

# Vorstudie zur Schaffung von skalierbaren Wertschöpfungsketten für die Nutzung von Paludi-Biomasse

Oktober 2023, Hamburg

# Inhaltsverzeichnis

	Seitenzahl
1. Vorstellung beteiligter Akteure	3
2. Editorial	4
3. Hintergründe zur Studie	6
4. Methodik	7
5. Executive Summary	10
6. Papier und Kartonagen, inklusive Faserguss	12
7. Bau- und Dämmstoffe	37
8. Holzwerkstoffe und Möbel	54
9. Kunststoffe und chemische Grundstoffe	64
10. Trockengranulat	75
11. Bioenergie	81
12. Szenarien	93
13. Fazit und Ausblick	100
14. Impressum	101

# Die Studie wurde von Sustain Consulting GmbH im Auftrag der toMOORow-Initiative durchgeführt

## Inhaltsverzeichnis

### Vorstellung beteiligter

### Akteure

### Editorial

### Hintergründe zur Studie

### Methodik

### Executive Summary

### Sektoren

### Szenarien

### Fazit und Ausblick

### Impressum



Nasse Moore tragen erheblich zum Klimaschutz bei und erhalten einzigartige Pflanzen- und Tierarten. Gleichzeitig können sie umweltverträglich bewirtschaftet werden. Diese vielfältigen Eigenschaften von Mooren für den Umwelt- und Naturschutz, aber auch für die Wirtschaft zu nutzen, ist das Ziel der Initiative mit dem zukunftsweisenden Namen „toMOORow“. Damit trägt die Initiative zur Umsetzung des Pariser Klimaschutzabkommen bei, denn trockengelegte Moore setzen große Mengen Kohlenstoff frei.

Die Initiative toMOORow zur Wiedervernässung von Mooren wurde von der Umweltstiftung Michael Otto und der Michael Succow Stiftung, Partner im Greifswald Moor Centrum, ins Leben gerufen. toMOORow wird unterstützt von der Otto Group sowie Sustain Consulting.

[www.tomoorow.org](http://www.tomoorow.org)

## Die Partner



Die Umweltstiftung Michael Otto verfolgt das Ziel, die natürlichen Lebensgrundlagen zu bewahren und nachfolgenden Generationen einen zukunftsfähigen Planeten zu erhalten. Die Stiftung versteht sich als Zukunftslabor für den ökologischen Umbau in Deutschland und richtet ihren Fokus auf die großen Land- und Wassernutzungskonflikte.

[www.umweltstiftungmichaelotto.de](http://www.umweltstiftungmichaelotto.de)



Die Michael Succow Stiftung ist national wie international operativ tätig und setzt Projekte zu Klimaschutz, Schutzgebieten, zukunftsfähiger Landnutzung sowie zur Nachwuchsförderung um. Sie ist Gründungsmitglied und Partner im seit 2015 bestehenden Greifswald Moor Centrum und im 2018 gegründeten biosphere center.

[www.succow-stiftung.de](http://www.succow-stiftung.de)



Sustain Consulting GmbH ist eine Managementberatung mit Fokus auf Nachhaltigkeit. Sustain begleitet Unternehmen seit über 20 Jahren in der Umsetzung von Nachhaltigkeit in den Bereichen Klimastrategien, Menschenrechte und umfassende Strategien zur Nachhaltigkeit. Sustain bringt zusammen, was für viele nicht zusammenpasst, aber aus unserer Sicht zusammengehört; Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit. Denn nur wer nachhaltig wirtschaftet, ist langfristig wettbewerbsfähig.

Sustain arbeitet mit Unternehmen aus unterschiedlichsten Branchen zusammen u.a. im Bereich Handel und Konsumgüter, Industrie und verschiedenen Institutionen.

Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) hat Sustain bei den Vorrecherchen unterstützt.

<https://sustain.com/>

## Inhaltsverzeichnis

Vorstellung beteiligter

Akteure

**Editorial**

Hintergründe zur Studie

Methodik

Executive Summary

Sektoren

Szenarien

Fazit und Ausblick

Impressum

# Editorial

Es ist höchste Zeit, das Zusammenspiel von Natur und Mensch zukunftsfähig zu gestalten. Das erfordert, die Wechselwirkungen von Gesellschaft, Wirtschaft und natürlichen Lebensgrundlagen ganzheitlich zu betrachten. Die nachhaltige und klimafreundliche Landnutzung ist ein zentraler Hebel, um die notwendige Transformation zu einer zukunftsfähigen Wirtschaftsweise zu bewerkstelligen.

Für eine großflächige Umsetzung von Klima- und Naturschutzmaßnahmen müssen die Kräfte des Marktes aktiviert werden, um innovative Lösungen für den Erhalt sowie die Wiederherstellung von Ökosystemfunktionen zu entwickeln und für eine breite Wirkung zu skalieren. Für eine Inwertsetzung besteht die Möglichkeit, Flächen naturverträglich zu bewirtschaften und aus der geernteten Biomasse marktfähige Produkte zu entwickeln. Darüber hinaus können verminderte Treibhausgasemissionen in Zertifikate überführt werden. Ein Ökosystem, welches für beide wirtschaftlichen Ansätze sowie für den Klimaschutz ein besonders hohes Potenzial aufweist, ist das Moor.

Moore kommen in 175 Ländern der Erde vor. Sie nehmen weltweit eine Fläche von 3 % ein und **speichern doppelt so viel Kohlenstoff wie die Biomasse aller Wälder zusammen** – allerdings nur, solange sie nass sind.

In Deutschland sind von den 1,8 Mio. Hektar Moorfläche 94 % trockengelegt und werden vorwiegend land- und forstwirtschaftlich genutzt.

Diese **Entwässerung ist für 7 % der gesamten jährlichen Treibhausgasemissionen in Deutschland** verantwortlich. Um diese zu stoppen, muss ein Rückbau der Entwässerung und die Wiederherstellung flurnaher Wasserstände erfolgen. Dies stellt jedoch eine enorme Herausforderung für Betriebe dar, die auf Moorböden wirtschaften. Denn bisher ist die Entwässerung eine Voraussetzung für die landwirtschaftliche Nutzung von Mooren und Grundlage der Landwirt\*innen für ihr Einkommen.

Doch auch die oberirdisch geerntete Biomasse aus wiedervernässten Mooren kann vielfältig und wirtschaftlich nutzbar sein. Die nasse Bewirtschaftung von Mooren nennt man Paludikultur. Die toMOORow-Initiative\* hat die Sustain Consulting GmbH mit der Durchführung einer Machbarkeitsstudie beauftragt.

\* Die toMOORow-Initiative wurde von der Umweltstiftung Michael Otto und der Michael Succow Stiftung, Partner im Greifswald Moor Centrum, ins Leben gerufen und wird von der Otto Group sowie Sustain Consulting unterstützt.

## Inhaltsverzeichnis

Vorstellung beteiligter

Akteure

**Editorial**

Hintergründe zur Studie

Methodik

Executive Summary

Sektoren

Szenarien

Fazit und Ausblick

Impressum

# Editorial

In dieser Studie wurde untersucht, in **welchen Wirtschaftssectoren skalierbare Wertschöpfungsketten für Paludikultur-Erzeugnisse** geschaffen werden können, welche **Chancen und Herausforderungen** sich daraus ergeben und welcher Flächenumfang an bisher entwässerten, landwirtschaftlich genutzten Moorböden in Deutschland für diese wirtschaftliche Nutzung wiedervernässt werden müsste. Zusätzlich wurde untersucht, wie Pflanzen – etwa Nasswiesengräser und Röhrichte – als nachwachsende Rohstoffe in Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft genutzt werden können.

Ausgehend von dieser Studie wird im Rahmen der toMOORow-Initiative eine "Allianz der Pioniere" geschaffen, um entsprechende Wertschöpfungsketten real aufzubauen. Diese Allianz besteht aus starken und entschlossenen Wirtschaftspartnern, die sich mit ihrem Innovationsgeist und Unternehmertum dem Klimaschutz verpflichten, nachwachsende Rohstoffe nutzen und sich aktiv an der Inwertsetzung der Paludi-Biomasse einbringen.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie sind äußerst vielversprechend. Und "machbar" ist die beste Voraussetzung, um es auch tatsächlich zu machen. Also, lassen Sie uns gemeinsam damit beginnen!



**Claudia Bühler**  
Vorständin der  
Umweltstiftung Michael Otto



**Dr. Franziska Tanneberger**  
Leiterin des  
Greifswald Moor Centrum



**Jan Peters**  
Geschäftsführer der  
Succow Stiftung

# Trockengelegte Moore sind für 7 % der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich



## Inhaltsverzeichnis

Vorstellung beteiligter

Akteure

Editorial

Hintergründe zur Studie

Methodik

Executive Summary

Sektoren

Szenarien

Fazit und Ausblick

Impressum

Zum Hintergrund: In Deutschland sind trockengelegte Moore für ca. 7 % der Treibhausgasemissionen (THG) verantwortlich. 5 % der Fläche Deutschlands sind Moorflächen, wovon 95 % entwässert sind und vor allem für Land- und Forstwirtschaft genutzt werden. Eine Wiedervernässung dieser Flächen würde diese THG-Emissionen mindern und perspektivisch Kohlenstoff binden. Damit trägt die Wiedervernässung zur Erreichung der Ziele des Pariser Klimaabkommens von 2015 bei.

Um Landwirt\*innen für die Wiedervernässung zu gewinnen, sind Verwertungsmöglichkeiten der Moorgräser und Röhrichte (sog. Paludikulturen) zu schaffen. Damit ergeben sich neue Einkommensquellen für Landwirtschaftsbetriebe, welche die Wiedervernässung vorantreiben. Die vorliegende Studie untersucht die Nutzung von Paludikulturen in geeigneten Wertschöpfungsketten. Das Thema Moore erfährt eine zunehmende Aufmerksamkeit, so dass auch die Bundesregierung Maßnahmen zum Schutz von Moorböden in ihren Klima- und Moorschutzzielen festlegt<sup>1</sup>.

Weiterführende Informationen zum Thema Paludikulturen sind in dem Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur zu finden, welcher vom Greifswald Moor Centrum herausgegeben wurde.

<sup>1</sup> Quellen: BMEL (2023): Klimaschutz durch Moorbodenschutz. [Link](#), BMUV (2022): Nationale Moorschutzstrategie. [Link](#), BMUV (2023): Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz. [Link](#)



[Hier geht es zum Leitfaden](#)

Die Studie orientiert sich an folgenden Leitfragen:

## Inhaltsverzeichnis

Vorstellung beteiligter

Akteure

Editorial

Hintergründe zur Studie

**Methodik**

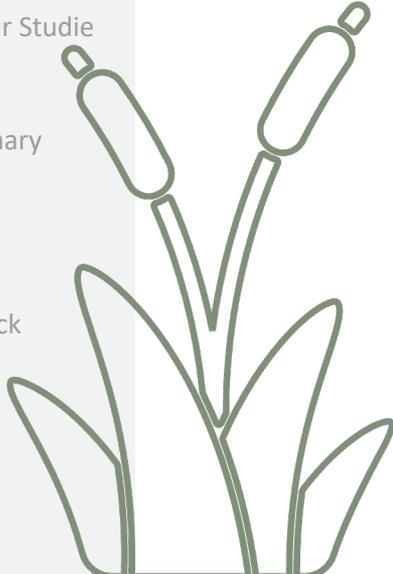
Executive Summary

Sektoren

Szenarien

Fazit und Ausblick

Impressum



**Inwiefern kann Paludi-Biomasse wirtschaftlich verwertet werden? In welchen Sektoren ist dies vorstellbar?**

**Welche Voraussetzungen müssen für die Schaffung von skalierbaren Wertschöpfungsketten ermöglicht werden?**

# Insgesamt wurden 42 Interviews zur Machbarkeit von möglichen Wertschöpfungsketten für den Einsatz von Paludi-Biomasse durchgeführt

## Inhaltsverzeichnis

- Vorstellung beteiligter Akteure
- Editorial
- Hintergründe zur Studie
- Methodik**
- Executive Summary
- Sektoren
- Szenarien
- Fazit und Ausblick
- Impressum



### Interviews

95 angefragte Interviews

**42 durchgeführte Interviews**

- Individuell auf Unternehmen/ Institute/ Verbände abgestimmte Interview-Fragen

Fokus: skalierbare Wertschöpfungsketten, nicht ‚nur‘ Nischen



### Sektoren



### Dauer

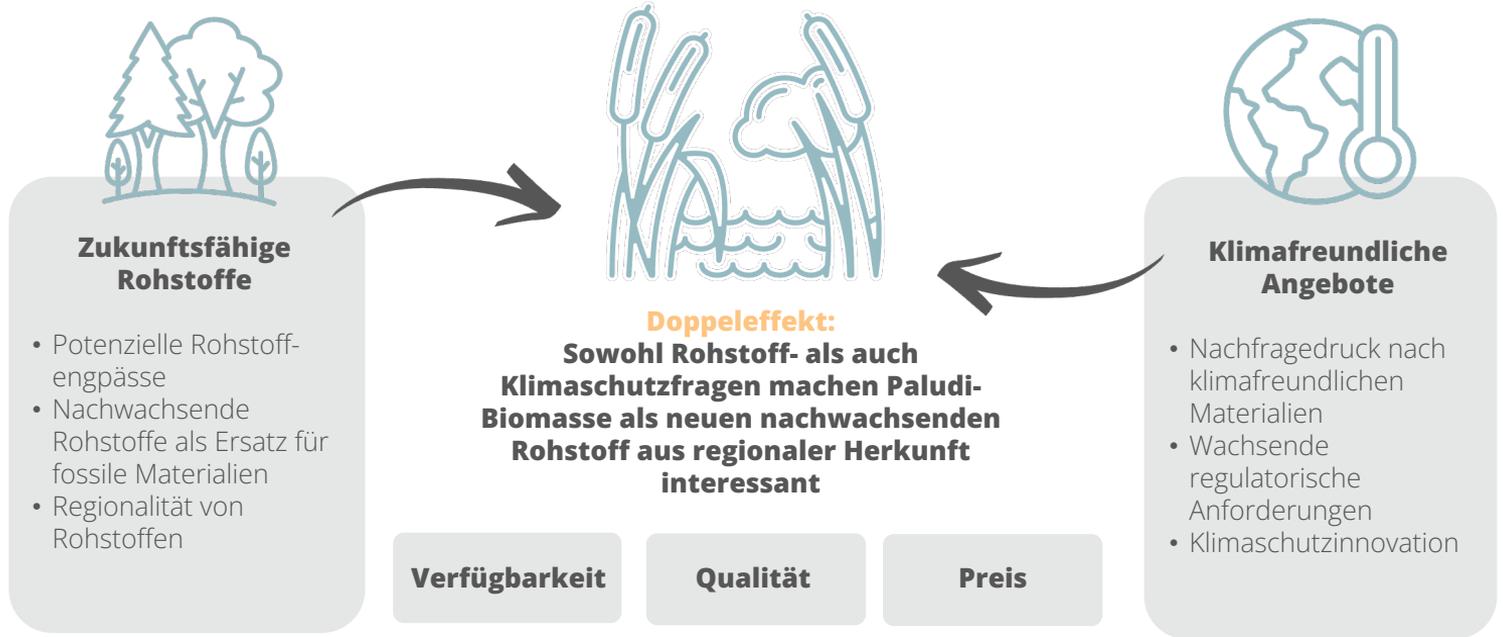
**11 Monate**

- Vorrecherchen
- Interviewanfragen und -durchführung
- Zusammenführung und Auswertung

# Sowohl allgemeine Rohstoff- als auch Nachfragetrends machen den Paludi-Rohstoff grundsätzlich attraktiv

## Inhaltsverzeichnis

- Vorstellung beteiligter Akteure
- Editorial
- Hintergründe zur Studie
- Methodik
- Executive Summary**
- Sektoren
- Szenarien
- Fazit und Ausblick
- Impressum



# Executive Summary

## Inhaltsverzeichnis

Vorstellung beteiligter

Akteure

Editorial

Hintergründe zur Studie

Methodik

**Executive Summary**

Sektoren

Szenarien

Fazit und Ausblick

Impressum

Die von Sustain Consulting und mit Unterstützung des Forschungsinstituts für biologischen Landbau (FiBL) im Rahmen der Initiative toMOORow durchgeführte Studie zeigt **skalierbare Verwertungsmöglichkeiten und Wertschöpfungsketten von Biomasse aus Paludikultur** auf. Grundlage bilden **42 Interviews** mit Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Verbänden u.ä. sowie begleitende Recherchen. Grundsätzlich bestehen **vielversprechende Potenziale** in verschiedenen Sektoren und Anwendungen. Sowohl allgemeine Rohstoff- und Nachfragetrends als auch aktuelle politische Vorgaben und Regulatorik machen Paludi-Biomasse als **Rohstoff der Zukunft generell attraktiv**. Paludi-Biomasse kann als zukunftsfähiger Rohstoff eine Alternative zu Rohstoffen fossiler Herkunft darstellen. Angesichts absehbarer künftiger Rohstoffengpässe in einigen Sektoren kann auch hier Paludi-Biomasse eine Lösung sein. Zudem handelt es sich um einen **heimischen Rohstoff als Alternative zu importierten Rohstoffen** mit oft höherem „Umweltfußabdruck“.

Nachfrageseitig bedienen Paludikulturen das wachsende Interesse an **klimatechnischen Rohstoffen**. Zudem können wachsende regulatorische Anforderungen an das Endprodukt die Nachfrage nach einem Rohstoff wie Paludi-Biomasse, z.B. im Verpackungsbereich oder im Bausektor fördern. Rohstoffe aus Paludikultur sind attraktiv für die Nachhaltigkeits- und Innovationspositionierung und können als **Wettbewerbsvorteil** im Markt dienen.

Eine wichtige **Voraussetzung** für einen skalierbaren Einsatz, ist die **Verfügbarkeit in ausreichenden Mengen** und für einige Anwendungsbereiche in gleichbleibender Qualität. Erst wenn dies gegeben ist, sind Hersteller bereit, den Rohstoff aus Paludikultur einzusetzen. Ein weiterer Faktor ist der Aufpreis, der mit dem Rohstoff verbunden ist. Dies umfasst sowohl die **Kosten** für die Rohstoffherzeugung (ggf. mit Preisreduktionen bei zunehmender Skalierung), als auch die Zusatzkosten durch Prozessanpassungen und eventuelle Vorverarbeitungen. Die Zusatzkosten sollten innerhalb des Preisgefüges des Marktes oder durch den Einsatz entstehender Marktvorteile vertretbar sein.

Die Inwertsetzung von Paludi-Biomasse durch **stoffliche Wertschöpfungsketten kann signifikante Flächenpotenziale bei der Wiedervernässung von Mooren ermöglichen**. In vier Szenarien wurde die Gesamtfläche prognostiziert, welche durch eine Nachfrage nach Rohstoffen aus Paludikulturen für stoffliche Wertschöpfungsketten benötigt wird. Die Wertschöpfungsketten können einen **signifikanten Beitrag leisten, das bundesweite Potenzial von 1 Million Hektar wiedervernässbarer landwirtschaftlich genutzter Moore zu nutzen**. Die Spanne reicht von **einem Viertel bis zur kompletten Fläche**. Weitere Flächenpotenziale ergeben sich durch die energetische Nutzung sowie weitere Anwendungen.

Auf Basis der Erkenntnisse dieser Studie zu geeigneten Wirtschaftssektoren und Nutzungspotenzialen sind im **nächsten Schritt spezifische technische Untersuchungen** zu einzelnen Verwertungsoptionen und **Pilotierungen** von Wertschöpfungsketten durch Unternehmen notwendig, um Lernerfahrungen zu sammeln und die Skalierung vorzubereiten.

# Executive Summary

## In folgenden Sektoren ergeben sich skalierbare Potenziale:

**Papier- und Kartonagen, inkl. Faserguss:** Hier kann auf den Trend zum Einsatz von einjährigen Pflanzen als Zelluloserohstoff als Alternative zu Holz gesetzt werden. Zahlreiche Produzenten experimentieren bereits mit diesem neuen Rohstoff. Besonders Schilf mit einem Zelluloseanteil von 40-50 % und langen Fasern eignet sich als Rohstoff. Verpackungen und Hygienepapiere bieten die vielversprechendsten Einsatzpotenziale. Um die großen Potenziale im Verpackungsbereich nutzen zu können, sollten die Kund\*innen mit eingebunden werden, damit größere Toleranzen bei optischen Anforderungen erreicht werden können.

**Bau- und Dämmstoffe:** Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen sind ein wachsendes Marktsegment im Bereich der Bau- und Dämmstoffe. Materialien aus Paludikulturen wie z.B. Rohrkolben bzw. Schilfrohr besitzen vorteilhafte Rohstoffeigenschaften, u.a. bzgl. Wärmeleitfähigkeit, Schimmelresistenz, Feuchteregulierung, Entflammbarkeit. Allerdings sind einzuholende Zertifizierungen und Zulassungen eine Notwendigkeit für den Einsatz. Darüber hinaus gilt der Anlagenverschleiß aufgrund des Silikatgehalts bei Paludi-Biomasse als kritischer, anpassungsbedürftiger technischer Faktor.

**Holzwerkstoffe und Möbel:** Im Unterschied zu Bau- und Dämmstoffen ist dieser Einsatzbereich weniger geprägt durch Zertifizierungsanforderungen. Bei der Beimischung zu Holzwerkstoffen sind jedoch Prozessanpassungen notwendig, die mit Mehrkosten einhergehen. Anfängliche mögliche Anwendungsgebiete sind u.a. einzelne Dekormöbel sowie Bauplatten im Inneneinrichtungsbereich wie z.B. Innenplatten von Türen.

**Kunststoffe und chemische Grundstoffe:** Paludi-Biomasse kann bei Kunststoffen sowie Grundstoffen für Lacke, Farben, Klebmittel u.ä. eine Alternative zu fossilen Rohstoffen sein. Um geeignete Anwendungen zu identifizieren, sind konkrete weiterführende Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten notwendig. Anwendungen bei Kunststoffen liegen eher in einzelnen Verpackungssegmenten und weniger im Bereich der Hochleistungskunststoffe. Für die Verwendung bzw. Beimischung von Paludi-Biomasse sind wertschöpfungskettenübergreifende Konstellationen notwendig, z.B. zwischen Polymer- und Kunststoffproduzenten.

**Bioenergie:** Die energetische Nutzung von Paludikulturen könnte ein guter Einstieg sein, um die Übergangsphase der Wiedervernässung hin zu einer bevorzugten stofflichen Nutzung zu überbrücken. Ebenso ermöglicht sie die Verwertung von Reststoffen aus der stofflichen Nutzung (Kaskadennutzung). Geeignete regulatorische Rahmenbedingungen können die energetische Nutzung schnell attraktiv machen.

Weitere mögliche Anwendungen sind u.a. Trockengranulate (z.B. Katzenstreu), Substratausgangsstoffe für den Gartenbau, die in dieser Studie aber nicht vertiefend betrachtet werden.

## Inhaltsverzeichnis

Vorstellung beteiligter

Akteure

Editorial

Hintergründe zur Studie

Methodik

Executive Summary

Sektoren

Szenarien

Fazit und Ausblick

Impressum

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss



# Der Papiersektor besitzt eine konstante Produktionsmenge und könnte somit eine stabile Nachfrage nach Paludi-Biomasse schaffen

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

### Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

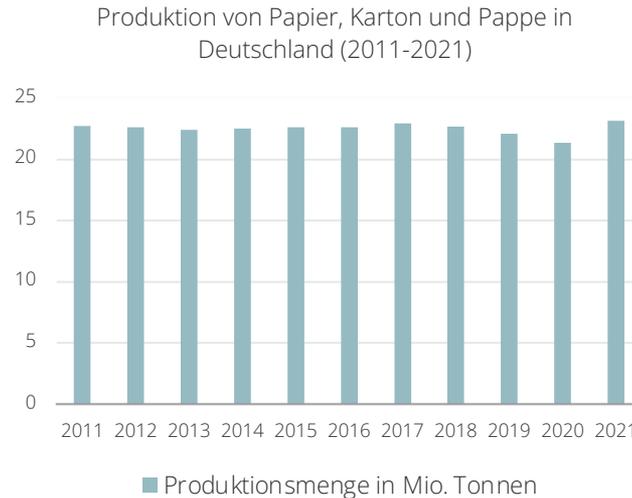
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Quellen:  
Statista (2023): Produktionsmenge von Papier, Karton und Pappe der deutschen Zellstoff- und Papierindustrie in den Jahren 2011 bis 2021. [Link](#).  
Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021): Branchenausblick 2030+: Die Papier- und Zellstoffindustrie. Berlin, S.9.

### Allgemein:

- Im Jahr 2021 produzierte die deutsche Papierindustrie etwa **23,1 Mio. Tonnen** an Papier, Karton und Pappe. Der Umsatz betrug 15,5 Mrd. EUR. Deutschland ist damit der größte Papierproduzent innerhalb der EU.
- Die Produktionsmenge blieb in den letzten 10 Jahren weitestgehend stabil und befindet sich wieder auf Vor-Corona-Niveau.

### Input Paludikultur:

Die **konstante Produktionsmenge** ist grundsätzlich vorteilhaft für die Verwendung von Paludi-Biomasse. Eine gleichbleibende Nachfrage nach dem Rohstoff könnte somit geschaffen werden.

# Verpackungen sind das am besten geeignete Papiersegment für die Verwendung von alternativen Rohstoffen wie Paludi-Biomasse

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

### Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

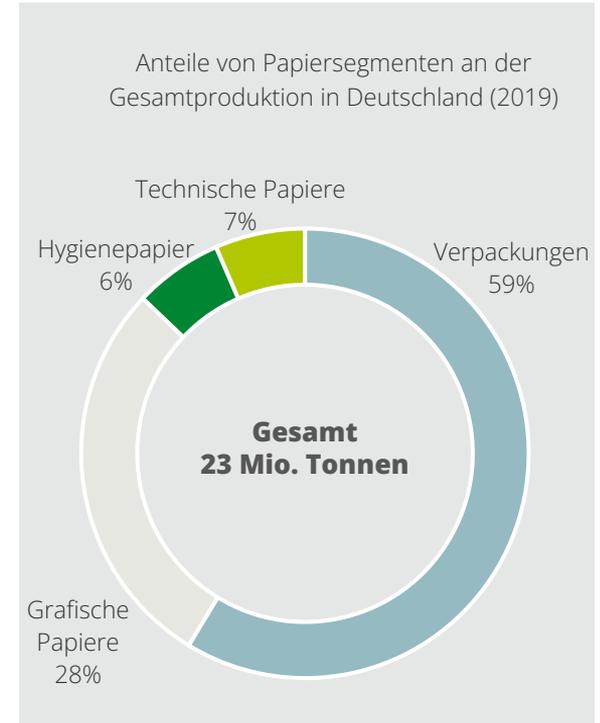
### Allgemein:

Vier grundsätzliche Anwendungsbereiche der Papiere:

- **Verpackungspapiere, inkl. Kartonagen** sowohl für den Endkonsumbereich als auch für Transporte und Lagerung zum Schutz der Ware. Sie machen mehr als die Hälfte der Papiermenge aus. Die Anwendungen und Anforderungen im Verpackungsbereich sind vielseitig und erlauben eher Spielräume der eingesetzten Rohstoffe als andere Papiere. Die Produktionsmenge an Verpackungspapieren hat sich in den letzten 10 Jahren mehr als verdoppelt. Ein wesentlicher Treiber ist der Boom des Onlinehandels.
- **Grafische Papiere** als Druckpapier für Zeitungen, Magazine, Bücher, Werbeprospekte oder zum Beschreiben wie z.B. Druckerpapier. Grafische Papiere besitzen hohe Qualitätsanforderungen, um insbesondere die Schreib- und Bedruckbarkeit zu gewährleisten. Die Produktion von grafischen Papieren war in den letzten Jahren rückläufig, insbesondere durch die sinkenden Auflagen von Printmedien.
- **Hygienepapiere** wie Toilettenpapier, Taschentücher, Küchentücher.
- **Technische Papiere** für verschiedenste (Spezial-)Funktionen wie z.B. Fotopapiere, Dachpappen und Pappen für die Automobilindustrie.

### Input Paludikultur:

**Hohes Potenzial** für die Verwendung von Paludi-Biomasse liegt im Segment **Verpackungen**, welches auch das größte Produktionsvolumen aufweist. Bei Hygienepapieren könnten die Saugeigenschaften von Paludi-Pflanzen vorteilhaft sein. Technische Papiere und grafische Papiere sind wegen der hohen Spezifikationen und Anforderungen zunächst weniger geeignet.



Quelle: Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021): Branchenausblick 2030+: Die Papier- und Zellstoffindustrie. Berlin, S.8. [Link](#)

# Nur wenige Papierfabriken befinden sich in der Nähe der Moorflächen, weshalb Transportfähigkeit und –kosten zu beachten sind

Papier und Kartonagen,  
inkl. Faserguss

## Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

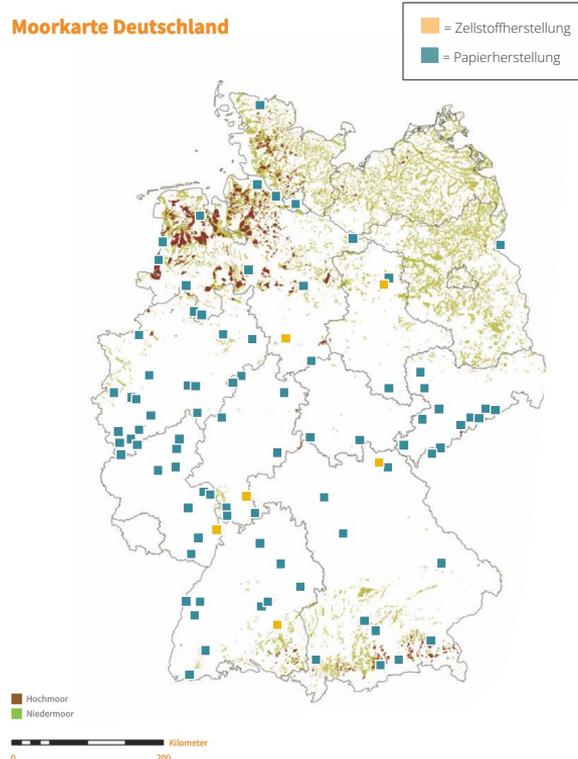
Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

Moorkarte Deutschland



Quellen:  
Nabu (2017): Entwicklung und Schutz unserer Moore. [Link](#)  
Bmwk (2020): Energiewende in der Industrie. Branchenstrekbrief der Papierindustrie. [Link](#)

toMOORow | Sustain

## Allgemein:

Die größten Moorflächen befinden sich in den nördlichen Bundesländern und im Alpenvorland. Die meisten Papierfabriken sind jedoch im Westen bzw. Süden Deutschlands zu finden.

Produktionsstandorte und Moorflächen fallen damit geografisch auseinander, was zu längeren Transportwegen und höheren Transportkosten führt. Dadurch sind nur wenige Standorte für den regionalen Einsatz von Paludi-Biomasse geeignet und der Großteil der Paludi-Biomasse muss in andere Regionen transportiert werden.

## Input Paludikultur:

Im besten Fall erfolgt der Transport der Paludi-Biomasse regional an umliegende Unternehmen. Ist dies nicht möglich, müssen Voraussetzungen geschaffen werden, um den Paludi-Rohstoff transportfähig zu machen. Dies könnte ggfs. einen zusätzlichen Kostenfaktor darstellen.

# Wichtigster Rohstoff bei der Herstellung von Papier und Kartonagen ist Altpapier - nur ein Fünftel der Rohstoffmenge sind pflanzliche Frischfasern

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

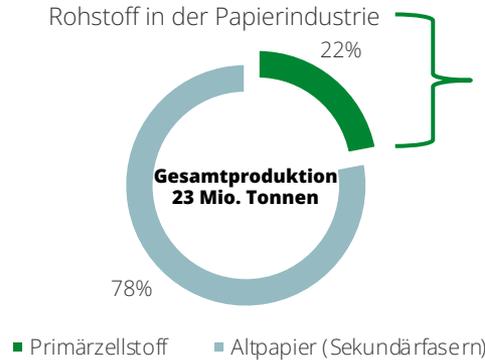
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### Allgemein:

Der wichtigste Rohstoff der deutschen Papierindustrie ist Altpapier (Sekundärfasern) mit einem Anteil von circa 78 %. Der Anteil von Frischfasern beträgt nur 22 %. Demzufolge wurden im Jahr 2021 circa 18 Mio. Tonnen Altpapier und 5 Mio. Tonnen Frischfasern in der Papierherstellung verwendet.

### Input Paludikultur:

Für die Verwendung von Paludi-Biomasse kommt nur der Anteil der Primärzellstoffe in Frage, d.h. 5 Mio. Tonnen bei einer Gesamtpapierproduktion von 23 Mio. Tonnen.



### Allgemein:

Der Bedarf an Primärzellstoff (5 Mio. Tonnen) wird zu 80 % durch Importe gedeckt und nur zu 20 % inländisch.

### Input Paludikultur:

Paludi-Biomasse könnte eine neue regionale Rohstoffalternative zu importierten Zellstoffen darstellen. Die Transportwege würden sich zudem verkürzen.

Quelle: Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021): Branchenausblick 2030+: Die Papier- und Zellstoffindustrie. Berlin, S.14. [Link](#)

# Die Struktur des isolierten Papiersektors ist geprägt durch große Akteure, so dass diese bereits die Nachfrage nach Paludi-Biomasse voranbringen können

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

### Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

Klassifizierung nach Produktionsvolumen (in 1.000 t)	Anzahl Unternehmen	Gesamtproduktion (in Mio. Tonnen)
0 – 100	52	1,5
100 – 250	18	3
250 – 500	7	2,5
500 und höher	15	16,2
<b>Summe</b>	<b>92</b>	<b>23</b>

Quellen:

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021): Branchenausblick 2030+: Die Papier- und Zellstoffindustrie. Berlin, S.9-10. [Link](#)  
Schaur, Winfried & von Reibnitz, Alexander (2022): 2022 – Statistiken zum Leistungsbericht Papier; Papierindustrie e.V., S.15.

### Allgemein:

Insgesamt gibt es in Deutschland knapp 100 Unternehmen im Papiersektor gemäß statistischer Erfassung. Dabei sind die 15 größten Unternehmen für circa 70 % der gesamten Papier- und Kartonagenproduktion verantwortlich. Damit übernehmen wenige Akteure den Großteil der Produktion in dem Sektor.

In den letzten Jahren ist die Anzahl der Produktionsstandorte gesunken – bei gleichbleibender Gesamtproduktion in Deutschland. Dies verdeutlicht, dass die verbleibenden Produktionsstandorte ihre Kapazitäten ausbauen.

### Input Paludikultur:

Die Struktur des Papiersektors mit einer hohen Konzentration von wenigen Unternehmen ist einerseits vorteilhaft, um eine insgesamt hohe Nachfrage an Paludi-Biomasse auszulösen. Andererseits kann dies nachteilig sein, da die Vielfalt an möglichen Akteuren begrenzt ist.

# Die sinkende Verfügbarkeit von Altpapier könnte zukünftig eine Nachfrage nach alternativen Rohstoffen im Papierbereich begünstigen

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

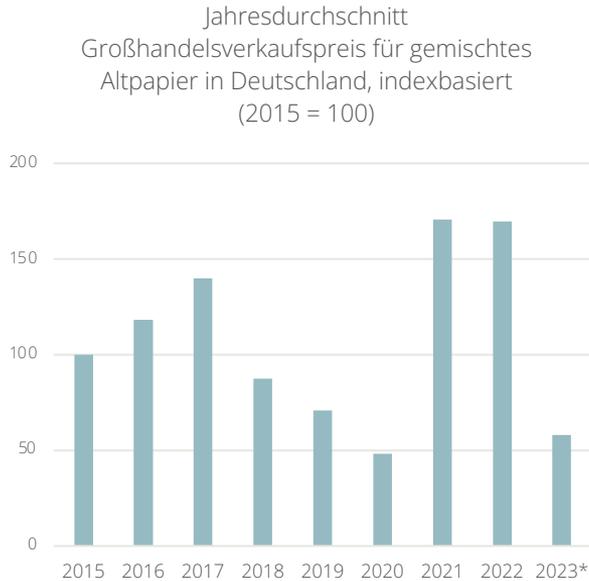
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



\* Monat Februar 2023

Quelle:  
Destatis (2023): Preise. Index der Großhandelsverkaufspreise - Altpapier und Altmetalle. [Link](#)

### Allgemein:

Je nach Höhe der Preise für Altpapiere ist der Einsatz von Frischfasern bzw. alternativen Rohstoffen für die Papier- und Kartonagenproduktion attraktiv.

In den letzten Jahren unterlagen die Großhandelspreise für gemischtes Altpapier erheblichen Schwankungen mit teilweise extremen Preisausschlägen. Aktuell sind die Preise um ca. 70 % gegenüber dem Vorjahr gesunken.

Mittelfristig ist mit einer mangelnden Verfügbarkeit von Altpapier für den Bedarf der Papier- und Kartonagenproduktion in Deutschland und folglich mit steigenden Rohstoffpreisen für Altpapier zu rechnen. Zellstoffe bzw. alternative Rohstoffe kommen somit stärker in Frage.

### Input Paludikultur:

Insgesamt begünstigt die Nachfrage nach alternativen Rohstoffen im Papiersektor den Einsatz von Paludi-Biomasse. Ein potenzieller Altpapiermangel könnte ein Auslöser für steigende Altpapierpreise sein und dadurch die Nachfrage nach alternativen Rohstoffen erhöhen. Ebenfalls wurde von einem potenziellen Zellulosemangel berichtet, welcher die Verwendung von Paludikultur zusätzlich begünstigen kann.

# Der Papiersektor besitzt bereits Erfahrungen mit alternativen Rohstoffen, was eine gute Grundlage für die Nutzung von Paludibiomasse bietet

Papier und Kartonagen,  
inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

## Allgemein:

In den letzten Jahren haben zahlreiche Papierproduzenten Erfahrungen mit alternativen (Zellulose-)Rohstoffen gegenüber Zellulose, klassischerweise aus Holz, gesammelt. Im Rahmen einer Studie des nova-Instituts, im Auftrag des europäischen Dachverbands der Papierindustrie CEPI, wurden 33 Produzenten identifiziert, die solche Rohstoffe einsetzen, darunter insbesondere Stroh, textile Reste, Hanf, Miscanthus und Gras. Mehrere einjährige Pflanzen aus der landwirtschaftlichen Produktion fließen bereits in die Rohstoffgewinnung für Zellulose in der Papierindustrie ein. Je nach Charakteristika des betreffenden Rohstoffs ergeben sich verschiedene Potenziale für die Anwendung zur Herstellung von Papier.

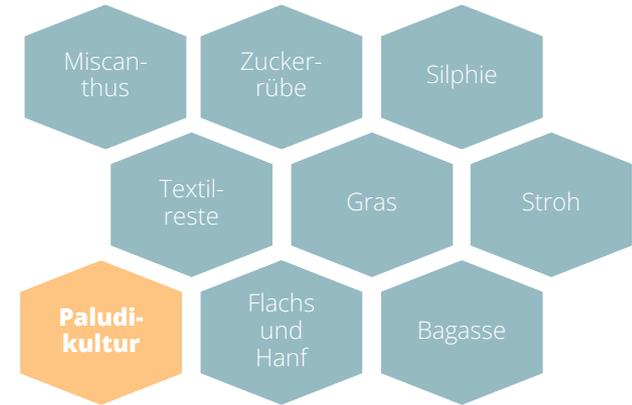
Eine der größten Herausforderungen bei der Nutzung einjähriger Pflanzen ist die Gewährleistung einer stabilen Versorgung mit dem Rohstoff und eine möglichst konstante Qualität.

## Input Paludikultur:

Biomasse aus (wiedervernässten) Mooren spielt zwar bislang keine Rolle, jedoch können die Erfahrungen aus der Nutzung einjähriger Pflanzen als Anknüpfungspunkt und als Grundlage für die Verwendung von Paludibiomasse dienen.

Grundsätzlich eignen sich Schilfe für die Papierherstellung gut, da diese einen hohen Zellulosegehalt von 40-50 % aufweisen.

## Alternative Rohstoffe



Quellen:

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021): Branchenausblick 2030+: Die Papier- und Zellstoffindustrie. Berlin, S.14. [Link](#)

CEPI (2022): Growing interest in non-wood pulp for paper, hygiene products and packaging. [Link](#)  
Greifswald Moor Centrum (2022): Leitfaden für die Umsetzung von Paludikultur. S. 74. [Link](#)

# Die Papierindustrie speist sich klassisch aus zwei Strängen: Der Forstwirtschaft und dem Recycling von Altpapier\*

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

**Akteursübersicht**

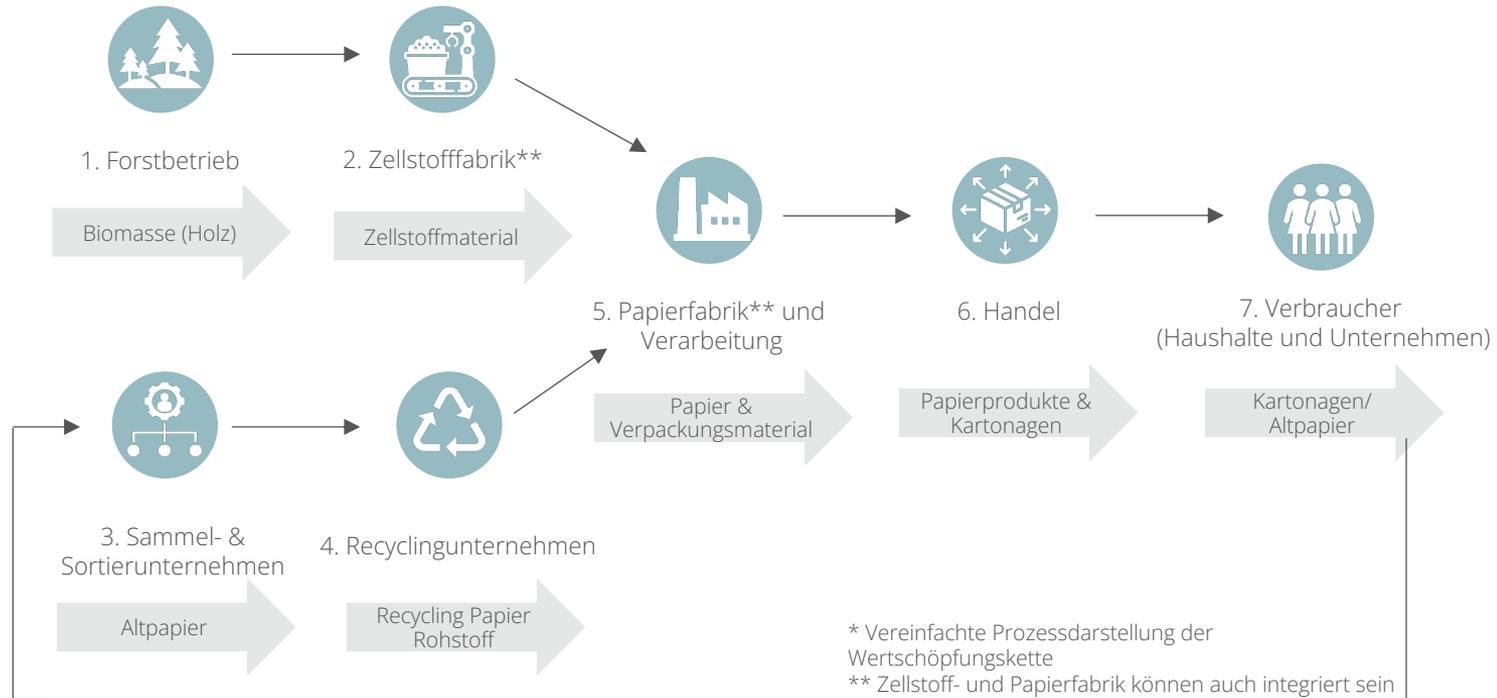
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



# Die Wertschöpfungskette für Primärrohstoffe kann auch aus der Landwirtschaft gespeist werden\*

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

### Akteursübersicht

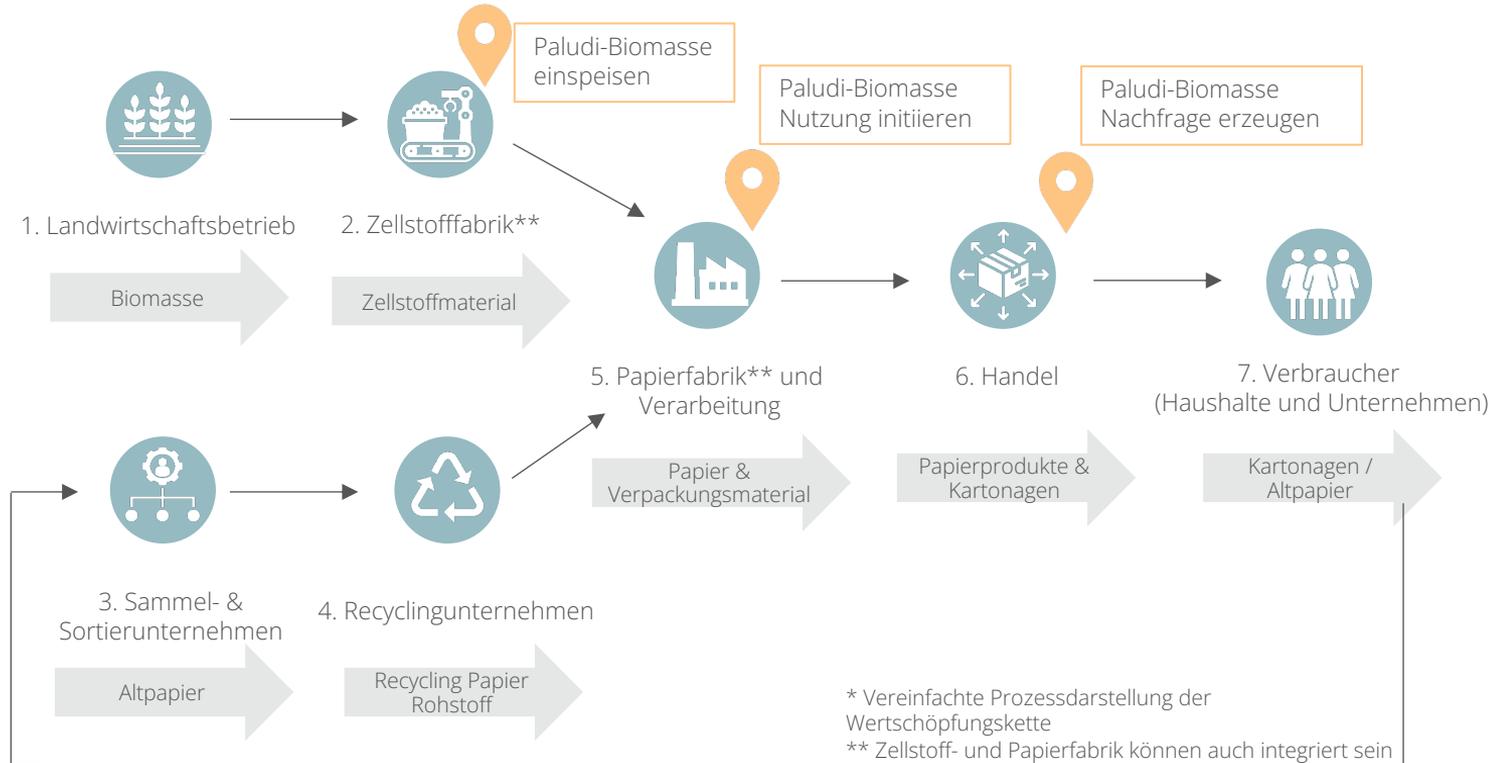
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



# Bei der Nutzung von Paludi-Biomasse werden die Landwirtschaftsbetriebe zu Rohstofflieferanten der Papierindustrie

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

### Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### 1. Forstbetrieb / Landwirtschaftsbetrieb

Frischfasern werden in der Papierherstellung üblicherweise aus der Forstwirtschaft gewonnen. Hierfür bestehen etablierte Lieferketten entlang der Rohstoffkette. Bei der Einspeisung von Materialien aus wiedervernässten Mooren würde der Landwirtschaftsbetrieb die Rohmaterialien für die Zellulosegewinnung bereitstellen. Hierbei ist zu klären, in welchem Zustand die Biomasse bereitgestellt werden muss. Wichtige Aspekte hierbei sind: Transportfähigkeit, Feuchtigkeitsgrad, Bereitstellungsart und Form der Bereitstellung (Pellets, Häcksel, Ballen und deren jeweilige Größenvorgaben).



### 2. Zellstofffabrik

Die Zellstofffabrik verarbeitet die gelieferte Biomasse zu Zellstoffmaterial wie z.B. Pellets.



### 3. Sammel- und Sortierunternehmen

Für die zweite Rohstoffquelle bilden die Sammel- und Sortierunternehmen den Anfangspunkt. Sie sortieren das Altpapier u.a. nach Struktur, Farbe und Qualität. Anschließend wird das sortierte Altpapier zum Recyclingunternehmen gebracht.



### 4. Recyclingunternehmen

Das Recyclingunternehmen erhält das Altpapier von dem Sammel- und Sortierunternehmen und bereitet den Altpapierstoff auf, sodass es anschließend für die Produktion von Recyclingpapier verwendet werden kann. Voraussetzung für das Recycling ist eine möglichst hohe Qualität der Altpapierfraktionen.

# Der Handel kann die Nachfrage nach Papier mit Anteilen von Paludi-Biomasse anstoßen

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

**Akteursübersicht**

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### 5. Papierfabrik und Verarbeitung

In der Papierfabrik wird das Zellstoffmaterial und das Recyclingmaterial zu Papier verarbeitet. Einige Fabriken verwenden mitunter ausschließlich Altpapier, während Fabriken mit Herstellung von höherwertigen Papieren (grafische Papiere) einen größeren Anteil an Primärfasern einsetzen. Die Paludi-Nutzung muss in den Fabriken initiiert werden. Papierfabriken entscheiden, welche Zellstoffballen oder -platten zugekauft werden und können dadurch die Nachfrage in der Zellstoffherstellung aus Paludi-Biomasse steigern. Hinweis: je nach Geschäftsmodell kann die Papierfabrik vertikal integriert sein und Vorstufen der Prozesskette selbst verantworten.



### 6. Handel

Der Handel vertreibt das Papier im Geschäfts- oder Endkundenbereich wie z.B. Hygienepapiere. Gleichzeitig kann der Handel Verpackungen beeinflussen und hier die Nachfrage nach Papieren und Kartonagen aus Paludi-Biomasse fördern.



### 7. Verbraucher (Haushalte und Unternehmen)

Die Verbraucher können entweder Haushalte oder Unternehmen sein, welche die Papierprodukte verwenden oder die verpackten Produkte erwerben. Gleichzeitig entsorgen sie wiederum Altpapier und stellen so den Rohstoffkreislauf her.

# Hindernisse und Erfolgsfaktoren für die Verwendung von Paludibiomasse

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

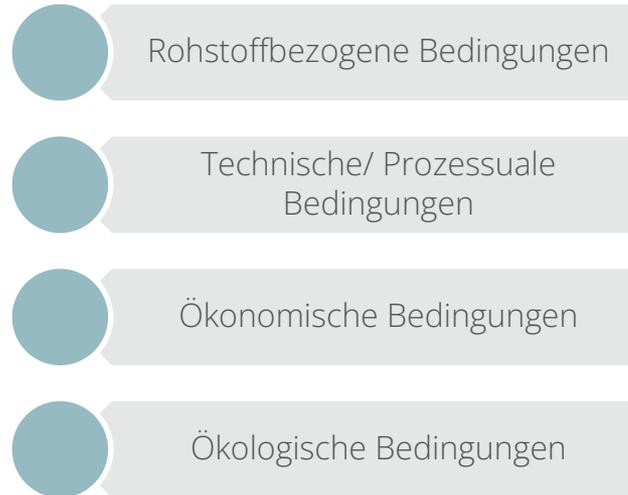
Akteursübersicht

## Hindernisse und Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



# Der Rohstoff muss für die Papierherstellung in geeigneter Weise aufbereitet werden

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Damit Paludi-Biomasse in der Herstellung von Papier und Kartonagen verwendet werden kann, muss der Rohstoff bestimmte Voraussetzungen erfüllen.

Die **Faserstruktur und Faserlänge sowie der Zellulosegehalt** der Pflanzen entscheiden darüber, welche Pflanzen sich als Rohstoff für die Papierindustrie eignen. Schilfe eignen sich hierfür beispielsweise gut.

Eine besondere Herausforderung bei der Papierherstellung ist das in den Pflanzen enthaltene Lignin. **Lignin** besitzt einen negativen Einfluss auf die Papiereigenschaften und dessen Qualität. Um das Lignin herauszulösen und die Zellulose somit nutzbar zu machen, ist ein chemischer Aufschluss der Pflanzenfaser notwendig. Lignin ist in der Papierherstellung unerwünscht, da es zu einer Verfärbung des Papiers führen kann.

In der Papierherstellung stellen **Verunreinigungen** in Form von Schmutzpartikeln in der Biomasse nach Aussage der interviewten Papierfabriken kein Problem dar, da auch bei Holzrohstoffen u.a. eine Sandabtrennung erfolgt.

Eine weitere Voraussetzung für die Verwendung der Paludi-Biomasse ist die **Trocknung**. Das Material muss u.a. zur Vermeidung von Schimmelbildung auf einen entsprechenden Feuchtegrad heruntergetrocknet werden. Dies führt zu erhöhten Energiekosten oder zum Einsatz von Bioziden gegen die Schimmelbildung. Aus ökologischer Sicht ist der Einsatz von Bioziden jedoch unerwünscht.

Zudem ist eine **konstante Menge und eine gleichbleibende Qualität** des Paludi-Rohstoffs erforderlich, um ihn in der Papierindustrie einzusetzen.

# Technische und prozessuale Anpassungen im Produktionsprozess sind notwendig

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Die Verwendung von Paludi-Biomasse bringt auch technische bzw. prozessuale Voraussetzungen mit sich.

Die Verarbeitung von Fasern in der Papierherstellung kann über zwei Wege verlaufen. Zum einen die rein mechanische Vorbereitung der Fasern und zum anderen die chemische Vorbereitung der Fasern. Beide Methoden bringen unterschiedliche Vor- und Nachteile mit sich.

Die **mechanische Vorbereitung** der Fasern ist relativ unkompliziert und kostengünstig durchzuführen und bringt keine zusätzlichen Umweltbelastungen mit sich. Damit verbunden sind jedoch Einschränkungen bei der Nutzbarkeit bzw. den Anwendungsmöglichkeiten der Fasern. Zudem ist die Recyclingfähigkeit der Fasern im Anschluss nur unzureichend gegeben.

Eine **chemische Vorbereitung** der Fasern führt zu besseren Eigenschaften des Papierrohstoffs und erhöht die Nutzbarkeit des Papiers. Außerdem verbessert diese Methode die Recyclingfähigkeit der Fasern. Jedoch entstehen durch die chemische Vorbereitung der Fasern Zusatzkosten für diesen Prozess, u.a. für notwendige Prozessanpassungen und einen höheren Energiebedarf. Bei der chemischen Vorbereitung sind die zusätzlichen Umweltbelastungen des Prozesses zu beachten wie z.B. bei der Abwasseraufbereitung. Mit den zusätzlichen chemischen Prozessen verringern sich die ökologischen Vorteile des Rohstoffeinsatzes aus alternativen Fasern.

# Die chemische Aufbereitung eröffnet mehr Möglichkeiten für die spätere Anwendung

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### Rein mechanische Vorbereitung der Fasern

#### Vorteile (+)

- Kostengünstig
- Einfach
- Keine Umweltbelastung des Verfahrens

#### Nachteile (-)

- Starke Einschränkungen bei der Nutzbarkeit bzw. den Anwendungsmöglichkeiten
- Recyclingfähigkeit nur unzureichend gegeben



### Chemische Vorbereitung der Fasern

- Bessere Eigenschaften des Papiers, damit höhere Nutzbarkeit
- Bessere Recyclingfähigkeit

- Zusatzkosten für den Prozess, ggfs. höherer Energiebedarf
- Zusätzliche chemische Prozesse schränken Nachhaltigkeitsmerkmale und ökologische Ansprüche in Teilen ein

# Der Einsatz von Paludi-Biomasse ist mit Mehrkosten verbunden, die nach ersten Schätzungen nicht grundsätzlich außerhalb des Preisgefüges im Papiermarkt liegen

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

**Hindernisse und  
Erfolgsfaktoren**

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Bei der Verwendung von Paludi-Biomasse sind zunächst die **Rohstoffkosten** sowie die Kosten **für die Aufbereitung des Rohstoffs** und die anschließende Verarbeitung zu berücksichtigen. Eine voraussichtlich mangelnde Verfügbarkeit von Altpapier und eine potenzielle Rohstoffknappheit von Zellulose aus Holz könnten die Paludi-Nutzung begünstigen.

Bei einem angenommenen Rohstoffpreis von 100-120 EUR / Tonne Trockenmasse\* aus Paludikultur und zusätzlichen Kosten entlang der weiteren Wertschöpfungskette für Transporte, Lagerung, chemischen Aufschluss der Faser und einem Beimischungsgrad von unter 10 % in das Papier etc. ergäbe sich nach groben Schätzungen eines Papierherstellers ein **Herstellungspreis von mind. 300-400 EUR / Tonne Papier**. Je nach Altpapier- und Rohstoffpreisen für den Zelluloserohstoff liegt dies nicht grundsätzlich außerhalb des Preisgefüges für Verpackungen im Papiermarkt, so dass Paludi-Biomasse durchaus für Papierfabriken in Frage kommen kann.

Möglicherweise vorteilhaft könnte auch sein, wenn Paludi-Fasern mit einer erhöhten Festigkeit zum Einsatz kommen, womit der Einsatz von Stärke (und damit verbundene Kosten) reduziert werden kann. Stärke wird zur Leimung und Beschichtung verwendet, um Papiere bedruckbar zu machen.

Die Zusatzkosten für den Aufbereitungsprozess sind dem Zusatznutzen, wie verbesserte Einsatzmöglichkeiten, gegenüberzustellen.

\* In Abstimmung mit dem Greifswald Moor Centrum angesetzt.

# Die derzeit eingeschränkte Recyclingfähigkeit ist bei Papieren mit Anteilen aus einjährigen Pflanzen zu beachten

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Bei Papieren mit Anteilen aus Paludi-Biomasse sind die derzeitigen Erfahrungen mit Papieren aus Grasfasern beim **Recycling** zu beachten. Grasfasern können zwar grundsätzlich für das Recycling aufbereitet werden, hierfür sind die heutigen Verfahren und Prozesse weiterzuentwickeln. Derzeit werden Graspapierenteile im Recyclingprozess ausgeschleust und gehen in die Verbrennung. Dadurch ist aktuell kein Stoffkreislauf gegeben und die Recycling-Fähigkeit von Grasfasern daher eingeschränkt.

Zudem können sich natürliche Farbstiche, die beim Einsatz einjähriger Pflanzen im Papier mitunter auftreten, nachteilig auf die optischen Qualitäten im späteren Recyclingpapier auswirken. Solche Effekte sind vor allem in der späteren Verwendung für grafische Papiere kritisch. Beim Recyclingpapier für Kartonagen sind die Spielräume hingegen etwas größer.

Solche Effekte treten jedoch erst bei größeren Mengen von Papierfraktionen aus Gras oder anderen einjährigen Pflanzen auf. In den Interviews zeigte sich, dass Papiere aus Gras, Paludi-Biomasse o.ä. ab einem Anteil von 5 % am Haushaltsaltpapier im Recycling bemerkbar wären und spätestens dann Anpassungen bei den Prozessen erforderlich wären. Über die Eignung des Papiers für das Recycling spielt auch eine Rolle, in welcher Weise die Primärfasern zuvor aufbereitet worden sind.

Beim Einsatz von einjährigen Pflanzen sind **Prozessanpassungen** notwendig, die einen energetischen Mehraufwand sowie möglicherweise eine erhöhte Abwasserfracht berücksichtigen. Der Einsatz einer neuen Faser führt zu Anpassungen der optimal ausgelegten Prozesse in der Papierfertigung, wodurch Merkmale verursacht werden. Auch hier ist der Aufbau von Erfahrungswissen zur Optimierung beim Einsatz alternativer Rohstoffe wie Paludi-Biomasse notwendig.

# Verpackungen und Kartonagen sind ein geeigneter Anwendungsbereich, größere Toleranzen bei Kundenanforderungen erlauben größere Einsatzfelder

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### Verpackungen und Kartonagen

Die Verwendung von Paludi-Biomasse in der Welle bei Wellpappenkartonagen scheint als besonders geeignet, da hier keinerlei optische Eigenschaften erfüllt werden müssen. Eine größere Herausforderung würde in der Verwendung für die Deckschicht von Kartonagen entstehen. Hier verlangt der Markt gleichbleibende Eigenschaften.

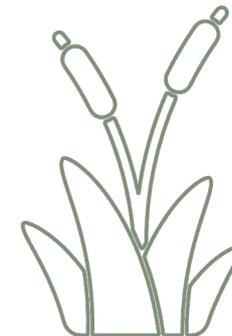
Paludi-Biomasse kann ebenfalls in den Mittellagen von mehrschichtigen Faltschachtelkartons zum Einsatz kommen. Diese bestehen oftmals aus 3-5 Lagen und sind deswegen nicht farbkritisch, was für die Verwendung von Paludi-Biomasse vorteilhaft ist.

**Um den Einsatz von Paludi-Biomasse in größerem Umfang bei Verpackungen und Kartonagen zu ermöglichen, sind auch Kundenanforderungen kritisch zu hinterfragen, insbesondere hinsichtlich optischer Eigenschaften. Höhere Toleranzen könnten den Einsatz von Paludi-Biomasse für die Papierhersteller erleichtern.**



### Grafische Papiere

Paludi-Biomasse könnte in geringen Mengen (<2 %) bei der Herstellung von Kartonpapier beigemischt werden. Ein größerer Anteil ist aufgrund der Produktanforderungen nicht möglich.



# Faserguss und Hygienepapiere bieten weitere Möglichkeiten für die Verwendung von Paludi-Biomasse

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### Faserguss

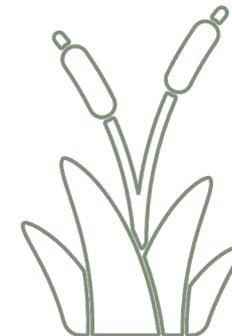
Faserguss bzw. Faserzellstoff ist ein gepresster Werkstoff aus Altpapier und Zellulosematerial. Er findet Anwendung bei Verpackungen, z.B. Eierkartons, Inlays, Transport-Trays, Verpackungen im Medizin-, Pharma- und Kosmetikbereich.

Faserguss ersetzt Kunststoffe, ist gut kompostierbar und besitzt eine hohe Stoßdämpfung. Paludi-Biomasse wäre als Zelluloselieferant sehr gut geeignet. Besonders eignen würden sich Bereiche, in denen vorrangig Primärfasern eingesetzt werden (müssen) wie v.a. im Lebensmittel- und Gesundheitsbereich. Jedoch stellen ggfs. die dortigen Anforderungen eine Hürde dar.



### Hygiene Papiere

Die besonderen Saugeigenschaften von Paludi-Biomasse können den Einsatz bei Hygienepapieren begünstigen.



# Bei einem rechnerischen Anteil von 5 % Paludi-Biomasse an der Frischfasermenge könnten 10 % des bundesweiten Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen abgedeckt werden

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

**Modellierung**

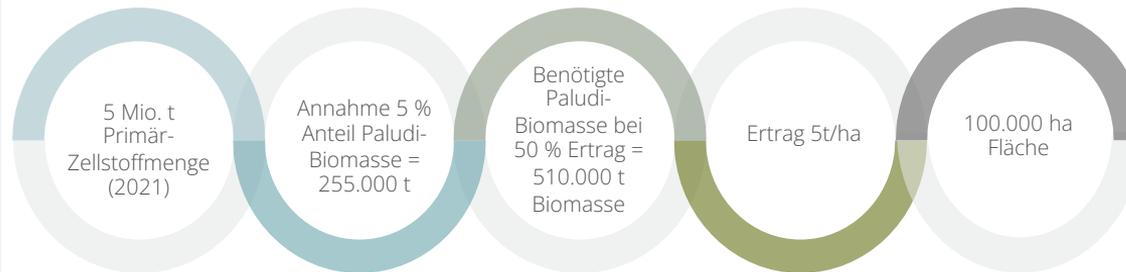
Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

Um das Flächenpotenzial beim Einsatz von Paludi-Biomasse für die Papierproduktion zu bestimmen, soll im Folgenden von einem Anteil Paludi-Biomasse an der Frischfasermenge bzw. an Primärzellstoff von 5 % ausgegangen werden. Dieser Anteil wurde in den Interviews als vertretbarer Wert für eine Modellierung angesehen.

Bei einer Menge von 5 Mio. Tonnen Primärzellstoff in der Papierindustrie (2021; siehe Rohstoffübersicht) ergibt sich eine Masse von 255 Tonnen an Zellstoffen aus Paludikultur. Mit den Annahmen zu einer Rohstoffausbeute von 50 % und einem Flächenenertrag von 5 Tonnen Paludi-Biomasse pro Hektar ergibt sich ein Flächenpotenzial von ca. 100.000 Hektar.

Deutschlandweit sind ca. 1 Mio. Hektar trockengelegter landwirtschaftlich genutzter Moorflächen<sup>1</sup> nach Wiedervernässung für den Anbau von Paludikulturen nutzbar. Somit könnten 10 % des Flächenpotenzials für die Wiedervernässung durch die Papierindustrie ‚nachgefragt‘ werden. Bei einem höheren Anteil an Paludi-Biomasse von mehr als 5 % an der Frischfasermenge wächst das Flächenpotenzial entsprechend.



<sup>1</sup> Verschiedene Studien zeigen, dass bei einer weitgehenden Wiedervernässung heute trocken landwirtschaftlich genutzter Moore ein Flächenpotenzial von etwa 1 Mio. Hektar für Paludikulturen besteht (Tanneberger et al. 2021, Grethe et al. 2021, Nordt et al. 2022).

Quelle: Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2021): Branchenausblick 2030+: Die Papier- und Zellstoffindustrie. Berlin, S.14. [Link](#)

# Um das Flächenpotenzial zu erreichen, sind zahlreiche Nachfrageketten zu schaffen

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

**Modellierung**

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### Beispiel Versandhandel

Würden im deutschen Versandhandel 5 % Paludi-Frischfaser in die PPK\*-Verpackungen einfließen, wären hierfür knapp 4.000 Hektar Fläche notwendig. Das deckt 0,4 % der Fläche an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Mooren in Deutschland.

Annahmen:

- PPK-Aufkommen von 850 Kilotonnen\*\*
- Davon generisch ein Fünftel Frischfaseranteil (siehe Rohstoffübersicht) und Annahme 5 %-Anteil
- Weitere Annahmen wie auf vorheriger Seite



### Beispiel Hygienepapiere

Würden bei Hygienepapieren 5 % Paludi-Frischfaser einfließen, wären hierfür 7.000 Hektar Fläche notwendig. Das deckt 0,7 % des Flächenbedarfs an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Mooren in Deutschland.

Annahmen:

- Aufkommen von 1.600 Kilotonnen (siehe Industrieübersicht)
- Davon generisch ein Fünftel Frischfaseranteil (siehe Rohstoffübersicht) und Annahme 5 %-Anteil
- Weitere Annahmen wie auf vorheriger Seite

\*PPK = Papier, Pappe, Kartonagen

\*\* abgeleitet aus Umweltbundesamt (2023): Verpackungsabfälle. [Link](#)

# Mehrere Stellschrauben sind derzeit noch ungelöst, hierfür sind Erfahrungen zu sammeln und Innovationen voranzubringen

## Papier und Kartonagen, inkl. Faserguss

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Stabile Versorgungskette

Aufbereitung des Rohstoffs

Vermehrter Einsatz einjähriger Pflanzen als Primärfaserrohstoff

Recyclingfähigkeit

Geeignete Einsatzgebiete

Kosten

In der Papierindustrie liegt generell ein hohes Potenzial für die Verwendung von Paludi-Biomasse.

Die Interviews zeigten, dass zum Teil **Erfahrungen mit der Anwendung von einjährigen Pflanzen** als Frischfaserrohstoff existieren und sich diese auf Paludi-Biomasse übertragen lassen. Mit Schilf liegt eine Pflanzenfaser mit geeigneten Eigenschaften vor. Grundsätzlich ist hierbei eine **konstante Versorgung bei gleichbleibender Rohstoffqualität** sicherzustellen. Dies ist insgesamt eine der größten Herausforderungen bei der Nutzung von einjährigen Pflanzen in der Papierindustrie.

Um die Einsetzbarkeit von Paludi-Biomasse in den breiten konventionellen Markt für Papier, Pappe und Karton zu schaffen, ist eine **(chemische) Aufbereitung** des Rohstoffs erforderlich. Durch diese Aufbereitung ergeben sich breitere Anwendungsmöglichkeiten.

Ein wesentlicher Punkt ist die derzeit **mangelnde Recyclingfähigkeit** von Papieren aus einjährigen Pflanzen bzw. die Ausschleusung aus dem Recyclingprozess. Hierfür sind die Prozesse bei der Herstellung und beim Recycling weiterzuentwickeln. Für den allgemeinen Recyclingprozess ist ein Anteil von bis zu 5 % Zellulose aus Paludikultur im Altpapier grundsätzlich handhabbar.

Das Potenzial wurde für verschiedene Papiersorten unterschiedlich eingeschätzt, da sich die Performanceanforderungen erheblich unterscheiden. Hohes Potenzial liegt in der Verwendung von **Verpackungen und Kartonagen**, während es bei grafischen Papieren eher gering eingeschätzt wurde.

Schließlich sind die **Mehrkosten** eine Stellschraube für den Einsatz von Paludi-Biomasse. Kurzfristig sind Produkte zu schaffen bzw. Märkte zu erschließen, die den Preisaufschlag zulassen.

Insgesamt zeigten die Interviews tendenziell, dass diese Herausforderungen entscheidend für den erfolgreichen Einsatz von Paludi-Biomasse sind. Auch wenn einige Herausforderungen derzeit noch ungelöst sind, wurden sie nicht als unlösbar eingeschätzt.

## Drei Gründe, warum es für eine Papierfabrik lohnenswert sein kann, Paludi-Biomasse einzusetzen und drei mögliche nächste Schritte

### Warum kann es für Papierfabriken lohnenswert sein, Paludi-Biomasse einzusetzen?

- 1 Profilierung über Innovationen
- 2 Storyline
- 3 Regionale Rohstoffquelle

In der Papierindustrie sind Innovationen mit Rohstoffen ein starkes Profilierungsmerkmal für Produzenten. Der Einsatz von Paludi-Biomasse besitzt ein hohes Innovationspotenzial. Gleichzeitig eröffnet dies eine besondere Storyline, denn mit dem Einsatz von Paludi-Biomasse wird eine Nachfrage geschaffen, um Moorflächen wiederzuvernässen. Damit ist Paludikultur nicht nur ein nachhaltiger Rohstoff, sondern bringt auch einen Transformationsprozess im Klimaschutz voran. Und schließlich sind etablierte Wertschöpfungsketten für Paludi-Biomasse eine sichere und regionale Rohstoffquelle für einen Papierhersteller.

### Was können erste nächste Schritte für Papierfabriken sein?

- 1 Prüfen geeigneter Anwendungen
- 2 Vernetzen
- 3 Probieren / Testen

Ein erster Schritt kann sein, geeignete Anwendungen zu prüfen, ggfs. zusammen mit Kund\*innen, die aufgeschlossen z.B. gegenüber Verpackungen aus einem alternativen Rohstoff sind. Mögliche Diskussionspunkte: Welche Verpackungen / Marktsegmente eignen sich? Wo sind ggfs. Anforderungen anzupassen, um den Einsatz zu ermöglichen? Auch die Vernetzung mit Unternehmen, die ebenfalls Paludi-Biomasse einsetzen (wollen), sowie mit der Wissenschaft, ist ein hilfreicher erster Schritt. Und schließlich können die Voraussetzungen für erste Tests z.B. mit Proben in den entsprechenden Instituten durchgeführt werden, um Erkenntnisse über Eigenschaften sowie Anforderungen zu gewinnen.

## Bau- und Dämmstoffe



# Der Dämmstoffmarkt ist größtenteils von mineralischen und fossilen Dämmstoffen geprägt - nachwachsende Rohstoffe nehmen nur einen geringen Teil ein

## Bau- und Dämmstoffe

### Industrieübersicht

### Rohstoffübersicht

### Akteursübersicht

### Hindernisse und

### Erfolgsfaktoren

### Modellierung

### Stellschrauben zur

### Erreichbarkeit

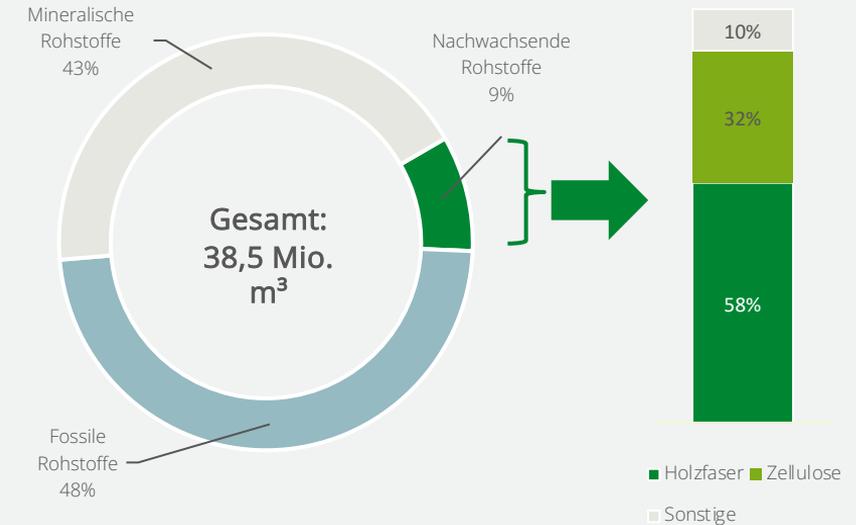
#### Allgemein:

Der Absatzmarkt mit Dämmstoffen ist größtenteils (über 90 %) geprägt von fossilen (erdölbasierten) oder mineralischen Rohstoffen (z.B. Steinwolle). Nachwachsende Rohstoffe nehmen nur einen geringen Anteil ein. Über die Hälfte davon geht auf Holzfasern zurück und ein Drittel auf Zelluloseerohstoffe. Sonstige Rohstoffe sind Hanf, Flachs, Schafwolle. Insgesamt wird ein hohes Wachstum bei Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen erwartet, insbesondere durch die Anforderungen für Grünes Bauen.

#### Input Paludikultur:

Es zeigt sich, dass nachwachsende Rohstoffe aktuell noch ein Nischenprodukt im Dämmstoffmarkt sind. Mit einer wachsenden Nachfrage könnte Paludi-Biomasse eine weitere Rohstoffalternative zu den fossilen oder mineralischen Rohstoffen darstellen.

Absatzvolumen von Dämmstoffen in Deutschland (2019)



Quelle: FNR (2021): Marktanteil von Nawaro-Dämmstoffen wächst. [Link](#)

# Erste Anwendungsformen von nachwachsenden Dämmstoffen

## Bau- und Dämmstoffe

### Industrieübersicht

### Rohstoffübersicht

### Akteursübersicht

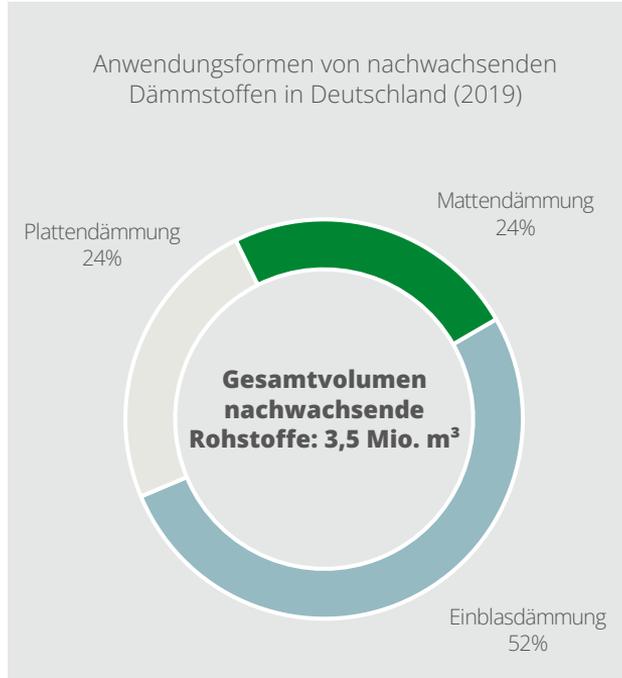
### Hindernisse und

### Erfolgsfaktoren

### Modellierung

### Stellschrauben zur

### Erreichbarkeit



Quelle: FNR (2021): Marktanteil von Nawaro-Dämmstoffen wächst. [Link](#)

### Allgemein:

Nachwachsende Dämmstoffe werden in allen drei Bereichen eingesetzt:

- Einblasdämmung
- Plattendämmung
- Mattendämmung

### Input Paludikultur:

Aus den Interviews ging hervor, dass großes Potenzial für die Verwendung von Rohrkolben als Dämmmaterial gesehen wird. Als mögliche Anwendungsformen von Paludikultur wurden Dämmplatten (Absatz von 1,8 Mio. m<sup>3</sup> in 2019) und Einblasdämmungen (Absatz von 0,9 Mio. m<sup>3</sup> in 2019) genannt.

Außerdem könnte der Einsatz von Paludi-Biomasse als Stützfaser zur Stabilität der Dämmstoffe interessant werden, da diese aktuell noch erdölbasiert sind und somit eine ökologische Alternative geschaffen werden könnte.

Die Option, nur einen kleinen Anteil Paludi-Biomasse bei konventionellen Dämmstoffen beizumischen, wurde in den Interviews als eine unattraktive Herangehensweise bei Dämmstoffen bewertet, da es den Aufwand für die Logistik und Verarbeitung erhöht.

# In den nächsten Jahren wird eine steigende Nachfrage nach Dämmmaterialien erwartet

## Bau- und Dämmstoffe

### Industrieübersicht

### Rohstoffübersicht

### Akteursübersicht

### Hindernisse und

### Erfolgsfaktoren

### Modellierung

### Stellschrauben zur

### Erreichbarkeit

## Allgemein:

Für die Erfüllung der Klimaschutzziele ist von einem weiter wachsenden Bedarf an Dämmmaterial auszugehen. Mit den in der EU geplanten Sanierungspflichten und strengeren Anforderungen an die Energieeffizienz von Gebäuden bis 2030 erhöht sich die Nachfrage nach Dämmstoffen weiter. Eine vereinfachte Modellierung für drei ausgewählte Dämmstoffe EPS (expandiertes Polystyrol = Styropor), Holzfaser und Schilf verdeutlicht den hohen Bedarf in den nächsten Jahren (siehe Tabelle). Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei nur um Wohnimmobilien handelt. Gewerbeimmobilien und Gebäude der öffentlichen Hand sind hier nicht berücksichtigt.

## Input Paludikultur:

Der wachsende Bedarf nach Dämmstoffen bietet eine Chance für den Einsatz von Paludi-Biomasse und kann somit eine Nachfrage erzeugen. Deswegen sollten zeitnah erste Schritte für die Verwendung von Paludi-Biomasse eingeleitet werden, damit das Potenzial der wachsenden Nachfrage genutzt werden kann.

Typ	Dicke für U-Wert* 0,24 [in cm]	Benötigtes Material pro Dämmplatte <sup>1</sup> [in m <sup>3</sup> ]	Benötigtes Dämmplattenmaterial pro Einfamilienhaus <sup>2</sup> [in m <sup>3</sup> ]	Benötigtes Dämmplattenmaterial pro Wohnung <sup>2</sup> [in m <sup>3</sup> ]	Insgesamt benötigtes Dämmplattenmaterial [in Mio. m <sup>3</sup> ]
Expandiertes Polystyrol (EPS)	14	0,1008	17,26	12,36	210
Holzfaser	16	0,1152	19,73	14,13	240
Schilf	27	0,1944	33,29	23,85	400

<sup>1</sup> Annahme für Maße der Dämmplatten = 120\*60 cm. U-Wert 0,24. Berechnung des Volumens auf Basis Energieheld (2023). [Link](#)

<sup>2</sup> Vereinfachte Abschätzung der Dämmfläche auf Basis der durchschnittlichen Wohnungsgröße (Basisdaten DESTATIS Pressemitteilung Nr. N 015 vom 25. Februar 2021 – [Link](#)). Dämmfläche Einfamilienhaus ca. 120 m<sup>2</sup>, bei Wohnung ca. 90 m<sup>2</sup>

<sup>3</sup> Nach Angaben von Haus & Grund wären 7 Mio. Eigenheime und 7,2 Mio. Wohnen betroffen (VDI-Nachrichten – [Link](#))

\* U-Wert = Wärmedurchgangswert

# Materialien aus Paludikulturen wurden in der Vergangenheit bereits erfolgreich eingesetzt – daran kann angeknüpft werden

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

### Allgemein:

Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen gewinnen zunehmend an Bedeutung. In den Interviews zeigte sich, dass derzeit die Hersteller von Holzweichfaserplatten ihre Produktionskapazitäten ausbauen, z.T. sogar verdoppeln. Auch weitere Dämmmaterialien kommen zum Einsatz.

Dämmstoffe aus erneuerbaren Rohstoffen gelten als nachhaltig und werden daher in den Bauausschreibungen zunehmend berücksichtigt bzw. durch den europäischen Green Deal gefördert. Jedoch sind bautechnische Einschränkungen zu berücksichtigen, die mitunter den Einsatz einschränken. Zudem sind Zulassungen notwendig, welche einen zusätzlichen Kostenfaktor für Hersteller bzw. Anbieter von Dämmstoffen aus alternativen Materialien darstellen.

### Input Paludikultur:

Die Erfahrungen mit der Herstellung von Dämmstoffen aus Holzfasern lassen sich auf andere Naturfasern (wie Schilf) übertragen, insbesondere wenn die entsprechenden Produktionsanlagen vorhanden sind. Derzeitige Engpässe bei Rohstoffen aus nachwachsenden Ressourcen gehen nicht auf Rohstoffknappheiten, sondern Engpässe bei den Produktionskapazitäten zurück. Im Dämmstoffsektor liegt daher das derzeitige Augenmerk auf der Erweiterung der Produktion. Zusätzliche alternative Rohstoffe stehen derzeit nicht im Fokus.

Zum Einsatz mit Typha-Dämmplatten sowie Dämmung aus Schilf bestehen bereits einschlägige Erfahrungen. So zeigte sich, dass Typha im Vergleich zu Holz weniger empfindlich auf Feuchtigkeit reagieren aufgrund ihrer hydrologischen Wachstumsbedingungen. Auf diese positiven Erfahrungen kann direkt aufgebaut werden.



Quelle: FNR (2021): Marktanteil von Nawaro-Dämmstoffen wächst. [Link](#)

# Bisherige Erfahrungen mit Typha zeigen, dass Dämmstoffe aus Paludi-Materialien geeignete Eigenschaften aufweisen

## Bau- und Dämmstoffe

## Industrieübersicht

## Rohstoffübersicht

## Akteursübersicht

## Hindernisse und

## Erfolgsfaktoren

## Modellierung

## Stellschrauben zur

## Erreichbarkeit

-  Unempfindlicher gegenüber Feuchtigkeit
-  Erfüllung wärme-, feuchte- und brandschutztechnischer Anforderungen
-  Gute Schimmelresistenz
-  Schwer entflammbar
-  Verfügbarkeit von Typha
-  Lagermöglichkeiten
-  Hoher Silikat-Anteil
-  Erhöhter Materialverschleiß der Maschinen

### Input Paludikultur: Vorteile durch Eigenschaften

Die Verwendung von Typha als Rohstoff für Dämmstoffe bringt mehrere positive Eigenschaften mit sich. Im Vergleich zu Holz zeigten sich Typha-Platten unempfindlicher gegenüber Feuchtigkeit, da die Pflanzen im Wasser wachsen. Zudem konnten die Typha-Dämmplatten grundsätzliche wärme-, feuchte- und brandschutztechnische Anforderungen für Dämmplatten erfüllen. Beispielsweise wurde die Brandschutzklasse E problemlos erreicht. Weitere vorteilhafte Eigenschaften sind außerdem, dass Typha viele Gerbstoffe enthält, die das Material vor Pilz- und Bakterienbefall schützen. Dadurch ist kein zusätzlicher Schutz notwendig, welcher bei anderen Materialien hinzugefügt werden muss. Typha ist außerdem nur schwer entflammbar und weist dadurch einen geringen Glimmwert auf, welcher entscheidend für die Produktzulassungen von Dämmstoffen ist.

### Input Paludikultur: Herausforderungen

In den Interviews zeigten sich besonders die Herausforderungen hinsichtlich einer ganzjährigen Verfügbarkeit. Für eine konstante Verfügbarkeit sind entsprechende Lagermengen vorzuhalten, was erhebliche Zusatzkosten verursacht. Eine Einspeisung von nur sehr geringen Anteilen unterhalb von bemerkbaren Schwellenwerten, um (jahreszeitliche) Schwankungen bei der Verfügbarkeit besser handhaben zu können, erwiesen sich nach Auskunft der Interviews als keine geeignete Lösung. Für die Einspeisung eines zweiten Rohstoffs sind erhebliche Prozessanpassungen notwendig, weswegen dies nicht als geeignete Verwendung angesehen wurde. Zudem weisen Paludi-Pflanzen einen erhöhten Silikat-Anteil auf, der zum höheren Materialverschleiß der Maschinen führen kann. Dies kann Mehrkosten mit sich bringen und muss bei der Anwendung einberechnet werden.

# Die Wertschöpfungskette zeigt mehrere Stufen, die über den potenziellen Einsatz von Paludikultur für Dämmstoffe entscheiden

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

## Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

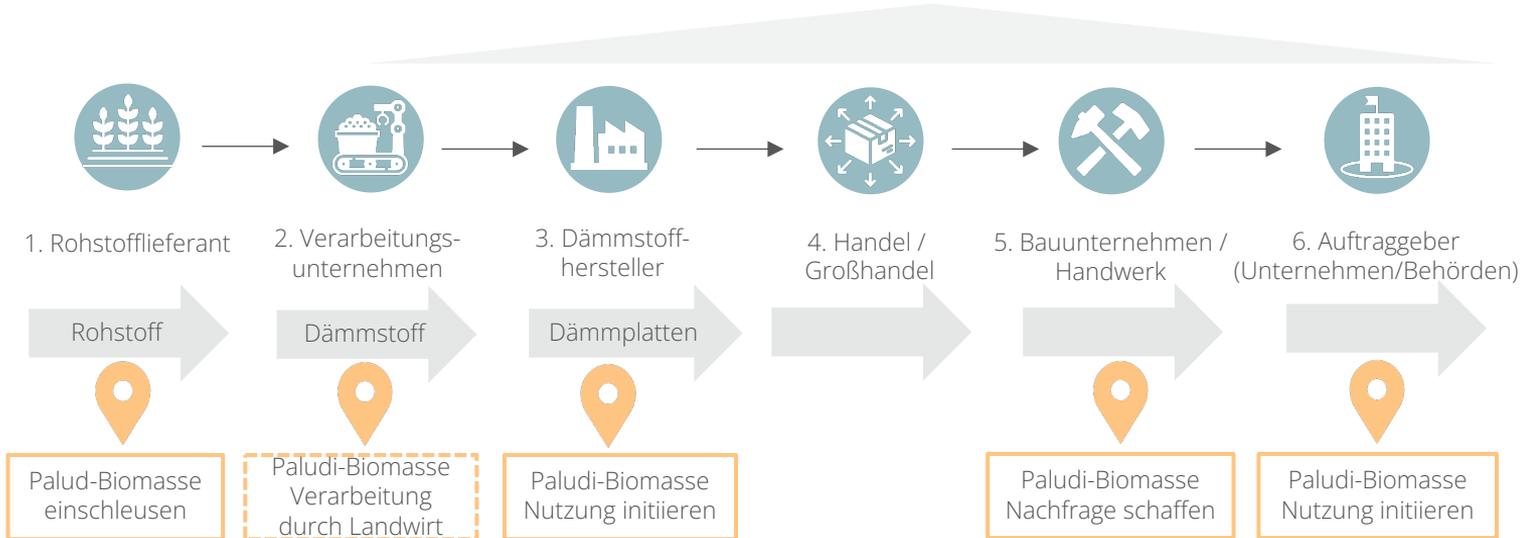
Erreichbarkeit

 Grundvoraussetzung für Nutzung von Paludi-Biomasse

7. Gesetzliche Rahmenbedingungen / Zulassungen

 Paludi-Biomasse Nutzung initiieren

8. Architekturbüros / Bauplanung



# Bei der Wertschöpfungskette für Dämmstoffe aus Paludikulturen wären sogar erste Verarbeitungsschritte der Biomasse bei den Landwirtschaftsbetrieben denkbar

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

**Akteursübersicht**

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### 1. Rohstofflieferant / Landwirtschaftsbetrieb

Je nach Rohstoff steht die Erzeugung bzw. Gewinnung des Rohstoffs am Beginn der Wertschöpfungskette. Bei der Nutzung von Biomasse aus Paludikultur ist dies der Landwirtschaftsbetrieb.



### 2. Verarbeitungsunternehmen / Landwirtschaftsbetrieb

Auf dieser Stufe werden die Rohstoffe eingesammelt und zum Grundmaterial für die Produktion des Dämmstoffs bzw. der Dämmstoffplatten vorbereitet, z.B. gepresst, getrocknet etc. Bei der Dämmstoffproduktion könnte dieser Teil der Wertschöpfungskette auch auf der Stufe der landwirtschaftlichen Betriebe bleiben, wenn entsprechende Anlagen dort eingerichtet sind, wie z.B. für die Produktion von Typha-Platten. Dies würde den Wertschöpfungsanteil der Landwirtschaft und damit die Erträge des jeweiligen Betriebs erhöhen.



### 3. Dämmstoffhersteller

Auf dieser Stufe werden die im Bau einsatzfähigen Dämmmaterialien hergestellt und vertrieben. Je nach Unternehmen, kann diese Stufe mit der Verarbeitung integriert sein. Auf dieser Stufe werden die bautechnischen Anforderungen entsprechend sichergestellt.



### 4. Handel / Großhandel

Dieser Bereich bildet die Schnittstelle zwischen Herstellungsunternehmen und dem Bauhandwerk, welches die Materialien beschafft.



### 5. Bauunternehmen / Handwerk

Ausführende Gewerke, Bauunternehmen, Handwerk beziehen die Dämmstoffe aus dem Handel. Besitzen Dämmstoffe aus Paludikultur nur einen geringen Bekanntheitsgrad oder wenig Akzeptanz, wird der Dämmstoff nicht von Ihnen eingebracht.

# Architekturbüros und Unternehmen der Bauplanung sind entscheidende Multiplikatoren für die Dämmstoffe

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

## Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### 6. Auftraggeber

Haushalte, Unternehmen, Behörden beauftragen die Bauleitung und -planung. Sie entscheiden direkt oder indirekt mit über den potenziellen Einsatz von alternativen Baustoffen wie Paludi-Biomasse. Auf dieser Stufe kann eine Nachfrage initiiert werden. Auch Energieberater sind als Multiplikatoren an dieser Stelle zu nennen, da sie potenziellen Bauauftraggebern Dämmstoffe aus Paludikulturen nahelegen können.



### 7. Architekturbüros / Bauplanung

Eine der wichtigsten Multiplikatoren ist die Stufe der Bauplanung. Die Vorgaben der Architekturbüros besitzen erheblichen Einfluss auf die Auswahl der Dämmstoffe. Auch andere Akteure nehmen hierbei eine relevante Rolle ein, wie beispielsweise Energieberater oder andere Fachfirmen. Um diese Stufe für den Einsatz von Paludi-Biomasse als Dämmstoff zu gewinnen, muss diese Möglichkeit in der Breite bekannt gemacht werden.



### 8. Gesetzliche Rahmenbedingungen / Zulassungen

Erst die erforderlichen Zulassungen und / oder Zertifizierungen führen dazu, dass sich Architekturbüros für einen bestimmten Dämmstoff entscheiden. Die Voraussetzungen hierfür müssen für den betreffenden Dämmstoff erfüllt werden. Die damit verbundenen Aufwände und Kosten sind durchaus ein Faktor beim Einsatz alternativer Rohstoffe in der Gebäudedämmung.

# Hindernisse und Erfolgsfaktoren für die Verwendung von Paludibiomasse

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

**Hindernisse und  
Erfolgsfaktoren**

Modellierung

Stellschrauben zur  
Erreichbarkeit



# Dämmstoffe aus Paludi-Biomasse müssen Anforderungen zur Wärmeleitfähigkeit, zur Brennbarkeit und zum Glimmverhalten erfüllen

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

**Hindernisse und  
Erfolgsfaktoren**

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Für die Verwendung von Paludi-Biomasse in der Dämmstoffindustrie sind gewisse Voraussetzungen zu erfüllen.

Hierfür müssen im Vorfeld Untersuchungen an den Paludi-Fasern und zur Bestimmung der Eigenschaften des Endprodukts durchgeführt werden. Bauaufsichtliche Zulassungen werden benötigt, um die entsprechenden Anforderungen zu erfüllen und von Planungsbüros ausgewählt zu werden.

Eine wichtige Eigenschaft für Dämmstoffe ist die **Wärmeleitfähigkeit** des Baustoffes. So erreicht z.B. eine 24 Zentimeter dicke Typha-Platte des Fraunhofer IBP einen U-Wert\* von 0,23 W/m<sup>2</sup>K und erfüllt somit einen hohen Dämmstandard. Außerdem besitzt der Dämmstoff eine hohe Schimmelresistenz.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist der **Brandschutz** des Dämmstoffs. Erste Untersuchungen für Dämmstoffe aus Paludikulturen haben gezeigt, dass diese die grundsätzlichen Brandschutzanforderungen erfüllen. Gegenüber holzbasierten Dämmstoffen weisen Paludi-Rohstoffe sogar bessere Brandschutzeigenschaften auf. Je nach eingestufte Brandschutzklasse eignen sich die Rohstoffe für verschiedene Gebäudetypen. Darüber hinaus ist die **Glimmbarkeit** des Rohstoffs ein wichtiger Aspekt. Das Glimmverhalten steht bei leichteren Dämmstoffen eher im Vordergrund. Je leichter ein Material ist, desto relevanter wird auch das Glimmverhalten im Gegensatz zum Brandverhalten. Bei der Glimmbarkeit besitzen Dämmstoffe aus Paludikultur möglicherweise geringere Vorteile als im Brandschutz. Für die Bestimmung der Glimmbarkeit benötigt es systematische Untersuchungen sowie entsprechende Zulassungen.

Da Dämmstoffe aus natürlichen Materialien nicht alle Anforderungen zum Brandschutz und zur Glimmbarkeit auf den höchsten Stufen erfüllen, sind zunächst Anwendungsbereiche mit weniger hohen Anforderungen geeignet wie z.B. im Segment von Einfamilienhäusern.

Ein weiterer Aspekt ist die **Verfügbarkeit** des Rohstoffs in gleichbleibender Qualität, um Paludi-Biomasse in größerem Maße in die Wertschöpfungskette einspeisen zu können.

\* U-Wert = Wärmedurchgangswert

# Die größten Herausforderungen sind die technischen und prozessualen Bedingungen für den Einsatz von Paludi-Biomasse

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

**Hindernisse und  
Erfolgsfaktoren**

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Um eine kontinuierliche Rohstoffzufuhr zu gewährleisten ist eine **Lagerung** der Paludi-Biomasse notwendig. Dies erfordert zusätzliche Prozesse sowie eine Trocknung, um Schimmelbildung des Lagermaterials zu vermeiden. Die Verfügbarkeit und Lagermöglichkeiten von Typha haben sich in vergangenen Untersuchungen als eine der größten Herausforderungen herausgestellt.

Ein weiterer Aspekt ist der **Silikatanteil** der Paludi-Biomasse, welcher zu einem erhöhten **Verschleiß bei den Maschinen und Anlagen** der Fertigung führt. Dadurch entstehen zusätzliche Kosten, welche zu berücksichtigen sind.

Die Einspeisung von Paludi-Biomasse erfordert **zusätzliche Prozessaufwendungen**. Ein separater Prozess wäre notwendig, selbst wenn nur geringe Mengen zugeführt werden.

Die notwendige **Dicke** der Dämmstoffe zur Erreichung des gewünschten Dämmgrades ist eine der wichtigsten Aspekte bei der Anwendung im Bausektor. Im Unterschied zu gängigen Dämmstoffen wie EPS besitzen natürliche Materialien hier Nachteile, da sie eine höhere Dicke erfordern. Dämmstoff aus Schilf erfordert zum Beispiel die doppelte Dicke gegenüber EPS zur Erzielung der gleichen Dämmwirkung. Je nach Bauobjekt können Einschränkungen bei der Dämmstoffdicke vorliegen (z.B. aus Denkmalschutzgründen). Hier ist durchaus mit Einschränkungen in der Anwendbarkeit zu rechnen.

# Erst mit den notwendigen Zulassungen kann der Markteintritt erfolgen

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

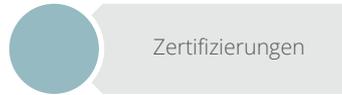
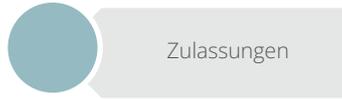
Akteursübersicht

**Hindernisse und  
Erfolgsfaktoren**

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Voraussetzung für den Markteintritt von Dämmmaterialien aus neuen Rohstoffen ist die Erteilung der notwendigen Zertifizierungen und Zulassungen. Erst dann wird der Dämmstoff in der Bauplanung ausgewählt.

Je nach Zulassungen erweitert sich auch das Einsatzspektrum des Dämmstoffs, insbesondere durch verbesserte brandschutztechnische Einstufungen können die Einsatzmöglichkeiten ausgeweitet werden. Typha-Platten erreichten in der Vergangenheit beispielsweise die Brandschutzklasse E, wobei in den Interviews geschätzt wurde, dass theoretisch auch höhere Brandschutzklassen erreicht werden könnten. In einem ersten Schritt wäre daher die Anwendung bei Gebäuden mit niedrigeren Brandschutzklassen sinnvoll, z.B. im Eigenheimbau.

Zudem gibt es verschiedene Zertifizierungen, welche Auskunft über die Eigenschaften und Qualität der Produkte geben. Beispielsweise werden spezielle Zertifizierungen für Anwendungsgebiete der Dämmstoffe nach DIN4108-10 erstellt. Auch umweltbezogene Gütesiegel bzw. Zertifikate sind ein entscheidender Faktor, um Dämmmaterialien aus Paludikultur als nachhaltige Dämmstoffe am Markt zu etablieren. Um diese Gütesiegel zu erlangen, sind Nachweise u.a. über die Ökobilanz des Herstellungsprozesses notwendig. Ein Gütesiegel ist oftmals Voraussetzung, um bei der Planung von nachhaltigen Bauten berücksichtigt zu werden.

Darüber hinaus ist eine gleichbleibende Qualität der Rohstoffe notwendig, um genormtes Dämmmaterial zu produzieren und die Zulassungskriterien dauerhaft zu erfüllen.

# Die Vorlaufkosten für die Zulassung sind ein hoher Kostenfaktor vor dem Markteintritt

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

**Hindernisse und  
Erfolgsfaktoren**

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Vor dem Markteintritt fallen **Vorlaufkosten für Eigenschaftsstudien und Zulassungen** ins Gewicht. Allein die Kosten für die Zulassung können bis zu 100k EUR betragen.

Hersteller müssen zudem **Anlagen anpassen oder in neue Anlagen investieren**. Ein interessanter Ansatz besteht in Produktionsanlagen, die auf den Landwirtschaftsbetrieben stehen und direkt die Platten pressen. Für eine Anlage zur Produktion von Typha-Dämmplatten mit einer **Produktionskapazität von ca. 2.000 Kubikmeter sind Investitionen von 400-500k EUR** notwendig. Um die Kosten zu verteilen, könnten sich mehrere Landwirtschaftsbetriebe für den Betrieb der Anlage und die Verarbeitung des Pflanzenmaterials ihrer wiedervernässten Flächen zusammenschließen. Dies könnte die Wertschöpfung der Landwirtschaft erhöhen, anstatt lediglich den Rohstoff zur weiteren Verarbeitung abzugeben. Für solche Vorhaben stehen auch entsprechende Fördermodelle zur Verfügung, um die Betriebe hierbei finanziell zu unterstützen<sup>1</sup>.

Ein weiterer Kostenfaktor dürfte in der notwendigen **Vermarktung** liegen, um den **Bekanntheitsgrad von Dämmmaterialien aus Paludi-Biomasse zu erhöhen**. Wie sich schon bei anderen Dämmstoffen aus nachwachsenden Materialien zeigt, wird trotzdem oftmals auf die üblichen Standarddämmstoffe zurückgegriffen. Hier gilt es, den neuen Dämmstoff breit zu vermarkten. Verkaufsargumente könnten die regionale bzw. heimische Herkunft des Dämmstoffs und der verbesserte Natur- und Klimaschutz durch die Verwendung von Paludikultur sein.

Insgesamt ist festzuhalten, dass EPS aus fossilen Rohstoffen der kostengünstigste Dämmstoff pro Quadratmeter zu dämmender Fläche ist. Natürliche Dämmstoffe sind demgegenüber deutlich teurer. Die ökologischen und baubiologischen Vorteile erlauben einen **Mehrpreis**, jedoch darf dieser nicht außerhalb des Preisgefüges für Dämmstoffe liegen

<sup>1</sup> Weitere Informationen: BMEL (2023): Klimaschutz durch Moorbodenschutz. [Link](#).

# Bei einem rechnerischen Anteil von 5 % Paludi-Biomasse im Dämmstoffmarkt könnten 12 % des bundesweiten Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen abgedeckt werden

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

## Modellierung

Stellschrauben zur

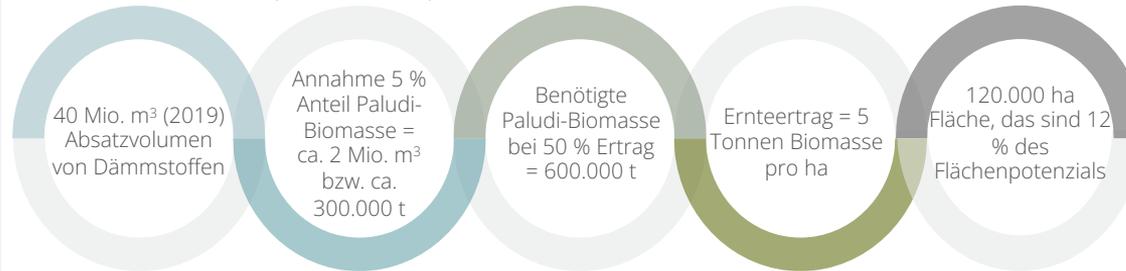
Erreichbarkeit

Um das Flächenpotenzial beim Einsatz von Paludi-Biomasse als natürlichen Dämmstoff abzuschätzen, soll im Folgenden vom gegenwärtigen Dämmstoffvolumen Deutschlands von rund 40 Mio. Kubikmeter ausgegangen werden (siehe Industrieübersicht). Es wird die Annahme von einem Marktanteil von Paludi-Biomasse von 5 % getroffen. Das entspricht etwa der Hälfte des gegenwärtigen Marktanteils von Dämmstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen.

Die Rohdichte der Dämmmaterialien unterscheidet sich je nach Pflanzenart erheblich: Dämmmatten aus Gras z.B. 40 kg / m<sup>3</sup>, Schilfrohrplatten ca. 155 kg / m<sup>3</sup>, Typha-Platten ca. 250 kg / m<sup>3</sup>.

Im Folgenden wird mit einer Rohdichte von 150 kg / m<sup>3</sup> gerechnet. Bei einem angenommenen Paludi-Anteil von 5 % des gesamten Dämmstoffvolumens, ergibt dies ein Rohgewicht von 300.000 Tonnen Paludi-Biomasse. Es wird davon ausgegangen, dass für die Herstellung die doppelte Menge an Rohbiomasse erforderlich ist. Der jährliche Ernteertrag für Paludi-Biomasse variiert je nach Pflanze und Gegebenheit der Fläche zwischen 3 bis 8 Tonnen. Für die Abschätzung werden 5 Tonnen Trockenmasse pro Hektar angesetzt. Damit ergibt sich ein Flächenpotenzial von ca. 120.000 Hektar.

Deutschlandweit sind ca. 1 Mio. Hektar trockengelegter landwirtschaftlich genutzter Moorflächen nach Wiedervernässung für den Anbau von Paludikulturen nutzbar. Somit könnten 12 % des Flächenpotenzials für die Wiedervernässung durch den Dämmstoffsektor „nachgefragt“ werden. Bei einem höheren Anteil an Paludi-Biomasse von mehr als 5 % an der Frischfasermenge wächst das Flächenpotenzial entsprechend.



**12%** 

12 % des bundesweiten Flächenpotenzials ergäbe sich bei einem Marktanteil von 5 % von Paludi-Biomasse im Dämmstoffmarkt.

<sup>1</sup> Verschiedene Studien zeigen, dass bei einer weitgehenden Wiedervernässung heute trocken landwirtschaftlich genutzter Moore ein Flächenpotenzial von etwa 1 Mio. Hektar für Paludikulturen besteht (Tanneberger et al. 2021, Grethe et al. 2021, Nordt et al. 2022).

# Mehrere Stellschrauben sind derzeit noch ungelöst, hierfür sind Erfahrungen zu sammeln und Innovationen voranzubringen

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Bei Dämmstoffen aus Paludi-Biomasse kann an einen etablierten Markt angeknüpft werden. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sind eine feste Marktgröße, wobei überwiegend Holz und Zellulose verwendet werden. Pflanzen aus wiedervernässten Mooren könnten eine gute Ergänzung für natürliche Dämmstoffe darstellen. Dämmmaterialien aus Paludikulturen besitzen attraktive Eigenschaften bezüglich Dämmung, Schimmelresistenz und Feuchtigkeitsregulierung.

Entscheidend für den Markteintritt sind die erforderlichen Zulassungen für den Dämmstoff. Hierzu sind vorlaufende Eigenschaftstest und Prüfungen notwendig, die mit zusätzlichen Kosten verbunden sind.

Die Verfügbarkeit der Paludi-Rohstoffe in gleichbleibender Qualität ist einer der Schlüsselfaktoren. Eine weitere Stellschraube sind die Mehrkosten für den Einsatz von Paludi-Biomasse. Diese umfassen neben den Rohstoffkosten und den Kosten für Transport und Lagerung insbesondere die Investitionen in neue Anlagen bzw. Anlagenmodifizierungen. Im Gegenzug sprechen der nachhaltige Charakter des natürlichen Dämmstoffs, die Dämmeigenschaften sowie die heimische Herkunft für Dämmstoffe aus Paludikultur. Für die Etablierung am Markt muss der Bekanntheitsgrad gesteigert werden, so dass sich Architektur- und Planungsbüros sowie Bauunternehmen für den Dämmstoff aus Paludi-Biomasse entscheiden.

# Drei Punkte, warum es sich für Hersteller lohnt, Dämmstoffe aus Paludi-Biomasse anzubieten, und drei mögliche nächste Schritte

## Bau- und Dämmstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

## Warum kann es für mich als Hersteller lohnenswert sein, Dämmstoffe aus Paludi-Biomasse anzubieten?

- 1 Nachfrage nach nachhaltigen Baustoffen
- 2 Storyline
- 3 Regionale Rohstoffquelle

Mit Dämmstoffen aus Paludi-Biomasse kann ein nachhaltiger Baustoff angeboten werden, der die wachsende Nachfrage und die künftigen Anforderungen an Grünes Bauen bedient. Gleichzeitig eröffnet dies eine besondere Storyline, denn mit dem Einsatz von Paludi-Biomasse wird eine Nachfrage geschaffen um Moorflächen wiederzuvernässen. Denn durch den Einsatz von Paludi-Biomasse wird die Wiedervernässung von Moorflächen vorangetrieben. Damit ist Paludi-Biomasse nicht nur ein nachhaltiger Rohstoff, sondern stößt einen Transformationsprozess im Klimaschutz an. Ein weiteres Verkaufsargument bildet die regionale Herkunft des Dämmstoffes aus der heimischen Landwirtschaft.

## Was können erste nächste Schritte für mich als Hersteller sein?

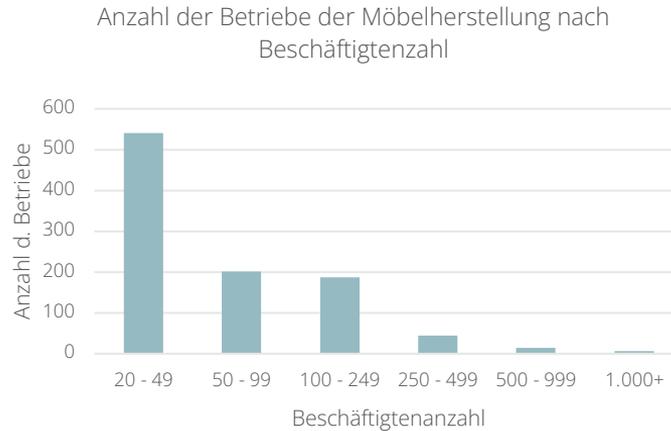
- 1 Wissensaufbau
- 2 Kontaktaufnahme zu Forschungseinrichtungen
- 3 Vernetzen

Zunächst ist sicherlich die vertiefte Auseinandersetzung mit dem Rohstoff aus Paludi-Material notwendig. Einzelne Studien aus der Vergangenheit können hierzu herangezogen werden. Im weiteren Schritt ist es sinnvoll mit den Forschungseinrichtungen und Entwicklern, die sich mit den Materialien beschäftigt haben, in Kontakt zu treten, um Forschungsprojekte anzustoßen sowie Prüfungen und Eigenschaftstest mit Proben durchzuführen, welche dann die nächsten Schritte hin zu einer Skalierung des Paludi-Rohstoffs sind. Auch die Vernetzung mit Unternehmen, die ebenfalls Paludi-Biomasse einsetzen wollen, sowie Verbänden kann ein erster hilfreicher Schritt sein.

## Holzwerkstoffe und Möbel



## Während der Sektor der Möbelherstellung stark fragmentiert ist, bietet sich mit Unternehmen der Holz- und Spanplattenherstellung ein geeigneter Anknüpfungspunkt für den Einsatz von Paludi-Biomasse



Quelle: Statista (2022): Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige.

### Allgemein:

In Deutschland gibt es knapp 1.000 statistisch erfasste Betriebe der Möbelherstellung (mit mehr als 20 Beschäftigten). Der Sektor ist stark fragmentiert, sodass mehr als die Hälfte der statistisch erfassten Unternehmen weniger als 50 Mitarbeitende beschäftigen. Die meisten Produzenten sind auf eine Möbelgruppe spezialisiert. Eine Vielzahl von Kleinstunternehmen steht wenigen großen Möbelproduzenten gegenüber. Der Sektor der Herstellung von Furnier-, Sperrholz-, Holzfaserplatten und Holzspanplatten umfasst 61 Unternehmen in der statistischen Erfassung (2022). Darunter sind einige große Unternehmen, die den Großteil des Marktes abdecken. Diese Unternehmen produzieren nicht nur für den Möbelbau, sondern auch Platten für Inneneinrichtungen, für Fußböden, zum Schallschutz sowie zur Dämmung.

### Input Paludikultur:

Für die Verwendung von Paludi-Biomasse stellt die Marktstruktur in der Möbelherstellung eine Herausforderung dar, da es eine Vielzahl an kleinen Unternehmen gibt. Lediglich mit einem der großen Möbelhersteller könnte ein signifikanter Abnahmemarkt von Paludi-Biomasse geschaffen werden.

Vielsprechender ist der Ansatz über die Hersteller von Holz- und Spanplatten, da hier die Anzahl an Unternehmen überschaubarer ist und die großen Hersteller eine entsprechende Nachfrage nach Rohstoffen schaffen können.

# Paludi-Biomasse kann eine attraktive alternative Rohstoffquelle sein, um Engpässe beim Rohstoff Holz abzumildern

## Holzwerkstoffe und Möbel

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

Materialengpässe bei Spanplatten und Holzfaserplatten

Nutzung von Holzreststoffen bzw. Recyclingmaterial bei der Spanplattenherstellung



### Allgemein:

In den letzten Jahren hatte die Möbelindustrie mit gravierenden Materialengpässen zu kämpfen. Laut einer Umfrage des ifo-Instituts gaben mehr als ein Drittel der befragten Unternehmen im Möbelsektor an, von der Rohstoffknappheit betroffen zu sein (2022).

Zur Herstellung der Spanplatten werden neben Primärrohstoffen auch Holzreststoffe und Recyclingmaterial eingesetzt. Die Holzrohstoffe werden zunächst zerkleinert und anschließend zu Holzspänen oder -fasern weiterverarbeitet. Diese werden dann mit Bindemitteln wie Harzen und Klebstoffen gemischt und unter hohem Druck und Temperatur zu Spanplatten gepresst.

### Input Paludikultur:

Durch die bestehenden und zukünftig weiterhin erwartbaren Rohstoffengpässe in der Möbelindustrie, könnte die Verwendung von Paludi-Biomasse eine alternative regionale Rohstoffquelle sein. Dies könnte Rohstoffengpässe abmildern. Ebenso können feste Liefervereinbarungen mit Landwirtschaftsbetrieben stabile Preise für den Rohstoff sichern.

Quellen:  
PWC (2019): Die deutsche Möbelbranche: Struktur, Trends und Herausforderungen  
ifo Institut (2022): Pressemitteilung: Materialknappheit geht leicht zurück. Ifo Institut - Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e.V. ([Link](#))

# An mehreren Stufen der Wertschöpfungskette kann der Einsatz von Materialien aus Paludi-Biomasse angestoßen werden

## Holzwerkstoffe und Möbel

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

**Akteursübersicht**

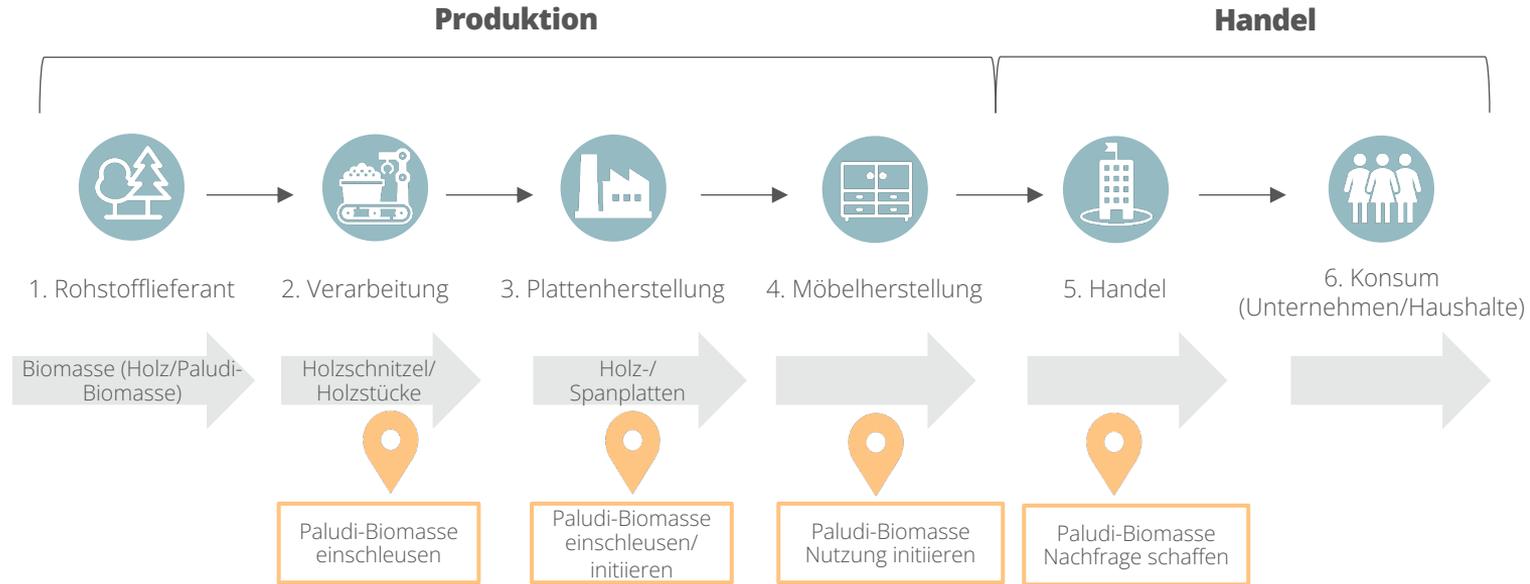
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Quelle: PWC (2019): Die deutsche Möbelbranche: Struktur, Trends und Herausforderungen

# Eine zentrale Stufe entlang der Wertschöpfungskette zur Einspeisung von Paludi-Biomasse ist die Herstellung von Holz- bzw. Spanplatten

## Holzwerkstoffe und Möbel

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

### 1. Holzlieferant / Landwirtschaftsbetrieb

Am Anfang der üblichen Wertschöpfungskette steht die Gewinnung des holzbasierten Rohmaterials. Dies geschieht insbesondere durch die Forstwirtschaft sowie Lieferanten von Holzreststoffen und Recyclingmaterial. Bei der Nutzung von Biomasse aus Paludikultur findet dies im Landwirtschaftsbetrieb statt.

### 2. Verarbeitungsunternehmen

Die Verarbeitungsunternehmen erhalten den Rohstoff und verarbeiten ihn in einem ersten Schritt, beispielsweise durch die Zerkleinerung des Grundrohstoffs. Je nach Geschäftsmodell können diese Betriebe vertikal integriert sein und nachfolgende Prozessstufen umfassen. Bei der Nutzung von Paludi-Biomasse sind hier zusätzliche Prozesse zur Verarbeitung des Rohstoffs notwendig.

### 3. Plattenherstellung

Auf dieser Stufe werden die für die weitere Verwendung vorgesehenen Platten aus Holzwerkstoffen produziert. Bei der Einspeisung von Paludi-Biomasse sind entsprechende Prozessanpassungen und Erweiterung erforderlich.

### 4. Möbelherstellung

Der Sektor nutzt die zuvor hergestellten Platten für die Herstellung von Möbeln. Sie sind die Schnittstelle zwischen Handel und Rohstoffkette.

### 5. Handel

Der Handel kann die Nachfrage nach Produkten aus alternativen Rohstoffen vorantreiben. Der Handel besitzt direkten Einfluss auf den Endkonsum und ist daher entscheidend, um eine Nachfrage nach Holzwerkstoffen bzw. Möbeln aus Paludi-Materialien anzustoßen.

### 6. Konsum

Sowohl im Endkonsum (b2c) als auch im Unternehmenskontext (b2b) kann hier die Nachfrage nach Produkten aus Paludi-Biomasse gesteigert werden.

# Paludi-Biomasse bringt relevante Eigenschaften als alternativer Rohstoff im Einsatz von Holzwerkstoffen mit sich - zunächst ist die Frage der Verklebung zu klären

## Holzwerkstoffe und Möbel

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

Grundsätzlich ist für den Einsatz von Paludi-Biomasse in der Herstellung von Holzwerkstoffplatten und in der Möbelindustrie die **Verfügbarkeit** von erforderlichen Mengen in gleichbleibender Qualität sicherzustellen. Bei der Zuführung selbst von kleinen Mengen z.B. als Füllstoff sind die **Prozesse entsprechend anzupassen**. Bereits bei einem Anteil von 0,5 % würden sich Unterschiede bemerkbar machen. Für die Verwendung von Paludi-Biomasse müssen die Produktionsanlage und der Prozessablauf angepasst werden. Eine einfache Beimischung von nur geringen Mengen ist nicht möglich. Dies ist mit Mehrkosten verbunden, die anderweitig gedeckt werden müssen, z.B. durch höhere Abverkaufspreise.

Zudem muss sichergestellt sein, dass der Rohstoff die Anforderungen bezüglich des **Feuchtigkeitsgrades** und der **Rieselfähigkeit** für die weitere Verarbeitung erfüllt. Idealerweise ist der Rohstoff getrocknet und vorsortiert. Die Trocknung und Lagerung stellt einen relevanten Faktor in der **Kostenstruktur** dar.

Ein weiterer wichtiger rohstoffseitiger Aspekt ist die **Faserstruktur**, da Spanplatten eine hohe Zugfestigkeit aufweisen müssen, weswegen hier lange Fasern benötigt werden. Eine Herausforderung in der Möbelindustrie ist die **Verklebbarkeit** der Rohstoffe. Beim Einsatz alternativer Rohstoffe sind womöglich Klebstoffe für die entsprechende Verleimung notwendig, die aus ökologischer Sicht teilweise kritisch zu werten sind. Andererseits zeigten die Interviews, dass das Lignin der Paludi-Biomasse als Klebstoffzusatz eingesetzt werden kann. Ein ligninbasierter Klebstoff könnte fossilbasierte, formaldehydhaltige Klebstoffe ersetzen und somit die Schadstoffbelastung der Klebemittel reduzieren.



# Bei einem rechnerischen Mengenanteil von 5 % Paludi-Biomasse bei Holzwerkstoffen könnten 4 % des bundesweiten Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen abgedeckt werden

## Holzwerkstoffe und Möbel

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

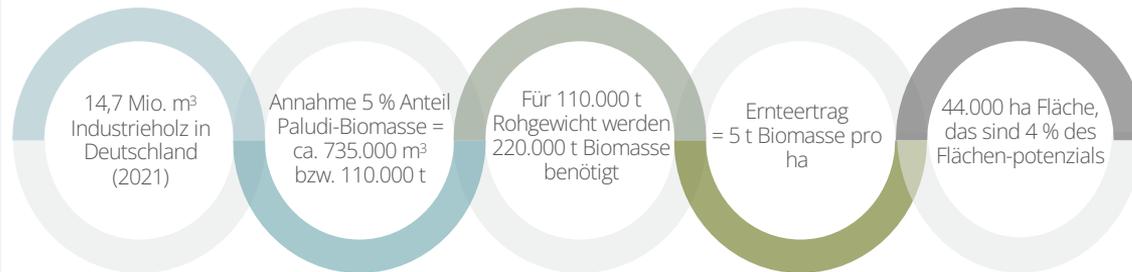
Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

Für die Abschätzung des Flächenpotenzials beim Einsatz von Paludi-Biomasse für Holzwerkstoffe soll im Folgenden vom gegenwärtigen Volumen an Industrieholz in Deutschland von ca. 15 Mio. Kubikmeter ausgegangen werden (2021)<sup>1</sup>. Es wird die Annahme von einem Marktanteil von Paludi-Biomasse bzw. der Einspeisung des Rohstoffs in die Produktion von 5 % getroffen. Es wird eine Rohdichte von 150 kg / m<sup>3</sup> angenommen. Das ergibt ein Rohgewicht von 110.000 Tonnen. Es wird davon ausgegangen, dass für die Herstellung die doppelte Menge an Rohbiomasse erforderlich ist. Der jährliche Ernteertrag für Paludi-Biomasse variiert je nach Pflanze und Gegebenheit der Fläche zwischen 3 bis 8 Tonnen. Für die Abschätzung werden 5 Tonnen Trockenmasse pro Hektar angesetzt. Damit ergibt sich ein Flächenpotenzial von ca. 44.000 Hektar.

Deutschlandweit sind ca. 1 Mio. Hektar<sup>2</sup> trockengelegter landwirtschaftlich genutzter Moorflächen nach Wiedervernässung für den Anbau von Paludikulturen nutzbar.

Somit könnten 4 % des Flächenpotenzials für die Wiedervernässung beim Einsatz in der Produktion von Holzwerkstoffen ‚nachgefragt‘ werden. Bei einem höheren Anteil an Paludi-Biomasse von mehr als 5 % an der Frischfasermenge wächst das Flächenpotenzial entsprechend.



# 4%



4 % der bundesweiten Flächenpotenzials ergäbe sich bei einem Marktanteil von 5 % Paludi-Biomasse im Holzwerkstoff- und Möbelmarkt.

<sup>1</sup> Quelle: BMEL (2023): Forst, Holz Statistik ([Link](#))

<sup>2</sup> Verschiedene Studien zeigen, dass bei einer weitgehenden Wiedervernässung heute trocken landwirtschaftlich genutzter Moore ein Flächenpotenzial von etwa 1 Mio. Hektar für Paludikulturen besteht (Tanneberger et al. 2021, Grethe et al. 2021, Nordt et al. 2022).

# Der Einsatz von Paludi-Biomasse ist möglich, geeignete Anwendungsbereiche sind zu bestimmen

## Holzwerkstoffe und Möbel

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

**Stellschrauben zur**

**Erreichbarkeit**



### Innenplatten von Türen

Eine Verwendungsmöglichkeit von Paludi-Biomasse könnte die Herstellung von Platten für Innentüren sein. Dies ist ein relevantes Marktsegment beim Einsatz von Holzwerkstoffen. Gleichzeitig bestehen hier geringere Ansprüche an Zertifizierungen als beispielsweise im Bau- und Dämmstoffsektor.



### Dekormöbel

Im Möbelbereich sind die Einsatzmöglichkeiten begrenzt. Möbel, die stark beansprucht werden wie Küchen- oder Badmöbel oder die zu einem gesamten Einrichtungsset gehören, sind für die Anwendung von Paludi-Biomasse weniger geeignet. Einflussfaktoren sind hier insbesondere die Möglichkeiten der Beschichtung sowie die Beanspruchbarkeit in der Nutzung. Als Einsatzfeld eignen sich einzelne Möbelstücke im Dekorbereich wie z.B. Beistelltische.

Durch die schwankenden Produkteigenschaften ist die Verwendung von Paludi-Biomasse daher zunächst nur für Möbelteile geeignet, die nicht Teil eines zusammenhängenden Design-Sets sind.

# Entscheidend für die Einspeisung von Paludi-Biomasse ist die Sicherstellung einer kontinuierlichen Menge in gleichbleibender Qualität

## Holzwerkstoffe und Möbel

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Wie auch bei anderen Einsatzgebieten ist die Sicherstellung von dauerhaft ausreichenden Mengen in der erforderlichen Qualität einer der Schlüsselfaktoren. Im Falle schwankender Mengen oder Qualitäten sind Prozessanpassungen notwendig, die zu erheblichen Aufpreisen führen.

Die separate Einspeisung von Paludi-Biomasse z.B. zur Herstellung von Spanplatten erfordert signifikante Prozessanpassungen, um entsprechende Qualitäten des Endprodukts zu erzielen. Mit den Prozessanpassungen ergeben sich Mehrkosten, die zu berücksichtigen sind.

Um die Einspeisung von Paludi-Biomasse zu prüfen, ist insgesamt weiterer Forschungsbedarf notwendig.

## Drei Punkte, warum es sich für Hersteller lohnt, Rohstoffe aus Paludi-Biomasse einzusetzen, sowie drei mögliche nächste Schritte

### Warum kann es für Hersteller oder Anbieter lohnenswert sein, Rohstoffe aus Paludi-Biomasse einzusetzen?

- 1 Storyline
- 2 Regionale Rohstoffquelle
- 3 Innovationsmarketing

Der Einsatz von Rohstoffen aus Paludi-Biomasse eröffnet eine besondere Storyline, denn durch den Einsatz von Paludi-Biomasse wird die Wiedervernässung von Moorflächen vorangetrieben. Damit ist Paludi-Biomasse nicht nur ein nachhaltiger Rohstoff, sondern stößt einen Transformationsprozess im Klimaschutz an. Zudem besteht mit dem Rohstoff aus der heimischen Landwirtschaft ein zusätzliches Verkaufsargument mit der regionalen Herkunft des Rohstoffs. Bei Rohstoff-Engpässen kann Paludi-Biomasse zudem als alternativer, regionaler Rohstoff dienen. Und schließlich bietet der innovative Einsatz dieses neuen Rohstoffs für Hersteller und Anbieter Potenzial, sich im Wettbewerb hervorzuheben.

### Was können erste nächste Schritte für Hersteller oder Anbieter sein?

- 1 Wissensaufbau
- 2 Kontaktaufnahme zu Forschungseinrichtungen
- 3 Vernetzen

Zunächst ist sicherlich die vertiefte Auseinandersetzung mit dem Rohstoff aus Paludi-Material notwendig. Einzelne Studien aus der Vergangenheit können hierzu herangezogen werden.

Im weiteren Schritt ist es sinnvoll, in Kontakt zu den Forschungseinrichtungen zu treten, die sich mit den Materialien beschäftigt haben, um Forschungsprojekte anzustoßen sowie Prüfungen und Eigenschaftstest mit Proben durchzuführen. Auch die Vernetzung mit Unternehmen, die ebenfalls Paludi-Biomasse einsetzen (wollen) sowie Verbänden u.a. können ebenfalls ein erster hilfreicher Schritt sein.



## Kunststoffe und chemische Grundstoffe



# Im Kunststoffsektor sind die Kunststoffherzeugung und die Herstellung von Kunststoffprodukten zu unterscheiden

## Kunststoffe und chemische Grundstoffe

### Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### Kunststoffherzeugung

**Produktion:**  
21 Mio. Tonnen -> davon 13 Mio.  
Tonnen Werkstoff für Kunststoffe

#### Allgemein:

Der Sektor der Kunststoffherzeugung umfasst die Herstellung von Polymeren, Granulat, Pulver und PUR-Rohstoffen für die Herstellung von Kunststoffprodukten sowie Harzen für Lacke und Farben.

Der Sektor umfasst in Deutschland 160 Betriebe und produzierte im Jahr 2021 etwa 21 Mio. Tonnen Kunststoffmaterialien. Davon werden 13 Mio. Tonnen als Werkstoff in der kunststoffverarbeitenden Industrie eingesetzt. Die übrigen Anteile werden für Kleber, Harze, Lacke, Fasern etc. verwendet.



### Kunststoffverarbeitung/ Produktherstellung

**Produktion: 14 Mio. Tonnen**

#### Allgemein:

Die Kunststoffverarbeitung umfasst die weiterverarbeitende Industrie zur Herstellung von Produkten. Hierzu zählen Compoundierbetriebe, welche die Polymere mit Füll- und Zuschlagsstoffen zur Erzielung der gewünschten Eigenschaftsprofile mischen.

Der Sektor hat im Jahr 2021 insgesamt 14 Mio. Tonnen Kunststoffe verarbeitet. Statistisch sind in diesem Sektor 1.700 Unternehmen mit über 20 Beschäftigten erfasst. Der Sektor ist eher kleinbetrieblich und mittelständisch geprägt.

Für die Nutzung von Paludi-Biomasse müssen beide Sektoren eingebunden werden. Der größte Hebel ergibt sich über die Polymerhersteller (Sektor Kunststoffherzeugung).

Quelle: BVSE (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen ([Link](#)),

# Die wichtigsten Absatzmärkte in der Kunststoffindustrie sind Verpackungen und Bau

Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

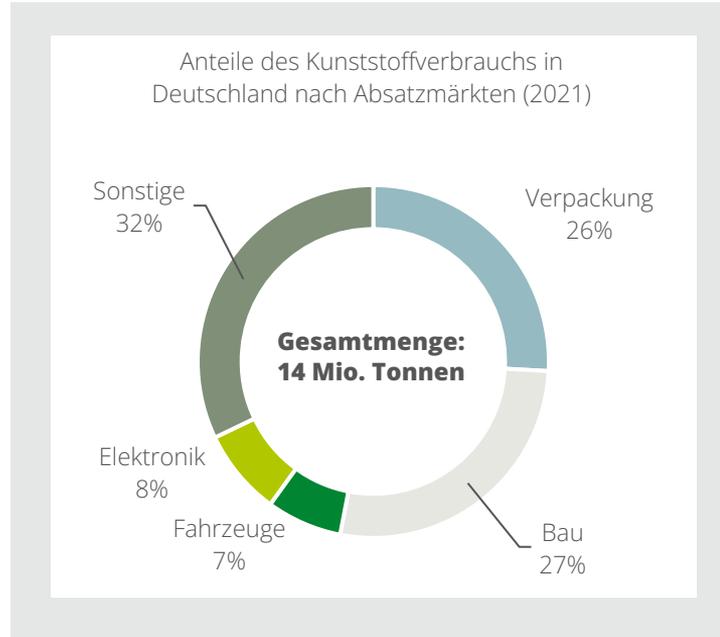
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



## Allgemein:

Jeweils ein Viertel der in Deutschland produzierten Kunststoffe fließt in Verpackungen sowie in den Baubereich. Während Kunststoffverpackungen eine kurze Lebensdauer besitzen, handelt es sich bei den Kunststoffen im Bau, die z.B. in Rohren und Fenstern eingesetzt werden, überwiegend um langlebige Anwendungen. Zu den sonstigen Absatzmärkten zählen Haushaltswaren sowie Artikel für Sport, Spiel, Freizeit, wie auch Möbel, landwirtschaftliche Anwendungen und medizinische Artikel.

## Input Paludikultur:

Die Verwendung von Paludi-Biomasse im Verpackungsbereich bietet das größte unmittelbare Potenzial und auf Erfahrungen mit biobasierten Materialien kann aufgebaut werden. Im Baubereich würden derartige Kunststoffe langlebig eingesetzt, jedoch liegen kaum Erfahrungen mit biobasierten Kunststoffen vor und es sind hohe materialtechnische Anforderungen zu erfüllen. Weitere Einsatzgebiete wären bei sonstigen Kunststoffwaren.

Quelle: BVSE (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen ([Link](#)).

# Biobasierte Polymere besitzen derzeit nur einen Mengenanteil von ca. 1 % am Kunststoffmarkt, jedoch werden hohe Wachstumsraten in den kommenden Jahren erwartet

## Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

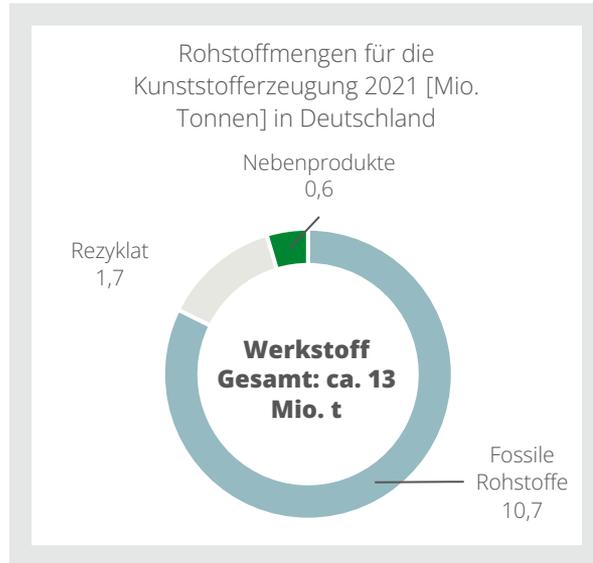
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Quellen:  
BVSE (2022): Stoffstrombild Kunststoffe in Deutschland 2021: Zahlen und Fakten zum Lebensweg von Kunststoffen ([Link](#)),  
Hans-Böckler-Stiftung (2020): Branchenanalyse kunststoffverarbeitende Industrie 2020 ([Link](#))

1 CHEManager (2022): Biopolymere als Chance für die Kunststoffbranche ([Link](#)).

## Allgemein:

Die Herstellung von Kunststoffen basiert in Deutschland zu ca. 82 % auf fossilen Rohstoffen und Petrochemikalien, zu ca. 13 % auf Recyclingmaterial und zu ca. 5 % auf Nebenprodukten aus Produktions- und Verarbeitungsprozessen. Der Einstieg für alternative Rohstoffe ist schwer, da die Branche hochspezialisiert und optimiert ist. Der Transformationsdruck auf die Branche nimmt jedoch zu, weswegen biobasierte Kunststoffe, die aus Stärke, Zellulose aus Mais, Zuckerrüben und Hölzern bestehen, zweistellige Wachstumsraten aufweisen. Trotz hoher Wachstumsraten in den letzten Jahren liegt der Anteil von Biopolymeren bei ca. 1 %<sup>1</sup>.

Je nach Rohstoff, Zusammensetzung, Herstellungsverfahren und der Beimischung von Additiven ändern sich die Eigenschaften des Kunststoffs wie Formbarkeit, Elastizität, Temperaturbeständigkeit u.ä. und eröffnet entsprechend verschiedene Anwendungsgebiete. Viele biobasierte Kunststoffe sind nicht für Hochleistungsanwendungen geeignet. Daher werden biobasierte Kunststoffe vor allem im Verpackungsbereich sowie aufgrund ihrer biologischen Abbaubarkeit im Landwirtschaftssektor und im medizinischen Bereich eingesetzt.

Förderlich für die Marktentwicklung von biobasierten Kunststoffen sind Regulierungen im Verpackungsbereich wie beispielsweise der aktuelle Vorschlag der EU-Kommission zur EU-Verpackungsverordnung sowie der Aktionsplan Kreislaufwirtschaft der EU im Rahmen des Green Deals.

# Der Eintrittspunkt für den Einsatz von Paludi-Biomasse sind kunststofferzeugende Betriebe, die Nachfrage wird hingegen eher aus der Kunststoffverarbeitung sowie dem Handel initiiert

## Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

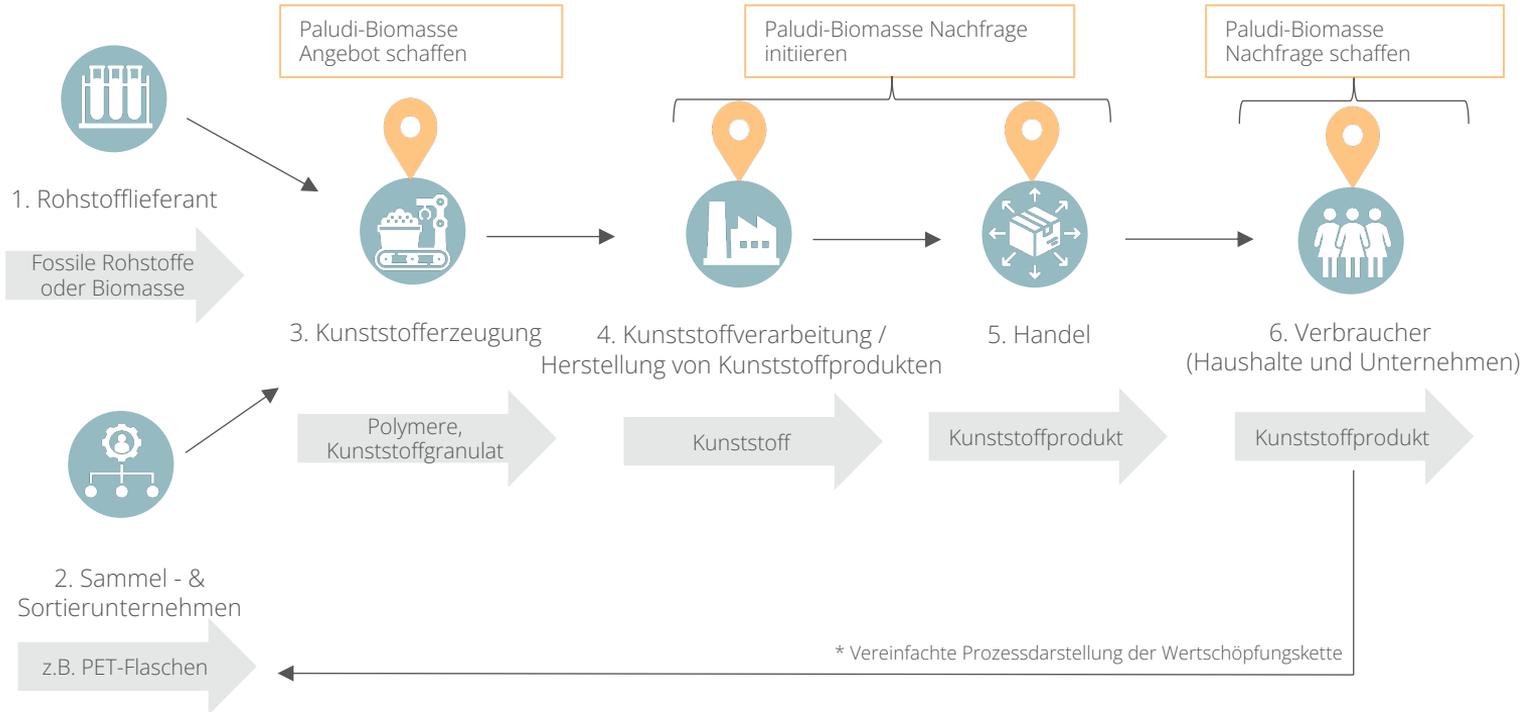
## Akteursübersicht

Hindernisse und Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



# Für die Einspeisung von Paludi-Biomasse ist die Zusammenarbeit der kunststofferzeugenden und der verarbeitenden Stufe Voraussetzung

## Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

## Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

### 1. Rohstofflieferant / Landwirtschaftsbetrieb

Für die Polymerproduktion werden fast ausschließlich fossile Rohstoffe eingesetzt. Bei der Einspeisung von Materialien aus wiedervernässten Mooren würden Landwirtschaftsbetriebe die Rohmaterialien für die Kunststofferzeugung bereitstellen. Hierbei sind der Zustand der Biomasse (z.B. Feuchtigkeitsgrad) und die Transportfähigkeit zu klären.

### 2. Sammel- und Sortierunternehmen

Die zweite Rohstoffquelle bilden die Sammel- und Sortierunternehmen. Sie liefern Kunststofffraktionen aus Pre- und Post-Consumer Gebrauch.

### 3. Kunststofferzeugung

Im Betrieb der Polymerherstellung werden die Rohmaterialien zu Polymeren verarbeitet. Auf dieser Stufe würde die Paludi-Biomasse eingespeist werden. Je nach Pflanzenmaterial und Prozess ändern sich die Anwendungsmöglichkeiten in der Kunststofferzeugung.

### 4. Kunststoffverarbeitung

Die Unternehmen kaufen die Kunststoffe je nach Anforderungen und Performanceeigenschaften ein. Sie bilden die Schnittstelle zwischen Polymerproduktion und Nachfragemarkt und können somit die Nachfrage nach biobasierten Polymeren aus Paludi-Biomasse anstoßen. Jedoch ist deren Marktmacht eher schwach gegenüber den meist größeren Unternehmen der Kunststofferzeugung.

### 5. Handel

Der Handel vertreibt die Produkte im Geschäfts- oder Endkundenbereich. Verpackungen werden zudem maßgeblich von dem Handel gesteuert und haben damit einen erheblichen Einfluss die Nachfrage nach Kunststoffverpackungen aus Paludi-Biomasse zu fördern.

### 6. Verbraucher (Haushalte und Unternehmen)

Die Verbraucher können entweder Haushalte oder Unternehmen sein, welche die Kunststoffprodukte verwenden oder die verpackten Produkte erwerben. Gleichzeitig entsorgen sie wiederum Verpackungen, welche recycelt werden und schließen dadurch den Rohstoffkreislauf.

# Eine gleichbleibende Qualität und Kontinuität der Paludi-Biomasse sind wichtige Bedingungen

## Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

## Hindernisse und Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Wichtige Voraussetzungen für die Verwendung von Paludi-Biomasse in der Kunststoffindustrie sind die **Qualität und die Kontinuität** des Rohstoffes. Die gleichbleibende Qualität ist relevant, damit die Parameter für die Verarbeitung gleichbleiben, da diese nicht beliebig angepasst werden können. Perspektivisch muss sichergestellt werden, dass das Substrat über verschiedene Saisons hinweg gesammelt und gemischt wird. So können etwaige Schwankungen der Biomasse-Eigenschaften ausgeglichen werden und eine gleichbleibende Qualität sichergestellt werden.

Um diese Qualität und Kontinuität für eine beständige Produktion sicherstellen zu können, ist die **Verfügbarkeit des Rohstoffes und dessen Lagerung** von Bedeutung.

Zur Beimischung von Paludi-Biomasse in die konventionelle Produktion gibt es unterschiedliche Einschätzungen. Laut einigen Interviewpartner\*innen ist es **technisch möglich** Paludi-Biomasse bis zu einem geringen Anteil (einstelliger Prozentbereich) in die **konventionelle Produktion einzuspeisen**, ohne die Produkteigenschaften zu verändern. Basierend auf deren Erfahrungen mit Kund\*innen zeigte sich jedoch, dass diese Beimischungen nicht gewünscht sind (beispielsweise weil es eine sehr geringe Toleranz bei optischen Eigenschaften gibt).

Ein wichtiger Punkt sind **performancebezogene Eigenschaften** des Biopolymers: Es muss vor allem eine ausreichende **Fließfähigkeit** beim Erwärmen für die Verarbeitung gewährleistet sein, gleichzeitig darf das Polymermaterial bei der (Vor-)Erwärmung nicht anfangen zu glimmen.

# Bei einem 2 % Anteil von Paludi-Biomasse als Rohstoff in Kunststoffen, könnten 5 % des bundesweiten Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen abgedeckt werden

## Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

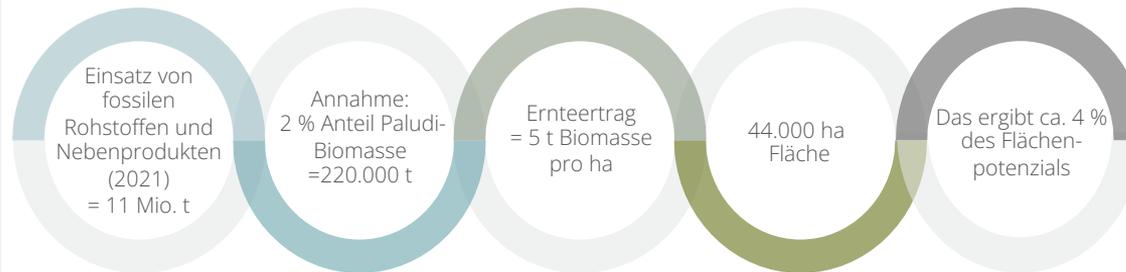
Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

Für die Abschätzung des Flächenpotenzials beim Einsatz von Paludi-Biomasse wird im Folgenden nur der Kunststoffsektor betrachtet. Aufgrund der offenen Anwendungsmöglichkeiten wird der Bereich der chemischen Grundstoffe für Lacke, Klebstoffe, Harze u.ä. an dieser Stelle ausgeklammert. Ebenso wird im Unterschied zu den Abschätzungen der Flächenpotenziale der anderen Sektoren bzw. Anwendungsbereiche nur von einem mengenmäßigen Marktanteil von 2 % an Paludi-Biomasse in der Kunststoffherzeugung ausgegangen. Angesichts des derzeitigen Marktanteils von 1 % an biobasierten Polymeren würde dies eine Verdoppelung bedeuten. Aus diesem Grund wird der Wert konservativ auf nur 2 % angesetzt.

Beim Einsatzvolumen von fossilen Rohstoffen und Nebenprodukten von 11 Mio. Tonnen für die Polymerproduktion (siehe Rohstoffübersicht – Kunststoffherzeugung) ergibt sich somit eine Menge von 220.000 Tonnen an notwendiger Biomasse von Paludikultur<sup>1</sup>. Ausgehend von einem Flächenertrag von 5 Tonnen pro Hektar sind hierfür 44.000 Hektar an Fläche wiedervernässter Moorflächen notwendig. Damit ergibt sich ein Anteil von 4 % des bundesweiten Flächenpotenzials<sup>2</sup>. Bei einem höheren Anteil an Paludi-Biomasse von mehr als 2 % in der Kunststoffproduktion wächst das Flächenpotenzial entsprechend.



# 4%



4 % der bundesweiten Flächenpotenzials ergäbe sich bei einem Marktanteil von 2 % Paludi-Biomasse in diesem Sektor

<sup>1</sup> Annahme: vollständige Verwertung der Paludi-Biomasse

<sup>2</sup> Verschiedene Studien zeigen, dass bei einer weitgehenden Wiedervernässung heute trocken landwirtschaftlich genutzter Moore ein Flächenpotenzial von etwa 1 Mio. Hektar für Paludikulturen besteht (Tanneberger et al. 2021, Grethe et al. 2021, Nordt et al. 2022).

# Für den Einsatz von Paludi-Biomasse sind die Anforderungen an (notwendige) Performanceeigenschaften zu klären

## Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

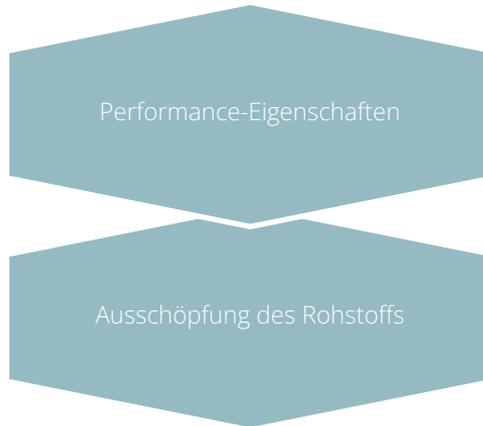
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Je nach Rohstoff und Prozesssteuerung ergeben sich entsprechende **Performanceeigenschaften** des Kunststoffes und damit verbundene Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebiete. Zu Paludi-Biomasse sind sowohl weiterer Forschungsbedarf als auch konkrete erste Praxisanwendungen notwendig. c. Hier würden keine Anforderungen von Endkunden entstehen und mögliche ästhetische Schwankungen der Endprodukte wären vom Unternehmen bzw. den Nutzer:innen akzeptiert.

Rohstoffe aus Paludi-Biomasse bieten über den Einsatz im Kunststoffsektor weitere Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. durch den Einsatz des in der Rohstoffmasse enthaltenen Lignins. Die chemische Industrie nutzt Lignin bereits für Make-up-Produkte mit Bräunungseffekten. Mit einer **hohen Ausschöpfung** des Paludi-Rohstoffs für die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten verbessert sich auch die ökonomische Darstellung des Einsatzes von Paludi-Biomasse im Kunststoffsektor. Förderlich können neue gesetzliche Regulierungen im Kunststoffbereich sein. Besonders mit Blick auf die Endlichkeit von fossilen Rohstoffen nimmt die Bedeutung von alternativen Rohstoffen zu.

## Exkurs: Es bestehen weitere Anwendungsmöglichkeiten von Paludi-Biomasse zur Nutzung als chemischer Grundstoff für Klebstoffe, Lacke, Farben und Harze

### Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### Anwendungsmöglichkeiten von Paludi-Biomasse als biobasierter Grundstoff für die Herstellung von Lacken, Farben, Klebstoffen und Harzen

- Der Markttrend entwickelt sich hin zu biobasierten Grundstoffen. Auslöser hierfür sind zum einen **Kundenanfragen** und zum anderen auch **regulatorische Rahmenbedingungen**. Einige Hersteller und Anbieter experimentieren bereits mit verschiedensten natürlichen Grundstoffen und sind deswegen **aufgeschlossen gegenüber neuen Rohstoffen**. Damit natürliche Rohstoffe in diesem Bereich Verwendung finden, müssen sie die Performance-Anforderungen erfüllen oder leistungsrelevante Eigenschaften besitzen.
- Der Markt im **Standardbereich** ist sehr **preisgetrieben**, weshalb der Preis des Rohstoffs hier eine entscheidende Rolle spielt. Bei **höherwertigen Produkten** und Preisen sind die **Performance-Eigenschaften** das entscheidende Kriterium.
- Für die Auswahl von neuen Rohstoffen werden üblicherweise die Performanceanforderungen definiert und daraufhin (natürliche) Rohstoffe gesucht. Rohstoff-Tests sind nötig, um zu bestimmen, welche Performance Paludi-Biomasse in diesem Bereich aufweist. **Labortests** sollen ein erster Schritt sein, um die Einsatzmöglichkeiten von Paludi-Biomasse näher zu bestimmen.
- Sollte Paludi-Biomasse die benötigten Performance-Eigenschaften erreichen, könnte hier Potenzial für die Verwendung liegen.

# Drei Argumente, warum es sich für Unternehmen der Chemie- oder Kunststoffindustrie lohnt, Rohstoffe aus Paludi-Biomasse einzusetzen, sowie drei mögliche nächste Schritte

## Kunststoffe und chemische Grundstoffe

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

## Warum kann es für mich als Hersteller oder Anbieter lohnenswert sein, Rohstoffe aus Paludi-Biomasse einzusetzen?

- 1 Storyline
- 2 Nachwachsende regionale Rohstoffe statt fossiler Rohstoffe
- 3 Gesetzliche Rahmenbedingungen

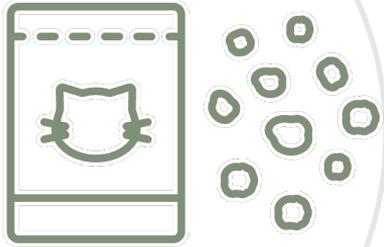
Der Einsatz von Rohstoffen aus Paludi-Biomasse eröffnet eine besondere Storyline, denn mit dem Einsatz von Paludi-Biomasse wird eine Nachfrage geschaffen, um Moorflächen wiederzuvernässen. Damit ist nicht nur ein nachhaltiger Rohstoff verbunden, sondern es bringt einen Transformationsprozess im Klimaschutz voran. Zudem besteht mit dem Rohstoff aus der heimischen Landwirtschaft ein zusätzliches Verkaufsargument der regionalen Herkunft. Die heimischen Rohstoffe aus nachwachsenden Ressourcen ersetzen fossile Rohstoffe. Und schließlich fördern die absehbaren gesetzlichen Rahmenbedingungen den Einsatz nachhaltiger Rohstoffe, wobei Biomasse aus Paludi-Material eine geeignete Rohstoffquelle darstellen kann.

## Was können erste nächste Schritte für mich als Hersteller oder Anbieter sein?

- 1 Wissensaufbau
- 2 Prüfungen und Eigenschaftstests
- 3 Vernetzen

Zunächst ist die vertiefte Auseinandersetzung mit dem Rohstoff aus Paludikultur notwendig. Einzelne Studien aus der Vergangenheit können hierzu herangezogen werden. In einem weiteren Schritt ist es sinnvoll Prüfungen und Eigenschaftstest mit Proben durchzuführen. Auch die Vernetzung mit Unternehmen und Verbänden, die sich ebenfalls mit Paludi-Biomasse beschäftigen, kann ein erster hilfreicher Schritt sein.

## Trockengranulat



# Der Katzenstreuemarkt wird aktuell dominiert von mineralischem Katzenstreu - Pflanzenstreu gilt aktuell noch als Nischenprodukt

Trockengranulat

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

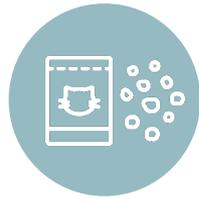
Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Jährlich werden in Deutschland **640.000 Tonnen Katzenstreu** verbraucht (2021). Der größte Teil bildet mineralisches Streu aus Bentonit. Die Rohstoffquellen hierfür befinden sich in Übersee. Der **Anteil an Katzenstreu aus nach-wachsenden Rohstoffen wird auf 5 %** eingeschätzt.

## Drei Arten von Katzenstreu

<b>Mineralisches Streu</b>	Aus Tonmineralien, welche im Tagebau gewonnen werden, überwiegend Bentonit
<b>Silikatstreu</b>	Auf Basis von Kieselgel
<b>Pflanzenstreu</b>	Aus natürlichen Materialien wie Pflanzenfasern, Holz, Erbsenhülsen oder Maiskörnern

### Input Paludikultur:

In dem Interview wurde deutlich, dass der Katzenstreuemarkt aktuell noch vom klassischem Bentonit-Streu dominiert wird und nachhaltige Katzenstreu-Alternativen als Nischenprodukt gelten. Das Interview verdeutlichte jedoch auch, dass das Thema Nachhaltigkeit in dieser Branche an Relevanz gewinnt. Inzwischen gibt es zwar verschiedene Arten von nachhaltigem Katzenstreu, diese müssten den Verbraucher\*innen zunächst nähergebracht werden und der Bekanntheitsgrad dieser Rohstoffe erhöht werden. Zudem sind die Preise für Pflanzenstreu zu bedenken, da sie im Vergleich mit dem Bentonit-Streu sehr hoch sind.

Quellen:

Statista (2022): Umsatz mit Heimtierbedarf im Online- und stationärem Handel in Deutschland bis 2022. [Link](#)

Statista (2022): Statistiken zum Heimtiermarkt in Deutschland. [Link](#)

# Rohstoffe für natürliches Katzenstreu müssen die entsprechenden Anforderungen erfüllen

## Trockengranulat

Industrieübersicht

**Rohstoffübersicht**

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

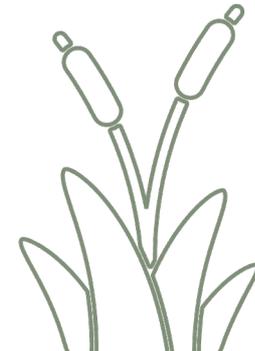
Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



Katzenstreu muss folgende verschiedene Eigenschaften erfüllen, damit es für die Verbraucher:innen attraktiv ist: Hierzu gehört die **Klumpenbildung**. Diese ist eine Herausforderung für natürliches Streu, da dieses keine natürlichen Klumpeigenschaften wie Bentonit aufweist. Eine weitere Anforderung an das Streu ist, dass es in der Anwendung mit einer Schaufel entfernbar sein muss. Außerdem ist die **Geruchsbindung** ein entscheidender Faktor für die Kunden. Die **Saugfähigkeit** des Rohstoffs bestimmt zudem wie ergiebig das Streu ist und hat damit auch einen Einfluss auf ökonomische Aspekte. Als ein weiterer, jedoch weniger relevanter Aspekt wurde die möglichst geringe **Staubbildung** vom Streu genannt, wenn es in das Katzenklo gegeben wird.



# Paludikultur besitzt Saug- und Schimmeleigenschaften, die eine Anwendung im Bereich Trockengranulat bzw. Katzenstreu durchaus überlegenswert machen

## Trockengranulat

Industrieübersicht

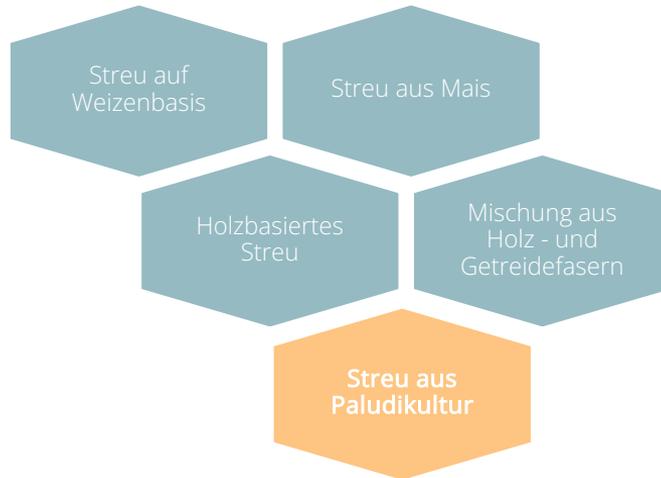
Rohstoffübersicht

**Hindernisse und  
Erfolgsfaktoren**

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit



### Allgemein:

Natürliche Katzenstreu-Alternativen werden aktuell aus verschiedenen Rohstoffen hergestellt. Unter anderem auf Basis von Weizen, Mais, Holz oder einer Mischung aus diesen. Für die Verwendung von natürlichen Rohstoffen ist insbesondere das Thema Schimmel- und Schädlingsbefall relevant. Unsachgemäße Lagerung in den Haushalten kann schnell zu Schimmelbildung bei natürlichem Katzenstreu führen.

### Input Paludikultur:

Der Einsatz von Paludi-Biomasse für die Herstellung von Katzenstreu muss geprüft werden, jedoch könnten einige Eigenschaften, wie die Schimmelresistenz und Saugfähigkeit, von Paludikultur vorteilhaft für die Nutzung sein.

# Bei einem 5 % Paludi-Biomasse Anteil könnten 0,6 % des bundesweiten Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen abgedeckt werden

## Trockengranulat

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Akteursübersicht

Hindernisse und

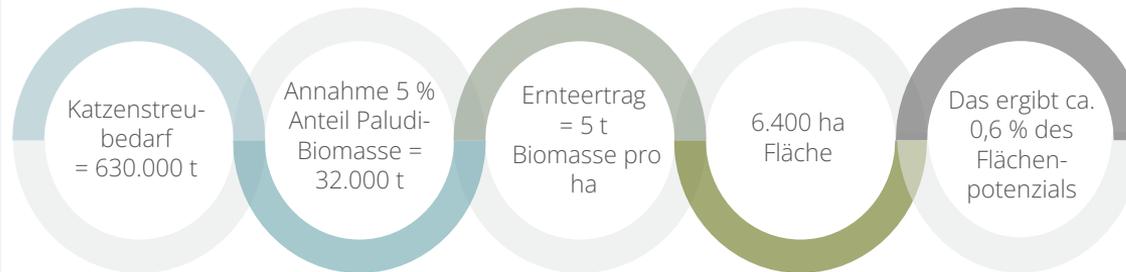
Erfolgsfaktoren

**Modellierung**

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

Für die Abschätzung des Flächenpotenzials beim Einsatz von Paludi-Biomasse bei Katzenstreu soll von einem potenziellen Marktanteil von 5 % bei einem jährlichen Aufkommen an mineralischem Katzenstreu in Deutschland ausgegangen werden. Damit ergibt sich eine Menge von 32.000 Tonnen an notwendiger Biomasse. Ausgehend von einem Flächenertrag von 5 Tonnen pro Hektar sind hierfür 6.400 Hektar an Fläche wiedervernässter Moorflächen notwendig. Damit ergibt sich ein Anteil von 0,6 % des bundesweiten Flächenpotenzials<sup>1</sup> für wiedervernässbare landwirtschaftlich genutzter Moorflächen. Bei einem höheren Anteil an Paludi-Biomasse von mehr als 5 % wächst das Flächenpotenzial entsprechend.



<1%



0,6 % der bundesweiten Flächenpotenzials ergäbe sich bei einem Marktanteil von 5 % Paludi-Biomasse im Trockengranulat-Sektor

<sup>1</sup> Verschiedene Studien zeigen, dass bei einer weitgehenden Wiedervernässung heute trocken landwirtschaftlich genutzter Moore ein Flächenpotenzial von etwa 1 Mio. Hektar für Paludikulturen besteht (Tanneberger et al. 2021, Grethe et al. 2021, Nordt et al. 2022).

# Drei Punkte, warum es sich für Unternehmen im Heimtiermarkt lohnt, Katzenstreu aus Paludi-Biomasse anzubieten und drei mögliche nächste Schritte

## Trockengranulat

Industrieübersicht

Rohstoffübersicht

Hindernisse und

Erfolgsfaktoren

Modellierung

Stellschrauben zur

Erreichbarkeit

### Warum kann es für Unternehmen lohnenswert sein, Katzenstreu aus Paludi-Biomasse anzubieten?

- 1 Nachfrage nach biologischem Produkt
- 2 Storyline
- 3 Regionale Rohstoffquelle

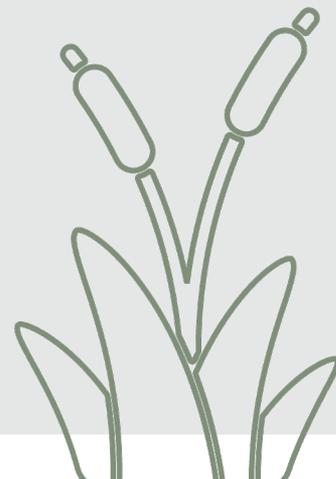
Mit Katzenstreu aus Paludi-Biomasse kann ein Produkt angeboten werden, welches aus biologischem Material besteht und biologisch abbaubar ist. Gleichzeitig eröffnet dies eine besondere Storyline, denn mit dem Einsatz von Paludi-Biomasse wird eine Nachfrage geschaffen, um Moorflächen wiederzuvernässen. Damit ist nicht nur ein nachhaltiger Rohstoff verbunden, sondern es bringt einen Transformationsprozess im Klimaschutz voran. Zudem besteht mit Katzenstreu aus der heimischen Landwirtschaft ein zusätzliches Verkaufsargument durch dessen regionale Herkunft.

### Was können erste nächste Schritte für Hersteller sein?

- 1 Wissensaufbau
- 2 Untersuchung der Eigenschaften
- 3 Vernetzen

Zunächst ist sicherlich die vertiefte Auseinandersetzung mit dem Rohstoff aus Paludi-Material notwendig. Auf Erfahrungen mit anderen biologischen Materialien und deren Eigenschaften in der Nutzung kann aufgebaut werden. Um die Funktionsfähigkeit für den Einsatz als Katzenstreu zu prüfen, sind die für Katzenstreu relevanten Eigenschaften zu untersuchen. Auch die Vernetzung mit Unternehmen, die ebenfalls Paludi-Biomasse einsetzen wollen, sowie Verbänden kann ein erster hilfreicher Schritt sein.

# Bioenergie



# Neben der stofflichen Nutzung können die wiedervernässten Moorflächen auch für die Energieproduktion genutzt werden

## Bioenergie

### Überblick

Biogaserzeugung

Photovoltaik-Anlagen

(PVA) auf Moorböden

Grundsätzlich bestehen zwei Anwendungsszenarien bei der Energieerzeugung\*



### Erzeugung von Biogas aus Paludi-Biomasse

Die Beimischung von Paludi-Biomasse oder Reststoffen aus der stofflichen Verwertung von Paludikulturen in Biogasanlagen ist möglich.



### Nutzung von Moorflächen für Erneuerbare-Energie-Anlagen

Auf Moorböden können auch Photovoltaik (PV)- und / oder Windkraftanlagen installiert werden.

\* Weitere Optionen der energetischen Verwertung sind die direkte Ballenverbrennung und die Pelettierung. Diese wurden in der Studie nicht betrachtet.

# 9.600 Biogasanlagen in Deutschland produzieren erneuerbaren Strom und Wärme

## Bioenergie

### Überblick

### Biogaserzeugung

Photovoltaik-Anlagen  
(PVA) auf Moorböden



- In Deutschland gibt es ca. **9.600 Biogasanlagen**, welche Strom und Wärme für Haushalte bereitstellen
- Auf etwa **1,57 Mio. Hektar** werden in Deutschland nachwachsende Rohstoffe für die Biogasproduktion angebaut (2021). Das entspricht etwa 9 % der landwirtschaftlichen Fläche
- Mehr als die  **Hälfte**  der Biogaserzeugung geht auf **Silomais** zurück



**Strom**

- Elektrische Leistung: 5.600 Megawatt
- Ausreichend Strom für mehr als 9 Mio. Haushalte
- **12 % des erneuerbaren Stroms** in Deutschland wird durch Biogas erzeugt



**Wärme**

- Ausreichend Wärme für mehr als 2,5 Mio. Haushalte
- **10 % der produzierten erneuerbaren Wärme** in Deutschland kommt aus Biogas

Quelle: BMEL: Biogas. [Link](#)

# Die aktuellen Umbrüche auf dem Gas- bzw. Biogasmarkt könnten eine Chance für die energetische Verwertung von Paludi-Biomasse sein

## Bioenergie

Überblick

Biogaserzeugung

Photovoltaik-Anlagen  
(PVA) auf Moorböden

### Umbrüche auf dem Gasmarkt

Der Gasmarkt unterliegt aktuell großen Umbrüchen. Ausgelöst durch den Krieg in der Ukraine und daraus entstandene Lieferengpässe von Gas, haben sich der Gasmarkt und die Gaspreise stark verändert. Diese Entwicklung könnte zumindest kurz- bis mittelfristig förderlich für die Verwendung von Paludi-Biomasse sein, da dies eine regionale Rohstoffalternative darstellt. Die Interviews zeigten jedoch, dass langfristig mit einer Stabilisierung der Gaspreise zu rechnen ist. Um Paludi-Biomasse dennoch auch preislich attraktiv zu halten, müssen geeignete Rahmenbedingungen (z.B. Fördermittel, Gesetze) geschaffen werden, welche die energetische Nutzung von Paludi-Biomasse fördern.

### Post-EEG Regelung

Die Post-EEG Regelungen könnten neue Geschäftsmodelle für alle Biogasanlagen-Betreiber ermöglichen, welche aus dieser Vergütung in nächster Zeit herausfallen. Für viele Anlagen ist eine Rentabilität ohne EEG-Umlagen nicht mehr gesichert. Die Beimischung von Paludi-Biomasse entweder als neuen Rohstoff oder als Reststoff aus der stofflichen Verwertung könnte diese Lücke schließen und zum rentablen Weiterbetrieb beitragen. Neuere EU-Regulierungen (RED II/III) fördern die Verwendung von ‚fortschrittlichen‘ Rohstoffen, wodurch wirtschaftliche Anreize gesetzt werden sollen.

# Die geografische Lage der Biogasanlagen ist für die Nutzung von Paludi-Biomasse geeignet

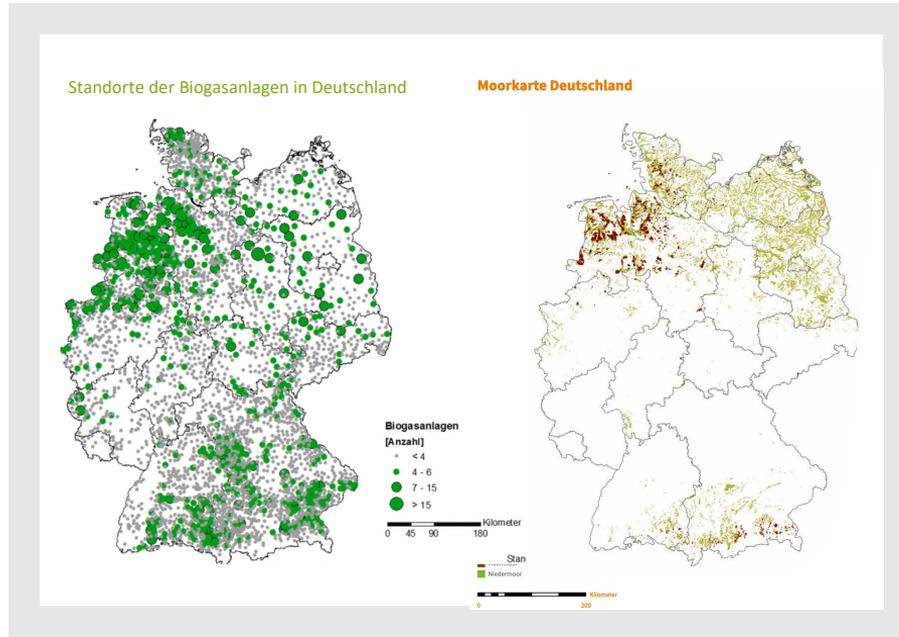
## Bioenergie

### Überblick

### Biogaserzeugung

### Photovoltaik-Anlagen

### (PVA) auf Moorböden



Quelle: Daniel-Gromke, J. et al. (2017): Anlagenbestand Biogas und Biomethan: Biogaserzeugung und Nutzung in Deutschland. [Link](#)

### Allgemein:

In Deutschland gibt es aktuell circa 9.600 Biogasanlagen. Mit Blick auf die geografische Verteilung der Moorflächen und der Standortverteilung der Biogasanlagen zeigen sich viele Überschneidungen. In den Mooregebieten liegen eine Vielzahl an potenziellen Biogasanlagen, wodurch kurze Transportwege ermöglicht werden können.

### Input Paludikultur:

Für die Verwendung von Paludi-Biomasse in der energetischen Gewinnung, ist es von Vorteil, wenn die Biogasanlagen in der Nähe des Wiedervernässungsgebietes liegen, da dadurch die Transportkosten möglichst gering gehalten werden.

Eine Einspeisung von Paludi-Biomasse in eine Biogasanlage von etwa 20 % ist technisch problemlos möglich, jedoch ist Paludi-Biomasse weniger ertragreich als andere Rohstoffe

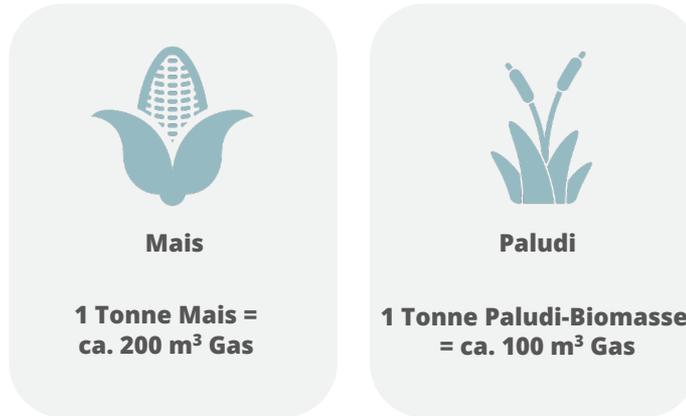
## Bioenergie

Überblick

Biogaserzeugung

Photovoltaik-Anlagen  
(PVA) auf Moorböden

### Wieviel Gas entsteht aus einer Tonne Biomasse?



### Input Paludikultur:

Erste Erfahrungen mit der Verwendung von Paludikulturen in Biogasanlagen liegen bereits vor. Technologisch bestehen keine gravierenden Hürden.

In den Gesprächen zeigte sich ein Beimischungsanteil von 20-30 % als geeignet. Ein ausschließlicher Betrieb einer Biogasanlage auf Basis von Paludi-Biomasse wird nicht für möglich gehalten, da eine gute Silagemischung für optimale Vergärungsprozesse notwendig ist.

Die Biogasausbeute von Paludi-Biomasse ist mit 100 m³ Biogas pro Tonne Biomasse nur halb so hoch wie die Ausbeute von Maissilage. Damit ist die Nutzung von Paludi-Biomasse deutlich teurer als Mais.

# Bestehende Biogasanlagen können für die Einspeisung von Biomasse aus Paludikulturen genutzt werden

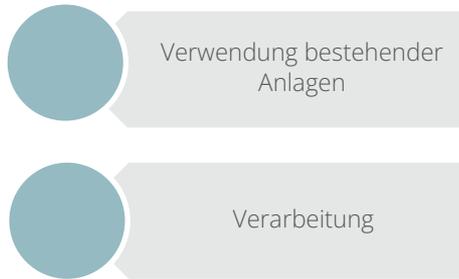
## Bioenergie

Überblick

Biogaserzeugung

Photovoltaik-Anlagen

(PVA) auf Moorböden



### Input Paludikultur:

Für die Verwendung von Paludi-Biomasse in der Gewinnung von Biogas können **bestehende Anlagen** genutzt werden; eine flexible Einspeisung ist möglich. Bisherige Anwendungen von Paludi-Biomasse waren erfolgreich, jedoch fehlen bislang Beispiele für eine kommerzielle Nutzung.

Um die Paludi-Biomasse in den Biogasanlagen verarbeiten zu können, muss unter Umständen das **Rührwerk** angepasst werden. Bei fasersubstratartigen Eigenschaften von Paludi-Biomasse sind stärkere Rührwerke notwendig. Der zusätzliche Energieverbrauch ist bei der Rentabilität zu berücksichtigen.

Als ein weiterer wichtiger Faktor wurde die **Erntetechnik** genannt. Für die Verwertung in einer Biogasanlage sollte die Biomasse im Idealfall zerhäckselt und in einer Silage konserviert werden. Zudem sollte ein **früher Erntezeitpunkt** angestrebt werden, damit weniger verholzte Teile der Pflanze in die Verarbeitung gelangen.



# Die Biogaserzeugung kann ein geeignetes Anwendungsgebiet für die Einstiegsphase und als Kaskadennutzung sein

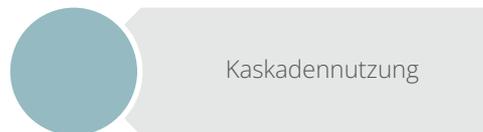
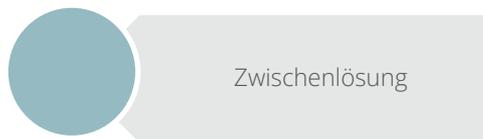
## Bioenergie

Überblick

Biogaserzeugung

Photovoltaik-Anlagen

(PVA) auf Moorböden



### Input Paludikultur:

Die Biogaserzeugung aus Paludi-Biomasse bietet in mehrerer Hinsicht interessante Vorteile:

Die energetische Nutzung kann ein guter Einstieg sein, um die **Übergangsphase der Wiedervernässung** zu überbrücken. In dieser Phase dürften die Rohstoffe aus Paludi-Biomasse nur eingeschränkt für eine stoffliche Nutzung verwertbar sein. Die Einspeisung als Biomasse in Biogasanlagen stellt somit eine mögliche Zwischenlösung dar.

Zudem kann die Biogaserzeugung für die Verwertung von Reststoffen der Paludi-Biomasse genutzt werden, welche in den Verarbeitungsprozessen anfallen. Durch eine solche **Kaskadennutzung** steigt auch die Wirtschaftlichkeit der gesamten Wertschöpfungskette für die stoffliche Nutzung von Paludi-Biomasse.

Perspektivisch kann die Biogaserzeugung aus Paludi-Biomasse auch für die Produktion von **kohlenstoffhaltigen Grundstoffen bzw. Synthesegasen** aus nachwachsenden Rohstoffen genutzt werden. Mit der Gasifizierung kann Paludi-Biomasse Grundstoffe für die chemische Industrie schaffen.

# Durch neue EU-Regulierungen (RED\*) kann sich für Post-EEG-Biogasanlagen ein interessantes Geschäftsfeld mit der Einspeisung von Paludi-Biomasse ergeben

## Bioenergie

### Überblick

### Biogaserzeugung

### Photovoltaik-Anlagen (PVA) auf Moorböden



Neue Biogasanlagen unterliegen nur noch begrenzt den Förderungen durch das EEG. Außerdem laufen viele dieser EEG-Förderungen in nächster Zeit aus. Daher stehen viele Biogasanlagen-Betreiber vor der Frage, wie sie trotz fehlender EEG-Umlagen weiterhin wirtschaftlich arbeiten können.



Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED) II (seit 2018) und RED III (ab 2024) setzen europäische Ziele für den Anteil an erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch. Ab 2024 soll dieser Anteil auf 45 % angehoben werden. Betroffene Sektoren sind der Verkehrssektor, Wärmesektor und der Industriesektor.



Um die Ziele zu erreichen, müssen z.B. Mineralölunternehmen festgelegte THG\*-Minderungsquoten erzielen. Um diese erfüllen zu können, kann das Unternehmen THG-Minderungszertifikate erwerben, z.B. von einem Betreiber einer Biogasanlage.



Dadurch werden dem Biogasanlagen-Betreiber neue wirtschaftliche Anreize geschaffen, um diese Anlage weiterzuführen. Paludi-Biomasse könnte bei der Rohstoffbewertung eine attraktive Bewertung innerhalb des THG-Quotensystems erhalten, so dass höhere Preise für die THG-Minderungsquoten erreicht werden können.

\*THG = Treibhausgas

\*RED = Erneuerbare-Energien-Richtlinie

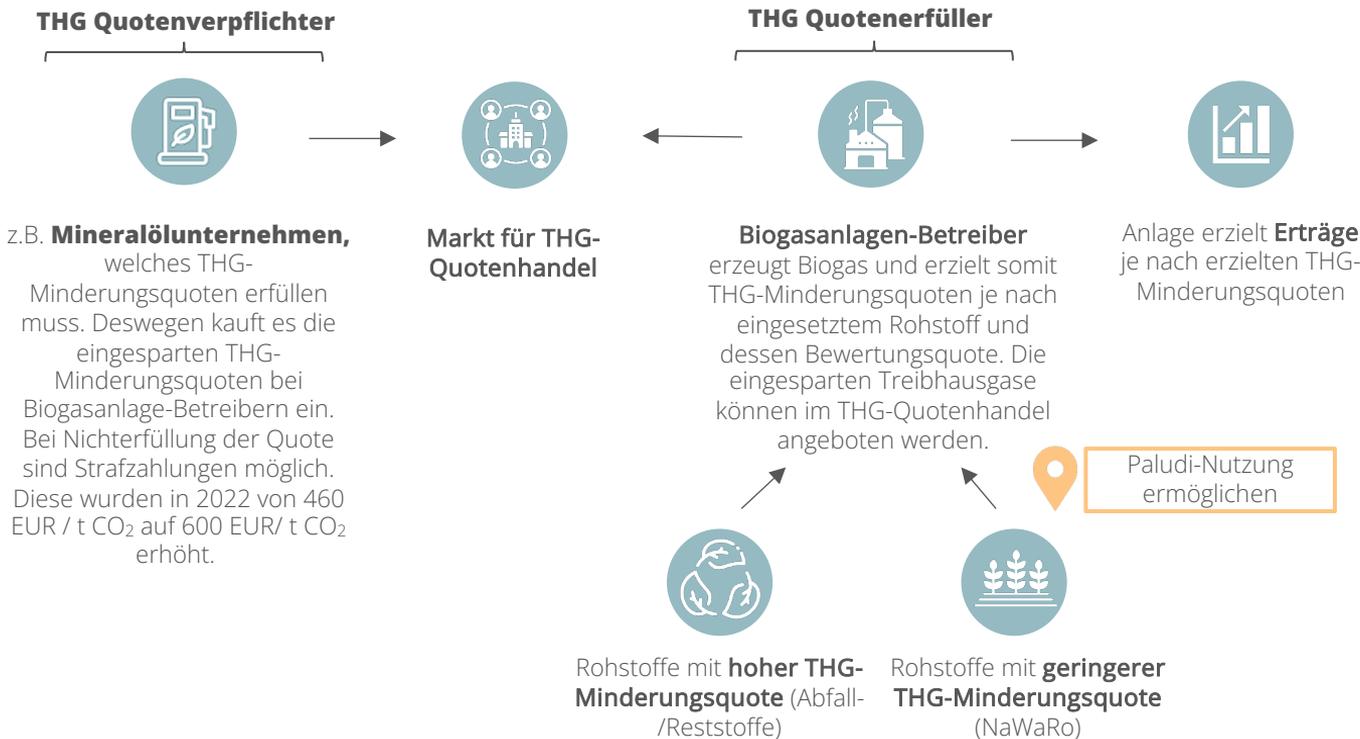
# Paludikultur könnte ein wirtschaftlich sehr attraktiver Rohstoff für den Markt mit THG-Minderungsquoten sein

## Bioenergie

### Überblick

### Biogasproduktion

Photovoltaik-Anlagen (PVA) auf Moorböden



NaWaRo = Nachwachsende Rohstoffe

# Die EEG-Novelle fördert PV-Anlagen auf wiedervernässten Moorflächen

## Bioenergie

### Überblick

### Biogaserzeugung

### Photovoltaik-Anlagen (PVA) auf Moorböden



### Photovoltaik-Anlagen auf Moorböden

#### Input Paludikultur:

Die Installation von Photovoltaik-Anlagen (oder auch Windkraftanlagen) kann ebenfalls eine Bewirtschaftungsform von wiedervernässten Moorflächen sein. Nach der neuen EEG-Novelle ist die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) auf Moorböden förderfähig, **„wenn die Flächen mit der Errichtung der Solaranlage dauerhaft wiedervernässt werden“** (§ 37 Abs. 1 Nr. 3 lit. e) EEG 2023). Damit ergeben sich zusätzliche Einkommensquellen für Grundstückseigentümer\*innen und vor allem Anreize zur Wiedervernässung.

Zahlreiche Wissenslücken sind aber noch zu schließen, insbesondere inwiefern sich die Wiedervernässung auf die installierten Anlagen auswirkt und welche Effekte die PV-Anlagen auf die Vegetation und die Fauna der wiedervernässten Flächen haben.

Quelle: Greifswald Moor Centrum (2022): Informationspapier des Greifswald Moor Centrum zu Photovoltaik-Anlagen auf Moorböden



# Photovoltaik-Anlagen (PVA) können für stark degradierte Moorflächen eine Lösung sein

## Bioenergie

### Überblick

### Biogaserzeugung

### Photovoltaik-Anlagen (PVA) auf Moorböden



Aktuell fehlen in den meisten Bundesländern Vorgaben für die Genehmigung von PVA\* auf Moorflächen. In manchen Regionen werden jedoch vorläufige Handlungsempfehlungen gegeben, beispielsweise PVA nur auf Moorflächen zu installieren, welche auch wiedervernässt wurden. Außerdem gilt die Empfehlung, die PVA-Flächen vorerst zu begrenzen, bis klar ist wie PVA auf Moorböden torferhaltend installiert werden können. Die Auswirkungen von PVA auf moortypische Biodiversität und Torferhalt sind aktuell noch nicht hinreichend erforscht. Alle Baumaßnahmen sollten daher bodenschonend und torferhaltend umgesetzt werden.

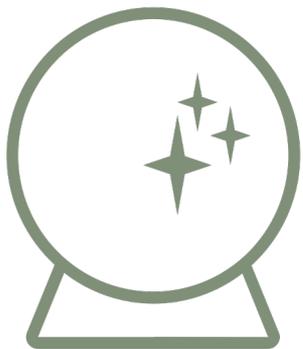
Erste Anlagen wurden in Bayern und Schleswig-Holstein errichtet, mit dem Ziel stark degradierte, zuvor landwirtschaftlich genutzte Moorböden aufzuwerten. Gerade für sehr degradierte Moorböden, auf denen eine sinnvolle Bewirtschaftung mit Paludikulturen schwierig ist, kann die Moor-Photovoltaik eine Lösung sein.

Eine Herausforderung für die Errichtung der Anlagen ist die Verankerung des Ständerwerks im Boden, da dies entweder im mineralischen Untergrund erfolgen muss oder ein ausreichend stabiles Fundament im Torfkörper angebracht werden muss. Dies erhöht die Installationskosten und damit den Amortisationszeitraum. Ebenso sind die Wartungsarbeiten aufgrund der Bodenbeschaffenheit aufwändiger, ggfs. sind Spezialmaschinen zum Befahren notwendig.

Bei fortgesetzter landwirtschaftlicher Nutzung wiedervernässter Moorflächen mit Paludikulturen müssen zudem weitere Bewirtschaftungserfordernisse berücksichtigt werden. Hierzu zählen beispielsweise eine ausreichende Lichtverfügbarkeit für die Paludikulturen und Torfmoose und die Möglichkeit der maschinellen Bewirtschaftung der Flächen.

Quelle: Greifswald Moor Centrum (2022): Informationspapier des Greifswald Moor Centrum zu Photovoltaik-Anlagen auf Moorböden  
\* PVA = Photovoltaikanlage

## Szenarien



# Ausgehend von den Annahmen in den Sektoren-Steckbriefen (Good Guess Szenario) wurden drei weitere Szenarien zur Ausschöpfung des Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen in Deutschland erstellt

## Szenarien

### Überblick

Minimum Case Szenario

Good Guess Szenario

Better Case Szenario

Best Case Szenario



#### Minimum Case

Die Klima- und Moorbodenschutzziele der Bundesregierung<sup>1</sup> (250.000 Hektar bis 2030) können mit einem Marktanteil\* von **4 % Paludikultur** in allen betrachteten Sektoren erfüllt werden.



#### Good Guess Szenario

Das Good Guess Szenario führt die Flächenpotenziale der einzelnen Steckbriefe zusammen. In den einzelnen Bereichen ist ein Marktanteil von **5 % Paludikultur\*\*** angesetzt. Mit der dafür benötigten Fläche von 314.000 Hektar würde das Ziel der Bundesregierung<sup>1</sup> (bis 2030) übererfüllt. Etwa ein Drittel des gesamten Flächenpotenzials (1 Mio. Hektar) wäre ausgeschöpft.



#### Better Case Szenario

Um zwei Drittel des bundesweiten Flächenpotenzials (ca. 660.000 Hektar) zu erreichen, müsste der Marktanteil von **Paludikultur** in den einzelnen Anwendungsbereichen bei **10 %** liegen.



#### Best Case Szenario

Das gesamte Flächenpotenzial in Deutschland (1 Mio. Hektar) könnte mit einem Marktanteil von **15 % Paludikultur** ausgeschöpft werden.

\* Marktanteile beziehen sich in den Annahmeherechnungen immer auf die analysierten Branchen der Studie.

\*\* Der Anteil der Kunststoffindustrie wurde realistisch bei einem Marktanteil von 2 % eingeordnet, weswegen diese Rechnung diesem Anteil zugrunde liegt.

<sup>1</sup> BMUV (2022): Nationale Moorschutzstrategie ([Link](#)). Allerdings reicht dieses Ziel nicht aus, um übergeordnete Klimaziele aus Land Use, Land Use Change and Forestry (LULUCF) zu erfüllen.

# Einordnung der Ergebnisse in Nutzungspotenziale von wiedervernässten Mooren in Deutschland insgesamt

## Szenarien

### Überblick

Minimum Case Szenario

Good Guess Szenario

Better Case Szenario

Best Case Szenario



- Die Studie errechnet für alle betrachteten stofflichen Verwendungen bei konservativen Beimischungen von 5 % einen Gesamtbedarf von 1.572.000 Tonnen Paludi-Biomasse pro Jahr und damit ein Flächenpotenzial von 314.000 Hektar wiedervernässter Moorfläche.
- Das ist etwa ein Drittel des gesamten wiederzuvernässenden Flächenpotenzials (1 Mio. Hektar) von Moorflächen in Deutschland.
- Für diese Verwendungen kann sowohl Biomasse aus Anbau-Paludikulturen (nur Flächenklasse 1)<sup>1</sup> als auch Nasswiesen (Flächenklasse 1-3) genutzt werden. Es steht also ausreichend Fläche potenziell zur Verfügung.
- Darüber hinaus bestehen derzeit nur als Nischenmärkte vorhandene Nutzungen mit Flächenpotential wie z.B. Medizinalpflanzen sowie ein hohes Entwicklungspotential für weitere, bisher nicht entwickelte Verwertungspfade von potentiellen Paludikulturpflanzen<sup>2</sup>.
- Nicht enthalten sind in dieser Abschätzung andere stoffliche Nutzungen (z.B. Torfmoos-Frischbiomasse für den industriellen Gartenbau, ca. 65.000 Hektar), energetische Nutzungen (z.B. Nahwärme, Biogas), Nassweiden (Wasserbüffelhaltung) sowie wiedervernässte Moore als Standorte für erneuerbare Energien (Photovoltaik, Windkraftanlagen).
- Im Zusammenspiel mit den weiteren Nutzungspotenzialen wiederzuvernässender Moore und bei Annahme von schrittweise höheren Beimischungen in den in dieser Studie betrachteten stofflichen Nutzungen, stellt sich ein Nutzungspotenzial für die gesamte wiederzuvernässende landwirtschaftlich genutzte Moorfläche in Deutschland dar.

<sup>1</sup> Beschreibung Flächenklassen: LM M-V (2017): Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern. S.62. [Link](#).

<sup>2</sup> Etwa 100 Pflanzenarten der Holarktis sind potentiell für Paludikultur geeignet (Abel und Kallweit 2022). [Link](#).

# Minimum Case: Um die Klima- und Moorbodenschutzziele der Bundesregierung bis 2030 erfüllen zu können, wird ein Paludibiomasse Marktanteil von mindestens 4 %<sup>1</sup> benötigt

## Szenarien

Überblick

Minimum Case Szenario

Good Guess Szenario

Better Case Szenario

Best Case Szenario



Klima- und Moorbodenschutzziele der Bundesregierung fordern eine Wiedervernässung von **250.000 Hektar Moorfläche** bis 2030.



Für die Erfüllung dieser Ziele wird mindestens ein Marktanteil von **4 % Paludikultur** in allen betrachteten Sektoren<sup>1</sup> benötigt.



Mit einem Marktanteil von 4 %<sup>1</sup> können ca. **260.000 Hektar Fläche** wiedervernässt werden. Damit sind die politischen Ziele erfüllt.

### Berechnung:

Branche	Absatzvolumen Gesamtmenge	Paludibiomasse Anteil	Anteilige Menge Paludirohstoff [t]	Benötigte Paludibiomasse <sup>2</sup> [t]	Bundesweites Flächenpotenzial [ha]	Wiedervernässungsfläche <sup>3</sup> [ha]	Anteil des bundesweiten Flächenpotenzials [%]
Papier	5.000.000 t	4%	200.000	400.000		80.000	8%
Dämmstoffe	40.000.000 m <sup>3</sup>	4%	240.000	480.000		96.000	10%
Holzwerkstoffe	14.700.000 m <sup>3</sup>	4%	88.200	176.400		35.280	4%
Kunststoffe	11.000.000 t	2%	220.000	220.000		44.000	4%
Katzenstreu	630.000 t	4%	25.200	25.200		5.040	1%
Ergebnis	/	/	/	1.301.600	1.000.000	260.320	26%

<sup>1</sup> Der Anteil der Kunststoffindustrie wird mit 2 % angesetzt.

<sup>2</sup> Die Ausbeute beträgt bei Papier, Dämmstoffen und Holzwerkstoffen 50 % und 100 % bei Kunststoffen und Katzenstreu.

<sup>3</sup> Der Flächenertrag beträgt 5t/ha.

# Good Guess Szenario: Mit einem realistischen Marktanteil von 5 %<sup>1</sup> Paludi-Biomasse könnte etwa ein Drittel des bundesweiten Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen abgedeckt werden

## Szenarien

Überblick

Minimum Case Szenario

**Good Guess Szenario**

Better Case Szenario

Best Case Szenario



Klima- und Moorbodenschutzziele der Bundesregierung fordern eine Wiedervernässung von **250.000 Hektar Moorfläche** bis 2030.



Ein realistischer Marktanteil von **5 % Paludikultur<sup>1</sup>** könnte die politischen Ziele und darüber hinaus erfüllen.



Mit einem Marktanteil von 5 %<sup>1</sup> können ca. **314.000 Hektar Fläche** wiedervernässt werden. Damit sind die politischen Ziele übererfüllt.

### Berechnung:

Branche	Absatzvolumen Gesamtmenge	Paludi-Biomasse Anteil	Anteilige Menge Paludi-Rohstoff [t]	Benötigte Paludi-Biomasse <sup>2</sup> [t]	Bundesweites Flächenpotenzial [ha]	Wiedervernässungs-Fläche <sup>3</sup> [ha]	Anteil des bundesweiten Flächenpotenzials [%]
Papier	5.000.000 t	5%	250.000	500.000		100.000	10%
Dämmstoffe	40.000.000 m <sup>3</sup>	5%	300.000	600.000		120.000	12%
Holzwerkstoffe	14.700.000 m <sup>3</sup>	5%	110.250	220.500		44.100	4%
Kunststoffe	11.000.000 t	2%	220.000	220.000		44.000	4%
Katzenstreu	630.000 t	5%	31.500	31.500		6.300	1%
Ergebnis	/	/	/	1.572.000	1.000.000	314.400	31%

<sup>1</sup> Der Anteil der Kunststoffindustrie wird mit 2% angesetzt.

<sup>2</sup> Die Ausbeute beträgt bei Papier, Dämmstoffen und Holzwerkstoffen 50 % und 100 % bei Kunststoffen und Katzenstreu.

<sup>3</sup> Der Flächenertrag beträgt 5t/ha.

# Better Case Szenario: Zwei Drittel des bundesweiten Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen könnten genutzt werden, wenn ein Paludi-Biomasse Marktanteil von 10 %<sup>1</sup> erzielt wird

## Szenarien

Überblick

Minimum Case Szenario

Good Guess Szenario

**Better Case Szenario**

Best Case Szenario



2/3 des bundesweiten wiedervernässbaren Flächenpotenzials ergeben **ca. 660.000 Hektar Moorfläche.**



Ein 5% Paludikultur-Marktanteil würde hierfür nicht mehr ausreichen, weswegen der **Anteil auf 10 %** erhöht werden muss.



Mit einem Paludikultur Marktanteil von 10 %<sup>1</sup> könnten **ca. 667.000 Hektar Fläche** wiedervernässt werden; dies entspricht 2/3 des gesamten wiedervernässbaren Flächenpotenzials.

Für ein Better Case Szenario wird ein **Marktanteil von jeweils 10 %<sup>1</sup>** angesetzt. Darüber hinaus wird für die **Dämmstoffindustrie** bis 2030 von einem **Marktwachstum von 25 %** ausgegangen, welches die Nachfrage nach Paludi-Biomasse erhöhen kann. Somit könnten **insgesamt ca. 667.000 Hektar der wiedervernässbaren Fläche für Paludikulturen genutzt werden.**

### Berechnung:

Branche	Absatzvolumen Gesamtmenge	Paludi-Biomasse Anteil [%]	Anteilige Menge Paludi-Rohstoff [t]	Benötigte Paludi-Biomasse <sup>2</sup> [t]	Bundesweites Flächenpotenzial [ha]	Wiedervernässungs-Fläche <sup>3</sup> [ha]	Anteil des bundesweiten Flächenpotenzials [%]
Papier	5.000.000 t	10%	500.000	1.000.000		200.000	20%
Dämmstoffe	50.000.000 m <sup>3</sup>	10%	750.000	1.500.000		300.000	30%
Holzwerkstoffe	14.700.000 m <sup>3</sup>	10%	220.500	441.000		88.200	9%
Kunststoffe	11.000.000 t	3%	330.000	330.000		66.000	7%
Katzenstreu	630.000 t	10%	63.000	63.000		12.600	1%
Ergebnis	/	/	/	3.334.000	1.000.000	666.800	67%

<sup>1</sup> Der Anteil der Kunststoffindustrie wird mit 3 % angesetzt.

<sup>2</sup> Die Ausbeute beträgt bei Papier, Dämmstoffen und Holzwerkstoffen 50 % und 100 % bei Kunststoffen und Katzenstreu.

<sup>3</sup> Der Flächenertrag beträgt 5t/ha.

# Best Case Szenario: Das gesamte Flächenpotenzials an wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Moorflächen Deutschlands könnte durch einen Paludi-Biomasse Marktanteil von 15 %<sup>1</sup> genutzt werden

## Szenarien

Überblick

Minimum Case Szenario

Good Guess Szenario

Better Case Szenario

**Best Case Szenario**



Das gesamte Flächenpotenzial in Deutschland beträgt **1 Mio. Hektar**.



Um das gesamte Potenzial ausschöpfen zu können wird ein **Paludi-Biomasse Anteil von 15 %<sup>1</sup>** benötigt.



Mit einem Paludikultur Marktanteil von 15 %<sup>1</sup> könnten ca. **989.000 Hektar Fläche** wiedervernässt werden und entspricht damit dem gesamten Flächenpotenzial.

Für das Best Case Szenario wird ein **Marktanteil von jeweils 15 %<sup>1</sup>** angesetzt. Darüber hinaus wird für die **Dämmstoffindustrie** bis 2030 von einem **Marktwachstum von 25 %** ausgegangen, welches die Nachfrage nach Paludi-Biomasse erhöhen kann. Somit könnten **insgesamt 989.000 Hektar der wiedervernässbaren landwirtschaftlich genutzten Fläche für Paludikulturen genutzt werden**.

### Berechnung:

Branche	Absatzvolumen Gesamtmenge	Paludi-Anteil [%]	Anteilige Menge Paludi-Rohstoff [t]	Benötigte Paludi-Biomasse <sup>2</sup> [t]	Bundesweites Flächenpotenzial [ha]	Wiedervernässungsfläche <sup>3</sup> [ha]	Anteil des bundesweiten Flächenpotenzials [%]
Papier	5.000.000 t	15%	750.000	1.500.000		300.000	30%
Dämmstoffe	50.000.000 m <sup>3</sup>	15%	1.125.000	2.250.000		450.000	45%
Holzwerkstoffe	14.700.000 m <sup>3</sup>	15%	330.750	661.500		132.300	13%
Kunststoffe	11.000.000 t	4%	440.000	440.000		88.000	9%
Katzenstreu	630.000 t	15%	94.500	94.500		18.900	2%
Ergebnis	/	/	/	4.946.000	1.000.000	989.200	99%

### Information Berechnung:

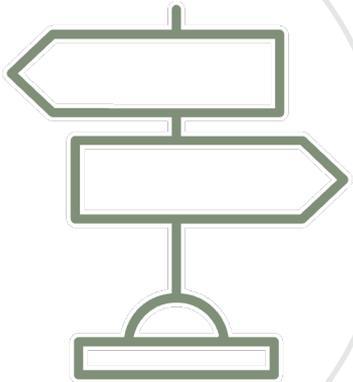
In dieser Berechnung ist zu beachten, dass das Flächenpotenzial von 1 Mio. Hektar nicht überschritten werden kann. Ein Marktanteil von 15 % stellt damit in diesem Szenario auch einen Maximalwert dar.

<sup>1</sup> Der Anteil der Kunststoffindustrie wird mit 4 % angesetzt.

<sup>2</sup> Die Ausbeute beträgt bei Papier, Dämmstoffen und Holzwerkstoffen 50 % und 100 % bei Kunststoffen und Katzenstreu.

<sup>3</sup> Der Flächenertrag beträgt 5t/ha.

## Fazit und Ausblick



# Fazit und Ausblick

## Inhaltsverzeichnis

- Vorstellung beteiligter Akteure
- Editorial
- Hintergründe zur Studie
- Methodik
- Executive Summary
- Sektoren
- Szenarien
- Fazit und Ausblick**
- Impressum



Die stoffliche Nutzung von Paludikulturen ist essentieller Bestandteil einer wirtschaftlich sinnvollen, regionalen Wertschöpfung auf nassen Mooren.

Die Entwicklung entsprechender Wertschöpfungsketten ist von großer Bedeutung für die Akzeptanz der Wiedervernässung, aber auch für eine langfristig möglichst geringe Belastung der öffentlichen Haushalte.

Die Studie hat potenzielle Verwertungsmöglichkeiten von Paludi-Biomasse herausgearbeitet, welche jetzt von verschiedenen Akteuren umzusetzen sind.

## Inhaltsverzeichnis

Vorstellung beteiligter

Akteure

Editorial

Hintergründe zur Studie

Methodik

Executive Summary

Sektoren

Szenarien

Fazit und Ausblick

**Impressum**

# Impressum

## **Auftraggeber für die Initiative toMOORow:**

**Umweltstiftung Michael Otto  
Glockengießerwall 26  
20095 Hamburg**

Claudia Bühler  
claudia.buehler@umweltstiftungmichaelotto.org

## **Erstellt durch:**

**Systain Consulting GmbH  
Brandswiete 1  
20457 Hamburg**

Norbert Jungmichel  
norbert.jungmichel@systain.com

Sina Grün  
sina.gruen@systain.com

Hubertus Drinkuth  
hubertus.drinkuth@systain.com

Außerdem möchten wir dem Greifswald Moor Centrum und der Michael Succow Stiftung herzlich für die Unterstützung und Mitarbeit danken! Ein besonderer Dank geht an:

Dr. Franziska Tanneberger  
franziska.tanneberger@greifswaldmoor.de

Anke Nordt  
anke.nordt@greifswaldmoor.de

Jan Peters  
jan.peters@succow-stiftung.de