodied carbon at multiple scales*.
- Pflanzenforschung. (09. 12 2022). *Wirtschaftsdünger*. Abgerufen am 02. Juni 2022 von <https://www.pflanzenforschung.de/de/pflanzenwissen/lexikon-a-z/wirtschaftsduenger-827#:~:text=Als%20Wirtschaftsd%C3%BCnger%20werden%20organische%20Substanzen,organischer%20Substanz%20in%20den%20Boden.>
- Philippe Stolz, R. F. (2020). *Vergleichende Ökobilanz von Geokunststoffen im Vergleich zu konventionellen Baustoffen*. treeze.
- Pietzsch, J. (09. April 2020). Begriffsabgrenzungen. *Bioökonomie im Selbststudium: Grundlagen und Ausgangspunkte. Zertifikatskurs Bioökonomie*. (S. Spektrum, Hrsg.) Berlin, Heidelberg.
- Planck, H. (1993). *Kunststoffe und Elastomere in der Medizin*. Stuttgart, Berlin: Kohlhammer.
- Planet Protector. (17. 01 2023). *Woolpack Technology*. Von <https://planetprotectorpackaging.com/woolpack/> abgerufen
- Plantura. (09. 12 2022). *Organischer Dünger: Eigenschaften, Wirkung, Vor- und Nachteile*. Abgerufen am 01. Juni 2022 von <https://www.plantura.garden/gartenpraxis/duenger/organischer-duenger>
- Plantura. (kein Datum). *Kunstdünger: Eigenschaften, Nachteile & bessere Alternativen*. Abgerufen am 02. Juni 2022 von <https://www.plantura.garden/gartenpraxis/duenger/kunstduenger>
- plasticker. (2023). *Echtzeit-Preisspiegel mit Preis- und Mengenstatistik*. Von <https://plasticker.de/preise/pms.php?show=ok&make=ok&aog=A&kat=Reggranulat> abgerufen
- PONDUS Verfahrenstechnik GmbH. (30. 12 2022). *Hygienisierung von Biosubstraten*. Von <http://www.pondus-verfahren.de/hygienisierung.html> abgerufen
- Preuss, F.-M. (09. 12 2022). *Schafwollpellets als organischer Dünger sind Ergebnis zertifizierter Forschung*. Von <https://www.mynewsdesk.com/de/fmpreuss/pressreleases/schafwollpellets-als-organischer-dunger-sind-ergebnis-zertifizierter-forschung-3065365> abgerufen
- Proplanta. (24. April 2011). *Hoher Wollpreis rettet Schäfer nicht*. Abgerufen am 01. Juni 2022 von https://www.proplanta.de/agrar-nachrichten/tier/hoher-wollpreis-rettet-schaefer-nicht_article1303641084.html
- Proplanta. (22. April 2011). *Preise für Schafwolle auf 20-Jahres-Hoch*. Abgerufen am 01. Juni 2022 von https://www.proplanta.de/agrar-nachrichten/tier/preise-fuer-schafwolle-auf-20-jahres-hoch_article1303457318.html
- Rabe, M., & Rödel, H. (1998). *OP-Laminate. Produktsicherheit im Einklang mit Ökonomie und Ökologie*.
- Radtke, R. (29. November 2022). *statista.com*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/158096/umfrage/pharma-gesamtmarktumsatzentwicklung-seit-2006/> abgerufen
- RECULTEX. (August 2022). *Recultex Geotextilien*. Abgerufen am 21. Juni 2022 von <http://www.recultex.de/>
- Reyer, E., & Schild, K. (2002). *Kompendium der Dämmstoffe, 3. Auflage*. Fraunhofer-IRB-Verlag.

- Ritter, A. (4. Dezember 2021). *Hallo Eltern*. Von <https://www.hallo-eltern.de/baby/heilwolle-baby/#:~:text=Wirkung%20von%20Heilwolle&text=Die%20feinen%20H%C3%A4rchen%20der%20Wolle,Feuchtigkeit%20und%20ist%20somit%20entz%C3%BCndungshemmend.> abgerufen
- Sanitär.Heizung.Klima. (6. Juni 2017). *Sanitär.Heizung.Klima*. Von <https://www.sbz-online.de/rohrleitungsdaemmung/waermedaemmung-als-legionellen-praevention#:~:text=Zur%20D%C3%A4mmung%20kaltgehender%20Trinkwasserleitungen%20sollten,besteht%20die%20Gefahr%20der%20Durchfeuchtung> abgerufen
- Schäfer:in, A. (Mai 2022). (w. i. GmbH, Interviewer)
- Schafzuchtverband Berlin Brandenburg. (14. November 2019). *Richtlinie des Schafzuchtverbandes Berlin-Brandenburg zur Beurteilung der Wollqualität*. Abgerufen am 20. Juni 2022 von <https://www.schafzuchtverband-berlin-brandenburg.de/wp-content/uploads/Anlage-5-Richtlinie-zur-Beurteilung-der-Wollqualit%C3%A4t-des-LSV-14.11.2019.pdf>
- Schmid, A. (2016). Flugzeugbauer experimentieren mit Bio-Materialien. *WirtschaftsWoche*.
- Schmilewski, G. K. (kein Datum). *Kultursubstrate und Blumenerden - Eigenschaften, Ausgangsstoffe, Verwendung*. (I. G. e.V., Hrsg.)
- Schumpelick, V. (2004). *Meshes: Benefits and Risks*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Sell Mode Plus e.K. (30. 12 2022). *sell mode plus*. Von [sell mode plus: https://www.sell-mode-plus.de/von-der-faser-zum-stoff-wissenswertes-ueber-naturfasern/](https://www.sell-mode-plus.de/von-der-faser-zum-stoff-wissenswertes-ueber-naturfasern/) abgerufen
- SimplyScience.ch. (10. Oktober 2012). *Simply Science*. Von <https://www.simplyscience.ch/teens/wissen/warum-waermt-wolle#:~:text=Wolle%20hat%20eine%20sogenannte%20nat%C3%BCrliche,an%20die%20Umgebung%20verloren%20geht> abgerufen
- Skudelný, K. (2010). *Erosionsschutz und schnelle Begrünung durch Schafwollmatten - eine ökonomisch-ökologische Alternative im Deponiebau*. Geotex GmbH, Dembach.
- SMEKUL. (09. 12 2022). *Förderrichtlinie Schaf- und Ziegenhaltung*. Von <https://www.smekul.sachsen.de/foerderung/foerderrichtlinie-schaf-und-ziegenhaltung-frl-szh-2021-10572.html> abgerufen
- Spritzendorfer, J. (15. März 2022). *www.oebag.de*. Von https://www.oebag.de/fileadmin/downloads/Dateien_all_User/Geruchsreduktion_mit_Schafwolle.pdf abgerufen
- Störkmann, D. I. (17. Januar 2023). *Dämmung von Rohrleitungen nach dem neuen Gebäudeenergiegesetz*. Von <https://www.isopartner.de/de/stories/daemmung-von-rohrleitungen-nach-dem-neuen-geg> abgerufen
- Statista. (1 2021). *Anzahl der produzierten Personenkraftwagen in Deutschland*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/75210/umfrage/produktion-von-pkw-in-deutschland-seit-1990/> abgerufen
- Statista. (Oktober 2021). *Ausgaben für Düngemittel in Deutschland nach Art des Düngers im Zeitraum von 2008 bis 2021*. Abgerufen am 03. Juni 2022 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/257375/umfrage/ausgaben-fuer-duengemittel-in-deutschland-nach-art-des-duengers/>
- Statista. (2022). Von <https://de-statista-com.wwwdb.dbod.de/statistik/studie/id/63817/dokument/technische-textilien/> abgerufen
- Statista. (2022). *Befragung bezüglich der Wahl von Pflanzsubstraten*.
- Statista. (05. 12 2022). *Bestandsentwicklung an Nutztieren in Deutschland im Verlauf der Jahre 1900 bis 2020*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/659045/umfrage/nutztierbestand-in-deutschland/> abgerufen
- Statista. (30. 10 2022). *Marktvolumen von Babywindeln*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/443277/umfrage/prognostiziertes-marktvolumen-von-babywindeln-weltweit/> abgerufen
- Statista. (30. 10 2022). *Studie zum nachhaltigen Konsum in Deutschland*. Von <https://de.statista.com/statistik/studie/id/72141/dokument/studie-zum-nachhaltigen-konsum-in-deutschland/> abgerufen
- Statista. (28. 10 2022). *Textil- und Bekleidungsindustrie*. Von <https://de.statista.com/statistik/studie/id/14051/dokument/textil-und-bekleidungsindustrie-in-deutschland--statista-dossier/> abgerufen
- Statista. (30. 10 2022). *Umsätze Dämmstoffe in Deutschland*. Von <https://de-statista-com.wwwdb.dbod.de/statistik/daten/studie/1301129/umfrage/umsatz-mit-daemmstoffen-in-deutschland/> abgerufen
- Statista. (30. 10 2022). *Umsatzentwicklung in der Automobilindustrie in Deutschland*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/248362/umfrage/prognose-zum-umsatz-in-der-automobilindustrie-in-deutschland/> abgerufen

- statista. (2022). *Wachstumsmarkt Naturkosmetik*. statista.
- Statista. (17. 01 2023). *Umsatz mit Lebensmitteln im Online-Handel in Deutschland von 2014 bis 2021*. Von <https://de-statista-com.wwwdb.dbod.de/statistik/daten/studie/894997/umfrage/umsatz-mit-lebensmitteln-im-deutschen-online-handel/> abgerufen
- Statista. (18. 01 2023). *Umsatz Verpackungsindustrie*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1173009/umfrage/umsatz-der-verpackungsindustrie/> abgerufen
- Statista. (18. 01 2023). *Umsatzverteilung Verpackungsindustrie*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/165437/umfrage/umsatzanteil-einzeln-segmente-der-verpackungsindustrie/> abgerufen
- Statista Research Department. (Dezember 2021). *Gaspreise für Gewerbe- und Industriegewerbetreibende in Deutschland in den Jahren 2011 bis 2021 (in Euro-Cent pro Kilowattstunde)*. Abgerufen am 14. Juni 2022 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/168528/umfrage/gaspreise-fuer-gewerbe-und-industriegewerbetreibende-seit-2006/#:~:text=Zum%201.,2%2C95%20Cent%20pro%20Kilowattstunde.>
- Statistisches Bundesamt. (28. Juli 2021). *Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft in landwirtschaftlichen Betrieben / Landwirtschaftszählung*.
- Statistisches Bundesamt. (28. 12 2022). *Anzahl der gehaltenen Schafe nach Bundesländern in Deutschland in den Jahren 2021 und 2022*. Von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1069362/umfrage/schafbestand-nach-bundeslaendern-in-deutschland/> abgerufen
- StMELF. (09. 12 2022). *Schaf- und Ziegenprämie Bayern*. Von <https://www.stmelf.bayern.de/agrarpolitik/foerderung/249065/index.php> abgerufen
- Stoffywelt. (kein Datum). Von https://www.stoffywelt.de/images/content/SW_landing_page/system6.jpg abgerufen
- SWR. (31. 10 2022). *ardmediathek*. Von <https://www.ardmediathek.de/video/odysso-wissen-im-swr/droht-in-der-arktis-der-naechste-krieg/swr/Y3JpZDovL3N3ci5kZS9hZXgvbzE2NjkyNzk> abgerufen
- THE AGE. (16. Oktober 2004). *Farmers ridicule US wool ban*. Von THE AGE: <https://www.theage.com.au/world/farmers-ridicule-us-wool-ban-20041016-gdyt3p.html> abgerufen
- The Woolmark Company. (31. 10 2022). *Woolmark*. Von <https://www.woolmark.com/de/> abgerufen
- Thomas, S., & Jose, S. (2022). *Wool Fiber Reinforced Polymer Composites*. Woodhead Publishing.
- Tilmann Vossberg e.K. (30. 10 2022). *Vossberg*. Von <http://www.vossberg.de/lexikon/polyester/> abgerufen
- Tisca Austria GmbH. (20. 12 2022). *TISCA*. Von TISCA: <https://www.tiscarugs.com/wolle-und-ihre-positiven-eigenschaften/#:~:text=Schafwollteppiche%20sind%20sehr%20gut%20f%C3%BCr,aus%20de m%20Teppich%20entfernen%20l%C3%A4sst.&text=Schurwolle%20ist%20ein%20biologisch %20abbaubarer,im%20Einklang%20mit%20der%20Natu> abgerufen
- TLLLR. (09. 12 2022). *Anforderungen an die Lagerung von Wirtschaftsdünger und Nachweis der überbetrieblichen Lagerung oder Verwertung*. Von https://infrastruktur-landwirtschaft.thueringen.de/fileadmin/TLLLR/Themen/Landwirtschaft/Duengung/FI_Lagerkapazitaet.pdf abgerufen
- Umweltbundesamt. (12. Juli 2021). *Ökolandbau*. Abgerufen am 16. Juni 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/landwirtschaft-umweltfreundlich-gestalten/oekolandbau#Umweltleistungen%20des%20%C3%96kolandbaus>
- Umweltbundesamt. (12. Juli 2021). *Ökologischer Landbau*. Abgerufen am 16. Juni 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/oekologischer-landbau#oekolandbau-in-deutschland>
- Umweltbundesamt. (01. Juni 2022). *Düngemittel*. Abgerufen am 02. Juni 2022 von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/duengemittel#dungemittel-was-ist-das>
- Umweltbundesamt. (2022). *Gesundheit*. Von <https://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/umwelteinfluesse-auf-den-menschen/chemische-stoffe/asbest#undefined> abgerufen
- URBANARA GmbH. (30. 12 2022). *Teppich Ratgeber URBANARA*. Von URBANARA: <https://www.urbanara.de/blogs/magazin/teppich-ratgeber> abgerufen
- Villgrater Natur. (12. Dezember 2022). *Villgrater Natur*. Von <https://www.villgraternatur.at/heilwolle-von-der-natur-in-die-hausapotheke/#:~:text=Die%20Gewinnung%20der%20Fettwolle&text=Dabei%20werden%20>

- Verschmutzungen%2C%20Heu%2D%20und,hat%20einen%20feinen%20%E2%80%9EWollg
eruch%E2%80%9C abgerufen
- Wagner, N. (2020). *Umweltfreundliches Bauen: Bauweisen mit Geokunststoffen sind positiv für die Ökobilanz*. IVG Geokunststoffe.
- Waldherr, M. (09. 12 2022). *Beira-Lamm*. Abgerufen am 30. Mai 2022 von <https://www.beira-lamm.de/newpage>
- white ip. (28. 10 2022). Umfrage zur Datenerhebung des IST-Zustandes der Erzeugerseite.
- Wiedemann, T., & et al. (2020). *Environmental impacts associated with the productioEnvironmental impacts associated with the production, use, and end-of-life of a woollen garment*.
- Wiedemann, T., & Minx, J. (2007). A Definition of "Carbon Footprint". ISA UK Research and Consulting.
- Wintermantel, E., & Ha, S.-W. (2009). *Medizintechnik - Life Science Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Wir Holzbauer. (Februar 2021). *Motten Horror muss nicht sein*. Abgerufen am 16. Juni 2022 von [https://www.holzbau-schweiz.ch/de/wir-holzbauer/magazine-online/detail/magazin-artikel/motten-horror-muss-nicht-sein/magazin-backlink/63/#:~:text=F%C3%BCr%20die%20Kleidermotte%20\(Tineola%20bisselliella,die%20gleiche%20Anzahl%20Eier%20legen](https://www.holzbau-schweiz.ch/de/wir-holzbauer/magazine-online/detail/magazin-artikel/motten-horror-muss-nicht-sein/magazin-backlink/63/#:~:text=F%C3%BCr%20die%20Kleidermotte%20(Tineola%20bisselliella,die%20gleiche%20Anzahl%20Eier%20legen).
- Wolf, D. u. (24. 10 2022). *Bundesweite Schadensstatistik*. Von <https://www.dbb-wolf.de/wolfsmanagement/herdenschutz/schadensstatistik> abgerufen
- Wolf, D. u. (24. 10 2022). *Bundesweite Schadensstatistik*. Von <https://www.dbb-wolf.de/wolfsmanagement/herdenschutz/schadensstatistik> abgerufen
- Woolcool. (17. 01 2023). *Performance Packaging. Naturally*. Von <https://www.woolcool.com/the-packaging-company/> abgerufen
- Yara. (kein Datum). Stickstoffdünger - Wo kommt der eigentlich her?
- Zeit Online. (31. 10 2022). *Zahl der frei lebenden Wolfsrudel in Deutschland wächst weiter*. Von https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2021-12/woelfe-ausbreitung-rudel-schaf-naturschutz?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F abgerufen
- Zimmermann, O. (2009). *Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung der Kleidermotte Tineola bisselliella (Hummel 1823) und anderer tineider Textilschädlinge (Lepidoptera: Tineidae) mit parasitoiden Hymenopteren*.
- Zinke, O. (23. September 2021). *Panik am Düngemarkt - Schockwellen treiben Düngerpreise nach oben*. (agrarheute, Herausgeber) Abgerufen am 14. Juni 2022 von <https://www.agrarheute.com/markt/duengemittel/panik-duengemarkt-kostenexplosion-unbezahlbare-duengerpreise-585587>