

Ananasblattfasern als Rohstoff für textile Fasern

Ganzheitlicher Ansatz zur Gewinnung von industriell verwertbaren Ananasblattfasern im Norden Bangladeschs unter Berücksichtigung dezentraler Strukturen

DBU-AZ: 34997/01-31

Laufzeit: 16.12.19-15.09.21

Verfasser: Rolf Heimann, hessnatur Stiftung. Institute for applied sustainability

Berlin, Dezember 2021

06/02	Projektkennblatt der Deutschen Bundesstiftung Umwelt				
Az	34997/01	Referat	31	Fördersumme	124.991,00 €
Antragstitel	Ananasblatffaser als Rohstoff für textile Fasern. Ganzheitlicher Ansatz zur Gewinnung von industriell verwertbaren Ananasblatffasern im Norden Bangladeschs unter Berücksichtigung dezentraler Strukturen				
Stichworte	Faserinnovation, nachwachsende Rohstoffe, Kreislauffähigkeit, Recyclingprodukt, Textilien, Ananasblatffaser				
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
(1 Jahr und 9 Monate)	16.12.2019	15.09.2021	1		
Zwischenberichte	November 2020				
Bewilligungsempfänger	hessnatur Stiftung Görlitzer Str. 51 10997 Berlin			Tel	+49 (0)30 69 56 50 79
				Projektleitung	Rolf Heimann
				Bearbeiter	Rolf Heimann
Kooperationspartner	<ul style="list-style-type: none"> - Consulting Service International Ltd. - CHP Ltd. - Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. - Gebrüder Otto GmbH & Co. KG - Bremer Umweltinstitut 				
<p>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</p> <p>Die Intention des Projektes ist eine Untersuchung, inwiefern sich Ananasblatffasern in verschiedenen Produktionsketten zeigen. Dabei sollen die ökonomische Sinnhaftigkeit, die ökologische Verträglichkeit und geltende Sozialstandards berücksichtigt werden. In Anbetracht der derzeitigen Marktrelevanz von Vlies- bzw. Verbundstoffen aus Abfallprodukten des Ananasanbau zielt die vorliegende Machbarkeitsstudie auf eine neue Innovation: spinnfähige Ananasblatffasern, die eine breitere Verwendung für die Textil- und Bekleidungsindustrie, Garne beispielsweise im Bereich Rund- und Flachstrick, ermöglichen. Zum derzeitigen Zeitpunkt ist am Markt keine industriell verwertbare, spinnfähige Faser aus Abfallprodukten des Ananasanbau ausgreift. Hauptintention ist damit, ein biologisch abbaubares Abfallprodukt auf Basis nachwachsender Rohstoffe hinsichtlich der Eignung für den textilen Kreislauf hin zu evaluieren.</p> <p>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</p> <p>Die Umsetzung des ganzheitlichen Ansatzes zur Gewinnung von industriell verwertbaren, spinnfähigen Ananasblatffasern erfolgte in vier Stufen, die mitunter parallel ablaufende Sub-Schritte beinhalteten:</p> <p>Stufe 1 Projektvorphase</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorort-Begehung Anbauregion und Verarbeitungsbetrieb der Ananasblätter in Bangladesch ▪ Experten-gespräche Anforderungen Spinnfähigkeit Ananasblatffaser 					

Stufe 2 Evaluation und Optimierung Rohfasererzeugung und Hechelprozess

- Evaluation Spinnfähigkeit Rohfaser
- Evaluation von Optionen zum Trennen von Nicht-Faserbestandteilen inkl. mechanische und chemische Verfahren

Stufe 3 Durchführung und Evaluation Ausspinnung

- Testausspinnung inkl. mechanischer Faseraufschluss und Kurzstapelspinnverfahren
- Expertengespräche Eignung Leinen-/Langfasernassspinnverfahren und Jutespinnverfahren
- Testversuch Wollkammgarnspinnerei

Stufe 4 Nachhaltigkeitsbewertung und Wirtschaftlichkeitsanalyse

- Toxikologische Untersuchung und Evaluation
- Nachhaltigkeitsbewertung Rohstofferte und Fasergewinnung
- Wirtschaftlichkeitsprüfung und rechtliche Relevanzen

Ergebnisse und Diskussion

Erstbegutachtungen der Ananasblattrohfasern haben zunächst ergeben, dass diese aufgrund eines zu **hohen Anteils an Nicht-Faserbestandteilen** nicht spinnfähig waren. Entgegen der Erwartung bzw. Erfahrungen mit Nicht-Faserbestandteilen in der Bastfasererzeugung hat sich eine technisch relevante Anzahl dieser jedoch nicht im maschinellen Walzprozess von selbst herausgelöst. Die Ananasblattrohfasern waren mit gebrochenen, holzähnlichen Kleinstteilen verunreinigt. Es erforderte somit die **Implementierung eines Zwischenprozesses** zur Reinigung der gewalzten Rohfaser, d. h. ein Auskämmen der Nicht-Faserbestandteile.

Die **Testausspinnungen im Kurzstapelspinnverfahren** im Labormaßstab waren **erfolgreich**, ließen jedoch zunächst nur gröbere Garnstärken zu. Es zeigte sich eine Vielzahl an Einzelfasern innerhalb eines Faserbündels. Mit optimierter Reinigung und Bearbeitung der Rohfaser können jedoch feinere Garnstärken erreicht werden. Produkte aus Ananasblattfasern sind dann in verschiedenen Garnstärken für eine **breitere Verwendung** am Markt geeignet; von Taschen, grobe Heimtextilien (Flachgewebe) sowie für Jacken, Hosen und Jersey. Die hier betrachteten Intim-Fasermischungen mit Ananasblattfasern sind zudem **strickfähig** und **gut anfärbbar**.

Die **Ergebnisse** der Schadstoffprüfung sind als **unauffällig** zu bewerten. Es kann festgehalten werden, dass die Ananasblattrohfasern aufgrund der hier evaluierten Testergebnisse ein vollständig biologisch abbaubares Produkt ist. Die Betrachtung der Färbeprozess sind hierbei jedoch außen vorgelassen.

Fazit

Eine **spinnfähige Ananasblattfaser** aus den Abfällen des Ananasanbaus für die Lebensmittelindustrie ist **machbar**. Die Ananasblattfaser kann insofern als eine Ergänzung zu den bisherigen marktrelevanten Fasern betrachtet werden. Die anwendungsorientierte Machbarkeitsstudie hat aufgezeigt, dass unterschiedliche Faser-Intimmischungen eine **breitere Verwendung** der Ananasblattfaser für die Textil- und Bekleidungsindustrie zulassen.

Entscheidend für die Spinnfähigkeit ist, eine auf die Ananasblätter abgestimmte Faseraufbereitung, die Nicht-Faserbestandteile vollständig von der Rohfaser herauslöst. Erfahrungen im Projekt haben deutlich gemacht, dass **Optimierungen der Faseraufbereitung** bzw. des Hechelprozesses vor Ort in Bangladesch nicht nur umsetzbar, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll sind.

Die Evaluation der verschiedenen Machbarkeitsstränge haben verdeutlicht, dass in der Region Rangpur ein hohes Interesse und ein notwendiges Qualitätsbewusstsein vorhanden sind, um ein spinnfähiges Vorprodukt herzustellen. Von Bedeutung ist mit Abschluss der vorliegenden Studie die Option einer **Betrachtung und Bewertung eines ausgesponnenen Garns vor Ort in Bangladesch**. Hierfür sind Begehungen, Prüftests und Gespräche vor Ort notwendig, um die Performance des Garns zu begutachten und gegebenenfalls zu optimieren. Es braucht einen **Folgeprozess**, um dies zu moderieren und in einem Industriemaßstab dezentral und in Deutschland zu begleiten.

Inhaltsverzeichnis

Abbildung- und Tabellenverzeichnis

VII

Abkürzungsverzeichnis

VIII

1	Zusammenfassung	1
2	Vorwort	2
2.1	Rohstoffverfügbarkeit Ananasblätter	2
2.2	Ökologische Ersteinschätzung	3
2.3	Textiles Nischenprodukt	4
3	Ganzheitlicher Ansatz zur Gewinnung von industriell verwertbaren Ananasblattfasern	5
3.1	Intention der Machbarkeitsstudie	5
3.2	Vorgehensweise und Verfahren	7
3.2.1	Projektvorphase	8
3.2.2	Evaluation und Optimierung Fasererzeugung & Hechelprozess	9
3.2.3	Durchführung und Evaluation Ausspinnen	10
3.2.3.1	Testausspinnung Kurzstapelspinnverfahren	10
3.2.3.2	Testversuch Wollkammgarnspinnerei	11
3.2.3.3	Expertengespräche Eignung Leinen-/Langfasernassspinnverfahren	12
3.2.3.4	Expertengespräch Eignung Jutespinnverfahren	12
3.2.4	Nachhaltigkeitsbewertung und Wirtschaftlichkeitsanalyse	12
3.3	Evaluationsergebnisse verwertbare/spinnfähige Ananasblattfaser	13
3.3.1	Produktionskette	13
3.3.1.1	Rohfasererzeugung	13
3.3.1.2	Spinnprozess	16
3.3.1.3	Textile Flächenherstellung (Stricken)	23
3.3.1.4	Färbeversuche	24

3.3.1.5	Produkteignung	26
3.3.2	Nachhaltigkeitsbewertung	26
3.3.2.1	Schadstoffrückstände Rohfaser	27
3.3.2.2	Allergenes Potential	29
3.3.2.3	Rohstofffernte Lohnentwicklung	30
3.3.2.4	Ökologische Betrachtung Fasererzeugung	30
3.3.2.5	Biologischer Anbau	30
3.3.2.6	Weiterführende Kreislaufschließung	31
3.3.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	31
3.3.4	Marktanalyse	32
3.3.5	Rechtliche Relevanzen	33
3.3.5.1	Textilkennzeichnungsverordnung	33
3.3.5.2	Zollrelevante Aspekte	34
4	Conclusion	35
	Quellenverzeichnis	36
	Anlagen	37

Abbildung- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1	Vorgehensweise und Verfahren Machbarkeitsstudie	8
Abbildung 2	Einordnung Ananasblattfaser in Pflanzenfaserkategorien	
10		
Abbildung 3	Ananasblätter	13
Abbildung 4	Raspador	13
Abbildung 5	Gewalzte Ananasblatthohlfaser	14
Abbildung 6	Getrocknete Ananasblatthohlfaser	14
Abbildung 7	Abnehmer	16
Abbildung 8	Einlauf Kannenstock	16
Abbildung 9	Ananasblattfaser/ Lyocell	17
Abbildung 10	Ananasblattfaser/ Baumwolle	17
Abbildung 11	Streckwerk am Flyer	18
Abbildung 12	Flügeleinlauf	17
Abbildung 13	50 Ananasblattfaser/50 Baumwolle Nm10	18
Abbildung 14	Garnungleichmäßigkeit im Vergleich	19
Abbildung 15	Garnfestigkeit im Vergleich	20
Abbildung 16	REM Aufnahmen Garnlängen- und Garnquerschnitt. 50 Baumwolle/50 Ananasblattfaser 10 tex (Nm 100)	21
Abbildung 17	REM Aufnahmen Garnlängen- und Garnquerschnitt. 50 Lyocell/50 Ananasblattfaser Nm 20	21
Abbildung 18	Strickversuch 50/50 Ananas/CLY 36 tex Nm 28	
23		
Abbildung 19	Anfärbung 50 Ananasblattfaser/50 Baumwolle	24
Abbildung 20	Anfärbung 50 Ananasblattfaser/50 Lyocell Nm20	25
Abbildung 21	Anfärbung 50 Ananasblattfaser/50 Lyocell Nm28	25
Tabelle 1	Prüfergebnisse Schadstoffanalyse Ananasblatthohlfaser	28

Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CLY	Lyocell
cm	Centimeter
CO	Cotton (Baumwolle)
CSI	Consulting Service International Ltd.
d. h.	das heißt
dtex	Dezitex (Fadenstärke)
E	Maschinenfeinheit/ Nadeln pro Zoll
GOTS	Global Organic Textile Standard
GRS	Global Recycled Standard
HA	Hanf
kg	Kilogramm
(k)tex	Kilotex (Feinheit/ Verhältnis Masse je Länge)
mm	Millimeter
Nm	Nummer metrisch: Stärke des Garns
Nr	Nummer
REM	Rasterelektronenmikroskop
STFI	Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V.
u. a.	unter anderem
US	United States

1 Zusammenfassung

Die anwendungsorientierte Machbarkeitsstudie fokussiert verschiedenste Wertschöpfungsketten spinnfähiger Fasern aus Ananasblättern für die Textil- und Bekleidungsindustrie. Im Vordergrund steht die Evaluierung der Spinnfähigkeit des Rohmaterials sowie der Eignung verschiedenster Spinnverfahren, hier priorisiert das Baumwollspinnverfahren sowie weiterführend die Nassspinn- und Wollkammgarnspinnverfahren. Die Studie verfolgt dabei einen dualen Ansatz: eine Rohfaser aus Bangladesch zur Stärkung des dezentralen Anbaulandes und ein Ausspinnen nach europäischem Qualitätsstandard in mittelständischen Unternehmen in Deutschland bzw. Europa.

Den Paradigmenwechsel hin zu unternehmerischen Sorgfaltspflichten aufgreifend, wird eine Nachhaltigkeitsbewertung spinnfähiger Ananasblattfasern vorgenommen. Hierbei stehen insbesondere Aspekte der Human- und Umwelttoxikologie, Sozialstandards und Kreislauffähigkeit im Vordergrund. Abgerundet wird die Machbarkeitsstudie von einer Diskussion zur Wirtschaftlichkeit von Ananasblattfasern und einer Kurzdarstellung rechtlicher Relevanzen, die es bei einer Implementierung am Markt zu berücksichtigen gilt.

2 Vorwort

Die Textil- und Bekleidungsindustrie durchläuft einen **Paradigmenwechsel**. Stakeholder des lokalen Marktes sowie global verzweigter Produktionsketten werden mehr denn je mit ihrer **unternehmerischen Verantwortung** für die Ausgestaltung einer nachhaltigen Produktionsweise konfrontiert. Dieses Spannungsfeld fordert, Nachhaltigkeitsaspekte der Ökonomie, Ökologie, Sozialstandards und Corporate-Governance Anforderungen ganzheitlich für die gesamte textile Wertschöpfungskette zu berücksichtigen.

Insofern ist auch das Sourcing ökonomisch wertvoller Rohstoffe, die zugleich ökologische wie soziale Nachhaltigkeitsaspekte ganzheitlich berücksichtigen, entscheidend für das Bestehen und den Wettbewerb am Markt. Denn angesichts der steigenden Ressourcenknappheit werden innovative Lösungsansätze benötigt, um die wachsende, globale Nachfrage nach Textilien zu decken. Die **weltweite Faserproduktion** hat sich in den letzten zwei Jahrzehnten verdoppelt (Market Report, S. 4). Aufgrund der wachsenden Bevölkerungszahl und dem erhöhten Wohlstand in den Schwellenländern sieht sich der Markt mit einer **steigenden Nachfrage** auch in den nächsten Jahrzehnten konfrontiert. Der Bedarf am globalen Markt entsprach im Jahr 2020 einem immensen Volumen von 109 Millionen Tonnen; **bis 2030** wird die Nachfrage auf **146 Millionen Tonnen** eingeschätzt (Market Report, S. 4). Es bedarf **innovativer Lösungsansätze** im Faserbereich, um nachhaltig optimierte textile Wertschöpfungsketten für die steigenden Anforderungen am Markt realisieren zu können.

Die Notwendigkeit einer Implementierung von neuen Faserinnovationen zur Bedarfsdeckung trifft dabei den derzeitigen Zeitgeist des Marktes. Die auszeichnende Charakteristik der aktuellen Mode und des Textilmarktes ist der stetige Wandel und **die Suche** der Designer und Produktentwickler **nach Neuem**. Faserinnovationen erlauben das Erzählen neuer, einzigartiger Geschichten um die angebotenen Produkte (**Storytelling**).

Zumeist missen Faserinnovationen jedoch eine echte Marktreife bzw. die Machbarkeit der Herstellung im industriellen Maßstab, der für die globale Textil- und Bekleidungsindustrie von hoher Bedeutung ist, um den tatsächlichen Faserbedarf decken zu können. Diese **Machbarkeit** sowie die **Verfügbarkeit des Rohmaterials** sind entscheidende Faktoren. Hier setzt die vorliegende Machbarkeitsstudie zu industriell spinnfähigen Fasern aus Ananasblättern an.

2.1 Rohstoffverfügbarkeit Ananasblätter

Beim Anbau bzw. der Ernte tropischer Früchte für die Lebensmittelindustrie fällt faserhaltige Biomasse – die Ananasblätter – in großem Umfang als Abfallprodukt an. Diese signifikanten Mengen an natürlichem Rohstoff bleiben global bislang ohne nennenswerte Nutzung und könnten dem Ausbau des Sektors nachhaltiger Textilfasern zugeführt werden.

Unterschiedlichen Quellen zufolge werden weltweit rund 30 Millionen Tonnen Ananasfrüchte für den Lebensmittelsektor produziert. Asien, Mittel- und Südamerika sowie Afrika sind die Hauptanbauregionen. Bei der Ananasernte fällt ungefähr fünf Mal so viel Biomasse an, wie die Menge bzw. das Gewicht der geernteten Frucht. Unter der Annahme, dass ein Großteil der Biomasse (ca. 2/3)

für die Weiterverwertung geeignet ist, ergibt sich eine bisher **ungenutzte Rohstoffquelle von mehr als 100 Millionen Tonnen.**

Die klimatischen Bedingungen für den Ananasanbau der hier betrachteten Ananasanbauregion in Bangladesch sind ideal. Die Ananas ist in Bangladesch ein wichtiges landwirtschaftliches Erzeugnis, wobei die Anbaumengen von Jahr zu Jahr steigen.

2.2 Ökologische Ersteinschätzung

Der konventionelle Anbau von Pflanzenfasern bzw. die Faserherstellung sind mit negativen Belastungen für die Umwelt verbunden. Neben dem grundlegend hohen Flächenbedarf, werden je nach Pflanzenart hohe Mengen an chemischen Pestiziden und mineralischen Düngemitteln eingesetzt, die eine schwerwiegende human- und umwelttoxikologische Relevanz haben. Zudem bedarf es insbesondere in der Aufzuchtphase der Pflanzen mitunter hohe Mengen an Wasser, die je nach Bewässerungsart von natürlichen Quellen, beispielsweise Seen, eingespeist werden. Signifikante ökologische Schäden in den Anbauregionen sind die Folge. Entscheidend ist daher, die Entwicklung innovativer Fasern im Kontext eines **holistischen Nachhaltigkeitsanspruches** zu denken. Mit Beginn der Entwicklungsphase müssen Aspekte beispielsweise des Rohstoffeinsatzes, von Verbräuchen, der Toxikologie, Ausrüstung, Emissionen, Kreislauffähigkeit und Sozialstandards ganzheitlich berücksichtigt werden. Aus moderner Nachhaltigkeitsperspektive müssen innovative Lösungsansätze diesem hohen Anspruch gerecht werden, um eine echte Alternative zur Abdeckung des Faserbedarfs darstellen zu können – ökonomisch, ökologisch und sozial.

Die Verwertung von Abfallprodukten der Lebensmittelindustrie bedarf **keiner zusätzlichen Flächennutzung** und **keinem erneuten Wasserverbrauch bzw. Einsatz von Düngemittel und Pestiziden** in der Rohstoffgewinnung.¹ Da Ananaspflanzen zumeist in Küstenregionen angebaut werden, ist die natürliche Regenwasserbewässerung zumeist ausreichend. Zur Steigerung der Größe der Früchte und des Anbaus außerhalb der regenreichen Zeiten wird allerdings auch auf künstliche Bewässerung zurückgegriffen.

Die Abfallprodukte der Ananasblattfaser werden durch regelmäßiges, manuelles Entfernen in der Wachstumsphase der Früchte gewonnen, um den neuen Fruchtaustrieb zu unterstützen. Ein zusätzlicher **Energieaufwand** ist **nicht notwendig**. Normalerweise verbleiben die Ananasblätter auf dem Feld zurück – eine Herausforderung ist jedoch, dass die Blätter nur sehr schwer verrotten. Aus ökologischer Nachhaltigkeitsperspektive ist damit die **Reduzierung des CO₂-Ausstoßes** von entscheidender Bedeutung, da die für den erneuten Fruchtaustrieb entfernten Blätter in den Anbaugebieten daher häufig verbrannt werden. Diesem erhöhten CO₂-Ausstoß kann durch die Verwertung der Blätter für die Textil- und Bekleidungsindustrie entgegengewirkt werden.

¹ Bekannt ist jedoch, dass in der Vorphase, d. h. im Pflanzenanbau zur Nutzung für die Lebensmittelindustrie, Pestizide und Düngemittel in Bangladesch eingesetzt werden. Die tatsächliche Relevanz ein Garn aus Ananasblattfasern wird in Kapitel 3.3.2.1 Schadstoffrückstände Rohfaser näher erläutert.

2.3 Textiles Nischenprodukt

Fasererzeugnisse aus Ananaspflanzen sind bislang ein Nischenprodukt in der Textil- und Bekleidungsindustrie und werden nur in kleinem Maßstab als Vliese im Bereich Schuhe und Taschen eingesetzt. **Ausgespinnene Garne** aus der Ananaspflanze sind derzeit am internationalen Markt **nicht relevant**. Die **technische Herausforderung** besteht darin, die Faser in einem **industriellen Verfahren spinnfähig** zu machen. Bisher ist es jedoch nicht gelungen, dies im industriellen Maßstab umzusetzen.

Durch einen entsprechenden Faseraufschluss, der eine gute Spinnfähigkeit der Faser ermöglicht, könnte die Einsetzbarkeit der Ananasblattfaser signifikant erhöht werden und ein großes Anwendungsspektrum in der Textilindustrie erschlossen werden. National gibt es in einigen Ananas-Produktionsländern sowie im Labormaßstab entsprechende Versuche und Ansätze dazu. Auf dem internationalen Markt spielen spinnfähige Ananasblattfasern bislang jedoch keine Rolle. In der Vergangenheit – teilweise auch schon weit zurückliegend – wurde lediglich in der Literatur bzw. in Versuchen im Labormaßstab das Thema der Ananasblattfaser bzw. vergleichbarer Bastfasern hin und wieder behandelt. Beispielsweise wurde bereits 1953 in der Studie „Herstellung von Fasern aus Sisalhanf und Ananas durch Auswalzen mit oder ohne nachfolgende Röstung“ die Thematik untersucht.

Als **Verbundmaterial** ist hingegen eine **steigende Bedeutung** der Ananaspflanze festzustellen. Das in reiner Handarbeit gewonnene Vlies- und Verbundmaterial **Piñatex** erfreut sich einer wachsenden Beliebtheit. Das britische Start-Up Ananas Anam fertigt seit 2014 Lederprodukte aus Ananas-Blättern. Das bisherige Abfallprodukt entwickelte sich zu einem Material, das ähnlich wie Leder, dafür aber günstiger, nachhaltiger und zugleich eine vegane Alternative ist. Das Material wird nicht gewoben, weshalb die Blätter nicht erst zu einem Faden gesponnen werden müssen. Bei der Produktion bleibt Biomasse übrig, die zu Dünger oder Biogas verarbeitet werden kann. Insbesondere als veganer Lederersatz wird das Material immer häufiger nicht nur von kleinen veganen Brands eingesetzt, sondern auch von diversen namenhaften Schuhbrands vereinzelt am globalen Markt angeboten.

Allerdings stoßen die bisher verfügbaren Vliesprodukte insbesondere bezüglich ihrer **mechanischen Stabilität** an ihre Grenzen. Leider hat das Material nur eine begrenzte Verwendbarkeit im Vergleich zur Verwendung von Garnen und kann als Lederersatz vor allem im Bereich von Accessoires, insbesondere Taschen, und Schuhe eingesetzt werden. Als Vlies- bzw. Verbundmaterial sind die Verwendbarkeit und der vielseitige Einsatz jedoch sehr stark begrenzt und der Einsatz für Oberbekleidung zurzeit nicht möglich.

Grundsätzlich verdeutlicht diese Entwicklung am globalen Markt die **zunehmende Bedeutung** von **Abfallprodukten aus der Lebensmittelindustrie** für die Textil- und Bekleidungsindustrie und bestätigt, dass das vorliegende Projekt **rechtzeitig relevante Marktthemen** aufgreift und weiterentwickelt. Ein Garn aus Ananasblattfaser könnte demnach von großer Relevanz für die Branche sein. Neben den ökologischen Vorteilen könnten Ananasblattfasergarne einen **signifikant größeren Absatzmarkt** im Bereich Bekleidung und Textilien bedienen, beispielsweise für die Herstellung von Jersey oder Mischgeweben.

3 Ganzheitlicher Ansatz zur Gewinnung von industriell verwertbaren

Ananasblatffasern

Eine holistische Betrachtungsweise von Nachhaltigkeitsthemen ist die Basis der Tätigkeiten der hessnatur Stiftung – eine gemeinnützige Stiftung mit dem Zweck der Forschung und Entwicklung angewandter Nachhaltigkeit in der Textilindustrie. Die hessnatur Stiftung hat einen ausgeprägten Institutscharakter. Ziel ist es, unterschiedliche Akteure der Textilindustrie auf dem Weg zur ganzheitlichen Nachhaltigkeit zu unterstützen und messbar voranzubringen. Die Umsetzung der Machbarkeitsstudie spinnfähiger Ananasblatffasern ist in Kooperation mit verschiedenen externen Dienstleistern des deutschen Mittelstandes sowie global tätigen Partnern und Experten erfolgt, die ab Kapitel 3.2 entsprechend benannt sind. Wir bedanken uns an dieser Stelle für ihren wertvollen Input zur Ausgestaltung des Projektes.

3.1 Intention der Machbarkeitsstudie

Die Intention des Projektes ist eine Untersuchung, inwiefern sich Ananasblatffasern in verschiedenen Produktionsketten zeigen. Dabei sollen die ökonomische Sinnhaftigkeit, die ökologische Verträglichkeit und geltende Sozialstandards berücksichtigt werden. In Anbetracht der derzeitigen Marktrelevanz von Vlies- bzw. Verbundstoffen aus Abfallprodukten des Ananasanbau zielt die vorliegende Machbarkeitsstudie auf eine neue Innovation: **spinnfähige Ananasblatffasern**, die eine breitere Verwendung für die Textil- und Bekleidungsindustrie, Garne beispielsweise im Bereich Rund- und Flachstrick, ermöglichen. Zum derzeitigen Zeitpunkt ist am Markt keine industriell verwertbare, spinnfähige Faser aus Abfallprodukten des Ananasanbau ausgreift. Hauptintention ist damit, ein biologisch abbaubares **Abfallprodukt** auf Basis nachwachsender Rohstoffe hinsichtlich der Eignung für den **textilen Kreislauf** hin zu evaluieren.

Produktionsketten spinnfähige Ananasblatffaser

Das Projekt fokussiert einen dualen Ansatz: eine **Rohfaser aus Bangladesch** zur Stärkung des dezentralen Anbaulandes und ein **Ausspinnen** nach europäischem Qualitätsstandard in mittelständischen Unternehmen **in Deutschland bzw. Europa**.

Die anwendungsbezogene Studie **umfasst die Wertschöpfungskette von der Faser bis zum Garn**. Evaluiert wird, inwieweit handwerklich geprägte, grobe Qualitäten in einen maschinenkompatiblen Prozess umgewandelt werden können. Im Vordergrund steht dabei das Prinzip der Einfachheit: der Einsatz einfacherer Maschinen, damit dieser Prozess dezentral (in den Dörfern in Bangladesch) stattfinden kann.

Verschiedene Spinnverfahren, etwa das Ring- und Nassspinnverfahren, werden auf ihre Eignung hin untersucht.

Nachhaltigkeitsbewertung

Ananasblattfaser

Human- und Umwelttoxikologie

Die **Rohfaser** wird auf die Einhaltung strenger, marktrelevanter human- und umwelttoxikologischer Kriterien für **Schadstoffrückstände** überprüft. Von Relevanz sind insbesondere Pestizide sowie Schwermetalle, die sich beispielsweise in Düngemitteln befinden können.

Der **Faseraufschluss** kann chemisch und mechanisch erfolgen, wobei insbesondere chemische Prozesse eine sehr hohe Relevanz für die ökologische Beurteilung haben. Deshalb sollen beim Faseraufschluss alle Prozessschritte wie z. B. die Degummierung untersucht und insbesondere hinsichtlich des Chemikalieneinsatzes bewertet werden. Dafür muss eine Analyse der eingesetzten Prozesschemikalien sowie ein Abgleich mit den Anforderungen anspruchsvoller internationaler Standards wie z.B. GOTS oder STeP erfolgen und ggfs. Substitute gefunden werden. Auf dieser Basis können Handlungsempfehlungen für die ökologische Performance des Faseraufschlusses gegeben werden.

Anbau, Rohstofferte und Fasererzeugung

Weiterhin soll die Verfügbarkeit und Eignung von **biologisch angebauter Ananas** untersucht werden. Auf Basis der Analysen sollen Handlungsempfehlungen erarbeitet und in einem zweiten Schritt gegebenenfalls Optimierungen angestoßen werden.

Klassischerweise wird das Entfernen der Blätter der Ananaspflanzen von Frauen getätigt. Es soll geprüft werden, inwieweit ein Zusatzverdienst für die lokale Bevölkerung möglich ist, wenn Abfall zu einem wertvollen Rohstoff wird.

Einer ganzheitlichen Betrachtungsweise entsprechend soll abschließend die Wirtschaftlichkeit der untersuchten Produktionsketten beurteilt werden. Das **ökonomische Potenzial** eines Garns aus Ananasblattfaser wird **mit Projektbeginn als vielversprechend eingeschätzt**. Nicht nur die signifikante

Menge an einem natürlichen, ungenutzten Rohstoff, der die Marktnachfrage nach Faserinnovationen bedienen kann, sondern auch die Möglichkeit eines breiteren Absatzmarktes im Vergleich zu bisherigem Vlies- und Verbundmaterial ist von hoher Bedeutung für diese Ersteinschätzung.

Diese Einschätzung gilt es im Projektverlauf zu validieren und entsprechend zu evaluieren, um Kernaussagen für die Wirtschaftlichkeit für die Produktionsketten, d. h. Anbauregionen, Produzenten und Brands, festhalten zu können. Im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsanalyse ist daher die Evaluation der folgenden Bereiche angestrebt:

Verfügbarkeit	Einschätzung der Verfügbarkeit der Rohfaser aus konventionellem und biologischem Ananasanbau.
Einsatzmöglichkeiten	Potenzielle Verwendung entsprechend den identifizierten Fasereigenschaften, z.B. für Oberbekleidung, Interieur.
Kosten	Einschätzung der Kosten für die unterschiedlichen identifizierten Verfahren und Einsatzmöglichkeiten bei Produktion in industriellem Maßstab
Marktanalyse	Anhand von Interviews mit Branchenexperten, insbesondere Mode- und Textilunternehmen und Brands, wird das Interesse an Ananasblattfasern und der konkrete Bedarf analysiert.

Weiterhin wird eine Recherche und Überprüfung bezüglich Aussagen zum **Textilkennzeichnungsgesetz** sowie **zollrelevanten Fragestellungen** durchgeführt, um die Evaluation mit rechtlichen Hinweisen abzurunden.

3.2 Vorgehensweise und Verfahren

Die Umsetzung des ganzheitlichen Ansatzes zur Gewinnung von industriell verwertbaren, spinnfähigen Ananasblattfasern erfolgte von Dezember 2019 bis September 2021 in **vier Stufen**, die mitunter parallel ablaufende Sub-Schritte beinhalteten. Die nachfolgende Abbildung bildet übersichtlich jene vier Stufen inklusive der relevantesten Verfahren und Vorgehensweisen ab, die in den nachstehenden Kapiteln separat erläutert werden.



3.2.1 Projektvorphase

Erstgespräche fanden bereits vor Beginn der Projektlaufzeit statt. In **persönlichen Treffen mit den Farmern des Ananasbaus und einem Verarbeitungsbetrieb der Ananasblätter vor Ort in der Region Rangpur** wurde im ersten Halbjahr 2019 der IST-Zustand der Ananasrohfasern ermittelt, um eine Ersteinschätzung zu Fasereigenschaften und Spinnfähigkeit treffen und Optionen für die Machbarkeitsstudie analysieren zu können. Die **hessnatur Stiftung** unternahm gemeinsam mit dem Kooperationspartner **Consulting Service International Ltd. (CSI)** einen mehrtägigen Besuch von Ananasproduzenten und dem Verarbeitungsbetrieb CHP Ltd., der zugleich auch ein Webereibetrieb für u. a. Teppiche, Handweberei und Körbe ist. Der Kooperationspartner CSI ist ein internationales Beratungsunternehmen mit Sitz in Hongkong und Dhaka, Bangladesch. Die Experten haben jahrzehntelange Erfahrung in der Qualifizierung von Lieferanten der Textilindustrie, u. a. in den Bereichen Ökologie und Sozialstandards.

In den Vorgesprächen wurde **großes Interesse** an der Verwertung eines Abfallproduktes seitens des Verarbeitungsbetriebes CHP Ltd. signalisiert.

Im Vorfeld des Projektbeginns wurden zudem **Expertengespräche mit mittelständischen Spinnereibetrieben** in Deutschland bezüglich der besonderen Eignung von Ananaspflanzen geführt. Mit der

Gebrüder Otto GmbH & Co. KG, ein in Deutschland ansässige Baumwoll-Spinnerei mit mehr als einem Jahrhundert Produktionserfahrungen, wurde die Fasereigenschaft von Ananaspflanzen und Anforderungen im Hinblick auf die Spinnfähigkeit gemeinsam erörtert. Vorgespräche wurden zudem mit den Experten des **STFI, Sächsisches Textilforschungsinstitut**, geführt, um eine Ersteinschätzungen zu Anforderungen an den Faseraufschluss zu besprechen.

3.2.2 Evaluation und Optimierung Rohfasererzeugung und Hechelprozess

Wie auch der Ananasanbau erfolgen die **ersten, manuell arbeitsintensiven Produktionsschritte** der hier evaluierten industriell spinnfähigen Ananasblattfaser dezentral in **Bangladesch**: das Einsammeln der Ananasblätter sowie- zentral- das maschinelle Walzen und Trocknen dieser.

Die **Ananasblätter** werden in der Region Rangpur an den Anbaufeldern von den Ananasfrüchten getrennt, d. h. abgebrochen, in Säcken gesammelt und zu lokalen Produktionsbetrieben gebracht. Zur **Separierung (Extraktion) der Rohfasern aus den Blättern** ist in Bangladesch, wie auch in den anderen Ländern mit Erfahrungen in der handwerklichen Produktion von Ananasblattfasern, eine rein manuelle Verfahrensweise, d. h. Keramikplatten oder Kokosnussschalen, verbreitet. Im Hinblick auf den damit verbundenen Arbeitsaufwand bzw. die Qualität und Ertragsmenge wurde für die Machbarkeitsstudie jedoch ein **Verarbeitungsbetrieb** ausgewählt, der **rein mechanisch** arbeitet. Der bereits benannte Verarbeitungsbetrieb der Blätter, CHP Ltd., ist einer der wenigen lokalen Produzenten, der bereits einen **simpplifizierten Raspador**, ähnlich eines Sisal Scrapers, **vor Ort aufgebaut** hat.

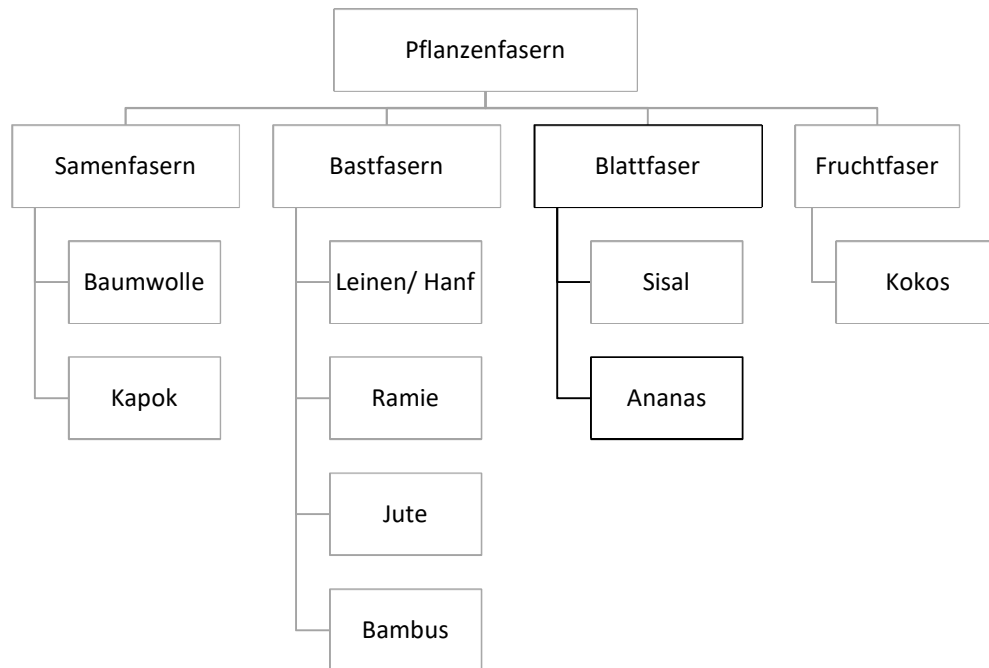
Eine **erste Begutachtung von zugesandten Rohfasermustern** seitens der Gebrüder Otto GmbH & Co. KG und des STFI ergab, dass die aus den Ananasblättern gewonnene Rohfaser als qualitativ hochwertig eingeschätzt und für die weiteren Prozesse der Garnherstellung geeignet bewertet wurden. Für das angestrebte **Testausspinnen im Ringspinnverfahren** wurde die eingesandte Faserprobe jedoch aufgrund einer hohen Menge an Nicht-Faserbestandteilen **zunächst als ungeeignet** eingestuft. Die Rohfaser eignete sich nicht für die Nutzung über die Karde.

Da bedingt durch die weltweite Pandemie mit Beginn der Projektlaufzeit keine weiteren internationalen Reisen getätigt werden konnten, erfolgte die anschließende **Optimierung** der Prozessschritte Fasererzeugung bzw. Hechelprozess ausschließlich in digitalen Gesprächen mit den Ansprechpartnern in Bangladesch. Entsprechende Optimierungen im Reinigungsprozess wurden seitens der Experten der hessnatur Stiftung im Austausch mit den Ansprechpartnern des Verarbeitungsbetriebes CHP LTd. digital erarbeitet. **Evaluiert** wurden sowohl **mechanische als auch chemische Lösungsansätze** für das **Trennen der Nicht-Faserbestandteile** von der Rohfaser. Dies geschah in Zusammenarbeit mit der **FVT (Faser Veredlung Tönisvorst) GmbH**, einem Unternehmen mit jahrzehntelanger Erfahrung u. a. in der Ausrüstung und Mischung von Natur- Synthesefasern, sowie dem belgischen Faserverarbeitungsunternehmen **Vandercastele**.

Nach erfolgreicher Optimierung der Ananasrohfasererzeugung bzw. des Hechelprozesses konnten verschiedenen europäischen Spinnereien und einem Testinstitut ab Oktober 2020 Testmengen an Rohfasern bereitgestellt werden, die als final spinnfähig bewertet wurden.

3.2.3 Durchführung und Evaluation Ausspinnung

Die Ananasblatffaser als Weiterverwertungsprodukt aus den Ananasblättern ist, wie im Namen bereits enthalten, der Pflanzenfaserkategorie der Blattfasern zuzuordnen. Zu dieser zählt, wie nachfolgend dargestellt, beispielsweise auch Sisal.



Mit Beginn der Machbarkeitsstudie wurde der Einsatz von **Ananasblatffasern** in der Textil- und Bekleidungsindustrie als **Ergänzung** zu vorhandenen marktrelevanten Fasern und damit der Erweiterung der Produktrange betrachtet. Eine vollständige Substitution anderer Pflanzenfasern erscheint nicht sinnvoll. Vorangegangene Projekterfahrungen haben uns gezeigt, dass die Implementierung von Faserinnovationen am Markt in **Intim-Fasermischungen** sinnvoller ist. Die positiven Eigenschaften der Fasern können so miteinander verbunden werden, um ein hochwertigeres Produkt zu erhalten. Eine solche bereits am Markt etablierte Fasermischung, die Vorteile beider Fasern vereint, stellt beispielsweise die Baumwolle-Kapok-Mischung dar.

3.2.3.1 Testausspinnung Kurzstapelspinnverfahren

Basierend auf jahrzehntelangen Erfahrungen mit dem Ausspinnen von Baumwolle und im gemeinsamen Austausch mit Experten von Forschungsinstituten und Spinnereien wurde abgeleitet, dass das **Kurzstapelspinnverfahren als gängigstes Verfahren** auch für die cellulosische Ananasblatffaser geeignet ist. Die chemische Zusammensetzung der Ananasblatffaser ist laut Information des Kooperationspartners CSI wie folgt: Holocellulose, Al-pha-cellulose, Hemicellulose, Lignin. Die Überprüfung der Spinnfähigkeit der Rohfaser für das Kurzstapelspinnverfahren erfolgte seitens des **STFI**. In der verfahrens- und ergebnisbezogenen Forschungs- und Entwicklungsarbeit des Instituts spiegeln sich klassische Textiltechnologien sowie innovative, unkonventionelle Lösungen für breiteste Anwendungsgebiete wider. Das STFI pflegt den Austausch mit Firmen und

Forschungseinrichtungen des In- und Auslandes und verfügt über eine vorbereitete Karde im Labormaßstab.

Die Testausspinnung der Ananasblatffaser im Kurzstapelspinnverfahren erfolgte mit pandemiebedingter Verzögerung schließlich im Dezember 2020 am STFI in zwei verschiedenen Intim-Cellulose-Fasermischungen: zum einen mit **Baumwolle** und zum anderen mit **Lyocell**. Zusätzlich zu den bereitgestellten 12kg Ananas-Handvollen aus Bangladesch wurden für die Testausspinnungen 20kg Baumwolle seitens der Spinnerei Gebrüder Otto GmbH & Co. KG zugesandt sowie 6kg TENCEL™ Lyocellfasern aus dem Bestand des STFI.

Für die Prüfversuche seitens des STFI wurden die Ananas-Handvollen in kurze Stapellängen, vergleichbar der von Baumwolle, geschnitten, um eine Vergleichbarkeit zu schaffen und die Spinnbarkeit auf gängigen Spinnmaschinen zu simulieren. Mittels Guillotine-Schneidwerk wurden die Fasern auf **44mm** (langer Baumwollstapel) geschnitten.

Alle Mischungskomponenten wurden separat voraufgelöst (Mischballenöffner, Stufenreiniger). Das Öffnen des Fasermaterials gestaltete sich problemlos. Im Anschluss wurden folgende **Fasermischungen manuell angesetzt**:

Mischprobe	1	6kg CO Ultima/USA	1,7 dtex	33 mm
50/50		6kg Ananasblatffaser	33 dtex	44 mm geschnitten
Mischprobe	2	6kg CLY	1,3 dtex	38 mm
50/50		6kg Ananasblatffaser	33 dtex	44 mm geschnitten

Die Fasermischungen wurden über den Putzereizug der Kardierung mittels **Walzenkarde mit Querbandabzug** zugeführt, anschließend ausgesponnen und auf **textilphysikalische Eigenschaften** hin geprüft.

3.2.3.2 Testversuch Wollkammgarnspinnerei

In Vorabgesprächen mit Experten der österreichischen Schoeller Spinning Group, einem Anbieter von Garnen mit Schwerpunkt Kammgarn, wurde über die Eignung einer Ananasblatffaser für das Kammgarnspinnverfahren beraten. Aufgrund vorangegangener Erfahrungen der Schoeller Spinning Group im Ausspinnen diverser Fasermischungen, beispielsweise Wolle und Leinen, wurde ein Eignung von Intim-Fasermischungen mit einer Ananasblatffaser zunächst machbar für das Kammgarnspinnverfahren eingeschätzt.

Im Testversuch im Labormaßstab musste im Sommer 2021 jedoch festgestellt werden, dass die vorliegende Faserprobe **zu grob** und **spröde** ist, um über die technischen Anlagen der Kammgarnspinnerei zu laufen.

3.2.3.3 Expertengespräche Eignung Leinen-/Langfasernassspinnverfahren

Parallel zur Testausspinnung seitens des STFI fanden digitale Erstgespräche mit einer Spinnerei in Ostpolen sowie der ungarischen Spinnerei Hungaro-Len Ltd. statt, um zu evaluieren, inwieweit die natürliche Wuchslänge der Ananasblätter genutzt und die Ananasblattrohlfaser über ein Leinennassspinnverfahren ausgesponnen werden kann.

Von einem umfangreichen Austausch mit dem **Leinen-Nassspinner in Ungarn** musste Abstand genommen werden, da dieser innerhalb der Projektlaufzeit **Insolvenz** angemeldet hat. Auch die **Spinnerei in Polen** stand aufgrund einer im Gegensatz dazu **hohen betrieblichen Auslastung** und pandemiebedingt, lediglich für Vorgespräche zur Verfügung. Die Rohfaser, die aus den Ananasblätter gewonnen werden konnte, ähnelt dem Erscheinungsbild gehechelter Leinenfasern. Insofern war die Eignung der Ananasblattfaser für die Spinnmaschinen der Leinen-Nassspinnerei von Interesse. Evaluiert werden sollte, inwieweit es auch hier den Zwischenschritt eines Hechelprozesses bedarf. Bedingt durch die globale Pandemie waren dringend notwendige Vorortbesuche für überzeugende Gespräche mit der der Spinnerei leider nicht umsetzbar, sodass eine Eignung der Ananasblattfaser für das Leinen-/Langfasernassspinnverfahren nicht tiefergehend betrachtet werden konnte.

3.2.3.4 Expertengespräch Eignung Jutespinnverfahren

Der Kooperationspartner CSI hat im Anfangszeitraum der Machbarkeitsstudie im Austausch mit einer Jutespinnerei in der Region Rangpur evaluiert, ob die Ananasblattrohlfaser für das Jutespinnverfahren geeignet wäre. Da auch hier die **grobe Qualität** der Rohfaser einen zusätzlichen Reinigungsaufwand bedeutet hätte, wurde dieser Machbarkeitsstrang nicht weiterverfolgt. Zusätzlich musste man anerkennen, dass die lokalen Jutespinnereien ein anderes Qualitätsbewusstsein haben und nicht gewohnt sind „textile“ Garne herzustellen. Zudem war der Betrieb nicht auf feine Garnstärken eingerichtet, die es für den europäischen Markt bedarf.

3.2.4 Nachhaltigkeitsbewertung und Wirtschaftlichkeitsanalyse

Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung wurde die über das Kurzstapelspinnverfahren ausgesponnene Ananasblattrohlfaser im Rahmen einer **toxikologischen Untersuchung** der Ananasblattfaser bei dem **Bremer Umweltinstitut** auf Schadstoffrückstände, insbesondere Schwermetalle und Pestizide, überprüft. **Weitere Nachhaltigkeitsaspekte**, etwa die Lohnentwicklung der lokalen Bevölkerung durch die Weiterverwertung von Abfallprodukten des Ananasanbaus sowie die Nutzung von anfallenden Abfallprodukten aus der Ananasblattrohlfaserherstellung, wurden mit Kooperationspartnern vor Ort gemeinsam in Gesprächen erörtert. Zudem wurde in Expertengesprächen mit Ansprechpartnern aus mittelständischen Unternehmen sowie kreativen Designern der Bedarf und die Einsatzmöglichkeiten eines **Ananasblattgarns** für verschiedene **Produktsortimente** evaluiert. Das Erarbeiten rechtlicher Hinweise zur Implementierung von Produkten aus Ananasblattfaser konnte aufgrund ausreichender Transparenz der Daten ohne weitere Expertengespräche erfolgen.

Die Evaluierung der verschiedensten Machbarkeitsstränge in den hier beschriebenen vier Stufen ermöglichte einen ganzheitlichen Ansatz zur Bewertung einer spinnfähigen Ananasblattfaser, die relevante Nachhaltigkeitsaspekte und Anforderungen des Marktes berücksichtigt.

3.3 Evaluationsergebnisse verwertbare/spinnfähige Ananasblatffaser

Die Machbarkeitsstudie zur Evaluierung einer spinnfähigen Ananasblatffasern bringt, wie in den folgenden Kapiteln dargestellt, Ergebnisse aus Testversuchen und Expertengesprächen hinsichtlich **verschiedenster Prozessschritte** in der textilen Wertschöpfungskette hervor. Die Ergebnisberichte der Testausspinnungen am STFI und Schadstoffanalysen am Bremer Umweltinstitut wurden zur Verfügung gestellt und fließen hier in die Darstellung der Evaluationsergebnisse ein. Nachfolgend dokumentiert sind zudem die Erkenntnisgewinne aus der **Nachhaltigkeitsbewertung**, **Wirtschaftlichkeitsanalyse** sowie abschließend zu **rechtlichen Relevanzen**.

3.3.1 Produktionskette

Zunächst dargestellt sind die Evaluationsergebnisse hinsichtlich der Eignung einer Ananasblatffaser für ausgewählte Prozessschritte der Textilproduktion von der Rohfasererzeugung über den Spinnprozess bis hin zur Produkteignung.

3.3.1.1 Rohfasererzeugung

Abhängig von der Art bzw. Sorte der Ananaspflanze sowie den Lichtverhältnissen in der Wachstumsphase haben Ananasblätter eine Länge von 55cm bis 75cm bei einer Breite von ca. 3 cm bis 5 cm. Für die hier erfolgte Ananasblatfrohfasererzeugung wurden die langen, dünnen Blätter der Ananaspflanze **maschinell gewalzt**, um Bastteile abzutrennen. Die geschnittenen Blätter laufen dazu im nassen, bzw. halbtrockenen Zustand, über den Raspador. Die resultierenden Rohfasern, die eine Länge von ca. 30-70cm haben, werden anschließend luftgetrocknet, wie auf den nachfolgenden Aufnahmen abgebildet.





Vorgespräche und -begutachtungen der ersten Rohfasern, die aus den gewalzten Ananasblättern gewonnen wurden, haben, wie bereits erwähnt, zunächst ergeben, dass diese aufgrund eines **zu hohen Anteils an Nicht-Faserbestandteilen** nicht spinnfähig waren. Wie in den nachfolgenden Kapiteln deutlich aufgezeigt, handelt es sich hierbei um einen **entscheidenden Faktor**, der über die Spinnfähigkeit bzw. die Qualität einer ausgesponnenen Ananasblatffaser bereits zu Beginn der Fasererzeugung entscheidet.

Grundlegend machen lediglich 20 Prozent eines Ananasblattes von einem Gewicht von ca. 100 Gramm die eigentliche Rohfaser aus. Die verbleibenden **80 Prozent** sind **Nicht-Faserbestandteile**. Entgegen der Erwartung bzw. Erfahrungen mit Nicht-Faserbestandteilen in der Bastfasererzeugung, haben sich eine technisch relevante Anzahl dieser jedoch nicht im maschinellen Walzprozess von selbst herausgelöst. Die Ananasblattrohfasern waren mit gebrochenen, holzähnlichen Kleinstteilen verunreinigt.

Es erforderte somit die **Implementierung eines Zwischenprozesses** zur Reinigung der gewalzten Rohfaser, d. h. ein Auskämmen der Nicht-Faserbestandteile. Auf Basis von Expertenempfehlungen erstellte der Verarbeitungsbetrieb in Rangpur ein **simplifiziert mechanisches Hechelbrett**, mit dem kleinere Mengen der Fasern gekämmt werden können. Der Einsatz des simplifiziert mechanischen Hechelbrettes ermöglichte dem lokalen Verarbeitungsbetrieb eine kostengünstige Methode und ein transportierbares Produkt ohne nennenswerte Stellfläche. Der Reinigungsprozess mit dem Nagelbrett

verlief erfolgreich, sodass die Kleinstteile von der halbtrockenen Faser getrennt werden konnten und eine spinnfähige Rohfaser entstand, die über eine Karde laufen konnte.

Trotz erreichter Optimierung der Qualität der Ananasblattrohfasern mittels Hechelbrett wurden im Verlauf der Machbarkeitsstudie weitere Optionen begutachtet, um zu evaluieren, ob andere Reinigungsverfahren, auch über einen rein mechanischen Prozess hinaus, zu einer noch höheren Spinnfähigkeit führen können:

- Sofern der Einsatz des Hechelbretts auch erfolgreich war, würde bei einem weiterführenden Einsatz des Hechelbretts Optimierungsbedarf bestehen, um eine industrielle Eignung zu erreichen. Den **Hechelprozess auf industrielle Maschinen** zu übertragen und einen vereinfachten Prozess zu entwickeln bzw. zu automatisieren, bedarf jedoch einer vor Ort Betreuung des Produktionsbetriebes, die aufgrund der weltweiten Reisebeschränkungen innerhalb der Projektlaufzeit nicht geleistet werden konnte.
- In digitalen Gesprächen wurde bereits erörtert, ob eine lokale **Modifikation des Raspadors** einen optimierten Reinigungsprozess begünstigen könnte. Schwerpunktartig ist der vorhandene Raspador in Bangladesch für die Herstellung von Bananenblattfasern ausgelegt. Auf Eigeninitiative hin konnte der lokale Verarbeitungsbetrieb einen optimierten Einsatz des Raspadors durch eine Veränderung des Profils der Walzen und eine optimierte Faserausbeute erreichen. Nicht-Faserbestandteile konnten somit auch ohne den Einsatz eines Hechelbrettes von der Ananasblattrohfasern gelöst werden.
- Zeitgleich angestoßene weitere Optionsüberprüfungen zur Implementierung eines Zwischenschrittes der Rohfaserreinigung haben gezeigt, dass keine markanten Veränderungen in der Weichheit durch **chemisch-mechanische Prozesse** vor Ort in Bangladesch erzielt werden können. Unter digitaler Anleitung wurden Zwischenprozesse der Degummierung, des Kochens und der Verwendung von Natronlauge im Labortechnikumsmaßstab durchgeführt. Diese brachten jedoch keine sichtbare Verbesserung der Rohfaser. Zudem bedarf es für den Einsatz von Natronlauge aufgrund der Umweltrelevanz eines geschlossenen Prozesses. Dieser lässt sich in Bangladesch derzeit allerdings nicht umsetzen. Anschließend initiierte Testversuche zur Reinigung der Rohfaser in Zusammenarbeit mit Produktionsbetrieben in Europa, VANDECASTEELE und FVT (Faser Veredlung Tönisvorst) GmbH, sollten Erkenntnisse bringen, ob beispielsweise die Kotonisierung der Ananasblattrohfasern über mechanisch-chemische Verfahren erfolgen kann. Nach erfolgreicher mechanischer Optimierung des Verfahrens in Bangladesch, wurde dieser Machbarkeitsstrang jedoch eingestellt.
- Zudem wurde die Eignung des Rösteverfahrens für den optimierten Rohfaseraufschluss von Ananasblattrohfasern mit lokalen Kooperationspartnern besprochen. Klimabedingt ist der **Faseraufschluss** mittels ökologisch nachhaltigerer **Tauröste** in Bangladesch nach Abschluss der Gespräche **nicht zu empfehlen**. Den Rohstoff in der Regensaison auf dem Feld liegen zu lassen, würde wahrscheinlich eine deutliche Qualitätsminderung verursachen. Die weitere Verarbeitung auf dem Raspador wäre dann eine Herausforderung, sodass von der Umsetzung dieses Verfahrens abgesehen wurde.

Grundsätzlich begünstigt das Trennen der Nicht-Faserbestandteile von der Rohfaser bereits dezentral in dem Anbauggebiet eine Reduktion des Transportvolumens und der -mengen. Ungereinigte Rohfasern bedeuten damit nicht nur Kostenachteile, sondern auch einen Mengenverlust, da die transportierte verunreinigte Menge nicht der tatsächlich spinnfähigen Ananasblatffaser entspricht. Mit **erfolgreicher Weiterentwicklung des mechanischen Reinigungsprozesses** in Bangladesch ist somit zu empfehlen, dass der qualitativ überzeugende Reinigungsprozess der Ananasblatfrohfaser aus wirtschaftlichen Gründen **vor Ort in Bangladesch angesiedelt** wird.

3.3.1.2 Spinnverfahren

Testausspinnung Kurzstapelspinnverfahren | Kardieren/ Strecken

Bereits mit Vorbereitung der Testausspinnung zeigte sich, dass die Ananasblatffasern trotz vielversprechender Vorbegutachtung **eher steif** sind und **keinerlei Kräuselung** aufweisen. Die Faserfeinheit der eingesandten Faserprobe lag mit 33 dtex um das 20-fache höher als die Faserfeinheit der beiden Mischungspartner Baumwolle und Lyocell. Dies ließ insbesondere hinsichtlich der Homogenität der Faserverteilung über den Garnquerschnitt nur mäßige Erfolge erwarten.

Für beide Mischungen wurden seitens des STFI alle Faserkomponenten einzeln voraufgelöst. Die **mechanische Auflösung** der Fasermischungen auf der **Karde** vollzog sich **störungsfrei**. Dabei lockerte sich bei der Ananasblatffaser jedoch lediglich die Faserbündelstruktur, führte aber **nicht** zu einer **Auflösung zur Einzelfaser**. Die nötige Bandhaftung wurde durch die jeweilige Mischungskomponente gewährleistet. Am Abnehmer der Karde wurde ein homogener Faserflor ausgebildet. Mit Hilfe des eingesetzten Querbandabzugs ließ sich der Faserflor zum Kardenband bündeln, bruchfrei abziehen und über den Kannenstock in die Spinnkanne führen.

Auffällig war das **hohe Abriebaufkommen**. Dies zeigte sich in den Walzengarnituren und am Gehäuse des Kannenstocks, wie in den nachfolgenden Abbildungen dargestellt.

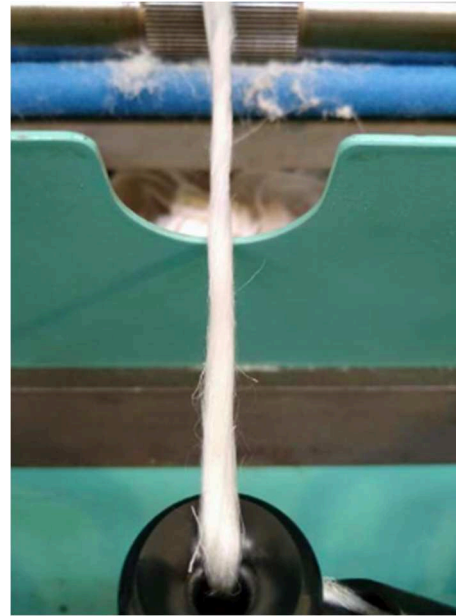
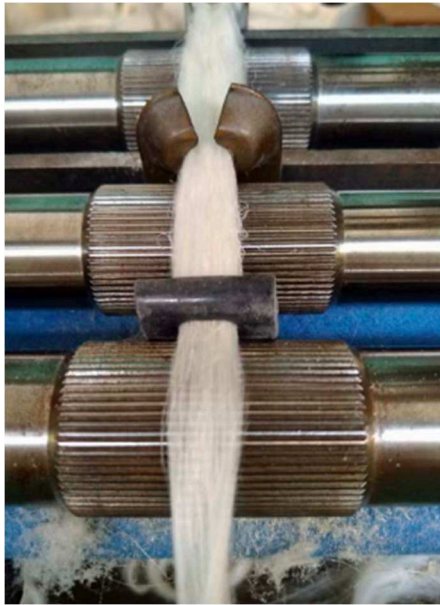


Für beide Fasermischungen konnte die gewünschte Kardenbandfeinheit von 5ktex (Nm 0,20) realisiert werden.

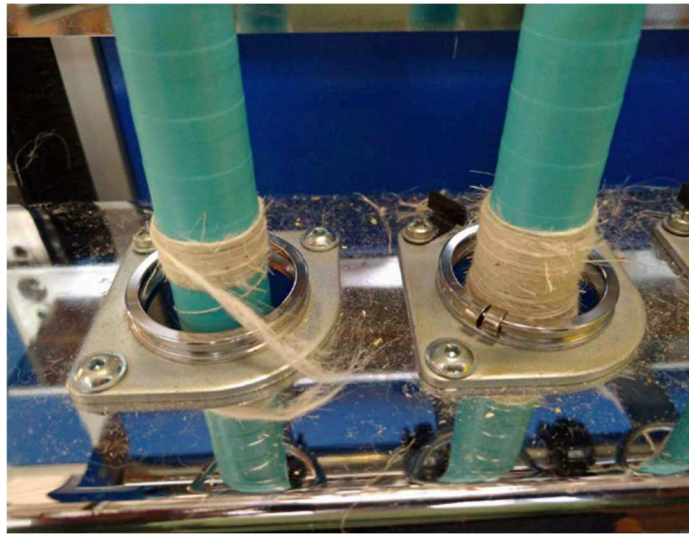


Bei der anschließenden **Qualitätsüberprüfung** mittels Uster-Tester, der die Bandungleichmäßigkeit (Masseschwankungen pro Längeneinheit) ermittelt, sind schlechte Werte gemessen worden. Eine Ursache dafür ist die gering eingesetzte Mischungsmenge. Korrekturen der Maschineneinstellung waren dadurch nicht möglich. Beim nachfolgenden Streckprozess wurden die Kardenbänder sechsfach doubliert vorgelegt. Mittels vor- und anschließendem Feinstreckprozess wurde das Streckenband auf eine resultierende Bandfeinheit von 4 ktex (Nm 0,25) verzogen. Die Bandungleichmäßigkeit konnte dabei leicht verbessert werden. Auch im Streckwerk kam es zu Ananas-Faserabrieb.

Am Flyer wurde eine Vorgarnfeinheit von 666tex (Nm 1,5) für beide Fasermischungen gewählt. Für die Mischungsvariante 50/50 **Ananasblatffaser/Lyocell** wurden 32 Drehungen pro Meter realisiert. Für die Mischungsvariante 50/50 **Ananasblatffaser/Baumwolle** musste die Anzahl der Drehungen auf 44 pro Meter erhöht werden, um die nötige Luntenhaftung gewährleisten zu können. Die steifen Ananasblatffasern standen in beiden Mischungsvarianten stark bis waagrecht aus der Materialachse der Flyerlunte ab. Ananasfaserabrieb war insbesondere am Streckwerk zu beobachten, wie nachstehend abgebildet.

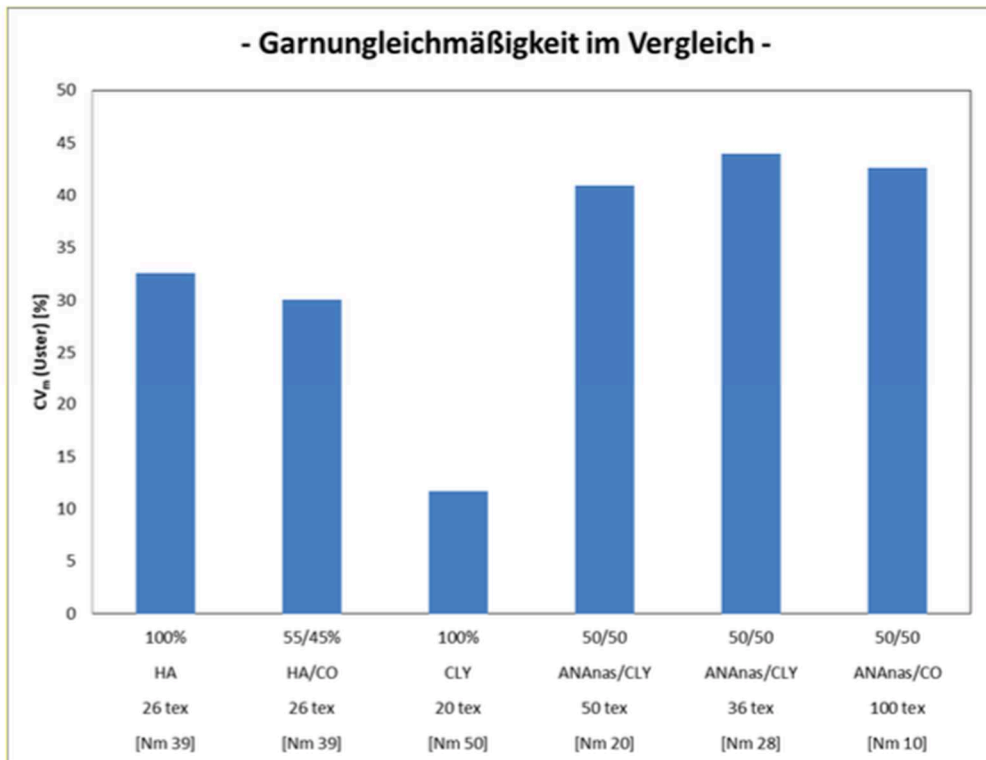


Für die Feingarnherstellung wurde eine Zielgarnfeinheit von 50tex (Nm20) angestrebt. Mit der Mischungsvariante 50/50 **Ananas/Lyocell** wurde dieses Ziel erreicht. Darüber hinaus konnte in einem weiteren Test die Garnfeinheit auf 36tex (Nm28) gesteigert werden. Die Erhöhung der Garnfeinheit ging jedoch mit einem deutlichen Verlust an Spinnstabilität einher. Dies zeigte sich insbesondere in einer Verdreifachung der Anzahl der Fadenbrüche. Für die Mischungsvariante 50/50 **Ananas/Baumwolle** hingegen musste der Spinnversuch für die Zielgarnfeinheit von 50tex (Nm 20) abgebrochen werden. Die Zielgarnfeinheit wurde auf 100 tex (Nm 10) reduziert und erneut versucht auszuspinnen. Dabei kam es zu massiven Anspinnproblemen. Daraufhin wurde der Drehungsbeiwert von 130 auf 160 erhöht, um einen Fadenschluss zu erreichen.

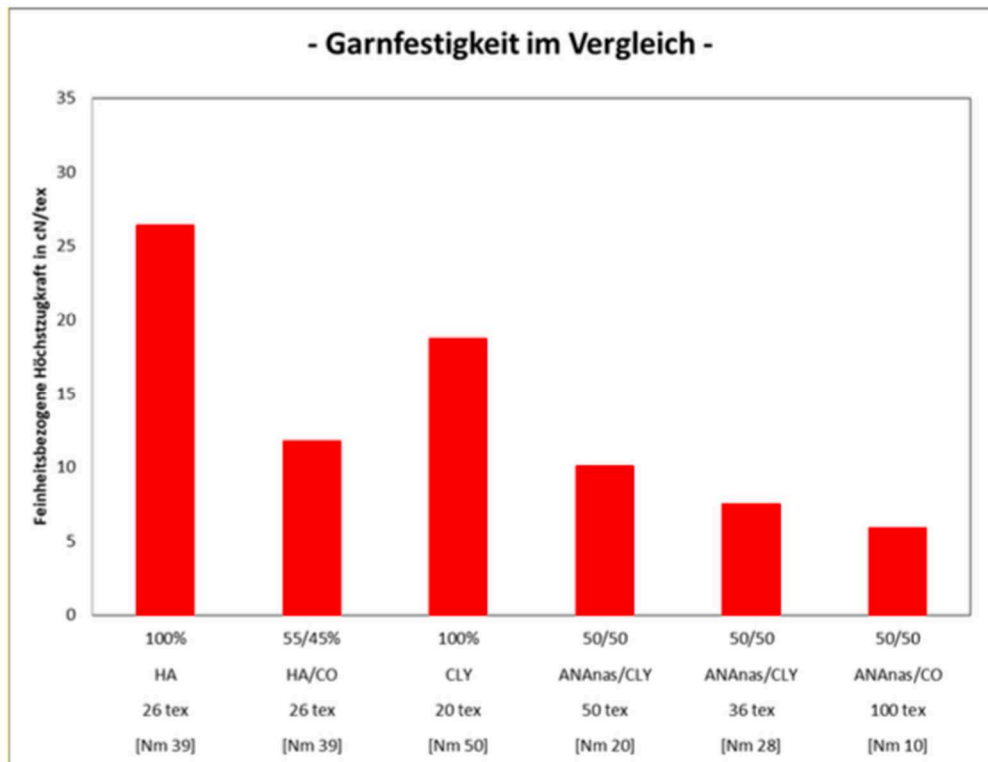


Im Ergebnis konnte also die Zielgarnfeinheit für die **Mischung mit Lyocellfasern erreicht** und **übertroffen** werden. Für die **Mischung mit Baumwolle** musste die Zielgarnfeinheit jedoch **halbiert** werden. Alle Versuchsgarne weisen eine haarige Oberfläche auf. Die groben Ananasfasern ohne feststellbare Kräuselung sträuben sich gegen eine Einbindung in den Garnverband. In Fortsetzung der Masseschwankungen pro Längeneinheit aller Zwischenprodukte wurde für das Garn ein höherer Wert festgestellt.

Als maßgebliche Charakteristika sind nachfolgend die Ergebnisse für die Garnungleichmäßigkeit bzw. die Garnfestigkeit im Vergleich verschiedenen Referenzgarnvarianten, u. a. Fasermischungen mit Hanf und Baumwolle (nassgesponnen), dargestellt. Die **Garnungleichmäßigkeit** aller Versuchsvarianten liegt, wie aus Abbildung 12 hervorgeht, deutlich über den Werten der Referenzgarnvarianten. Dies liegt sowohl am deutlichen Unterschied in der Faserfeinheit der beiden jeweiligen Mischungskomponenten als auch in der geringen Versuchsmaterialmenge.



Bezüglich der **Garnfestigkeit** konnte, wie nachfolgend abgebildet, eine Versuchsvariante in die Nähe einer Referenzgarnvariante gelangen. Die feinere Ausspinnung mit Lyocell bzw. die Mischung mit Baumwolle weisen nur mäßige Garnfestigkeiten auf.



Alle drei Versuchsgarnvarianten sind damit maximal für die **Strickerei** bzw. als **Schussfaden** in der Weberei **geeignet**. Der Einsatz als **Kettfaden** ist aufgrund der geringen erzielten feinheitsbezogenen Höchstzugkräfte **jedoch ausgeschlossen**.

Die Ergebnisse der Testausspinnungen im Kurzstapelspinnverfahren haben damit eine grundsätzliche **Herausforderung in der Faserstruktur** der für den Testversuch eingesetzten **Ananasblattrohfaser** erkennbar gemacht. Die äußere Faserstruktur ist im Vergleich zur inneren Faserstruktur deutlich grober und nur bedingt geeignet zur Herstellung von Intim-Mischungen im Kurzstapelspinnverfahren. Der Faserverbund mit sowohl Baumwoll- als auch Lyocellfasern findet nicht ausreichend statt, da der Faserkörper nicht kompakt genug ist.

In den nachstehenden REM Aufnahmen des STFI sind die freien Räume zwischen den Fasern sowohl im Garnlängs- als auch im Garnquerschnitt deutlich erkennbar.

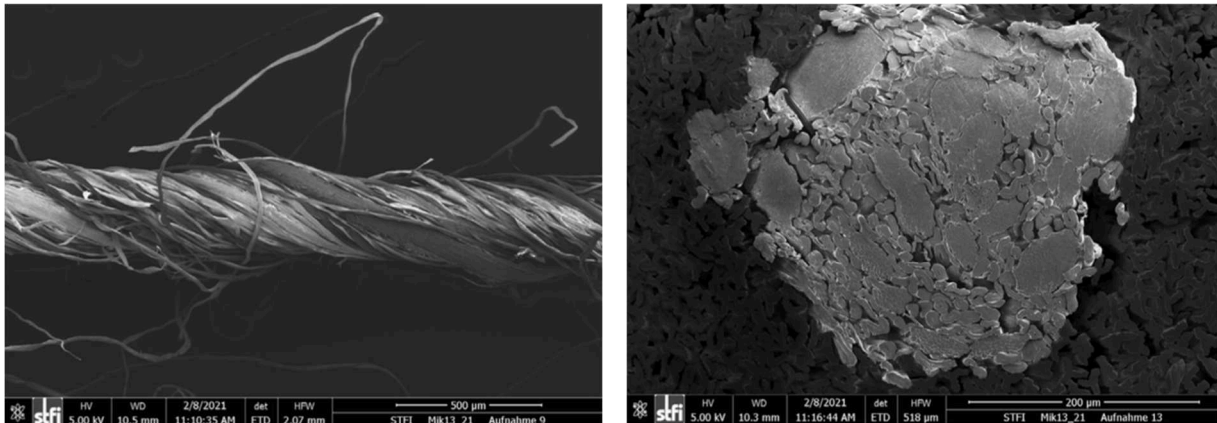


Abbildung 16: REM Aufnahmen Garnlängen- und Garnquerschnitt. 50 Baumwolle/50 Ananasblatffaser | 10 tex (Nm 100). STFI 2021.

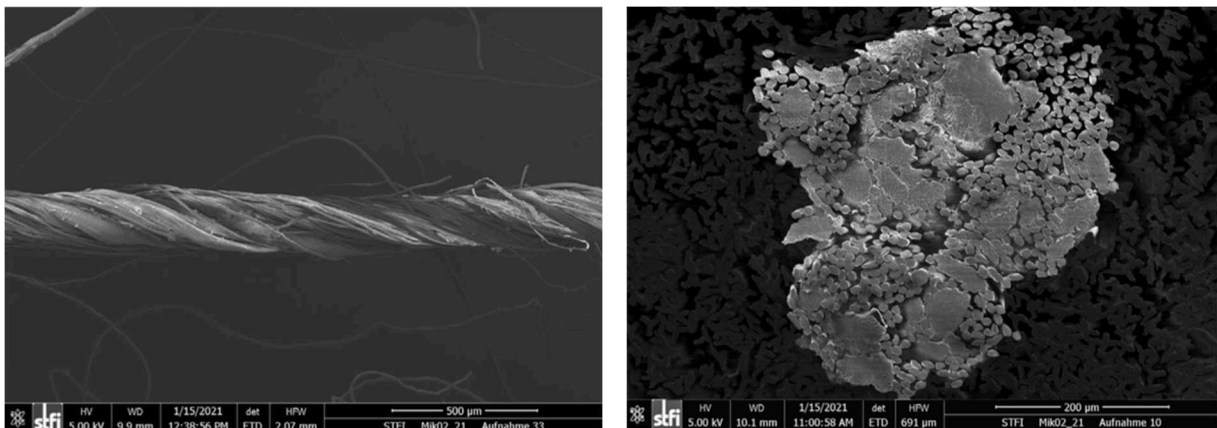


Abbildung 17: REM Aufnahmen Garnlängen- und Garnquerschnitt. 50 Lyocell/50 Ananasblatffaser | Nm 20. STFI 2021.

Die REM-Aufnahmen zeigen eine Vielzahl an Einzelfasern innerhalb eines Faserbündels. Diese gilt es schonend freizulegen. Insofern ist der **Faseraufschluss zu optimieren**, um die Faserbündelstruktur zu öffnen und in der Spinnereivorbereitung den mechanischen Aufschluss bis nahezu zur Einzelfaser zu ermöglichen.

Ein weiterer möglicher innovativer Ansatz könnte sein, die Verbundstruktur aufzulösen. Die nachstehenden REM Aufnahmen verdeutlichen, dass die Ananasblatffaser aus vielen „Mikrofasern“ besteht. Diese **Pektine** anzulösen, könnte dazu führen, dass sich die Faserstruktur weiter auflöst und eine feinere, weichere Faser entsteht. Herausfordernd kann jedoch sein, dass Pektine nur schwierig wieder loszulösen, d. h. auszukochen sind, da sich in dem Prozess meistens neue Pektine bilden.

Weitere Testausspinnungen über Machbarkeitsstudie hinaus

Basierend auf den Ergebnissen der Testausspinnung am STFI wurde ein **fachlicher Dialog** mit dem Forschungsinstitut für Textil und Bekleidung der **Hochschule Niederrhein** angestoßen, die anschließend ebenfalls Testversuche mit Ananasblatffasern im Ringspinnverfahren im Labormaßstab durchführten. Obwohl diese mit Projektende der Machbarkeitsstudie nicht vollständig abgeschlossen sind, konnte bereits ermittelt werden, dass dortige Ausspinnversuche zu ähnlichen Ergebnissen geführt haben. Jedoch musste festgestellt werden, dass die Garnfeinheit bzw. Haarigkeit deutlich verbessert werden konnte, da die Qualität der Rohfaser weiter optimiert wurde. Somit konnte in diesen Versuchen eine Garnfeinheit bis zu **Nm30** erreicht werden.

Unter Anleitung der in Bangladesch lokal ansässigen Mitarbeiter des Kooperationspartners CSI wurden über die Machbarkeitsstudie hinaus zudem erste Spinnversuche mit den neuen, vollständig gereinigten Ananasblatffaserproben durchgeführt. Die Faser konnte vor Ort **in Bangladesch** ausgespinnen sowie strickfähig gemacht werden. Diese Spinnversuche erfolgten in einer **Fasermischung mit recyceltem Polyester**. Aufgrund der weltweit gestiegenen Baumwollpreise sowie der am Markt positiv diskutierten Bilanz einer Lebenszyklusanalyse von recyceltem Polyester wurde entschieden, die synthetische Faser für die Spinnversuche zu nutzen.

Sofern diese Entscheidung aus wirtschaftlicher Betrachtung sinnvoll ist, wäre dennoch ein Ausspinnen mit cellulosischen Naturfasern, u. a. aus Nachhaltigkeitsperspektive, nach unserer Einschätzung zu präferieren. Zum einen wäre das (ungefärbte) Garn komplett biologisch abbaubar, zum anderen ist die Anfärbung einer Fasermischung mit Polyester aufwändiger, da es zwei verschiedene Farbsysteme für die Ananasblatffaser und Polyester braucht. So bedarf es beispielsweise eine Zweibadfärbung für das Anfärben von Polyester. Zudem kann die Faserzusammensetzung eine hohe Relevanz für das Story Telling der Produkte haben. Eine Mischung mit anderen Pflanzenfasern ermöglicht ein Produkt zu bewerben, dass eine Substitution marktrelevanter Fasern mit einem natürlichen Abfallprodukt erlaubt. Außerdem ist eine rein cellulosische Fasermischung biologisch abbaubar.

Das Garn konnte erfolgreich in **Nm36** ausgespinnen werden und ist somit auch für die Bekleidungsindustrie relevant, beispielsweise im Bereich Jersey. Bedingt durch die globalen Restriktionen konnten die detaillierten Schritte der Optimierung der Rohfaser sowie der Spinnversuche seitens der hessnatur Stiftung nicht vor Ort begleitet werden.

3.3.1.3 Textile Flächenherstellung (Stricken)

Zur weiterführenden Evaluation der Eignung einer spinnfähigen Ananasblattfaser für den Einsatz in der Textil- und Bekleidungsindustrie erfolgten am STFI **Strickversuche** mit Garnen beider Fasermischungen.

Zum Test des Laufverhaltens wurden die Strickversuche auf **Kleinrundstricktechnik** durchgeführt. Für die Testverstrickung wurden alle Versuchsgarne **paraffiniert**, um die abstehenden Faserenden an den Garnkörper anzubinden.

Die feinen Versuchsgarnvarianten der **Mischung mit Lyocell** konnten mit vereinzelter Lochbildung auf einer **Maschinenfeinheit E 18 (18 Nadeln/Zoll)** in einer geschlossenen Oberflächenoptik (dichtes Gestrück) verstrickt werden. Die grobe Versuchsvariante 100 tex (Nm 10) in **Mischung mit Baumwolle** ließ sich auf dieser Maschinenfeinheit **nicht verstricken**. Es wurde auf die **gröbere Maschinenfeinheit E 10 (10 Nadeln/ Zoll)** gewechselt. Hier ließ sich **nur eine geringe Strickdichte** umsetzen. Die Maschenstruktur erscheint deutlich lockerer.



Abbildung 18: Strickversuch 50/50 Ananas/CLY 36 tex | Nm 28.

Wie im vorangegangenen Kapitel bereits dargestellt, sind die Ausspinnungen der Ananasblattfaser an der Hochschule Niederrhein feiner ausgefallen. Entsprechend liefen die Strickversuche im Labormaßstab hier auch unproblematisch.

3.3.1.4 Färbeversuche

Im Sinne der ganzheitlichen Betrachtungsweise der Machbarkeit von nachhaltigen und spinnfähigen Ananasblatffasern ist zudem die Eignung der Faser-Intim-Mischungen für die textile Veredlung von hoher Relevanz. Grundlegend ist bekannt, dass Fasermischungen Farben im Vergleich zu Monomaterials weniger gut aufnehmen. Anhand der Probestrickmustern des STFI sollte ermittelt werden, ob die **Ananasblatffaser** als Cellulosefaser ein vergleichbares **Anfärbeverhalten**, wie beispielsweise Baumwolle oder Leinen, zeigt. Zudem wurde geprüft, ob es Unterschiede in der **Anfärbeintensität** zwischen den **Fasermischungen** mit jeweils **Baumwolle** und **Lyocell** gibt. Um die Farbaufnahmefähigkeit der verschiedenen Mischgewebssproben zu evaluieren, wurden beide Faser-Intim-Mischungen in folgenden Feinheiten untersucht:

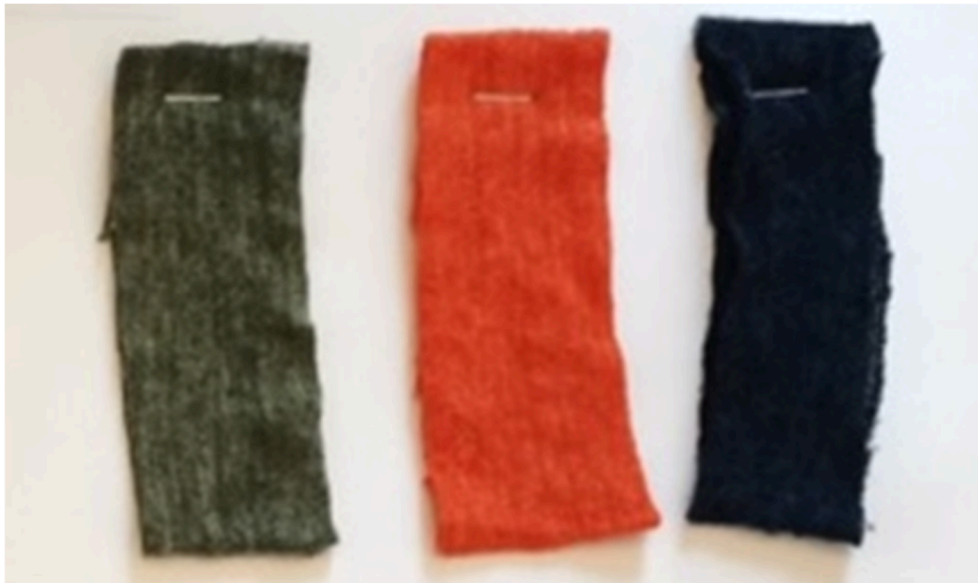
Faser-Intim-Mischung 50%Ananasblatffaser/50% CO: Nm10

Faser-Intim-Mischung 50%Ananasblatffaser/50%CYL: Nm28 & Nm20

Obwohl die Ananasblatffaser bereits einen sehr hellen natürlichen Farbton besitzt, wurden die Probestrickmuster in Vorbereitung auf die Färbeversuche standardmäßig zunächst mit Sauerstoffperoxid vorbehandelt. Im Rahmen einer Laborfärbung wurden dann **Reaktivfarbstoffe** auf die Mischproben aufgetragen. Reaktivfarbstoffe bieten sich aufgrund der Gebrauchsechtheiten und der ökologischen Nachhaltigkeitsbetrachtung für Cellulosefasern an (Reaktivfarbstoffe sind schwermetallfrei erhältlich).

Im Ergebnis zeigte sich ein **guter Aufziehgrad** in der der Anfärbung beider Faser-Intim-Mischungen. Bezüglich der **Egalität** zeigte sich, wie in den nachfolgenden Abbildungen ersichtlich, dass das Ergebnis der Fasermischung mit Baumwolle höher ist. In der Faser-Intim-Mischung Ananas/Lyocell wiederum ist die Anfärbung bei Lyocell im Verhältnis zur Ananasblatffaser geringer. Dies führt zu einem melangeartigen Warenbild. Zudem zeigen alle drei Probestrickmuster **zufriedenstellende Ergebnisse** hinsichtlich **Nass- und Trockenreibecktheiten** mit dem Crockmeter.





Grundlegend ist zu beachten, dass die Ergebnisse der Laborfärbung mit einer nur geringeren Menge an Probestrickmustern nur bedingt aussagekräftig sind. Eventuelle Fibrillierungseffekte, hervorgerufen durch Lyocell, konnten beispielsweise im Labormaßstab nicht ermittelt werden. Anbieten würden sich Anfärbeversuche mit größeren Mengen im Technikumsmaßstab.

Zur Verbesserung der Haptik wurde im Labormaßstab zudem ein **Softener** appliziert. Dadurch hat sich die Haptik subjektiv verbessert; der Griff ist weicher und weniger trocken.

3.3.1.5 Produkteignung

Die Testversuche haben gezeigt, dass eine **Intim-Fasermischung** aus **Baumwolle und Ananasblatffaser** weniger eine Qualitätssteigerung der Haptik als vielmehr der Optik bedeuten würde. Vergleichbar der Mischungen mit Leinen bekämen Wirk- und Webwaren kleinere Unregelmäßigkeiten, beispielsweise Knötchen, auf der Oberfläche. Insofern wäre die Intim-Fasermischung aus Baumwolle und Ananasblatffaser insbesondere für **flammgarnähnliche Optiken** geeignet und würde ein typisches Erkennungszeichen der Fasermischung ermöglichen. **Mischungen** mit **Lyocell** hingegen erhalten in der Griffigkeit einen „**wäschigen**“ **Charakter**. Die grundlegend geringe Griffigkeit von Lyocell wird durch die gröbere Ananasblatffaser verbessert.

Unter Berücksichtigung der **hier geprüften Handvollen** und des Spinnverfahrens konnte das Garn im Rahmen der Machbarkeitsstudie zunächst nur bis **Nm12** ausgesponnen werden. Somit wären Produkte aus dieser Intim-Fasermischung mit einer Ananasblatffaser aufgrund der groben Struktur des Garns beispielsweise für die Bereiche **Taschen, grobe Heimtextilien (Flachgewebe)**, etwa Vorhänge, Tischdecken und Hussen, sowie für **Jacken und Hosen** zu denken.

Die **weiterführenden Testversuche** mit Ananasblatfrohfasern, die mittels dem **optimierten Raspador bzw. Hechelprozess** gereinigt wurde, haben vor Ort in Bangladesch eine ausgesponnene Fasermischung mit Baumwolle in **Nm30** hervorgebracht. Dieses deutlich feinere Garn eignet sich insbesondere auch für **Jersey**. Insofern können bereits mit Beginn der ersten Versuche einer spinnfähigen Ananasblatffaser verschiedene Garnqualitäten angeboten werden, die einen vielseitigeren Einsatz ermöglichen.

Eine erweiterte Betrachtung der Produkteignung könnte über die Haptik und Feinheit hinaus auch **Nachhaltigkeitsaspekte** aufgreifen. Zur Diskussion würde dann stehen, welche Fasermischung für den Einsatz einer Intim-Mischung mit Ananasblatffaser geeignet ist. So weist beispielsweise Lyocell eine positivere Ökobilanz im Vergleich zu Baumwolle auf.

Ähnlich der Entwicklung von Hanfgarnen in der Textil- und Bekleidungsindustrie, die zunächst für die Denimproduktion eingesetzt wurden, aber über die Jahre weiterentwickelt werden konnten und nunmehr auch für feine Qualitäten, etwa im Bereich Accessoires (Schal) verwendet werden, kann die **Marktentwicklung** von Ananasblatffasern **vorsichtig** beginnen. Zunächst könnten grobe Garne am Markt genutzt und physikalische Eigenschaften weiter erforscht werden, um dann zu einem späteren Zeitpunkt feinere Garnqualitäten anzubieten.

3.3.2 Nachhaltigkeitsbewertung

In Anbetracht des Paradigmenwechsel in der Textil- und Bekleidungsindustrie hin zu einer unternehmerischen Verantwortung für nachhaltige Produktionsprozesse ist eine Nachhaltigkeitsbewertung der Ananasblatffaser unabdingbar. Die verschiedensten Stakeholder, von Produzenten über Bekleidungs- und Textilunternehmen sowie Verbände bis hin zum Endverbraucher, haben ein erhöhtes Bewusstsein für beispielsweise human- und umwelttoxikologischen Aspekte der Prozesse und Produkte, umweltrelevante Themen und ethisches Handeln.

Im Sinne des ganzheitlichen Ansatzes einer Nachhaltigkeitsbewertung unseres Institutes wurden sowohl ökologische und soziale Aspekte sowie ökonomische Kriterien unternehmerischen Handels berücksichtigt. Während das Kapitel 3.3.3 die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beinhaltet, wird im Folgenden auf die Evaluationsergebnisse der Schadstoffprüfung, Arbeitssicherheit und Stärkung des Einkommens in der ländlichen Region in Bangladesch eingegangen.

3.3.2.1 Schadstoffrückstände Rohfaser

Basierend auf den jahrzehntelangen Erfahrungen unserer Experten in der Nachhaltigkeitsbewertung des konventionellen Pflanzenanbaus wurden relevante Substanzgruppen identifiziert, die derzeit am Markt in Rohfasern nachgewiesen werden und eine human- und umwelttoxikologische Relevanz haben können. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie war insofern zu evaluieren, ob die Ananasblattrohfasern, die aus einem **konventionellen Ananasanbau** in der Region Rangpur stammt, ebenfalls Schadstoffrückstände aufweist.

Im Rahmen einer toxikologischen Untersuchung der Ananasblattfaser bei dem Bremer Umweltinstitut wurde auf Rückstände folgender Substanzgruppen geprüft: Pestizide inkl. Chlorphenole und Glyphosat sowie Schwermetalle. Die Testverfahren zur Untersuchung der Faserprobe im Prüflaboratorium des Instituts für Schadstoffanalysen waren wie folgt:

Chlorphenole inkl. o-Phenylphenol und Triclosan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extraktion mit Aceton 2. Derivatisierung mit Pentafluorbenzoylchlorid und Essigsäureanhydrid 3. Trennung, Identifizierung und Quantifizierung mittels GC/ECD und/oder GC/MS
Pestizide	<ul style="list-style-type: none"> ▪ In Anlehnung an § 64 LFGB L 00.0034:2010-09 und L00.00114:2007-12 (Multimethode mittels LC-MS/MS) ▪ Derivatisierung des Glyphosats nach saurer Extraktion mit FMOC-Cl, validiertes, nicht akkreditiertes Verfahren
Schwermetalle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Totalaufschluss (EN 15763:2010-04) ▪ Quantitative Bestimmung gemäß DIN EN ISO 17294-2:2017-01 mittels ICP-MS

Grundlegend sind die **Ergebnisse** der Schadstoffprüfung als **unauffällig** zu bewerten. Die meisten Parameter wurden als nicht nachweisbar geprüft, etwa im Bereich der Chlorphenole. Diejenigen Parameter, die **oberhalb der Nachweisgrenze** liegen, wurden mit den Grenzwerten für Rückstände in Waren eines marktrelevanten Textilstandards für Naturfasern, hier des Global Organic Textile Standard (**GOTS**), abgeglichen. Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, liegen die Werte größtenteils **unterhalb der Grenzwerte** des GOTS und entsprechen somit den **strengen Kriterien für biologisch erzeugte Naturfasern**.

Lediglich das Prüfergebnis des **Parameters Blei** zeigt dem ersten Anschein nach eine Abweichung zum im GOTS gelisteten Grenzwert von < 0,2 mg/kg. Zu beachten ist hier jedoch, dass die eingesandte Faserprobe mittels **Totalaufschluss** auf Schadstoffrückstände untersucht wurde; der GOTS hingegen listet die Grenzwerte für die Prüfung im **Eluat**. Im Allgemeinen sind Prüfwerte im Eluat erheblich geringer als vergleichbare Prüfungen im Totalaufschluss. Mit Hilfe eines Reduktionsmittels wird die

Faserprobe im Totalaufschluss zersetzt und auf festgebundene Schwermetalle getestet. Insofern muss das Prüfergebnis von 0,45mg/kg deutlich ins Verhältnis zum hier betrachteten Grenzwert von < 0,2 mg/kg gesetzt werden. Die jahrelangen Erfahrungen der Experten der hessnatur Stiftung im Bereich toxikologischer Prüfung von Fasern und Textilien haben gezeigt, dass das Ergebnis standardgemäß im Eluat erheblich niedriger ausfällt. Insofern liegt auch das das Prüfergebnis für Blei **innerhalb der strengen Kriterien des GOTS**.

	Parameter	Prüfergebnis Ananasblattfaser (Totalaufschluss)	Kriterien GOTS (im Eluat)
Pestizide	Chlorpyrifos-ethyl (2921-88-2)	0,03 mg/kg	-
	Profenofos (41198-08-7)	0,02 mg/kg	-
	Carbaryl (63-25-2)	0,01 mg/kg	-
	<i>Summe aller Pestizide</i>	<i>0,06 mg/kg</i>	<i>< 0,1 mg/kg</i>
Schwermetalle	Arsen	< 0,02 mg/kg	< 0,2 mg/kg
	Antimon	< 0,05 mg/kg	< 0,2 mg/kg
	Blei	0,45mg/kg	< 0,2 mg/kg
	Cadmium	< 0,02 mg/kg	< 0,1 mg/kg
	Chrom	0,2	< 1,0 mg/kg
	Kobalt	< 0,05 mg/kg	< 1,0 mg/kg
	Kupfer	2,8mg/kg	< 25 mg/kg
	Nickel	0,3mg/kg	< 1,0 mg/kg
	Quecksilber	< 0,005 mg/kg	< 0,02 mg/kg
	Thallium	< 0,01 mg/kg	-
	Zink	4mg/kg	< 750 mg/kg
Zinn	< 0,2 mg/kg	< 2,0 mg/kg	

Tabelle 1: Prüfergebnisse Schadstoffanalyse Ananasblattrohfaser. In Anlehnung an Darstellung Bremer Umweltinstitut 2021.

Sofern das Prüfergebnis der Schadstoffrückstände von Blei auch innerhalb des marktrelevanten Grenzwertes liegt, wird im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung dennoch Bezug auf den, im Vergleich zu anderen Schadstoffen, abweichenden Wert genommen. Grundlegend haben **Rückstände von Blei** eine humantoxikologische Relevanz im Eluat für den Endverbraucher, stellen jedoch eine **sekundäre Herausforderung**, hier die Kompostierbarkeit der Rohfaser, dar. Insofern gilt es, die Ursache der Bleirückstände in der Faserprobe zu betrachten.

Basierend auf Erfahrungen vorangegangener Projekte und Expertenschätzungen des Bremer Umweltinstituts ist ein Zusammenhang mit entweder Bodenverunreinigungen im Anbaugebiet oder Schadstoffrückstände in alten Wasserleitungen wahrscheinlich. Sofern Schwermetalle tatsächlich über die Wurzel der Pflanzen im Boden aufgenommen werden, sind Abhilfemaßnahmen nur bedingt zu identifizieren. Die Zusammensetzung des Bodens und damit **mineralische Verunreinigungen**, die als wahrscheinlichste Ursache vermutet werden, lassen sich kaum beeinflussen.

Aufgrund des geringen Prüfwertes im Totalaufschluss, wird das Ergebnis bzw. das Umsetzen konkreter Maßnahme als zunächst vernachlässigbar bewertet. Sofern jedoch eine Serienproduktion der Ananasblatffaser umgesetzt wird, wird eine stichpunktartige Überprüfung der Rohfaser auf Schwermetalle empfohlen. Das Prüfergebnis zeigt an, dass zumindest eine Sensibilität für Schadstoffrückstände entwickelt werden muss. Sofern die Schadstoffbeeinträchtigung jedoch auf **Bewässerungsanlagen** zurückzuführen ist, kann eine erneute Analytik der Faser Aufschluss hierüber geben. Zu testen ist dann im Eluat; auf eine erneute Schadstoffanalyse der vorliegenden Rohfaser wurde jedoch verzichtet. Wie bereits benannt, zeigen unsere Erfahrungswerte eine Differenz der Prüfergebnisse zwischen Testverfahren im Eluat und Totalaufschluss. Da der Prüfwert bei Testverfahren im Totalaufschluss im Allgemeinen geringer ausfällt, kann davon ausgegangen werden, dass eine Schadstoffanalyse der vorliegenden Faserproben ein Ergebnis unterhalb der Nachweisgrenze ergeben hätte.

Grundlegend interessant für weitere Betrachtungen human- und umwelttoxikologischer Einschätzungen der Ananasblattrohfasern könnten **Vergleichswerte von Schadstoffanalysen** von Rohfasern sein, die aus einem **biologisch kontrollierten Ananasanbau** stammen. Es kann jedoch festgehalten werden, dass die Ananasblattrohfasern aufgrund der hier evaluierten Testergebnisse ein vollständig biologisch abbaubares Produkt ist. Die Betrachtung der Färbeprozess sind hierbei jedoch außenvorgelassen.

3.3.2.2 Allergenes Potential

Sofern eine Schadstoffanalyse der Rohfasern oder auch Textilien bereits eine Evaluation hinsichtlich marktrelevanter Substanzen zulässt, kann eine erweiterte Betrachtung von enthaltenden Chemikalien zudem Rückschlüsse auf die Auswirkungen des Produktes beim Hautkontakt haben. Bekannt ist, dass die Ananasfrucht allergenes Potential für den Menschen hat. Als Kreuzallergie wirkt die Ananasfrucht bei Pollenallergien häufig als Allergen. Im Rahmen des hier beschriebenen optimierten Faseraufschlusses wurden jedoch **alle Nicht-Faserbestandteile von** der hier betrachteten **Ananasblattrohfasern getrennt**. Aufgrund dieses erweiterten Reinigungsprozesses sowie dem grundlegenden Waschen und Trocknen der Rohfaser kann nach Rücksprache mit Fachleuten aus Prüflaboren davon ausgegangen werden, dass **kein allergenes Potential für den Verbraucher** bei Hautkontakt besteht.

Allergenes Potential für Garne oder Textilien aus der Ananasblatffaser lässt sich jedoch in nachfolgenden Prozessen der weiteren Wertschöpfungskette vermuten. Im Rahmen der Textilveredlung können Bleiche, Softener und Farbstoffe zum Einsatz kommen, die ein allergenes Potential besitzen. Sinnvoll wäre daher, im Rahmen einer, über die Machbarkeitsstudie

hinausgehenden Betrachtung, gefärbte bzw. ausgerüstete textile Flächen aus Ananasblatffasern auf allergenes Potential zu untersuchen.

3.3.2.3 Rohstofferte Lohnentwicklung

Vor Ort Gespräche des Kooperationspartners CSI mit den lokalen Farmern der Ananasanbauplantagen haben aufgezeigt, dass die **Weiterverwertung des Abfallproduktes Ananasblätter** einen bedeutenden Zusatzverdienst für die lokale Bevölkerung bringen würde. Klassischerweise wird das Entfernen der Blätter der Ananaspflanzen von Frauen getätigt. Das Einsammeln und Abgeben der ungenutzten Blätter an den Verarbeitungsbetrieb würde nach Aussage der Farmer einen Lohn von **60 bis 80 US-Dollar** pro Ernte einbringen; ein substanzieller Einkommenswert in Bangladesch.

Da die Machbarkeitsstudie Testversuche lediglich im Labormaßstab geprüft hat, konnte bisher keine Erfahrung am Feld und damit eine Lohnentwicklung der Frauen vor Ort berücksichtigt werden. Im Rahmen der kommenden Ernte sollen erstmalig zwei Tonnen Ananasblattrohfasern gewonnen werden. Hieran anschließend wären erstmalig Feststellungen möglich, inwieweit das Einsammeln der Ananasblätter vom Feld tatsächlich eine positive Auswirkung auf den Lohn in den Anbauregionen hat und damit eine vulnerable Anspruchsgruppe gestärkt werden kann.

3.3.2.4 Ökologische Betrachtung Fasererzeugung

Im Rahmen der erfolgten Testversuche im Labormaßstab hat eine Dezentralisierung der Fasererzeugung in Bangladesch noch nicht stattgefunden. Die mechanische Fasererzeugung bzw. der Hechelprozess finden einzig beim dem Verarbeitungsbetrieb CHP Ltd. statt. Begehungen vor Ort in Bangladesch haben deutlich gemacht, dass viele Farmer in den Ananasanbaugebieten aufgrund einer mangelnden Anbindung an ein Stromnetz Dieselgeneratoren zur Stromerzeugung einsetzen. Diese erhöhen den ökologischen Fußabdruck einer Ananasblatffaser, sollte die Weiterverarbeitung der Blätter am Feld erfolgen. Nach den jetzigen Erkenntnissen wird empfohlen, die Raspadoren nicht bei den Farmern am Feld aufzustellen, sondern weiterhin bei den Verarbeitungsbetrieben zu belassen.

Es erscheint sinnvoller, den oben beschriebenen Zusatzverdienst über das Einsammeln der Ananasblätter zu erreichen. Somit kann auch auf zunächst angedachte Trainings bzw. den Wissensaufbau bei den Farmern zur Arbeitssicherheit im Umgang mit Raspadoren verzichtet werden.

3.3.2.5 Biologischer Ananasanbau

Der Ananasanbau in der Region Rangpur erfolgt konventionell und damit nicht gebunden an die biologische Landwirtschaft. Die traditionellen Methoden des Ananasanbaus bergen ökologische Nachhaltigkeitsrisiken, die sowohl eine human- als auch umwelttoxikologische Relevanz haben.

Aufgrund eines fehlenden Fruchtwechsels bei der Bewirtschaftung der Ananasplantagen ist insbesondere die Bodenerosion eine ökologische Herausforderung im konventionellen Ananasbau. Zudem werden mineralische Düngemittel zur Steigerung der Ernteerträge und chemische Pestizide eingesetzt, die für die lokale Bevölkerung ein Gesundheitsrisiko darstellen und dezentral Boden- und Grundwasserverunreinigungen verursachen können.

Bedingt durch die weltweite Pandemie konnten keine Begehungen von Ananasplantagen mit biologischer Landwirtschaft in Bangladesch stattfinden. Im Rahmen eines anderen Projektes zur Entwicklungszusammenarbeit konnte die hessnatur Stiftung jedoch einen ersten Kontakt zu Produzenten des biologischen Ananasbaus in Ostafrika herstellen. Erstgespräche haben bestätigt, dass der biologische Anbau wirtschaftlich machbar ist.

3.3.2.6 Weiterführende Kreislaufschließung

Ausgehend von der Hauptintention der Machbarkeitsstudie soll der Aspekt der Kreislaufschließung an dieser Stelle weitergedacht werden. Nicht nur die gewalzten Ananasblätter können dem (textilen) Ressourcenkreislauf zugeführt werden. Auch die **Abfallprodukte der Rohfaserherstellung** eignen sich für eine Weiterverwertung. Die Vielzahl an cellulosischen Nicht-Faserbestandteilen, die mechanisch herausgelöst werden, können für die Papierherstellung genutzt werden. Dazu gibt es bereits funktionierende und vielversprechende Ansätze in Bangladesch. Auch über andere Verwendung der Nichtfaserbestandteile wird vor Ort nachgedacht.

Zudem ist denkbar, das Abfallprodukt des Ananasbaus als **Recyclingprodukt zertifizieren** zu lassen. Zu betrachten wäre hier beispielsweise der Global Recycled Standard (GRS), ein Produktstandard zur unabhängigen Zertifizierung von Recyclingmaterialien. Der GRS, für den Textile Exchange die Verantwortung trägt, zielt nicht auf die Spezifikation von wiederverwerteten Materialien, sondern auch auf Anforderungen einer nachhaltigeren Produktionsweise.

3.3.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Die zugrundeliegende Annahme eines **preisgünstigen Abfallproduktes** der Lebensmittelindustrie hat sich im Projektverlauf **nicht bestätigt**. Obwohl sich weltweit in den Anbaugebieten der Ananasfrüchte eine signifikante Menge an Abfallprodukten – Ananasblätter für die Weiterverwertung – finden lässt, ist die **derzeitige Rohstoffverfügbarkeit an Ananasblattrohfasern** im Anbauland **Bangladesch geringer** als zunächst erwartet.

Die Herausforderung in der Bereitstellung der Rohfasern liegt insbesondere in dem **Mangel an maschinellen Walzen**, dem Raspador, in den lokalen Verarbeitungsbetrieben. Insofern bleibt momentan eine Vielzahl an vorhandenen Ananasblättern ungenutzt für die Weiterverwertung, da diese nicht weiterverarbeitet werden können. Zu beachten ist hierbei, dass **ein Kilogramm Ananasblattfasern** aus einer Menge von ca. **50-60 Kilogramm Ananasblätter** gewonnen wird, die im Raspador gewalzt und geschnitten werden müssen. Zudem führen aufstrebende Markttrends im Bereich Materialinnovationen aus veganem Leder in Bangladesch bereits zu einem Rohstoffabverkauf der gewalzten Pflanzenblätter bzw. damit einer Auslastung der wenigen Raspadoren. Ökonomisch war eine weitere Anschaffung von maschinellen Walzen für die Produktionsbetriebe bisher durch die Exklusivität der Ananasblattrohfasern nicht darstellbar. Eine grundsätzliche Bereitschaft zum Investment in Maschinen besteht bei den lokalen Kooperationspartnern. Diese geht jedoch mit dem Anliegen einer **Abnahmegarantie** seitens Weiterverarbeitungsbetriebe bzw. Industriepartner einher, die gewalzte Rohfasern dann containerweise abnehmen müssten. Sofern dann größere Mengen an

Ananasblattrohfasern produziert werden, könnte sich möglicherweise auch der Preis des maschinell-handwerklichen Produktes verringern. Auf konkrete Aussagen hierzu wollten sich lokale Kooperationspartner jedoch noch nicht festlegen, da die Ananasrohfasernproduktion bisher nur im Rahmen des Pilotprojektes betrachtet wurde und nicht im industriellen Maßstab.

Derzeit wird das **Kilogramm Ananasblattrohfasern** für **10 US-Dollar** am globalen Markt angeboten. Der **Einsatz im Fasergemisch** mit beispielsweise Bio-Baumwolle muss als **Wertsteigerung des Garns** verstanden werden. Es handelt sich um ein Nischenprodukt. In Anbetracht der derzeitigen Preisschwankungen für Naturfasergarne sind dezidierte Kalkulationen mit langfristiger Aussagekraft für den Markt nicht darstellbar. Der Marktpreis von Baumwollgarnen steigt derzeit signifikant und weitere Schwankungen bzw. Preissteigerungen sind zu erwarten. Es gilt, den Markt in dieser nicht planbaren Situation zunächst zu beobachten. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass sich Intim-Fasermischungen mit Ananasblattfasern im Preisbereich Leinen-Mischungen befinden werden. Zudem steigen z.Z. neben den Garnpreisen auch die Frachtkosten stark an, so dass derzeit auch hier eine aussagekräftige Preisgestaltung nicht machbar ist. (Zur Zeit des vorliegenden Reports sind die Containerfrachtpreise fast 10fach überhöht.)

3.3.4 Marktanalyse

Um die derzeitige Nachfrage an Pflanzenfasern bzw. die Relevanz des Einsatzes einer Ananasblattfaser am Markt in einer Ersteinschätzung abbilden zu können, wurde ab Mitte 2021 ein Gegenwartsbild von relevanten Marktteilnehmern im Naturfaserbereich eingeholt. Gespräche und Interviews mit Produktentwicklern und Einkäufern verschiedenster mittelständiger Bekleidungsunternehmen sowie Designern kleiner Fashionbrands haben bestätigt, dass der Einsatz von Naturfasern erneut an Relevanz gewonnen hat. Die erhöhte Sensibilität der verschiedensten Stakeholder für ein Naturbewusstsein führt zu einer **erhöhten Nachfrage an nachhaltigen Lösungsansätzen und Naturfaserinnovationen**. Zugleich wird das **Storytelling** über das Produkt, u. a. die Rohstoffherkunft, auch aus Marketingsicht immer bedeutender. Produkte müssen es ermöglichen, Informationen über die Produktionskette transparent erzählen zu können. Der Einsatz der Ananasblattrohfasern ermöglicht nicht nur die Entwicklung ganzheitlicher Naturfaserprodukte in verschiedenen Garnqualitäten, sondern eben jenes Storytelling: eine Rohfaser aus den Abfällen der Lebensmittelindustrie.

In Einzelinterviews wurde sich beispielsweise mit der **Hess Natur-Textilien GmbH, Marktführer im Bereich Naturtextilien**, ausgetauscht. Aufgrund des unternehmensinhärenten Fokus auf Naturfasern ist man traditionell an Innovationen im Bereich Pflanzenfasern interessiert und hat bereits in der Vergangenheit ergänzend mit Faserinnovationen, beispielsweise mit Bambusbast, gearbeitet. Insofern besteht ein großes Interesse an einem Einsatz von Ananasblattfasern sowohl im Bereich **Flachgewebe als auch Jersey**.

Zudem wurde mit den Einkäufern eines Versandhandelsunternehmens für Damen- und Herrenmode gesprochen. Die schnellwechselnden Zyklen der modernen Textil- und Bekleidungsindustrie bedingen einen kontinuierlichen Wechsel auch bei den Fabrics. Ein Einsatz von rauen, kernigen Haptiken mit größeren, leinenartigen Strukturen und Unregelmäßigkeiten werden von kurzen Zyklen an weich

fallenden, glänzenden Stoffen abgelöst. Insofern besteht Bedarf an Naturfasern mit kernigerer Haptik insbesondere für den Produktbereich **Jersey**. Aufgrund des derzeit geringeren Einsatzes von beispielsweise Leinenfasern, würde eine Kollektion aus Ananasblatffasern hier zunächst ein **Nischenprodukt** darstellen. Vergleichbare Aussagen kamen u. a von einem Hemdenanbieter.

Das Interesse an Ergänzungen im Naturfaserbereich konnte nicht nur im Austausch mit mittelständischen Unternehmen bestätigt werden, sondern auch in Gesprächen mit Kreativdesignern der Textil- und Bekleidungsindustrie. Die Berliner Modedesignerinnen **Esther Perbandt** und **Cläre Caspar** zeigen Interesse an kernigen Haptiken mit leinenartigen Strukturen für ihre jeweiligen Kollektionen. Die Flammgarnoptik der Ananasblatffaser bedient das derzeitige Interesse ihrer Kunden, die für den Einsatz Faserinnovationen dankbar sind.

Das dänische Unternehmen **Kvadrat**, bekannt für Textildesigninnovationen, führt zudem einen wichtigen Erfahrungsaspekt im Bereich Flachgewebe an. Die Hanffaser gewinnt am Markt im Bereich Interieur und Dekorationsstoffe immer mehr an Bedeutung. Insofern ist eine Ergänzung bzw. Alternative durch die Ananasblatffaser hier besonders spannend. Für die Kollektionen spielen in diesen speziellen Segmenten Naturfasern eine große Rolle.

3.3.5 Rechtliche Relevanzen

Im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung umfasst die vorliegende Machbarkeitsstudie über die Evaluation der Eignung für verschiedene Spinnverfahren und einer Nachhaltigkeitsbetrachtung von Ananasblatffasern hinaus auch eine Kurzbetrachtung relevanter Aspekte der europäischen Gesetzgebung. Aufgezeigt werden Anforderungen des Textilkennzeichnungsgesetzes sowie zollrelevante Themen, die für den Markteintritt von Produkten aus Ananasblatffaser von Relevanz sind.

3.3.5.1 Textilkennzeichnungsverordnung

Die Beschreibung der Faserzusammensetzung für den Einsatz von textilen Produkten aus Ananasblatffasern im europäischen Markt bedarf der Einhaltung rechtlicher Vorgaben gemäß **Artikel 5 „Bezeichnungen von Textilfasern“ Absatz 1** der EU-Textilkennzeichnungsverordnung. Zu beachten ist, dass nur die exakten Textilfaserbezeichnungen nach Anhang I verwendet werden dürfen. Bisher zugelassen sind beispielsweise die am Markt etablierten Pflanzenfaserkennzeichnungen für etwa Baumwolle (Anhang I, Nr. 5) und Hanf (Anhang I, Nr. 8).

Beschreibungen der Faserzusammensetzung aus Intim-Fasermischungen mit Ananasblatffasern, können entsprechend den Anforderungen in **Anhang I, Nr. 48 der EU-Textilkennzeichnungsverordnung** (EU-Textilkennzeichnungsverordnung) gekennzeichnet werden, die wie folgt lautet:

Nummer	Bezeichnung	Beschreibung der Fasern
--------	-------------	-------------------------

48	Bezeichnung entsprechend dem Stoff, aus dem sich die Fasern zusammensetzen, z. B. Metall (metallisch, metallisiert), Asbest, Papier, mit oder ohne Zusatz „Faser“ oder „Garn“	Fasern aus verschiedenen oder neuartigen Stoffen, die vorstehend nicht aufgeführt sind
----	---	--

Für die Kennzeichnung der Ananasblatffaser basierend auf dem Stoff, aus dem die Faser entstammt, gilt dann die nachfolgende Beschreibung:

Nummer	Bezeichnung	Beschreibung der Fasern
48	Ananas	Faser aus den Blättern der Ananaspflanze

Bei Faser-Intim-Mischungen ist die Prozentanzahl absteigend nach Mischverhältnis anzugeben, beispielsweise 60%CO/40%Ananas. Zu empfehlen ist neben der rechtlich bindenden Auslobung des Produktes **Zusatzbeschreibungen** aufzunehmen, um gegenüber dem Verbraucher und interessierten Stakeholdern Transparenz zu schaffen. Anbieten würde sich etwa eine erweiterte Beschreibung gemäß folgendem Beispiel: Baumwolle aus kontrolliert biologischem Anbau und Ananas aus Ananasblatffaser.

3.3.5.2 Zollrelevante Aspekte

Für die Einfuhr von Ananasblatfrohfasern nach Europa bzw. die Einreihung dieser in den Zolltarif gelten die zolltarifrechtlichen Einreihungsregeln. Der Zolltarif stellt ein systemisch aufgebautes Warenverzeichnis dar. Waren sind insofern einer bestimmten Nummer, einer Codenummer, zugeordnet (vgl. Zoll 2021). Grundlage des Zolltarifs ist die Verordnung (EWG) Nr. 2658/87.

Die Ananasblatfrohfaser fällt unter die Zolltarifnummer (Warennummer) des **Kapitels 53** „ANDERE PFLANZLICHE SPINNSTOFFE; PAPIERGARNE UND GEWEBE AUS PAPIERGARNEN“ des Abschnitts XI „SPINNSTOFFE UND WAREN DARAUS“. Gemäß der weiteren Unterklassifikation ist die Ananasblatffaser der **Tarifnummer 5305** zuzuordnen: „Kokos, Abaca (Manilahanf oder Musa textilis Nee), Ramie und andere pflanzliche Spinnstoffe, anderweit weder genannt noch inbegriffen, roh oder bearbeitet, jedoch nicht versponnen; Werg und Abfälle von diesen Spinnstoffen (einschließlich Garnabfälle und Reißspinnstoff)“ (Zoll 2021).

Zu beachten ist, dass kein Drittlandzollsatz für die Einfuhr der Ananasblatffaser anfällt, sofern diese tatsächlich vor Ort in der Anbauregion durch Faseraufbereitung bzw. Hechelprozesse vorbereitet wurde. Für die Ananasblätter an sich gelten als Abfallprodukt andere Regelungen.

4 Conclusion

Eine **spinnfähige Ananasblatffaser** aus den Abfällen des Ananasanbaus für die Lebensmittelindustrie ist **machbar**. Die Ananasblatffaser kann insofern als eine Ergänzung zu den bisherigen marktrelevanten Fasern betrachtet werden. Die anwendungsorientierte Machbarkeitsstudie hat aufgezeigt, dass unterschiedliche Faser-Intim-Mischungen mit cellulosischen, aber auch synthetischen Fasern, eine breitere Verwendung der Ananasblatffaser für die Textil- und Bekleidungsindustrie zulassen.

Entscheidend für die Spinnfähigkeit ist eine auf die Ananasblätter abgestimmte Faseraufbereitung, die Nicht-Faserbestandteile vollständig von der Rohfaser herauslöst. Erfahrungen im Projekt haben deutlich gemacht, dass **Optimierungen der Faseraufbereitung** bzw. des Hechelprozesses vor Ort in Bangladesch nicht nur umsetzbar, sondern auch wirtschaftlich sinnvoll sind. Das Transportvolumen und entsprechend die Kosten verringern sich entscheidend. Von vorangegangenen Annahmen, dass europäische Produzenten zum Erreichen einer qualitativ hochwertigeren Ananasblatthohfaser eingebunden werden müssen, konnten durch das Engagement der Kooperationspartner vor Ort und daraus folgenden Erkenntnissen Abstand genommen werden. Die Bereitstellung einer **spinnfähigen Ananasblatffaser** seitens der **Produktionsbetriebe in Bangladesch** für verschiedene **Garnstärken** ist zeitnah **möglich**.

Die **Spinnversuche** im Labormaßstab waren **erfolgreich**. Die Rückmeldung der Spinnereien aber waren einhellig, dass es **industrieller Spinnversuche bedarf**. Ein Übertragen von einem Labormaßstab in industriellen Maßstab setzt jedoch voraus, dass die einzelnen Partner der textilen Wertschöpfungskette miteinander in den Austausch gehen. Es muss über die Sinnhaftigkeit des Paraffinierens von Fasermischungen mit Ananasblatffaser gesprochen werden.

Die Evaluation der verschiedenen Machbarkeitsstränge haben verdeutlicht, dass in der Region Rangpur ein hohes Interesse und ein notwendiges Qualitätsbewusstsein vorhanden sind, um ein spinnfähiges Vorprodukt herzustellen. Von Bedeutung ist mit Abschluss der vorliegenden Studie die Option einer **Betrachtung und Bewertung des ausgesponnenen Garns vor Ort in Bangladesch**. Hierfür sind Begehungen, Prüftests und Gespräche vor Ort notwendig, um die Performance des Garns zu begutachten und gegebenenfalls zu optimieren. Erstgespräche lassen vermuten, dass einfache Garne vor Ort erreicht werden können, aber anspruchsvolle Garne, beispielsweise in Mischungen mit hochwertigen Edelhaaren, von deutschen Spinnereien verarbeitet werden sollten. Die Gebrüder Otto GmbH & Co. KG hat diesbezüglich Interesse angemeldet.

Es braucht einen **Folgeprozess**, um diese beiden Machbarkeitsstränge zu moderieren und in einem Industriemaßstab dezentral und in Deutschland zu begleiten. Die Umsetzung im Industriemaßstab ermöglicht dann auch, die Annahme einer Sozialoptimierung vor Ort in Bangladesch, beispielsweise eine Verbesserung der Lohnstruktur von Frauen in der Region Rangpur, zu analysieren.

Ergänzung im Juni 2023.

In der Zwischenzeit ist im Frühjahr 2023 nach einem Besuch von Rolf Heimann in Bangladesch weiter an der industriellen Umsetzung zu Garnherstellung gearbeitet worden.

Auch sind in der eigentlichen Faserproduktion die mechanischen Schritte weiter verfeinert worden. Die spinnfähige Ananas Faser steht in zunehmend besserer Qualität zur Verfügung. Die Fasern laufen zwischenzeitlich erheblich besser über die Karde.

In zwei Spinnereien in Dhaka wurden auf der Industrieanlage Garne in Ne 30 in der Intimmischung mit 50% BW Baumwolle erfolgreich versponnen. Die Garne sind anschließend erfolgreich zu Single Jersey gestrickt worden.

Jetzt stehen noch industrielle Färbeversuche mit den entsprechenden physikalischen Prüfungen an. Wir hoffen, auch in absehbarer Zukunft im deutschen und europäischen Raum Material zur Verspinnung zur Verfügung zu haben.

Bei weiter reichenden Fragen wenden Sie sich gerne direkt an
Rolf Heimann CEO hessnatur stiftung
Mail: rolf.heimann@hessnatur-stiftung.org

Quellenverzeichnis

Bremer Umweltinstitut (2021). Analysebericht. Persönliche Kommunikation, nicht öffentlich zugänglich.

EU-Textilkennzeichnungsverordnung (2011): VERORDNUNG (EU) Nr. 1007/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02011R1007-20180215&from=DE>

Market Report (2021): Preferred Fiber & Materials Market Report 2021. Textile Exchange. https://textileexchange.org/wp-content/uploads/2021/08/Textile-Exchange_PREFERRED-Fiber-and-Materials-Market-Report_2021.pdf

STFI (2021). Versuchsbericht zur Testausspinnung von Ananasfasern aus Bangladesh nach dem Kurzstapel-/Baumwollspinnverfahren. Persönliche Kommunikation, nicht öffentlich zugänglich.

Zoll (2021): Informationen zum Zolltarif und zur Ermittlung der Codenummer.