

Hanffaser und Hanfbast



Erzeugung von Hanffaser und Hanfbast

Yvonne Wetzig und Dr. Sophie Richter

unter Mitarbeit

von Markus Dehne; Elke Thiele und Heike Metschies,
Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)

Projektidee: Yvonne Wetzig

Besonderen Dank an Dr. Sebastian Miersch und Dr. Stefanie Wetzel
sowie an die Versuchsstation Pommritz

Im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung.....	8
1 Einleitung.....	9
2 Hintergrund zum Nutzhanfanbau.....	10
2.1 Botanische Eigenschaften	10
2.2 Entwicklung des Hanfanbaus	10
2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	11
3 Problemstellung und Zielsetzung.....	12
4 Material und Methoden.....	14
4.1 Standortbedingungen	14
4.2 Versuchsaufbau und untersuchte Faktoren	16
4.3 Verfahrensschritte von Anbau zur Ernte der Kultur	17
4.3.1 Entnahme von Bodenproben	18
4.3.2 Bodenbearbeitung und Aussaat	18
4.3.3 Düngung und Pflanzenschutzmittel	19
4.3.4 Ernteverfahren	20
4.4 Bonituren und Analysen	22
4.4.1 Prüfung der Materialeigenschaften am Textilforschungsinstitut	22
4.4.2 Laboraufschluss von Hanffasern	23
4.5 Statistische Auswertung.....	24
5 Ergebnisse und Diskussion	26
5.1 Entwicklungs- und Wachstumsverlauf von Nutzhanf	26
5.2 Sortenversuch mit zwei Stickstoff-Düngevarianten	28
5.3 Untersuchungen zur Faserqualität.....	33
5.3.1 Zug- und Biegefestigkeit im Epoxidharzverbund	33
5.3.2 Faseranteile in Hanfsorten	37
5.3.3 Ergebnisse der mechanischen Faserisolierung	39
6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	43
Literaturverzeichnis.....	45

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Klimadaten für den Standort Pommritz in den Jahren 2023 und 2024.	15
Abbildung 2:	Versuchsanlagen des Hanffaser- und Hanfbastversuches in Pommritz.....	17
Abbildung 3:	Bodenprobeentnahmegerät montiert auf einem Raupenfahrwerk	18
Abbildung 4:	links: 4-Schar-Wendepflug mit Zahnpackerwalze; rechts: Parzellendrillmaschine von Wintersteiger mit Lemken Doppelscheibenschar	19
Abbildung 5:	Ernte von Hanf; a: Balkenmähwerk mit Doppelmessern und Auffangplatte, ohne Haspel; b: Ernte Hanfblütenstände; c: 1. Schnitt, Hanfblütenstände geerntet; d: Ernte Hanffasern; e: Ernte Hanffasern ; f: Stängelbündel pro Parzelle im BigBag; g: Wiegen der Faser mittels Waage am Frontlader; h: Probentrocknung mit Kaltluft ...	21
Abbildung 6:	Schema des Ablaufes vom Rohstoff bis zur Prüfung der Materialeigenschaften	23
Abbildung 7:	Trockenmasseertrag der Hanfsorten im Jahr 2023 und 2024 im Mittel über beide Düngestufen	30
Abbildung 8:	Pflanzenlänge der Hanfsorten in cm im Mittel über beide Düngestufen der Versuchsjahre 2023 und 2024.....	31
Abbildung 9:	Technische Stängellänge der der Hanfsorten in cm im Mittel über beide Dünge- stufen der Versuchsjahre 2023 und 2024	32
Abbildung 10:	Übersicht Baststreifen nach Hanfsorten geordnet.	34
Abbildung 11:	Faseranteil der Hanfsorten nach mechanische Faserfreilegung in 10 Durchgängen ...	40
Abbildung 12:	Fasergehalt in % der Sorten im Mittel über beide Düngestufen, Versuchsjahr 2024	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Summe der Globalstrahlung und Wärmesummen von April bis September am Standort Pommritz, Datengrundlage: LfULG (2025)	16
Tabelle 2:	Eckdaten des Versuches zur Erzeugung von Hanffaser und Hanfbast am Standort Pommritz	17
Tabelle 3:	Stickstoffdüngungsstufen der Hanfversuche	20
Tabelle 4:	Entwicklungsverlauf von Hanf im Jahr 2023 und 2024	27
Tabelle 5:	Erträge und Pflanzenlänge der Hanfsorten in Abhängigkeit von der Stickstoff- düngung (Stufe I und II) in Pommritz (2023–2024)	29
Tabelle 6:	Ergebnisse der Zugprüfung geharzter Proben 2023 (Proben ungeröstet)	35
Tabelle 7:	Ergebnisse der Zugprüfung geharzter Proben 2024 (Proben ungeröstet)	36
Tabelle 8:	Ergebnisse zur Prüfung der Biegefestigkeit in 2024 nach DIN EN ISO 14125	37

Tabelle 9: Faserbestandteile in den Sorten von Hanf in % der Trockensubstanz (Mittelwert aus 4 Proben je Sorte und Düngestufe).....	39
Tabelle 10: Mittelwerte der erhobenen Parameter zur Faseranalyse der Hanfsorten	40

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Säure-Detergenzien-Faser
ADL	Säure-Detergenzien-Lignin
aNDFom	Neutral-Detergenzien-Faser
A_o	Oberfläche
BESyD	Bilanzierungs- und Empfehlungssystem Düngung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
dt	Dezitonne
σ_m	Zugkraft
ϵ_m	Dehnung
E_{mod}	Elastizitätsmodul
FH	Höchstzugkraft
GD	Grenzdifferenz
ha	Hektar
KAS	Kalkammonsalpeter
KCanG	Konsumcannabisgesetz
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
N	Stickstoff oder die Einheit Newton
N_{min}	mineralischer Stickstoff
Rfa	Rohfaser
RP	Rohprotein
SMEKUL	Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft
S_{min}	mineralischer Schwefel
STFI	Sächsisches Textilforschungsinstitut

TFZ	Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe, Straubing
$t_{\text{Prüfung}}$	Zeit bis zum Reißen der Probe
σ_m	querschnittsbereinigte Zugkraft

Zusammenfassung

Der ab dem 20. Jahrhundert an Bedeutung verlierende Nutzhanf (*Cannabis sativa* L.) erlebte in den letzten Jahren einen kleinen Aufschwung als wiederentdeckte Kulturpflanze. Für den Anbau von Faserhanf sind Spezialwissen und -technik sowie Erfahrung notwendig, die in Sachsen nur noch teilweise zur Verfügung stehen. Aufgrund des Wandels und des geplanten Aufbaus verschiedener Verarbeitungslinien in Sachsen wurde der Hanffaser- und Hanfbastversuch auf der Versuchsstation des Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in Pommritz angelegt.

Ziel des Projektes war die Ermittlung geeigneter Sorten für die Faser- und Bastgewinnung unter Berücksichtigung von zwei verschiedenen Düngevarianten. Im Versuch wurden Sorten geprüft, die sowohl gezielt für die Fasernutzung als auch für eine Mehrfachnutzung gezüchtet wurden. Des Weiteren wurde die Technik zur Ernte speziell angefertigt und über den Versuchszeitraum weiter optimiert. Dadurch kann Hanf als Langfaser in einem Parzellenversuch sicher und effizient geerntet werden.

In den Versuchen lag der Strohertrag der Hanfsorten (Stängel unterhalb der Blütenstände) zwischen 45 bis 108 dt/ha Trockenmasse. Den höchsten Ertrag erreichte die Faserhanfsorte Muka76. Die bedarfsgerechte Stickstoffdüngung beeinflusste das Ergebnis signifikant und führte zu einer Erhöhung des Ertrages um bis zu 15 %. Einen Einfluss der Düngemenge auf die Faserausbeute und Qualität konnte hingegen nicht nachgewiesen werden. Aus den Ergebnissen lässt sich außerdem ein größerer Einfluss von Standort und Witterungsbedingungen ableiten. Ein optimal gewählter Aussaattermin, Bodentemperaturen ab 10 °C und ausreichend Bodenfeuchte im Wachstumsverlauf stellen Grundvoraussetzungen für eine gute Ernte dar.

Nutzhanf ist durch den geringen Bewirtschaftungsaufwand, die hohe Stickstoffnutzungseffizienz und den geringen Pflanzenschutzmittelbedarf eine vielversprechende Kulturpflanze. In Sachsen und Umgebung existieren Initiativen und Unternehmen wie die VOFA Vogtlandfaser GmbH & Co. KG oder die FUSE GmbH, die sich mit der Verarbeitung von Naturfasern beschäftigen. Ergänzend übernehmen Netzwerke und Vereine wie Sachsen-Leinen e.V. eine wichtige koordinierende Rolle, indem sie neue Technologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette fördern. Für einen langfristig ökonomisch nachhaltigen Anbau ist es jedoch entscheidend, insbesondere regionale Absatzwege zu erschließen und weiter auszubauen.

1 Einleitung

Nachwachsende Rohstoffe gewinnen im Zuge des Ressourcen- und Klimaschutzes zunehmend an Bedeutung. Insbesondere pflanzliche Rohstoffe bieten Potenziale, fossile Ressourcen in verschiedenen Industriebereichen zu ersetzen, beispielsweise bei der Erzeugung von Hochleistungskunststoffen. Von besonderem Interesse sind dabei Kulturen, die regional angebaut und verwertet werden können und somit eine Möglichkeit regionaler Wertschöpfung bieten.

Der Nutzhanf (*Cannabis sativa* L.) ist eine Kulturpflanze mit vielfältigen historisch gewachsenen Nutzungsmöglichkeiten. Hanfaser und Hanfbast werden als Grundlage für die Erzeugung von Dämmmaterialien aller Art, Baustoffen sowie Produkten in der Textilindustrie verwendet. Zudem werden die Bastfasern und Schäben des Stängels als Industriewerkstoff in der Zellstoff- und Papierindustrie genutzt. Auch die Samen besitzen aufgrund ihres hohen ernährungsphysiologischen Wertes eine zunehmende Bedeutung im Lebensmittel- und Futtermittelbereich. Für medizinische Zwecke und als Nahrungsergänzungsmittel werden zudem die Blüten und Blätter des Nutzhanfes verwendet.

In Deutschland ist in den letzten Jahren ein steigendes Interesse am Nutzhanfanbau zu beobachten. Laut Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) hat sich die Anbaufläche seit 2015 auf 7.000 ha versiebenfacht (BLE, 2022). Auch in Sachsen wächst das Interesse an dieser Kultur, obwohl die Anbauflächen mit 345 ha im Jahr 2024 (BLE, 2024) bislang noch vergleichsweise gering sind. Insbesondere der geringe Bewirtschaftungsaufwand macht den Hanf zu einer guten Alternative zur Erweiterung der Fruchtfolge. Trotz der zunehmenden Bedeutung bestehen weiterhin Herausforderungen im Anbau. Neben produktionstechnischen Fragen stellen insbesondere rechtliche Vorgaben sowie Melde- und Nachweispflichten zusätzliche Anforderungen an landwirtschaftliche Betriebe.

Das aktuelle Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Erzeugung von Hanffaser und Hanfbast dient als Grundlage für bundesweite Hanffasersortenversuche und soll den Wissenstransfer für die Landwirte in Sachsen unterstützen. Der vorliegende Kurzbericht fasst die Erfahrungen und Ergebnisse der Versuchsjahre 2023 und 2024 zusammen.

2 Hintergrund zum Nutzhanfanbau

2.1 Botanische Eigenschaften

Hanf oder auch Nutzhanf (*Cannabis sativa* L.) gehört zu der Familie der Nutzhanfgewächse (*Cannabaceae*) und hat seinen Ursprung in Zentralasien. Der Nutzhanf ist eine einjährige und ursprünglich diözische (zweihäusig) Pflanze, d.h. es gibt männliche und weibliche Pflanzen. Durch gezielte Züchtung konnten jedoch monözische Sorten entwickelt werden, die beide Geschlechter auf derselben Pflanze tragen. Heute werden für die Fasernutzung hauptsächlich monözische Sorten im Anbau verwendet.

Die Pflanzen erreichen Höhen von bis zu 4 m und können eine lange Pfahlwurzel mit bis zu einer Länge von 2,5 m ausbilden. Dadurch ist Hanf in der Lage Wasser- und Nährstoffvorräte aus tieferen Bodenschichten zu erschließen.

2.2 Entwicklung des Hanfanbaus

Die Hanfpflanze gehört zu den ältesten und vielseitigsten Nutzpflanzen der Menschheit und wurde über viele Jahrhunderte hinweg als Rohstoffpflanze kultiviert. Insbesondere wurde er als Faserpflanze für die Seilproduktion, Textilien und Papierindustrie sehr geschätzt. Im 20. Jahrhundert verlor der Nutzhanf an Bedeutung, da er als natürlicher Rohstoff für die Faserindustrie zu teuer wurde. Zudem geriet er aufgrund seines Cannabinoids Delta-9-Tetrahydrocannabinol, kurz THC, zunehmend als Drogenpflanze in Verruf. Daraufhin wurde in vielen Ländern ein Anbauverbot verhängt. So wurde der Anbau auch in Deutschland durch Änderung des Betäubungsmittelgesetzes (BtMG) im Jahr 1982 verboten.

Durch das derzeit steigende Umweltbewusstsein der Bevölkerung und die sich verändernden klimatischen Bedingungen hat der Hanfanbau in den letzten Jahren einen Aufschwung als wiederentdeckte Kulturpflanze erlebt. Nutzhanf ist im Anbau relativ anspruchslos, bedarf nur weniger Pflanzenschutzmittel und wächst schnell, sodass die Kultur je nach Sorte schon nach 4 Monaten erntereif ist.

In Deutschland spiegelt sich dieses Interesse anhand steigender Anbauflächen wider. Der Hanfanbau in Deutschland hat sich, nach seinem Tief von den Jahren 2000 bis 2014, von 2015 bis 2022 mit fast 7.000 ha Anbau versiebenfacht (BLE, 2022). In den Jahren 2023 bis 2024 gab es einen Zuwachs von 1.282 Hektar, wobei die Anzahl der anbauenden Betriebe von 663 auf 623 sank (BLE, 2024). Allein in Sachsen verdoppelte sich die Anbaufläche innerhalb eines Jahres. Von 160 ha im Jahr 2023 (SMEKUL, 2024) stieg die Fläche auf 345 ha im Jahr 2024 (BLE, 2024) an. Im Vergleich zu anderen ackerbaulichen Kulturen ist das eine extrem geringe Anbaufläche.

2.3 Rechtliche Rahmenbedingungen

Seit 1996 dürfen zugelassene Nutzhanfsorten wieder angebaut werden, allerdings nur von landwirtschaftlichen Betrieben und nur dann, wenn der Gehalt an Tetrahydrocannabinol (THC), dem in den Blüten enthaltenen psychoaktiven Wirkstoff, nicht über 0,3 Prozent liegt (BLE 2024). Im Jahr 2012 erreicht der Nutzhanfanbau in Deutschland mit 424 Hektar seinen Tiefpunkt. Grund dafür war der Wegfall der EU-Verarbeitungsbeihilfe als Fördermöglichkeit (BLE 2024). Mit der Nutzhanfliberalisierung im September 2024 wurden erste Änderungen des Konsumcannabisgesetzes (KCanG) vorgenommen, die den Anbau betreffen.

Die folgende Auflistung wichtiger Informationen und rechtlicher Hinweise wurden den „Informationen zum Anbau von Nutzhanf gemäß Konsumcannabisgesetz (1/2026)“ sowie dem Merkblatt „Für Landwirte, die im Jahr 2026 Nutzhanf anbauen“ der Bundesanstalt für Landwirtschaft- und Ernährung (BLE) entnommen und mit Hinweisen des sächsischen Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) zusammengefasst:

- Der **Anbau von Nutzhanf ist nur den Unternehmen der Landwirtschaft** im Sinne des § 1 Abs. 4 des Gesetzes über die Alterssicherung der Landwirte (ALG) **erlaubt**.
- Der **Anbau von Nutzhanf ist** bei der BLE **anzuzeigen**.
- **Andere Unternehmen** (z. B. der Forstwirtschaft, des Garten- und Weinbaus, der Fischzucht) **sowie Privatpersonen**, die Landwirtschaft nicht als berufliche Tätigkeit selbständig oder in einem landwirtschaftlichen Unternehmen ausübt, **dürfen Hanf nicht anbauen**.
- Für andere Personen oder Unternehmen besteht die Möglichkeit eine Anbauerlaubnis zu beantragen.
- Als Nutzhanf dürfen **nur die im gemeinsamen Sortenkatalog für landwirtschaftliche Pflanzenarten gelisteten Sorten** angebaut werden (Veröffentlicht durch die BLE bis 15. März eines Jahres)
- Die **Meldung des Nutzhanfanbaus** erfolgt über den Sammelantrag an das zuständige Fachbildungszentrum/Informations- und Servicestellen des LfULG **bis 15. Mai des Anbaujahres**. Dem digitalen Antrag ist der Nachweis der Verwendung von zertifiziertem Saatgut einer im Sortenkatalog benannten Sorte durch Kopien bzw. Fotos der amtlichen Saatgutetiketten per Upload beizufügen.
- **Bis 1. Juli** des Anbaujahres erfolgt die Meldung des Nutzhanfanbaus mittels **Anbauanzeige an die BLE**.
- Die **Abgabe einer Blühmeldung** ist generell **nicht mehr erforderlich** (nur nach Aufforderung).
- Mit der Abernte des Hanfs darf frühestens begonnen werden, wenn
 - der Anbauer ein entsprechendes Freigabeschreiben von der Bundesanstalt erhalten hat oder
 - die Kontrolle (Probenahme) tatsächlich durchgeführt wurde. Eine vorzeitige Erntefreigabe kann auf Antrag (per –E-Mail) kurzfristig erteilt werden.

3 Problemstellung und Zielsetzung

Früher wurde Nutzhanf hauptsächlich als Faserpflanze kultiviert. Heute gilt Hanf als vielseitige Kulturpflanze, von der nahezu alle Bestandteile verwertet werden können. Die in den Stängeln enthaltenen Schäben und Bastfasern finden Verwendung als Rohstoff in der Zellstoff- und Papierindustrie sowie im Bauwesen. Die Samen der Pflanze sind aufgrund der ernährungsphysiologischen Eigenschaften sowohl für die Lebensmittelherstellung als auch als Futtermittel von Bedeutung. Darüber hinaus werden die Blüten und Blätter der Pflanze unter anderem als Nahrungsergänzungsmittel, Lebensmittel sowie für medizinischen Zwecken genutzt (TFZ, 2023).

Mit diesen erweiterten Nutzungsmöglichkeiten gehen jedoch auch neue Anforderungen an den Anbau und die Erntetechnik einher. So bestehen derzeit Wissenslücken hinsichtlich regionaler Anbaueignung sowie der optimalen Sortenwahl in Abhängigkeit vom jeweiligen Standort. Zudem fehlen umfassende sorten- und standortbezogene Ertragserwartung und Richtwerte für Qualitätsziele der verschiedenen Nutzungsrichtungen. Zusätzlich mangelt es an transparenten Informationen zur Preisentwicklung von Hanfprodukten, obwohl diese eine wichtige Grundlage für Anbauentscheidungen und Vermarktungsstrategien darstellen. Eine weitere Herausforderung ist die begrenzte Verfügbarkeit geeigneter Spezialtechnik, insbesondere für die Ernte der Kultur.

Aus diesen Problemstellungen ergeben sich die **Ziele des Forschungs- und Entwicklungsprojektes „Erzeugung von Hanffaser und Hanfbast“** am LfULG:

1. Etablierung und Optimierung einer für das Versuchswesen geeigneten Erntetechnik für eine lange Hanffaser
2. Evaluierung ausgewählter Hanfsorten zur Nutzung von Hanffaser und Hanfbast für die Verwertung als Dämmmaterial, für die industrielle Nutzung im Wohnungs- und Industriebau. Dazu werden Anbauversuche mit Hanfsorten durchgeführt, mit dem Fokus auf erreichbare Qualitäten (u.a. Ertrag, Faserqualität, Faseranteil, etc.).
3. Erarbeitung von acker- und pflanzenbaulichen Empfehlungen für den Faserhanfanbau auf sächsischen Ackerflächen. Dabei werden Aspekte für die Sortenwahl, die Bodenbearbeitung, die Aussaat, die Düngung und den Pflanzenschutz beim Hanffaseranbau berücksichtigt. Grundlage bilden die Ergebnisse der Anbauversuche mit zwei unterschiedlichen Düngemengen, sowie die angewandten Anbaumethoden auf dem Versuchsfeld.
4. Zum anderen lag der Fokus darauf, gewonnene Erfahrungen und Erkenntnisse zum Hanfanbau zu vertiefen und die Netzwerkarbeit zum Thema Hanf sachsen-, aber auch deutschlandweit auszubauen.

Die Hauptzielsetzung des Projekts war es, Rahmenbedingungen zu untersuchen, die eine langfristige Abnahme der von Landwirten entsprechend erzeugten Hanffasern und des Hanfbastes zu sichern. Die gesicherte Abnahme stellt eine Basis dar, um Faserhanf sowohl ökologisch als auch ökonomisch nutzbringend anzubauen.

4 Material und Methoden

4.1 Standortbedingungen

Standortbedingungen

Der Versuchsstandort Pommritz liegt in Ostsachsen zwischen Bautzen und Löbau. Der Bodentyp ist ein Parabraunerde-Pseudogley aus Lösslehm über Schmelzwasser- und Moränenablagerungen. Die überwiegende Bodenart ist ein mittel toniger Schluff (Ut3) mit einer Ackerzahl von 61 Bodenpunkten in einer Höhenlage von 230 m üNN. Der Standort unterliegt dem Binnenlandklima. Es herrscht ein mäßig trockenes und warmes Klima der unteren Lagen mit Jahresniederschlagssummen von 638 mm und einer mittleren Temperatur von 10,2 °C (langjährige Mittel von 1994-2025 an der Wetterstation des LfULG).

Witterungsbedingungen

Das Jahr 2023 verlief sehr warm und sonnig. Im Vergleich zur Klima-Referenzperiode 1961 - 1990 war es mit +2,3 K das wärmste Jahr seit den Wetteraufzeichnungen (1881) in Sachsen und wurde als «extrem zu warm» eingestuft. Der Jahresniederschlag fiel um 13 Prozent geringer und die Anzahl der Sonnenstunden um zehn Prozent höher aus (SMEKUL, 2024). Im Jahr 2024 war es im Vergleich zur Klima-Referenzperiode 1961-1990 ebenfalls „extrem zu warm“ und „viel zu sonnenreich“ (SMUL, 2025). Das Jahr löste damit das Jahr 2023 als wärmstes Jahr seit den Wetteraufzeichnungen ab. Die Jahrestemperatur war um 2,9 K wärmer, die Anzahl der Sonnenstunden um 20 % höher und der Jahresniederschlag um 1 % höher (SMUL, 2025).

Die Wetterdaten für die folgende Auswertung wurde von der Wetterstation des LfULG am Standort Pommritz aufgenommen (LfULG, 2025). Die Wärmesummen wurden berechnet, indem von den Tagesmittelwerten 6 °C abgezogen wurden. Lag der Tagesmittelwert unter 6 °C, wurde für die Berechnung der Wert 0 °C angesetzt. Anschließend wurden die Werte für jeden Monat addiert.

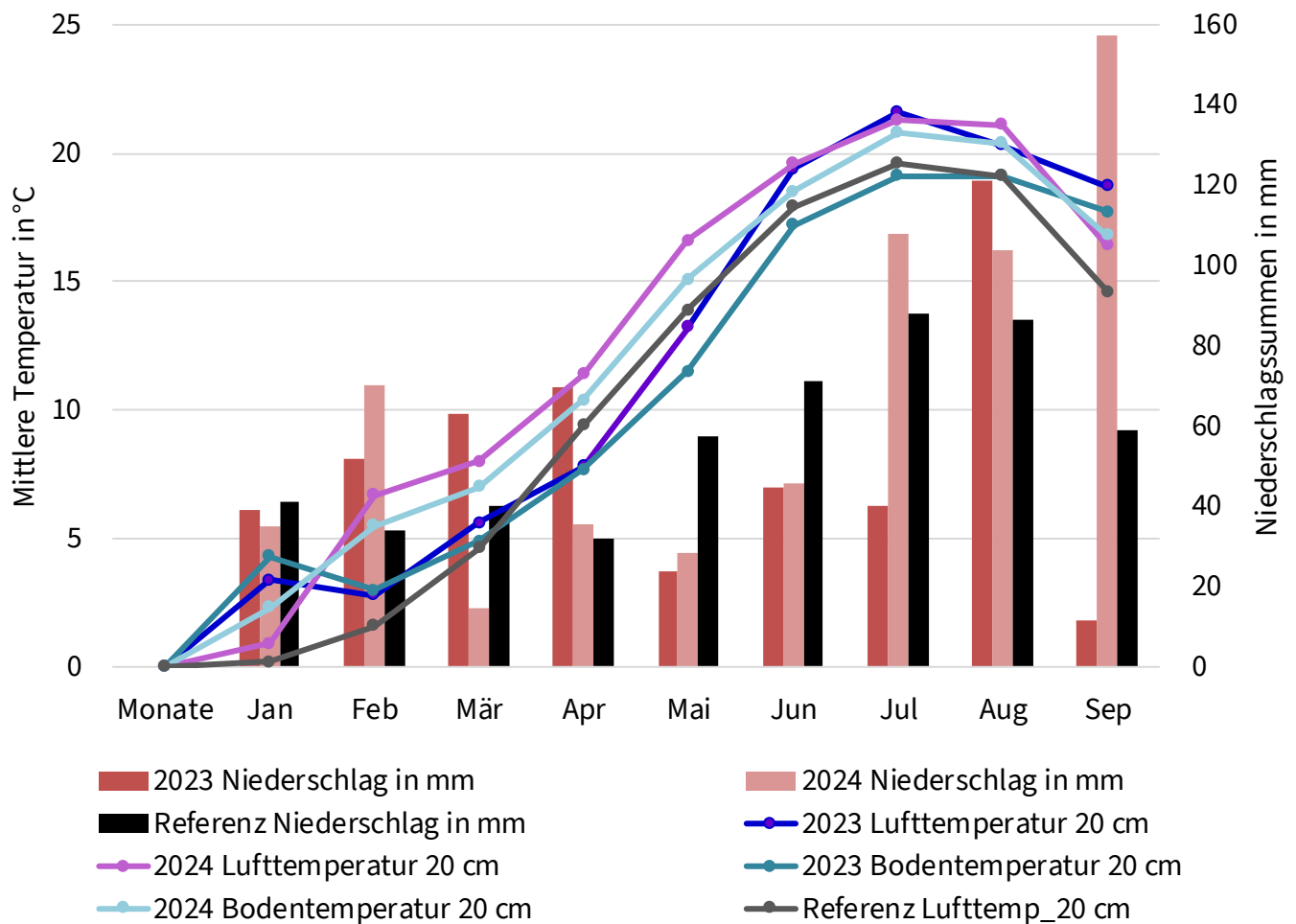
Die Summe der Globalstrahlung wurde für jeden Monat mit folgender Formel bestimmt:

$$kWh/m^2 \text{ pro Monat} = \frac{\bar{G}(W/m^2) \times \text{Stunden je Monat}}{1000}$$

Wie schon an der Auswertung des SMUL (2025) erkennbar, schwankten die Niederschlagssummen zwischen den beiden Versuchsjahren (Abbildung 1). Die Aussaat von Hanf wurde in 2023 im Mai und in 2024 im April durchgeführt. Deshalb ist die Vegetationszeit (Aussaat bis Ernte) von Hanf in 2024 um einen Monat verschoben. Während der Vegetationszeit von Mai bis September 2023 wurde am Standort Pommritz ein Niederschlag von 233 mm und im Jahr 2024 von April bis August eine Niederschlagssumme von 289 mm festgestellt (Tabelle 1). Im April des Jahres 2023 gab es überdurchschnittlich viel

Niederschlag. Wohingegen im Mai und Juni beider Jahre die Niederschlagsmengen deutlich geringer ausfielen, im Vergleich zum langjährigen Mittel (1994-2025). Im Juli und September 2024 fielen die Niederschläge im Vergleich zum langjährigen Mittel (1994-2025) und dem Jahr 2023 höher aus.

Die durchschnittlichen Jahrestemperaturen zeigten geringere Schwankungen von 1 °C zwischen den Jahren. Auffällig sind die höheren Lufttemperaturen von Februar bis Juni im Jahr 2024 und die Bodentemperaturen von Februar bis August im Jahr 2024 im Vergleich zum Jahr 2023 (Abbildung 1).



Die Referenztemperatur und -Niederschlag entsprechen dem langjährigen Mittel seit 1994 an der Wetterstation Pommritz.

Abbildung 1: Klimadaten für den Standort Pommritz in den Jahren 2023 und 2024.

Die Höhe der Globalstrahlung wich zwischen den Jahren nur sehr geringfügig voneinander ab, wobei die Monate April und August im Jahr 2024 wesentlich höhere Wärmesummen zeigten als noch im Vorjahr 2023. Die Wärmesumme war 2023 zur Vegetationszeit des Hanfs im Vergleich zu 2024 etwas höher (Vergleich Tabelle 1).

Tabelle 1: Summe der Wärmesummen in °C, Globalstrahlung in kWh/m² und Niederschlagsmenge in mm von April bis September am Standort Pommritz, Datengrundlage: LfULG (2025)

Jahr	Merkmal	Monat						Summe (Vegetationszeit)
		April	Mai	Juni	Juli	August	September	
2023	Wärmesumme in °C	76	231 (210*)	383	468	444	408 (75**)	1933 (1575)
2024		193 (167*)	321	389	468	489 (68**)		1860 (1413)
2023	Globalstrahlung in kWh/m ²		163	169	174	120	119	745
2024		117	154	158	171	141		741
2023	Niederschlagsmenge in mm		24 (24*)	45	40	121	12 (3**)	242 (233)
2024		36 (32*)	29	46	108	104 (75**)		321 (289)

*ab Aussaat (03.05.2023, 05.04.2024) ** bis Ernte (06.09.2023, 05.08.2024)

4.2 Versuchsaufbau und untersuchte Faktoren

Am Standort Pommritz wurde 2023 ein Versuch zur Erprobung der regionalen Anbaueignung verschiedener Faserhanfsorten zur Erfassung der Faserqualität mit zwei Stickstoffdüngestufen angelegt. Bei diesem Versuch handelte es sich um eine vollständig randomisierte, zweifaktorielle Spaltanlage.

Den ersten Faktor stellte die Stickstoff-Düngung (reduziert/nach WebBESyD) dar, den zweiten Faktor stellten die fünf Hanfsorten in 4-facher Wiederholung dar. Die genauen Düngemittelmengen sind in Kapitel 4.3.3 beschrieben. Im Versuch wurden die Düngestufen in Reihen angeordnet (Abbildung 2). Innerhalb jeder Düngestufe wurden die fünf Sorten als Unterfaktor in Parzellen angebaut. Die Reihen mit den Düngestufen wechselten sich innerhalb eines Blocks ab. Außerdem wurden Randparzellen zum Schutz der Prüfparzellen vor Randeinwirkungen angelegt (Abbildung 2). Der gesamte Versuchsaufbau wurde in einem zweiten Block wiederholt, wobei die Anordnung der Düngestufen gespiegelt erfolgte.

R	1	4	2	3	5	R	R	3	1	2	4	5	R
	4	2	5	2	1			1	5	4	3	1	
	2	1	4	5	3			5	4	1	2	3	
	3	5	1	2	4			1	2	5	3	4	

Legende

Grunddüngung	1 Futura 75/ Futura 83	3 Fedora 17	5 Muka 76
nach BeSYD	2 Tiborszallsi/ Nashinoide 15	4 USO-31	R Rand

Quelle: LfULG, Markus Dehne 2025

Abbildung 2: Versuchsanlagen des Hanffaser- und Hanfbastversuches in Pommritz

Insgesamt umfasste der Hanfversuch 40 Parzellen mit einer Parzellengröße von je 16,5 m², wobei die tatsächliche Ernteparzelle 12 m² groß war. Die Differenz ergibt sich aus der Ausklammerung von Randbereichen zur Reduktion von Aussaatungenauigkeiten im Vorgewendebereich sowie der Anlage einer 3 m breiten Pflegespur.

Der Hanfversuch wurde 2023 mit den Sorten Fedora 17, Uso-31, Muka 76, Futura 75 und Tiborszallasi angelegt. Im Jahr 2024 waren die Sorten Futura 75 und Tiborszallasi nicht mehr verfügbar und wurden durch „Futura 83“ und „Nashinoide“ ersetzt.

4.3 Verfahrensschritte von Anbau zur Ernte der Kultur

In Tabelle 2 sind die jeweiligen Verfahrensschritte und das Datum der Durchführung vom Anbau bis zur Ernte von Hanf am Versuchsstandort Pommritz aufgelistet.

Tabelle 2: Eckdaten des Versuches zur Erzeugung von Hanffaser und Hanfbast am Standort Pommritz

Verfahrensschritt	2023	2024
Saatbettbereitung	30.04.	04.04.
Aussaat	03.05.	05.04.
Feldaufgang	12.05.	14.04.
Düngung (1. Gabe)	30.05.	26.04.
Düngung (2. Gabe)	13.06.	14.05.
Ernte	06.09.	06.08.
Vegetationstage	128	124

4.3.1 Entnahme von Bodenproben

Bodenproben wurden zu Beginn der Versuche im Frühjahr und nach Ernte von Hanf im Herbst entnommen, um den Bedarf für den Einsatz von Düngemitteln zu bestimmen. Die Bodenprobenentnahme erfolgte mit Hilfe eines hydraulischen Bohrstocks in drei Tiefen von 0 - 90 cm (Abbildung 3). Dabei wurden der Wassergehalt (%), N_{min} (kg/ha) und S_{min} (kg/ha) im Frühjahr vor der Aussaat, sowie erneut nach der Ernte im Herbst bestimmt. Zusätzlich erfolgte nach der Ernte eine Analyse der Nährstoffe Phosphor (P), Kalium (K) und Magnesium (Mg) sowie die Bestimmung des pH-Wertes im Boden.



Quelle: LfULG, Markus Dehne 2024

Abbildung 3: Bodenprobeentnahmegrät montiert auf einem Raupenfahrwerk

Die N_{min} -Ausgangswerte vor Aussaat lagen in den Versuchsjahren (2023 und 2024, Angabe der Werte in dieser Reihenfolge) bei 9 und 23 kg N/ha in 0 - 30 cm, 3 und 9 kg N/ha in 30 - 60 cm sowie 5 und 4 kg N/ha in 60 - 90 cm. Die S_{min} -Ausgangswerte vor Aussaat lagen bei 5 und 6 kg S/ha in 0 - 30 cm und 16 und 10 kg S/ha in 60 - 90 cm. Der Bodenwassergehalt vor der Aussaat am 04.04.2023 betrug 20,4 % in der Bodentiefe von 0–30 cm, 16,9 % in 30–60 cm und 18,7 % in 60–90 cm. Vor der Aussaat am 06.03.2024 lag der Bodenwassergehalt bei 19,3 % (0–30 cm), 17,5 % (30–60 cm) und 16,7 % (60–90 cm).

4.3.2 Bodenbearbeitung und Aussaat

Die Grundbodenbearbeitung erfolgte wendend mit einem Wendpflug (4 Schaar- Wendepflug mit Zahnpackerwalze, Abbildung 4 links) am 24.04.2023 und am 14.03.2024. Das Saatbeet wurde am 30.04.2023 und am 04.04.2024 mit einer Kreiselegge mit Zahnpackerwalze vorbereitet.

Die Aussaat erfolgte mit einer Aussaatstärke von 50 kg/ha. Gesät wurde mit einer Parzellensämaschine mit einem Reihenabstand von 12 cm. Aufgrund der Nutzungsrichtung Hanffaser und -bast wurde ein enger Reihenabstand gewählt. Die hohe Bestandesdichte bewirkt, dass der Hanf lange, gerade Stängel ohne starke Verzweigungen ausbildet. Dadurch kann eine gute Qualität der Fasern gewährleistet werden.

Das Versuchssaatgut wurde im Jahr 2023 spät geliefert, sodass die Aussaat unter den gegebenen Witterungsbedingungen erst am 03. Mai erfolgte. Die Aussaat im Jahr 2024 wurde bereits am 05. April mit einer Parzellendrillmaschine des Herstellers „Wintersteiger“ durchgeführt (siehe Abbildung 4). Ein kurzzeitiger Temperatureinbruch vom 12.05. zum 13.05.2024 mit 4,2 °C könnte das Wachstum in diesem Jahr kurzfristig eingeschränkt haben.



Quelle: LfULG, Markus Dehne 2024

Abbildung 4: links: 4-Schar-Wendepflug mit Zahnpackerwalze; rechts: Parzellendrillmaschine von Wintersteiger mit Lemken Doppelscheibenschar

4.3.3 Düngung und Pflanzenschutzmittel

Es wurden im Versuchszeitraum keine Pflanzenschutzmittel eingesetzt.

In den Versuchen wurde der Einfluss von zwei Stickstoff-Düngestufen auf den Ertrag und die Qualität der Fasern untersucht. Zum einen wurde eine reduzierten Düngemittelmenge (Variante 1) mit einer Gesamtmenge von 90 kg N/ha je Versuchsjahr getestet. Zum anderen wurde die Düngemittelmenge mit dem Programm BESyD bestimmt (Variante 2). Das Programm berechnete für 2023 eine Gesamtdüngemittelmenge von 140 kg N/ha und für 2024 eine Gesamtmenge von 120 kg N/ha (Tabelle 3). Als Stickstoffdünger wurde Kalkammonsalpeter (KAS; Gesamtstickstoffgehalt 27 %) verwendet. Die Düngegaben erfolgten in beiden Jahren in zwei Gaben. Dabei wurde die erste Stickstoffdüngengegabe ca. 3 Wochen nach Aussaat ausgebracht, die zweite Stickstoffdüngengegabe erfolgte witterungsabhängig ca. 6 Wochen nach Aussaat. Die genauen Termine sind in Tabelle 3 aufgelistet.

Die Variante nach BESyD wurde mit dem gleichnamigen Online-Programm ([webBESyD - Landwirtschaft - sachsen.de](http://webBESyD-Landwirtschaft-sachsen.de)) mit einem Zielertrag von 300 dt/ha Faserhanf ermittelt. Diesem liegen die Basisdaten für die Umsetzung der Düngeverordnung zu Grunde.

Tabelle 3: Stickstoffdüngungsstufen der Hanfversuche

Variante	Jahr	Datum N1/N2	N1 (kg/ha)	N2 (kg/ha)	Gesamtmenge N kg(ha)
1 - reduziert	2023	30.05/13.06.	60	30	90
	2024	26.04./14.05.	60	30	90
2 – nach BESyD	2023	30.05/13.06.	100	40	140
	2024	26.04./14.05.	60 und 30	30	120

4.3.4 Ernteverfahren

Die Ernte der Hanfpflanzen erfolgte am 06.09.2023 und am 06.08.2024 mittels umgebautem Balkenmäherwerk mit Doppelmessern.

Der Balkenmäher wurde 2023 so umgebaut, dass er Hanf in unterschiedlichen Höhen schneiden kann, ohne die Pflanze zu knicken und das Erntegut aufgefangen werden kann. Dafür wurde ein handelsüblicher Heckbalkenmäher auf Hydraulikantrieb umgebaut und mit einer Frontlade-Anbauplatte ausgestattet. Zusätzlich wurde ein Abstellfuß und ein Gewichtsausgleich montiert. Zum Auffangen des Erntegutes wurde eine Siebdruckplatte am Mähbalken befestigt. In 2024 wurde außerdem eine hydraulisch höhenverstellbare Haspel und ein Halmteiler zur besseren Erntegutzuführung zum Messer angebaut. Dadurch wurde die Schnittqualität bei der Hanfernte deutlich verbessert (siehe Abbildung 5 a).

Zum Zeitpunkt der Ernte war die Vollblüte bereits überschritten und die Sorten hatten mit der Kornbildung begonnen. Einzelne Körner aus den unteren Pflanzenteilen waren bereits reif. Zuerst wurden die Randparzellen und Stirnränder mittels Balkenmäher entfernt, um die Kernparzellen freizustellen. Aus den Randparzellen wurde stets eine Probe zur Bestimmung des Trockensubstanzgehalts entnommen, um den Erntezeitpunkt festzulegen. Anschließend erfolgte der 1. Schnitt des Faserhanfs auf den Kernparzellen mittels Balkenmäher auf ca. 128 cm Höhe (Abbildung 5). Daraufhin wurde ein 2. Schnitt ca. 10 cm über dem Boden durchgeführt, um die geschnittenen Stängel ohne Blüten zu gewinnen (Abbildung 5). Die geschnittenen Stängel wurden durch die Auffangplatte gesammelt, per Hand gerafft und gebündelt auf einem BigBag zusammengetragen (Abbildung 5). Anschließend wurden die geschnittenen Stängel einer Parzelle per Hängewaage (Kern HCD) am Frontlader (Fendt GT 370) gewogen (Abbildung 5). Danach wurden Proben für die Trockensubstanzbestimmung und die weiteren Laboranalysen entnommen. Schließlich wurden die Stängelbündel zur Kaltlufttrocknung in die Versuchsstation in Nossen (LfULG) gebracht (Abbildung 5).



Bildquelle: M. Dehne 2023 und 2024

Abbildung 5: Verfahrensschritte zur Hanfernte; a: Balkenmähwerk mit Doppelmessern und Auffangplatte, ohne Haspel; b: Ernte Hanfblütenstände; c: 1. Schnitt, Hanfblütenstände geerntet; d und e: Ernte Hanffasern; f: Stängelbündel pro Parzelle im BigBag; g: Wiegen der Faser mittels Waage am Frontlader; h: Probentrocknung mit Kaltluft

4.4 Bonituren und Analysen

Während der Vegetationszeit wurden regelmäßig Bonituren durchgeführt. Dabei wurden unter anderem die Bestandesdichte und die Wuchshöhe der Pflanzen erfasst. Zudem wurden wichtige Entwicklungsstadien dokumentiert, darunter das Datum des Aufgangs und das Datum der Blüte.

Nach der Ernte wurde zunächst der Frischmasseertrag bestimmt. Der Trockenmasseertrag wurde nach einer Trocknung der Proben bei 105 °C ermittelt. Darüber hinaus wurden nach der Ernte die verwertbare Stängellänge und der Stängeldurchmesser gemessen.

Anschließend wurden Pflanzenanalysen des Hanfstrohs durchgeführt. Diese umfassten eine Weender Analyse mit den Parametern Trockensubstanz (TS), Rohprotein (RP) und Rohfaser (Rfa). Ergänzend wurde eine Faseranalytik durchgeführt, bei der Säure-Detergenzien-Faser (ADF), Säure-Detergenzien-Lignin (ADL) sowie Neutral-Detergenzien-Faser (aNDFom) bestimmt wurden. Zusätzlich erfolgte eine Mineralstoffanalyse, bei der die Gehalte an N, P, K, Mg, Ca, Cl und S untersucht wurden.

4.4.1 Prüfung der Materialeigenschaften am Textilforschungsinstitut

Nach einer Trocknungsdauer von 4 - 7 Tagen am LfULG in Nossen wurden die Stängel zum Sächsischen Textilforschungsinstitutes (STFI) nach Chemnitz gebracht. Im Institut wurden Unterschiede in den Materialeigenschaften der verschiedenen Sorten überprüft. Die Proben wurden, wie folgt, verarbeitet (Abbildung 6):

- Zur Vorbereitung auf die Prüfung wurden die Stängel entlaubt und anschließend zur Bastgewinnung mechanisch geschält. Dazu wurde eine Schälmaschine genutzt (Patent von Hr. Nowotny, Hanffaser Uckermark), die manuell bestückt wird. Daraus ergaben sich Hanfbastbändchen/ Hanfbaststreifen (HBS), die anschließend in einem Fibrillierprozess im STFI weiter aufgearbeitet wurden. Durch das Bearbeiten der Bastbändchen mit versetzt angeordneten Stachelwalzen entstanden geöffnete Faserbündel, die jedoch keine Einzelfasern darstellten.
- Anschließend wurde der Probenkörper, ein HBS-Bio-Komponenten-Harzverbund, durch Konsolidierung hergestellt. Dazu wurden die durch die Schälung entstandenen Hanfbaststreifen mit Epoxidharz in einer Form verbunden. Die Probenkörper enthielten eine Fasermenge von 12 g und eine definierte Geometrie durch die Form (270 x 26 x 2mm). An jeden Probenkörper werden Anleimer (Glasgewebe-Epoxidharzplatten) aufgebracht, um sie damit in die Prüfmaschine einzuspannen.
- Die Prüfung der Materialeigenschaften des Hanf-Epoxidharz-Verbundes erfolgte am STFI durch Zugversuche nach DIN EN ISO 527-5/B/2 und Biegeversuche nach DIN EN ISO 14125.



(Quelle: Elke Thiele (STFI), Vortrag vom Feldtag Hanf am 12.06.2025 in Pommritz)

Abbildung 6: Schema des Ablaufes vom Rohstoff bis zur Prüfung der Materialeigenschaften

Am Institut wurden durch Zug- und Biegeversuche und durch vorhergehende Messungen folgende Parameter bestimmt:

- Höchstzugkraft (F_H in Newton) der sortenreinen Prüflinge, dieser Wert ist immer querschnittsbezogen (A_0 in mm^2)
- ε ist die Dehnung der Probekörper in %
- A_0 - Querschnitt des Probekörpers in mm^2

Aus den Messwerten wurde die Zugspannung σ_M (in MPa) berechnet. Diese ergibt sich aus der Kraft F und dem Anfangsquerschnitt A_0 ($\sigma = F_H / A_0$). Dadurch können verschiedene Proben miteinander verglichen werden.

Außerdem wird E_{mod} (in GPa) berechnet. Dieser ist ein Materialkennwert und beschreibt den Zusammenhang zwischen Spannung (σ) und Dehnung (ε) im elastischen Bereich (Formel: $E_{\text{mod}} = \sigma / \varepsilon$). Hohe E-Werte kennzeichnen steife Materialien, während niedrige Werte auf ein leicht verformbares Material hinweisen.

4.4.2 Laboraufschluss von Hanffasern

Im Versuchsjahr 2024 wurden weitere Hanfproben an das „Ingenieurbüro für Biologische Rohstoffe“ zur mechanischen Faseranalyse übergeben. Hier wurde der mechanisch isolierbare Faseranteil bestimmt und die Faserfreilegbarkeit von Faserpflanzenproben der Nutzhanfsorten beurteilt.

Nach Faserisolierung wurden die Faser bonitiert und die Schäben in dem Faseranteil bewertet. Es handelt sich um eine aufsteigende Boniturskala von eins bis neun. Je mehr Schäben im Faseranteil zurück-

bleiben, desto höher ist die Boniturstufe. Die Boniturstufe „1“ entspricht einem Faseranteil ohne Schäben. Außerdem wurden die Stängel vermessen, gewogen und daraus das Stängelvolumen und die Rohdichte der Hanfstängel bestimmt.

Die getrockneten Strohproben wurden für die mechanische Entholzung und die Feststellung des Faseranteils verwendet. Der Faseranteil wurde nach einer mechanischen Entholzung der ungerösteten Strohprobe mithilfe eines Laborflachsbrechers (BLFB Flaksy, Gebr. Bahmer Maschinenbau GmbH, Steinheim-Söhnstetten, Deutschland) durchgeführt. Der Anpressdruck der vier gegenläufigen Walzenpaare wurde auf 0,1 bar eingestellt, die Isolierungsgeschwindigkeit betrug 13 m/min. Das Stroh wurde in 10 Durchläufen durch die vier Walzenpaare entholt, wobei das Material vor der erneuten Zufuhr in der Längsachse jeweils um ca. 180° gedreht wurde, um ein gleichmäßiges Ausfallen von Schäben zu ermöglichen. Es wurden je Sorte und Düngemittelstufe je 15- 57 g Hanfstroh entholt. Nach einer Teilentholzung (1, 3 und 5 Walzendurchläufe) wurde der Entholzungsgrad durch Wiegen, nach der Vollentholzung (10 Walzendurchläufe) der Faseranteil und der Restholzanteil ermittelt.

4.5 Statistische Auswertung

Die Sortenversuche wurden mit Hilfe des Programms PIAF (Planungs-, Informations-, und Auswertungssystem für Feldversuchswesen), welches mit der Statistiksoftware SAS verbunden ist, varianzanalytisch ausgewertet. Zunächst wurde das geeignete Modell ausgewählt, bei dem die Faktoren der Untersuchung als feste Effekte und die Wiederholungen als zufällige Effekte berücksichtigt wurden. Für Versuche mit ermittelten räumlichen Gradienten im Feld wurde zusätzlich ein linearer Trend in das Modell aufgenommen.

Anschließend wurden die Mittelwerte der Faktoren und deren Kombinationen berechnet (adjustierte Mittelwerte) und die Standardfehler für diese Mittelwerte ermittelt. Die Varianz der Residuen und die Streuung innerhalb der Blöcke wurden überprüft, um die Modellgüte zu beurteilen.

Auf Basis der Varianzanalyse (ANOVA) wurden Signifikanzen der Haupteffekte und Interaktionen bestimmt. Die Unterschiede zwischen Mittelwerten wurden mit der Grenzdifferenz (GD) geprüft, die aus dem t-Test abgeleitet ist. Dabei zeigt die GD, ab welchem Unterschied zwei Mittelwerte statistisch signifikant voneinander abweichen.

Die zusätzlichen Daten zur Faseranalysen, insbesondere des mechanisch isolierbaren Faseranteils wurden mit Microsoft Excel (Mittelwerte und Diagramme) und dem Statistikprogramm R (Statistische Analysen) ausgewertet. Zur Überprüfung der Voraussetzungen für parametrische Tests wurden die Residuen auf Normalverteilung und Varianzhomogenität geprüft. Da diese Voraussetzungen näherungs-

weise erfüllt waren, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt. Für die anschließende Paarvergleichsanalyse wurde ein Post-hoc-Test (Tukey-Test) angewendet und signifikante Unterschiede zwischen Sorten mit verschiedenen Buchstaben gekennzeichnet.

5 Ergebnisse und Diskussion

5.1 Entwicklungs- und Wachstumsverlauf von Nutzhanf

Der Aufgang erfolgte in beiden Versuchsjahren sowie bei allen untersuchten Sorten einheitlich nach neun Tagen (Tabelle 4). Unterschiede zeigten sich jedoch in der Pflanzenanzahl pro laufendem Meter in einer Reihe. Im Jahr 2023 wurde unmittelbar nach dem Aufgang am 12.05. eine Bestandesdichte mit durchschnittlich 51 Pflanzen pro laufendem Meter erfasst. Im Jahr 2024 hingegen lag die Pflanzenanzahl mit durchschnittlich 21 Pflanzen deutlich niedriger, wobei die Zählung hier erst drei Wochen nach dem Aufgang erfolgte. Die geringere Pflanzenzahl kann sowohl auf eine reduzierte Keimungsrate als möglicherweise auch auf den bei Hanf typischen Selbstausdünnungseffekt zurückgeführt werden. Die Aussaatstärke unterschied sich zwischen den beiden Jahren nicht. Der Selbstausdünnungseffekt führt in den ersten Wochen nach dem Aufgang zu einer Reduktion der schwächeren Pflanzen (Richter, 2018; TFZ, 2023). In den Versuchen am LfULG kann dieser Effekt jedoch nicht nachgewiesen werden, da die Zählung der Hanfpflanzen nur zu einem Zeitpunkt erfolgte. Auch Unterschiede in der Bodenfeuchte könnten eine Rolle gespielt haben. So könnte eine höhere Niederschlagsmenge im Frühjahr 2023 zu günstigeren Keimungsbedingungen und damit zu einer höheren Pflanzenzahl nach dem Aufgang beigetragen haben.

Die Dauer bis zum Blühbeginn variierte in Abhängigkeit von Jahr und Sorte. Im Jahr 2023 lag sie zwischen 65 und 73 Tagen (im Mittel 70 Tage), während im Jahr 2024 eine deutlich größere Spannweite von 54 bis 96 Tagen mit einem Mittelwert von 74 Tagen beobachtet wurde. Auch zwischen den beiden Aussaatterminen zeigten sich Unterschiede: Der zweite Aussaattermin entwickelte sich teilweise schneller als der erste, wobei dieser Effekt sortenabhängig war. Insbesondere bei frühreifen Sorten wie Uso-31 und Fedora 17 verkürzte sich die Zeit bis zur Blüte im Jahr 2024 um etwa zehn Tage. Im Gegensatz dazu zeigte die Sorte Muka 76 eine deutlich verlängerte Entwicklungsdauer. Während sie im Jahr 2023 nach 72 Tagen zur Blüte kam, benötigte sie im Jahr 2024 mit 96 Tagen erheblich länger. Diese Unterschiede können teilweise auf variierende Umweltbedingungen, insbesondere Temperatur und Wasserverfügbarkeit, zurückgeführt werden. Warme und ausreichend feuchte Böden gelten als entscheidende Voraussetzung für einen gleichmäßigen Feldaufgang und eine schnelle Jugendentwicklung (TFZ, 2023). Für das Jahr 2024 ist von einer besseren Wasserversorgung bei gleichzeitig höheren Temperaturen während der Wachstumsphase auszugehen. Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen Witterungsbedingungen und Entwicklungsgeschwindigkeit lässt sich aufgrund der hohen Sortenunterschiede nicht in den Anbauversuchen darstellen. Auch sortenspezifische Anpassungen, beispielsweise an Trockenheit, können eine Rolle spielen.

Wie auch in der Literatur beschrieben, zeigte die Sorte Uso-31 mit guten Doppelnutzungseigenschaften eine deutlich kürzere Entwicklungsphase als reine Faserhanfsorten. Letztere weisen aufgrund ihrer Züchtungsziele, insbesondere der Maximierung von Biomasse und Faserertrag, einen längeren Vegetationszyklus und ein ausgeprägteres Längenwachstum auf.

Über alle Sorten hinweg konnten zwischen den verschiedenen Düngestufen kaum Unterschiede im Entwicklungsverlauf festgestellt werden. Dies deutet darauf hin, dass die Entwicklungsgeschwindigkeit bis zur Blüte der Pflanzen im vorliegenden Versuch nicht maßgeblich von der Stickstoffverfügbarkeit beeinflusst wurde (Tabelle 4). Die Ernte erfolgte zum Beginn der Samenreife der früheren Sorten nach 128 (2023) und 124 Tagen (2024).

Tabelle 4: Entwicklungsverlauf von Hanf im Jahr 2023 und 2024

N Dün- gung	Sorte	2023					2024				
		Datum Aus- saat	Datum Auf- gang	Datum Blüte	Pflanze je m/ Reihe	Tage bis Blüte	Datum Aus- saat	Datum Auf- gang	Datum Blüte	Pflanze je m/ Reihe	Tage bis Blüte
I	Fedora 17	03.05.	12.05.	10.07.	53	68	05.04.	14.04.	29.05.	23	54
	Uso-31	03.05.	12.05.	07.07.	54	65	05.04.	14.04.	31.05.	16	56
	Muka 76	03.05.	12.05.	13.07.	60	71	05.04.	14.04.	10.07.	25	96
	Futura 83						05.04.	14.04.	10.07.	19	96
	Nashinoide						05.04.	14.04.	14.06.	23	70
	Futura 75	03.05.	12.05.	15.07.	47	73					
	Tiborszal- lasi	03.05.	12.05.	12.07.	39	70					
II	Fedora 17	03.05.	12.05.	10.07.	60	68	05.04.	14.04.	29.05.	25	54
	Uso-31	03.05.	12.05.	07.07.	53	65	05.04.	14.04.	31.05.	13	56
	Muka 76	03.05.	12.05.	14.07.	63	72	05.04.	14.04.	10.07.	21	96
	Futura83						05.04.	14.04.	10.07.	21	96
	Nashinoide						05.04.	14.04.	14.06.	21	70
	Futura 75	03.05.	12.05.	14.07.	41	72					
	Tiborszal- lasi	03.05.	12.05.	13.07.	43	71					
Mittel- wert					51	69,5				21	74,4

5.2 Sortenversuch mit zwei Stickstoff-Düngevarianten

Im Jahr 2023 und 2024 wurden Sortenversuche mit jeweils fünf verschiedenen Sorten durchgeführt. Davon wurden drei Sorten (Fedora 17, Uso-31 und Muka 76) über beide Jahre konsistent untersucht. Die Sorten Futura 75 und Tiborszallasi wurden im Jahr 2024 durch „Futura 83“ und „Nashinoide“ ersetzt, da das Saatgut für die ursprünglichen Sorten nicht verfügbar war. Die genannten Sorten wurden in zwei Dünge­stufen auf den Ertrag und die Qualität der Fasern untersucht. Der dargestellte Frisch- und Trockenmasseertrag bezieht sich auf die Stängelmasse bis zum Blütenstand. Die oberen Pflanzenteile mit Blüten und Samen wurden nicht in die Ermittlung einbezogen. Zusätzlich wurde die Höhe der Pflanzen und die technische Stängellänge gemessen. Die technische Stängellänge beschreibt die Länge der Stängel vom Boden bis zur ersten Blüte. Die Abschnitte weisen keine oder wenige Verzweigungen auf und sind für die Produktion von Langfasern relevant. Die Ergebnisse der Sortenversuche sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Erträge und Pflanzenlänge der Hanfsorten in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung (Stufe I und II) in Pommritz (2023–2024)

N-Düngung	Sorte	Grünmasseertrag dt/ha		Trockenmasseertrag dt/ha		Pflanzenlänge cm		Technische Stängellänge cm	
		2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Stufe I	Fedora 17	120,2	177,3	54,2	93,0	164,0	259,8	98,9	108,6
	Uso-31	99,4	149,0	44,5	74,1	192,3	277,3	121,8	118,6
	Muka 76	175,3	199,1	76,5	92,3	216,6	289,5	125,2	121,7
	Futura 83		201,2		96,9		285,8		128,1
	Nashinoide		161,7		87,7		280,0		117,2
	Futura 75	160,5		70,7		207,2		126,3	
	Tiborszalasi	150,1		69,0		205,9		134,6	
	Mittel	141,1	177,6	63,0	88,8	197,2	278,5	121,4	118,8
	GD 5%	26,9	20,3	11,4	12,0	16,9	31,7	12,3	9,6
Stufe II	Fedora 17	138,3	191,2	60,9	100,0	174,5	267,3	105,6	124,4
	Uso-31	113,0	147,3	48,5	74,3	200,6	261,0	123,1	129,1
	Muka 76	196,2	216,5	87,0	107,5	220,6	279,0	137,6	131,2
	Futura 83		215,8		92,6		264,0		138,5
	Nashinoide		188,3		97,5		276,0		118,1
	Futura 75	198,8		85,8		222,8		130,3	
	Tiborszalasi	164,7		71,0		217,3		140,4	
	Mittel	162,2	191,8	70,6	94,4	207,2	269,5	127,4	128,3
	GD 5%	26,9	20,3	11,4	12,0	16,9	31,7	12,3	9,6

Stufe I ... reduzierte N-Düngung (90 kg N/ha) Stufe II ... nach BESyD (140 bzw. 120 kg N/ha)

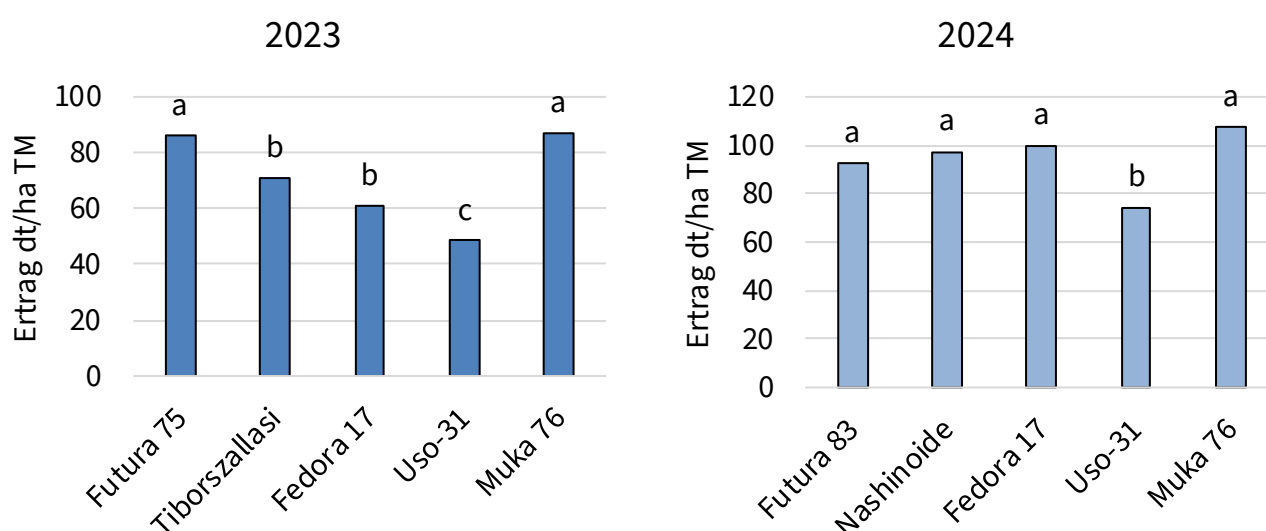
Frisch- und Trockenmasse Erträge

Im Jahr 2024 war der Frisch- und Trockenmasseertrag im Mittel höher als im Versuchsjahr 2023. Da nicht die gleichen Sorten untersucht wurden, könnte die Abweichung auch durch Sortenunterschiede zustande kommen. Allerdings zeigten auch die Sorten, die in beiden Jahren angebaut wurden im Jahr 2024 einen höheren Ertrag. Das steht im Widerspruch zu der deutlich geringeren Bestandesdichte im Jahr 2024. Die Bestandesdichte beeinflusst auch das Wuchsverhalten, sodass der variierende Ertrag auch durch Unterschiede in der Stängeldicke erklärbar ist. Die Stängeldicke wurde jedoch nur im Jahr 2024 standardisiert erfasst. Trotzdem zeigt sich, dass ein geringerer Pflanzenbestand nicht zwangsläufig zu einem geringen Ertrag führt.

Die Witterungsbedingungen ähnelten sich in beiden Jahren, lediglich die Niederschlagsmenge in der Vegetationszeit 2024 war um 60 mm höher. Das spricht dafür, dass ein gutes Wachstum von Hanf von einer ausreichenden Wasserversorgung abhängig ist. Auch in der Literatur wird Hanf als Kulturpflanze beschrieben, die genügend Wasser in der Wachstumsphase, insbesondere die sechs Wochen nach der Keimung, benötigt (TFZ, 2023).

Die Ergebnisse der Anbauversuche zeigen, dass die Erträge der Sorten von der Düngemittelmenge beeinflusst werden. In beiden Jahren ist sowohl der Frischmasseertrag als auch der Trockenmasseertrag der Sorten bei der Düngung nach BeSYD höher als bei der reduzierten Düngung. Im Mittel über die Sorten sind die Frischmasseerträge bei bedarfsgerechter Düngung um 8 % (2024) bis 15 % (2023) höher. Die unterschiedlichen Sorten reagieren hierbei im gleichen Maße auf beiden Düngewarianten. Daraus ist abzuleiten, dass eine bedarfsgerechte Düngung die Erträge von Hanfsorten steigert.

Zwischen den Sorten gibt es ebenfalls signifikante Unterschiede im Trocken- und Frischmasseertrag in beiden Jahren. Die Sorte Muka 76 und Futura 75/Futura 83 befanden sich in beiden Merkmalen in beiden Jahren jeweils in der Signifikanzgruppe mit dem höchsten Ertrag. Muka 76 wies einen mittleren Trockenmasseertrag von 87 dt/ha (2023) und von 108 dt/ha (2024) auf (Abbildung 7). Den geringsten Ertrag in den beiden Versuchsjahren die Sorte Uso-31 auf (Tabelle 5).



Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Tukey-Test, $p < 0,05$).

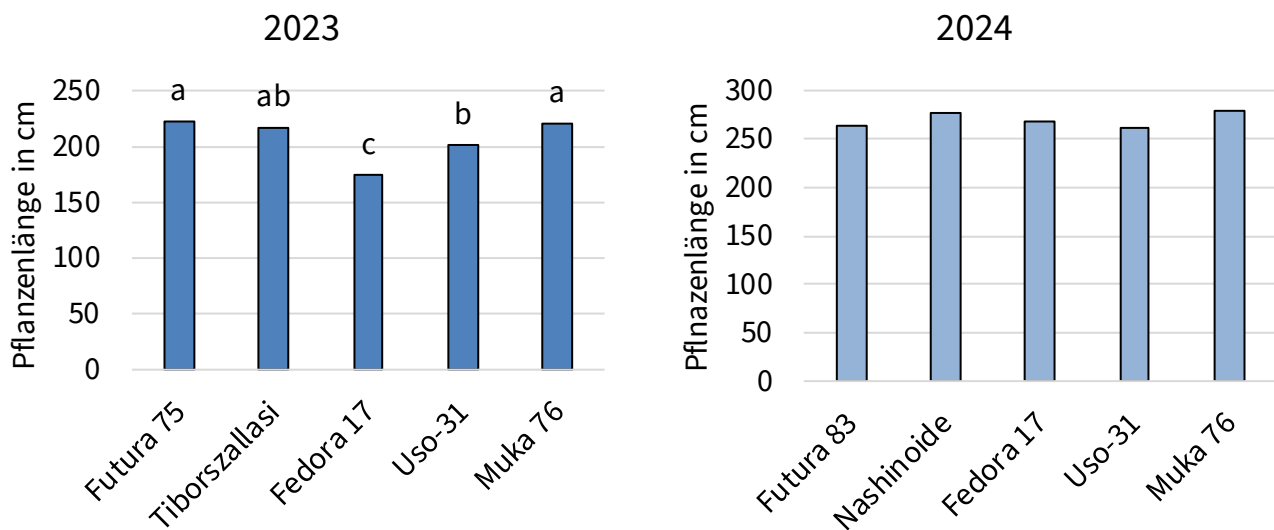
Abbildung 7: Trockenmasseertrag der Hanfsorten im Jahr 2023 und 2024 (Düngestufe II).

Pflanzenlänge

Die mittlere Pflanzenlänge über alle Sorten hinweg war im Jahr 2024 höher als im Jahr 2023. Mögliche Ursachen für diese Unterschiede wurden im Kapitel „Ertrag“ näher erläutert.

Ein Einfluss der Düngemittelmenge auf das Merkmal Pflanzenlänge zeigte sich im Jahr 2023, jedoch nicht im Jahr 2024. Im Versuchsjahr 2023 waren die Pflanzen bei einer bedarfsgerechten Düngung nach BeSYD im Mittel etwa 5 % länger als bei der reduzierten Düngestufe. Die Sorten reagierten dabei in ähnlicher Weise auf die beiden Düngestufen, sodass keine Interaktion zwischen Sorte und Düngung festgestellt werden konnte. Im Jahr 2024 hingegen ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in der Pflanzenlänge zwischen den Düngestufen.

Signifikante Sortenunterschiede in der Pflanzenlänge traten ebenfalls nur im Jahr 2023 auf. Dabei wiesen die Sorten Muka 76 und Futura 75 die größten Pflanzenlängen auf (Abbildung 8). Im Vergleich mit der Literatur zeigt sich, dass die Düngemittelmenge typischerweise die Pflanzenhöhe und den Stängeldurchmesser beeinflusst, jedoch in Abhängigkeit von der Wasserversorgung im jeweiligen Jahr (Pappaert et al., 2025).



Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Tukey-Test, $p < 0,05$). 2024 gab es keine signifikanten Sortenunterschiede.

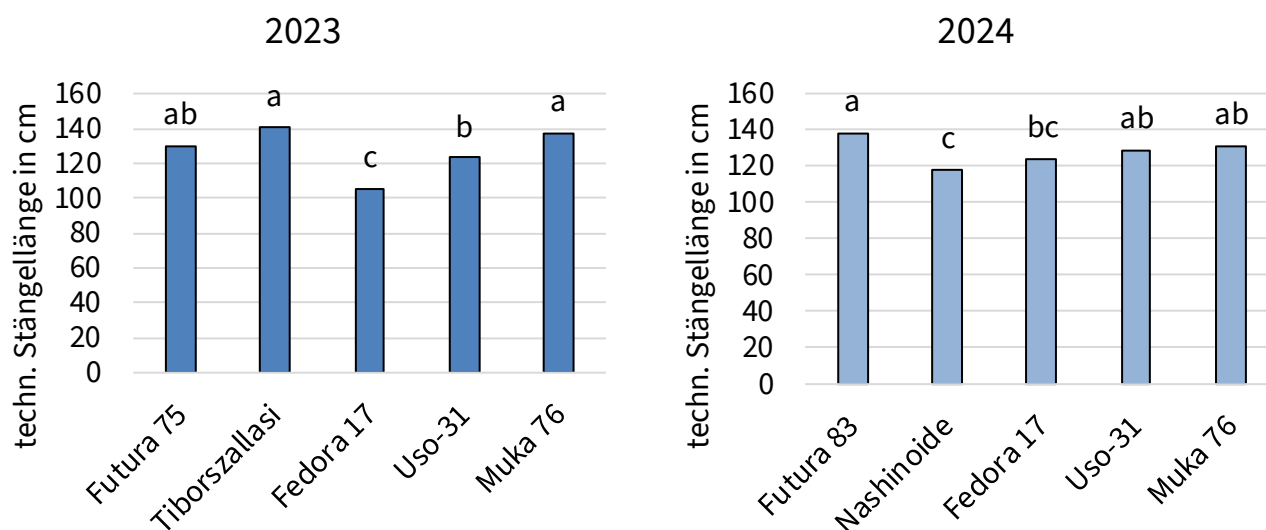
Abbildung 8: Pflanzenlänge der Hanfsorten in cm (Düngestufe II) der Versuchsjahre 2023 und 2024

Technische Stängellänge

Im Vergleich zu den anderen Merkmalen unterscheidet sich die technische Pflanzenlänge in den zwei Versuchsjahren kaum voneinander. Das Merkmal unterscheidet sich jedoch in den zwei Düngestufen. In der Gruppe mit der bedarfsgerechten höheren Düngung sind die technischen Stängellängen zwischen 5 % (2023) und 8 % (2024) größer als bei der reduzierten Düngung. Auch hier reagieren alle Sorten ähnlich auf Unterschiede in der Düngemenge.

Zwischen den Sorten gibt es ebenfalls signifikante Unterschiede. Zu erwähnen ist, dass im Mittel stets eine Stängellänge von über 100 cm erreicht wurde. Die längste mittlere Länge wurde bei der Sorte Tiborszallasi in 2023 gemessen mit einer durchschnittlichen Länge von 140 cm (Abbildung 9). Die in den Versuchen überprüften Sorten liegen mit ihren Stängellängen in einem nutzbaren Bereich.

Die technische Stängellänge ist stark von der angewendeten Erntetechnik abhängig, insbesondere von der Schnitthöhe. Daher stellt sie kein ausschließlich pflanzenphysiologisches Merkmal dar, sondern wird durch methodische Faktoren beeinflusst und muss bei der Interpretation der Ergebnisse entsprechend berücksichtigt werden.



Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen (Tukey-Test, $p < 0,05$).

Abbildung 9: Technische Stängellänge der der Hanfsorten in cm (Düngestufe II) der Versuchsjahre 2023 und 2024

5.3 Untersuchungen zur Faserqualität

5.3.1 Zug- und Biegefestigkeit im Epoxidharzverbund

Am Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V. (STFI) in Chemnitz wurden die verschiedenen Hanfsorten mittels standardisierter Verfahren auf ihre Zug- und Biegefestigkeit untersucht, um die Eignung der Fasern als Verbundwerkstoff zu überprüfen. Die Zug- und Biegefestigkeit wurde nicht an der reinen Hanffaser bestimmt, sondern ausschließlich im Hanffaser-Epoxid-Verbundwerkstoff. Im Jahr 2023 wurden die Proben in einem geringeren Stichprobenumfang untersucht, da es im Verlauf Lagerschäden gab, die die Stängel für die Prüfung unbrauchbar machten. Deshalb wurden im Jahr 2023 durchschnittlich zwei Proben untersucht, während im Jahr 2024 vier Proben je Sorte und Düngestufe angestrebt wurden. Die geringe Stichprobenanzahl limitiert die statistische Auswertbarkeit der Ergebnisse, sodass lediglich Tendenzen beschrieben werden können.

Bereits bei der Gewinnung der Bastfasern durch das Abschälen der Stängel konnten zwischen den Sorten Unterschiede beschrieben werden. In beiden Jahren konnten bei den Sorten Muka 76 und Futura 75 (2023) bzw. Futura 83 (2024) breite Streifen abgeschält werden. Das Schälen der anderen Sorten im Test hingegen resultierte in schmalere Streifen und es konnten insgesamt weniger Faserstreifen je Stängel gewonnen werden. Im Versuchsjahr 2024 wurde für die Sorte Fedora 17 beschrieben, dass die Baststreifen beim Schälen häufig abgebrochen sind. In Abbildung 10 ist deutlich zu erkennen, dass das Volumen des Bündels, vor allem im oberen Bereich, von Fedora 17 geringer ist, als beispielsweise das Volumen des Bündels von Futura 75 und Muka 76.

Konkrete Untersuchungen zur Erklärung der Unterschiede in der Breite der Hanfbaststreifen wurden nicht durchgeführt. Grundsätzlich wird die Streifenbreite jedoch von mehreren Faktoren beeinflusst, darunter der Stängeldurchmesser, die Vorbehandlung der Stängel (z. B. Röste oder Befeuchtung), die Sorte sowie deren Reifegrad zum Erntezeitpunkt. Je nach angestrebter Nutzung bestehen unterschiedliche Anforderungen an die Fasereigenschaften. Für Anwendungen im Faserverbund sind tendenziell breitere Baststreifen von Vorteil, wobei sich viele Aspekte derzeit noch im experimentellen Stadium befinden.



Sorten und Düngevariante, von links nach rechts: Mischprobe, Fedora 17 -140kg N, Fedora 17 -90 kg N, Uso-31 -140kg N, Uso-31 -90 kg N, Futura 75 -140 kg N, Tiborszallasi -140 kg N, Tiborszallasi -90 kg N, Muka 76 -140 kg N, Muka 76 -90 kg N. Quelle: STFI, 2024

Abbildung 10: Übersicht Baststreifen nach Hanfsorten geordnet.

Prüfung der Zugfestigkeit eines Hanf-Epoxid-Verbundes

Bei der Prüfung der Zugfestigkeit in den Jahren 2023 und 2024 wurden alle Proben fibrilliert und anschließend eingeharzt. Im Zugversuch nach DIN EN ISO 2062 mit den Proben aus dem Versuchsjahr 2023 konnten Zugkräfte zwischen 11.800 bis 15.367 Newton und Dehnungen zwischen 0,70 und 0,89 % gemessen werden. Um die Werte miteinander vergleichen zu können, wurde mithilfe des Querschnitts die querschnittsbereinigte Zugkraft (σ_m) und der Elastizitätsmodul E_{mod} berechnet (siehe Tabelle 6). Für den Elastizitätsmodul wurden im Hanfverbund Werte zwischen 32,40 und 39,10 GPa berechnet. Den höchsten Wert erreichte hierbei die Sorte Muka 76 und der geringste E_{mod} wurde bei der Sorte Uso-31 berechnet. Aufgrund der geringen Stichprobengröße kann der Unterschied jedoch nicht statistisch belegt werden. Ein Einfluss der Düngemittelmenge auf die Zugfestigkeit konnte in 2023 nicht festgestellt werden, da einige Sorten höhere Werte bei höherer Stickstoffdüngung zeigten und einige Sorten auch geringer Werte bei höherer Stickstoffdüngung aufwiesen.

Tabelle 6: Ergebnisse der Zugprüfung geharzter Proben 2023 (Proben ungeröstet)

Sorte	N-Düngung	Anzahl	FH	σ_m	ϵ_m	E_{mod}	A_o	b	h	t _{Prüfung}
	kg		N	MPa	%	GPa	mm ²	mm	mm	
USO31	90	2	15.367,38	273,71	0,83	36,90	56,68	25,57	2,2170	46,34
USO31	140	2	12.493,81	208,37	0,70	32,40	59,80	25,60	2,3370	39,19
Fedora 17	90	2	11.799,94	216,60	0,70	34,00	54,48	25,52	2,1350	39,37
Fedora 17	140	2	13.330,08	258,30	0,75	38,10	51,60	25,63	2,0130	41,79
MUKA76	90	2	14.600,44	275,95	0,83	37,50	53,03	25,56	2,0750	45,45
MUKA76	140	2	14.649,44	286,52	0,82	39,10	51,21	25,59	2,0020	45,66
Futura 75	90	2	14.902,44	271,55	0,89	34,00	55,38	25,57	2,1650	48,68
Futura 75	140	3	13.397,37	241,29	0,80	32,80	55,54	25,62	2,1680	43,47
Tiborszallasi	90	2	11.913,70	240,01	0,75	34,90	49,64	25,48	1,9480	41,20
Tiborszallasi	140	2	13.338,46	256,14	0,76	36,50	52,05	25,62	2,0320	45,20

In den Zugversuchen nach DIN EN ISO 2062 konnten in 2024 generell etwas höhere Messwerte erreicht werden als im Jahr 2023. Es konnten Zugkräfte zwischen 12.414 bis 19.396 Newton und Dehnungen zwischen 0,77 und 0,97 % gemessen werden. Für den Elastizitätsmodul wurden für die Hanfsorten im Epoxidharzverbund Werte zwischen 32,00 und 41,90 GPa berechnet. Den höchsten Wert erreichte hier, wie auch in 2023, die Sorte Muka 76 und der geringste E_{mod} wurde bei der Sorte Nashinoide berechnet. Aufgrund der geringen Stichprobengröße können die Unterschiede jedoch nicht statistisch belegt werden. Im Gegensatz zu 2023 kann in 2024 ein Einfluss der Düngemenge auf den Elastizitätsmodul abgeschätzt werden. Die Sorten mit Ausnahme von Uso-31 zeigen einen höheren E_{mod} -Wert bei einer Stickstoffdüngemenge von 120 kg (nach BeSYD) im Vergleich zur reduzierten Stickstoffdüngung (Vergleich Tabelle 7). Da diese Tendenz jedoch nur in einem Jahr beobachtet werden konnte, ist es notwendig die Ergebnisse weiterer Jahre zu evaluieren, um mögliche Zusammenhänge zu erkennen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass sich die Qualität der Hanfproben in beiden Jahren unterscheiden. Als Gründe können hier Unterschiede in den Witterungsbedingungen aufgeführt werden. Jedoch spielen neben klimatischen Einflüssen auch weitere Faktoren wie Erntezeitpunkt, Lagerungs- und Verarbeitungsbedingungen eine Rolle für die resultierenden Fasereigenschaften und damit für das mechanische Verhalten im Verbund mit Epoxidharz. Beispielsweise besitzen Fasern von Hanfpflanzen, die zu Beginn der Blüte geerntet wurden, eine höhere Zugfestigkeit, als Hanffasern, die bei Samenreife geerntet wurden (Liu et al. 2015). Naturfasern unterliegen grundsätzlich einer hohen natürlichen Streuung, was ebenfalls Unterschiede zwischen den Jahrgängen erklären kann.

Im Vergleich zu anderen Verbundwerkstoffen liegt der Hanfverbund mit E_{mod} Werten zwischen 32 und 42 GPa in einem guten Bereich. Diese Werte befinden sich im oberen Bereich typischer naturfaserverstärkter Kunststoffe. Natürlich schwanken die Werte auch sehr stark, abhängig von der verwendeten polymeren Matrix. Auf der Webseite der Universität Bayreuth sind Werte für die Zugfestigkeit von ca. 50-150 MPa angegeben und E_{mod} Werte von ca. 5-20 GPa (UBT, o.D.). Diese Werte werden von den Hanffaser-verbundwerkstoffen in diesem Versuch weit überschritten. Zum Vergleich weist Glaslaminat ein E-Modul von 55 GPa auf (Mitteilung vom STFI, 2024). Vor diesem Hintergrund stellen, bei der ausschließlichen Betrachtung von E_{mod} als Faktor, 40 GPa bei einem Hanfbastlaminat mit Epoxidharz einen durchaus wettbewerbsfähigen Wert für die Faserverbundbranche dar.

Tabelle 7: Ergebnisse der Zugprüfung geharzter Proben 2024 (Proben ungeröstet)

Sorte	N-Düngung	Anzahl	FH	σ_m	ϵ_m	E_{mod}	A_o	b	h	$t_{\text{Prüfung}}$
	kg		N	MPa	%	GPa	mm ²	mm	mm	
Uso-31	90	4	16.616,46	317,6	0,87	39,7	52,66	25,6	2,057	50,55
Uso-31	120	3	15.316,66	293,25	0,79	38,9	52,24	25,62	2,039	46,18
Fedora 17	90	2	12.414,48	238,96	0,77	32,9	52,04	25,6	2,033	43,46
Fedora 17	120	4	16.803,14	323,39	0,89	39,4	52,04	25,59	2,033	51,78
Muka 76	90	4	16.148,77	282,63	0,89	34,6	57,43	25,55	2,248	50,75
Muka 76	120	5	19.396,46	378,67	0,97	41,9	51,22	25,61	2,000	55,62
Futura 83	90	4	16.837,91	335,11	0,91	39,5	50,23	25,6	1,963	52,19
Futura 83	120	4	17.249,60	347,32	0,90	41,3	49,7	25,58	1,943	50,76
Nashinoide	90	4	16.787,66	277,21	0,94	32	60,74	25,51	2,381	54,1
Nashinoide	120	4	16.923,86	295,64	0,89	35,6	57,69	25,57	2,256	51,25

Prüfung der Biegefestigkeit eines Hanf-Epoxid-Verbundes

Die Prüfung zur Biegefestigkeit nach DIN EN ISO 14125 wurde ausschließlich im Jahr 2024 durchgeführt. Wie auch bei den Versuchen zur Zugfestigkeit wurden die Fasern vor dem Einharzen fibrilliert und anschließend im Epoxidharzverbund geprüft. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 8 dargestellt.

Die ermittelte Biegefestigkeit beziehungsweise maximale Biegespannung der untersuchten Proben lag im Bereich von 264 bis 336 MPa, bei einer Dehnung zwischen 1,5 und 2,4 %. Damit weisen die untersuchten Materialien deutlich höhere Werte auf als in der Literatur für Naturfaser-Verbundwerkstoffe beschrieben. So werden für Faserverbundwerkstoffe auf Naturfaserbasis häufig Biegefestigkeiten von bis zu etwa 150 MPa angegeben (Trento, 2025). Auch spezifische Untersuchungen zu Hanf-Epoxid-Verbunden berichten von deutlich geringeren Werten im Bereich von etwa 65 bis 85 MPa (Biegefestigkeit) sowie Elastizitätsmodulen von etwa 7 bis 11 GPa (Salins et al., 2015).

Die im vorliegenden Versuch deutlich höheren Biegefestigkeiten des Hanf-Epoxidharzverbundes könnten auf einen besonders hohen Faseranteil im Prüfkörper, eine günstige Faserorientierung oder eine gute Faser-Matrix-Anbindung zurückzuführen sein. Ebenso ist zu berücksichtigen, dass Unterschiede in Probengeometrie oder Probenherstellung einen erheblichen Einfluss auf die ermittelten Kennwerte haben können.

Zwischen den untersuchten Düngestufen konnte kein Zusammenhang mit der Biegefestigkeit festgestellt werden, sodass davon auszugehen ist, dass die Stickstoffversorgung im vorliegenden Versuch keinen maßgeblichen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften der Faserverbunde hatte.

Tabelle 8: Ergebnisse zur Prüfung der Biegefestigkeit in 2024 nach DIN EN ISO 14125

Sorte	N-Düngung	Anzahl	F _m	Biegespannung	Dehnung	E _{mod}	h	b
	kg		N	MPa	%	GPa	mm	mm
USO31	90	5	292,58	322,6	1,6	33,6	1,95	15,16
USO31	120	6	357,01	294,05	2	28,8	2,2	15,14
Fedora 17	90	zu wenig Material						
Fedora 17	120	4	238,35	264,33	1,5	33,6	1,89	15,11
MUKA76	90	6	301,92	282,86	1,8	30,4	2,06	15,11
MUKA76	120	3	342,72	336,37	2,4	27,9	2,01	15,14
Futura 83	90	5	289,99	312,03	1,7	33,5	1,92	15,1
Futura 83	120	4	298,03	318,21	2	31,2	1,93	15,18
Nashinoide	90	6	374	284,08	2,2	22,8	2,28	15,15
Nashinoide	120	6	361,26	293,54	2,1	25,3	2,22	15,16

5.3.2 Faseranteile in Hanfsorten

Die Ergebnisse der Faseranalyse (Van-Soest-System) geben Aufschluss über die chemische Zusammensetzung der Zellwand und damit über die mechanischen Eigenschaften relevanter Bestandteile. Im Folgenden werden die Ergebnisse für den prozentualen Anteil in der Trockensubstanz für die Neutral-Detergenzien Fasern (aNDFom), Säure-Detergenzien-Lignin (ADL) und Säure-Detergenzien-Fasern (ADF) dargestellt (Tabelle 9), aus denen der Gehalt von Hemizellulose (aNDFom-ADF) und Zellulose (ADF-ADL) abgeleitet werden kann.

Der aNDFom-Gehalt lag bei den Hanfsorten im Bereich zwischen 81 und 89 % der Trockensubstanz. Die ADF-Werte bewegten sich im Bereich 60-81 %, während für den Ligningehalt (ADL) Werte zwischen 7 und 18 % ermittelt wurden. Zwischen den beiden untersuchten Jahren zeigten sich teilweise Abweichungen bezüglich dieser Werte. Die Sorte Muka 76 weist z.B. im Jahr 2024 einen deutlich hö-

heren ADL-Wert auf als im Jahr 2023. Besonders in der Düngestufe II nach BeSYD ist dieser Unterschied besonders hoch. Und auch bei der Sorte Uso-31 gibt es große Varianzen im ADL-Wert zwischen den Jahren 2023 und 2024, hier jedoch in der Düngestufe I (Tabelle 9).

Die ermittelten Werte zur Faserzusammensetzung sind grundsätzlich kritisch zu betrachten, da nur wenige Proben im Versuchszeitraum (2023 und 2024) untersucht wurden. Eine Validierung der Ergebnisse durch weiterführende Untersuchungen ist notwendig, um belastbare Aussagen treffen zu können.

Die beobachteten Unterschiede in den Faseranteilen (insbesondere ADF und ADL) zwischen den Versuchsjahren können auf variierende Entwicklungsstadien der Pflanzen zurückgeführt werden. Mit zunehmendem Alter der Hanfpflanze steigt sowohl der Lignin- als auch der Celluloseanteil infolge fortschreitender Lignifizierung. Darüber hinaus können auch unterschiedliche Witterungsbedingungen, beispielsweise Trockenstress, zu einer verstärkten Ligninbildung beitragen. In diesem Zusammenhang ist die Wahl des Erntezeitpunktes besonders wichtig. Der Zeitpunkt ist entscheidend für ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Lignifizierung und Cellulosegehalt und den damit verbundenen Materialeigenschaften.

Ein direkter Zusammenhang zwischen der chemischen Zusammensetzung der Fasern und den mechanischen Eigenschaften im Harzverbund lässt sich nur eingeschränkt ableiten. Da neben der Zusammensetzung der Faser auch strukturelle Faktoren wie die Faserlänge eine Rolle spielen. Außerdem beeinflussen die Faserorientierung im Verbundwerkstoff sowie die Faser-Matrix-Anbindung die mechanischen Eigenschaften maßgeblich. Tendenziell kann jedoch davon ausgegangen werden, dass ein höherer Celluloseanteil zu einem erhöhten Elastizitätsmodul beitragen kann. Insgesamt lassen sich erste Trends erkennen, jedoch ist aufgrund der geringen Stichprobenanzahl keine statistisch abgesicherte Auswertung möglich. Eine Erweiterung der Datengrundlage in zukünftigen Versuchsjahren ist daher erforderlich, um die beobachteten Zusammenhänge weiter zu untersuchen und zu verifizieren.

Tabelle 9: Faserbestandteile in den Sorten von Hanf in % der Trockensubstanz (Mittelwert aus 4 Proben je Sorte und Dünge­stufe)

Sorte	Dün-ge-stufe	aNDFom		ADL		ADF		Hemizellulose		Zellulose	
		2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024	2023	2024
Fedora 17		83,43	82,22	9,67	9,87	64,45	69,38	18,98	12,84	54,78	59,50
	I	82,67	81,42	8,88	10,97	66,89	68,66	15,78	12,77	58,01	57,68
	II	84,18	83,02	10,46	8,77	62,02	70,10	22,17	12,92	51,55	61,32
Futura75		82,96		7,19							
	I	84,82		8,48							
	II	81,09		5,89							
Muka 76		82,67	85,82	7,08	17,58	60,24	75,50	22,43		53,16	57,92
	I	83,73	86,12	6,86	13,78	71,22	62,37	12,51	23,75	64,36	48,59
	II	81,60	85,53	7,30	21,38*	49,25	88,64*	32,35		41,95	67,26*
Tiborszallasi		81,27		7,31		62,32		18,95		55,01	
	I	82,16		6,71							
	II	80,38		7,91		62,32		18,07		54,40	
Uso-31		83,84	86,16	18,27	9,42	71,87	81,09	11,98		53,60	
	I	83,69	86,18	24,32*	8,71	71,63	79,78	12,05		47,31	
	II	84,00	86,14	12,22	10,13	72,10	82,39	11,90		59,88	
Futura83			89,21		7,98		71,40		17,81		63,42
	I		88,98		8,94		72,01		16,97		63,06
	II		89,44		7,02		70,80		18,64		63,77
Nashinoide			86,41		7,13		65,06		21,35		57,94
	I		86,37		5,98		62,45		23,92		56,47
	II		86,45		8,27		67,68		18,77		59,41

*Hohe Abweichung im Vergleich zum Vorjahr

5.3.3 Ergebnisse der mechanischen Faserisolierung

Im Versuchsjahr 2024 wurde im „Ingenieurbüro für biologische Rohstoffe“ der mechanisch isolierbare Faseranteil bestimmt. Eine gute Faserisolierbarkeit führt zu geringeren Schäden an den Fasern um eine gute Qualität für die Nutzung als Verbundwerkstoff zu erreichen. Die Faserisolierbarkeit wurde in insgesamt zehn Durchgängen durchgeführt. Nach 1, 3, 5 und 10 Durchgängen wurde der isolierte Faseranteil gewogen. Außerdem wurden die Stängel vermessen. Die Ergebnisse der Analysen sind zum Überblick in Tabelle 10 dargestellt und werden nachfolgend erläutert.

Tabelle 10: Mittelwerte der erhobenen Parameter zur Faseranalyse der Hanfsorten

N-Düngung	Sorte	Volumen cm ³	Stängeldichte g/cm ³	Faseranteil %	Schäbenanteil %	Bonitur
Stufe 1	Fedora 17	1,91	3,44	25,05	71,02	2,75
	Futura 83	2,46	3,02	27,02	67,83	1,67
	Muka 76	1,78	3,22	35,03	60,13	1,25
	Nashinoide	1,68	3,21	33,77	60,22	1,50
	Uso-31	2,23	3,07	35,30	58,82	2,00
	Durchschnitt	1,98	3,20	31,46	63,38	1,84
Stufe 2	Fedora 17	1,90	3,13	28,84	67,32	3,00
	Futura 83	2,57	2,93	29,11	66,57	1,50
	Muka 76	2,73	3,24	32,79	62,17	2,00
	Nashinoide	2,47	3,18	31,40	63,64	3,00
	Uso-31	2,08	2,99	31,58	62,64	3,25
	Durchschnitt	2,35	3,09	30,74	64,47	2,55

Im ersten Durchgang enthält der Faseranteil noch große Holzanteile, sodass ein Fasergehalt (inkl. Schäbenanteil) von 42,5 bis 65,6 % bestimmt wurde. Die Schäben wurden mit den folgenden „Entholzungsvorgängen“ weiter reduziert, sodass der reine Fasergehalt der Hanfstängel identifiziert werden konnte (Abbildung 11).

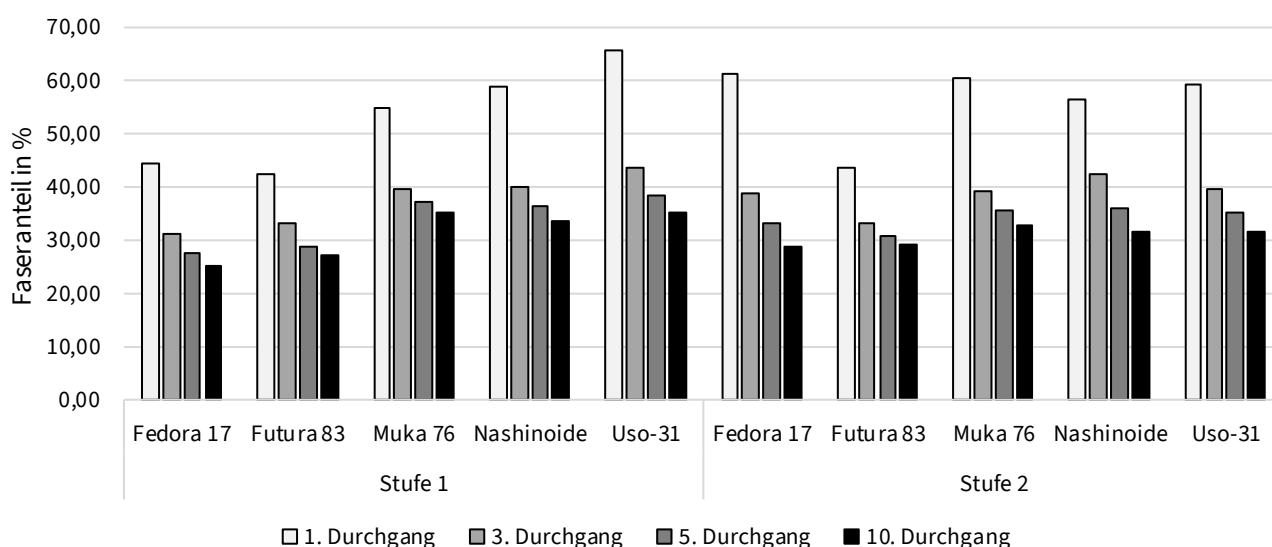


Abbildung 11: Faseranteil der Hanfsorten nach mechanische Faserfreilegung in 10 Durchgängen

Nach 10 Durchgängen wurden die finalen Faseranteile der Proben bestimmt und mit einer Boniturnote zwischen 1 und 9 bewertet. Der durchschnittlich isolierbare Fasergehalt der Hanfsorten lag zwischen 25 und 35 % (Abbildung 11, Tabelle 8).

Die untersuchten Düngestufen führten zu keiner signifikanten Veränderung des Fasergehalts der Hanfsorten. Dieses Ergebnis stimmt mit den Befunden von Von Francken-Welz & Léon (2003) überein, wonach der Faseranteil stärker von der Saatstärke als von der Düngung beeinflusst wird und sich zwischen verschiedenen Düngestufen nicht signifikant unterscheidet. Allerdings zeigen weitere Untersuchungen von Léon et al. (2004), dass der Einfluss der Stickstoffdüngung auf den Fasergehalt nicht einheitlich ist. Während an einigen Standorten ein erhöhter Fasergehalt bei steigender Stickstoffdüngung beobachtet wurde, zeigte sich an anderen Standorten ein gegenteiliger Effekt.

Zwischen den Sorten gab es nachweisbare Unterschiede im Fasergehalt. Muka 76, Uso-31 und Nashinoide weisen den höchsten Fasergehalt auf mit Werten zwischen 33,8 und 35,3 % (Abbildung 12). Ein direkter Vergleich des Fasergehaltes mit Literaturwerten ist bei Fedora 17, Uso-31 und Futura möglich. Für diese Sorten wurden Fasergehalte von 30,5 % (Fedora 17), 34,8 % (Futura 75) und 44,9 % (Uso-31) beschrieben (Léon et al., 2004). Damit ist vor allem der Fasergehalt in Uso-31 deutlich höher als in den Versuchen am LfULG. Die Ergebnisse der anderen Sorten weichen hingegen zwischen den Versuchen nicht stark voneinander ab. Trotzdem zeigt sich, dass natürliche Einflussfaktoren, wie der Standort und die jeweilige Witterung in dem Anbaujahr einen Einfluss auf den Fasergehalt haben können.

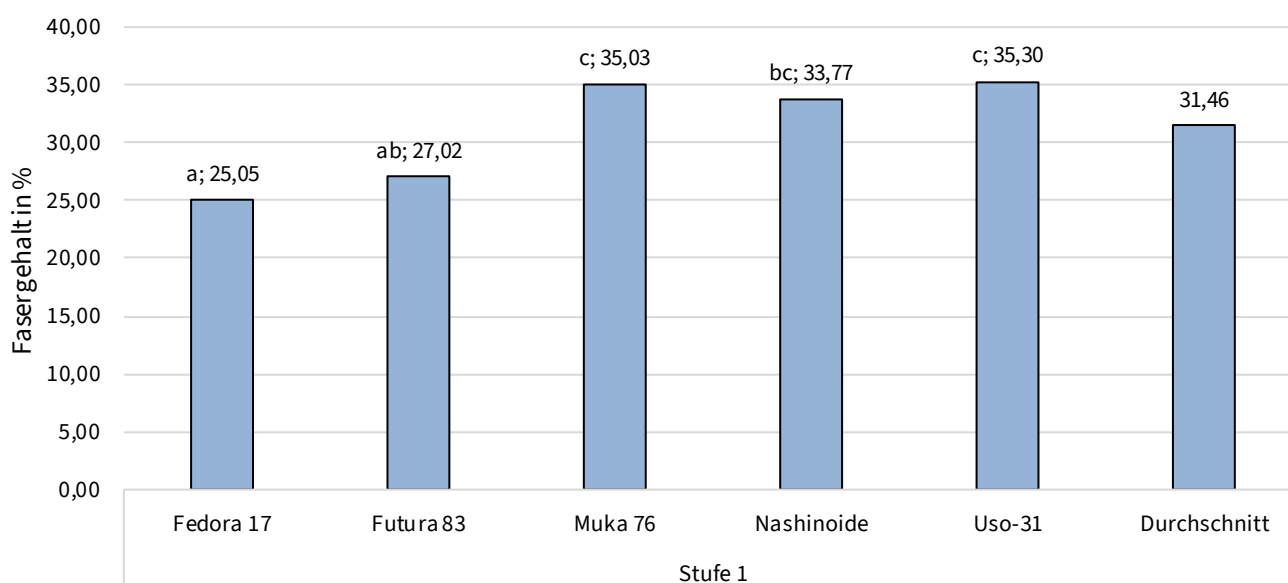


Abbildung 12: Fasergehalt in % der Sorten (Düngestufe 1), Versuchsjahr 2024

Insgesamt liegt der Faseranteil der untersuchten Sorten im Referenzbereich, auch wenn gewisse Schwankungen beobachtet wurden. Der Fasergehalt liegt bei Hanf typischerweise zwischen 26 % und 36 % (Léon et al., 2004). Ein hoher Fasergehalt ist insbesondere für die Fasernutzung von zentraler Bedeutung, da er maßgeblich zur optimalen Ausnutzung des Ertragspotenzials der Hanfpflanzen beiträgt.

Die Beurteilung der Schäben ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Düngestufen und Sorten. Die Trennung der Fasern von den Schäben funktionierte sehr gut; im Mittel wurde lediglich ein geringer Schäbenanteil (Boniturstufe 3) festgestellt (Tabelle 10). Somit konnte bei allen untersuchten Sorten eine gute Faserfreilegbarkeit auch optisch bestätigt werden.

Das Merkmal „Stängeldichte“ ergab ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Sorten und Düngestufen. Im Mittel über alle Sorten und beide Düngestufen lag die Stängeldichte bei $3,15 \text{ g/cm}^3$ (Tabelle 10).

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im vorliegenden Bericht wurden erste Ergebnisse der zweijährigen Sortenversuche zum Hanfanbau und zur Faserqualität der Kultur dargestellt. Im Projekt wurde außerdem die Erntetechnik für die Gewinnung von Langfasern weiterentwickelt, um insbesondere für kleinparzellige Versuchsflächen geeignete Geräte zu schaffen. Ziel war es, die Hanfpflanze in variablen Schnitthöhen zu ernten, ohne den Stängel zu knicken und die Faser zu beschädigen. Dazu wurde ein Heckbalkenmäher auf Hydraulikbetrieb umgerüstet und als Frontanbau eingesetzt. Außerdem wurde eine höhenverstellbare Haspel und ein Halmteiler an den Balkenmäher angebracht, um das Erntegut gezielt dem Messer zuzuführen. Eine Siebdruckplatte diente als Auffangvorrichtung zur strukturierten Ablage der Stängel. Über die beiden Versuchsjahre hinweg konnte die Schnittqualität deutlich verbessert werden, sodass eine optimierte Erntetechnik für nachfolgende Versuche zur Verfügung steht. Damit wurde eine wichtige Grundlage für die schonende Ernte und Weiterverarbeitung hochwertiger Langfasern geschaffen.

Im Rahmen der **Sortenevaluierung** wurden insgesamt sieben Hanfsorten geprüft. Die Auswahl der Sorten erfolgte mit dem Fokus auf eine Langfasernutzung, ergänzt durch Sorten mit Eignung zur Mehrfachnutzung. Die Sorten Fedora 17 und Uso-31 entwickelten sich in den vorliegenden Versuchen von der Aussaat bis zur Blüte am schnellsten. Generell wurde deutlich, dass sich Sorten mit Doppelnutzungseigenschaften schneller entwickelten als reine Faserhanfsorten, die stärker auf Biomassebildung ausgelegt sind. Die Erträge der verwertbaren Stängel (ohne den Blütestand) lagen zwischen 45 und 108 dt/ha Trockenmasse. Die höchsten Erträge sowie die größten Pflanzenlängen wurden bei den Sorten Muka 76 und Futura 75/83 erzielt. Diese Sorten wiesen zudem technische Stängellängen von über 120 cm auf. Insgesamt lagen die technischen Stängellängen der untersuchten Sorten im Bereich von 99 bis 140 cm und damit im gut nutzbaren Bereich für die Langfaser. Parallel wurden zwischen den Sorten auch Unterschiede in der Faserqualität bereits bei der Gewinnung der Baststreifen festgestellt. Insbesondere die Sorten Muka 76 und Futura 75/83 fielen durch breite und gut ausgeprägte Baststreifen auf, die sich gut für die weitere Verarbeitung im Faserverbund eignen.

Auch die **materialtechnischen Untersuchungen**, die die Eignung der Faser in einem Verbundwerkstoff bewertet, bestätigten sortenspezifische Variationen. Die Zugfestigkeitsprüfung der Epoxid-Hanf-Verbundstoffe ergab E_{mod} -Werte zwischen 32 und 42 GPa, mit den höchsten Werten bei Muka 76. Bei der ausschließlichen Betrachtung von E_{mod} stellt Hanfbastlaminat mit Epoxidharz ein durchaus wettbewerbsfähiges Material für die Faserverbundbranche dar. Die Kombination aus hoher Faserqualität und guten agronomischen Eigenschaften macht besonders die Sorte Muka 76 interessant für zukünftige Anwendungen im Bereich der Naturfaserverbundstoffe.

Anbauversuche zeigen, dass eine Aussaat in einen ausreichend warmen und feuchten Boden entscheidend für einen erfolgreichen Feldaufgang und eine gute Jugendentwicklung ist (TFZ, 2023). Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse der vorliegenden Versuche, dass der Ertrag von mehreren Faktoren beeinflusst wird. Sowohl nach der Aussaat im April 2023 als auch im Mai 2024 wurden gute Erträge erzielt. Bei der späteren Aussaat konnten sogar insgesamt etwas höheren Erträge gemessen werden. Dies deutet darauf hin, dass neben dem Aussaatzeitpunkt auch insgesamt günstigere Wachstumsbedingungen, wie die höheren Niederschlagsmengen in 2024, für einen guten Ertrag essentiell sind.

Eine **bedarfsgerechte Düngung** von 120 bis 140 N kg/ha, berechnet mit dem Programm WebBeSYD, führte in den vorliegenden Versuchen zu einer Ertragssteigerung von bis zu 15 % sowie zur Zunahme der technisch nutzbaren Stängellänge. Es wurden keine Veränderungen in der Faserqualität bei unterschiedlichen Stickstoffgaben festgestellt. Vor dem Hintergrund sollte die Düngung von Hanf standortangepasst und idealerweise basierend auf Nmin-Werten sowie entsprechender Berechnungen erfolgen.

Für die **Verarbeitung und industrielle Aufbereitung der Faser** sind spezialisierte Anlagen erforderlich. In Sachsen befindet sich derzeit eine Faserlinie im Aufbau, während weitere Aufschlussanlagen geplant sind. Die fehlende flächendeckende Verarbeitungsinfrastruktur stellt derzeit noch eine wesentliche Herausforderung für die Etablierung regionaler Wertschöpfungsketten dar. Neben den produktionstechnischen Aspekten spielt auch die Vermarktung des Erntegutes eine entscheidende Rolle. Vor dem Anbau von Nutzhanf sollte die Abnahme gesichert sein, da insbesondere für Hanfstroh bislang nur begrenzte Absatzmöglichkeiten bestehen. Hanffasern bieten ein breites Spektrum an Verwertungswegen, auch in Abhängigkeit von der Faserlänge. Neben der Nutzung in Verbundwerkstoffen oder in Textilien, bestehen weitere Einsatzmöglichkeiten in Vliesstoffen, Dämmmaterialien oder in der Papierherstellung. Eine Weiterentwicklung der Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen ist entscheidend für die zukünftige Etablierung des Hanfanbaus in der Region.

Literaturverzeichnis

BLE (2022). Internetpublikation - Anbau von Nutzhanf.

https://www.ble.de/DE/Themen/Landwirtschaft/Nutzhanf/nutzhanf_node.html,

Zugriff am 09.07.2025.

BLE (2024). Internetpublikation - Nutzhanfanbau 2024: Fläche erstmals über 7.000 Hektar.

https://www.ble.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/241002_Nutzhanf.html,

Zugriff am 09.07.2025.

FRANCKEN-WELZ, H., LÉON, J. (2003). Faserqualität einheimischer Faserpflanzen (Hanf)- Bewertung von Rohstoff und Endprodukt. *Forschungsbericht Nr.112*. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Landwirtschaftliche Fakultät. Bonn

LÉON, J.; SCHULZE LAMMERS, P.; HAVERKAMP, M.; ROLLER, O. (2004). Faserqualität einheimischer Faserpflanzen, die Bedeutung umweltbedingter Variabilität für die Ertrags- und Qualitätsbildung einheimischer Faserpflanzen, sowie die Methodenentwicklung zur Qualitätsprüfung *Forschungsbericht Nr.120*. Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn. Landwirtschaftliche Fakultät. Bonn

LfULG (2025). Agrarmeteorologisches Messnetz Sachsen – Wetterdaten.

<https://www.landwirtschaft.sachsen.de/Wetter09/asp/inhalt.asp?seite=uebersicht> .

Zugriff am 19.01.2026

LIU M, FERNANDO D, DANIEL G, MADSEN B, MEYER A, ALE M, THYGESEN A (2015). Effect of harvest time and field retting duration on the chemical composition, morphology and mechanical properties of hemp fibres. *Ind Crops Prod* 975 69:29–39.

PAPPAERT, H.; VANDEPITTE, K.; LATRÉ, J.; DESMEDT, W.; THIENPOND, S.; VERMEIRE, S.; DE RAEVE, A.; DE GELDER, L.; TROCH, V. (2025): The Influence of Variety, Nitrogen Level and Sowing Density on the Productivity of Long Fiber Hemp. *Journal of Natural Fibers*, 22(1), 2549917. DOI: 10.1080/15440478.2025.2549917

RICHTER, S. (2018). Der Anbau von Faserhanf (*Cannabis sativa* L.) als Winterzwischenfrucht. Dissertation. Bergischen Universität Wuppertal

SALINS, S. S., SHETTY, S., DORESWAMY, D., GOWDA, T., & SACHIDANANDA, H. K. (2025). Recycled leather–epoxy hybrid composites exhibiting novel fracture behavior identified through multimodal characterization. *Scientific Reports* 15: 45095. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-32862-6>

SMEKUL (2024). Agrarbericht in Zahlen 2024.

SMEKUL (2025) Agrarbericht in Zahlen 2025.

TFZ (2023). Verwertung und Anbauoptimierung von Hanf als Nachwachsender Rohstoff. Kurzfassung TFZ-Bericht 78

TRENTO, C (2025). Biegefestigkeit von Verbundwerkstoffen. Internetpublikation:

<https://www.samaterials.de/blog/flexural-strength-of-composite-materials.html>, Zugriff am 13.03.2026

Universität Bayreuth (o.D.). NFK - Naturfaserverstärkter Kunststoffe. <https://www.material.uni-bayreuth.de/de/2-materialwelt-der-polymere/3-verbundwerkstoffe/08-nfk/index.html>, Zugriff am 17.03.2026

Herausgeber

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft
und Geologie (LfULG)

Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden

Telefon: +49 351 2612-0; Telefax: +49 351 2612-1099

E-Mail: Poststelle.LfULG@smekul.sachsen.de

www.lfulg.sachsen.de

Autoren

Yvonne Wetzig und Sophie Richter

Abteilung 7 Landwirtschaft/Referat 72 Pflanzenbau

Waldheimer Str. 219, 01683 Nossen

Telefon: +49 35242 631 7224; Telefax: +49 35242 631 7299

E-Mail: yvonne.wetzig@lfulg.sachsen.de

Redaktion

siehe Autoren

Bildnachweis

Titelbilder und Bilder: Markus Dehne (LfULG)

Abbildung 6 und 10: Elke Thiele (STFI)

Redaktionsschluss

07.05.2026

Bestellservice

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei heruntergeladen werden aus der Publikationsdatenbank des Freistaates Sachsen (<https://publikationen.sachsen.de>).

Hinweis

Diese Publikation wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom LfULG

(Geschäftsbereich des SMEKUL) kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

Täglich für ein gutes Leben.

www.lfulg.sachsen.de