



Verbesserte Biodiversität für abfallfreie wirtschaftliche Verwertung traditioneller Kulturpflanzen



www.nowasteproject.com



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE



Coordinator - Certottica Scrl, Longarone (BL)
Partners - UNITS (University of Trieste, Department of Life Sciences)
- W3C Wood Carinthian Competence Center, St. Veit an der Glan

Cover design - Graphics Department, Certottica

Ogni parte di questo manuale può essere riprodotta o trasmessa in qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo purché ne siano citati gli autori come di seguito suggerito:

AA.VV. (2019). "NO WASTE – Biodiversità migliorata per uno sfruttamento senza rifiuti delle colture tradizionali". Project booklet, NO WASTE Interreg V-A Italia-Austria - ITAT2022. Pp 38

Pubblicazione realizzata con il contributo finanziario della CE, nell'ambito del progetto NO WASTE Interreg V-A Italia-Austria - ITAT2022

Unter Nennung nachstehender Angaben sowie der Zitierung der Autoren ist jedwede Weitergabe und Wiederverwendung zulässig:

V.A. (2019). In: "NO WASTE – Biodiversità migliorata per uno sfruttamento senza rifiuti delle colture tradizionali". Projekt Brochüre, NO WASTE Interreg V-A Italia-Austria - ITAT2022. Pp 38

Veröffentlicht mit finanzieller Unterstützung der EU im Rahmen des Projekts NO WASTE, Interreg V-A Italia-Austria - ITAT2022

Each part of this volume can be reproduced or diffused in any form and by any mean under the condition that author or authors should be cited according to the following indications:

V.A. (2019). In: NO WASTE – "Biodiversità migliorata per uno sfruttamento senza rifiuti delle colture tradizionali". Project booklet, NO WASTE Interreg V-A Italia-Austria - ITAT2022. Pp 38

Published by the financial contribution of the EC within the NO WASTE Interreg V-A Italia-Austria - ITAT2022

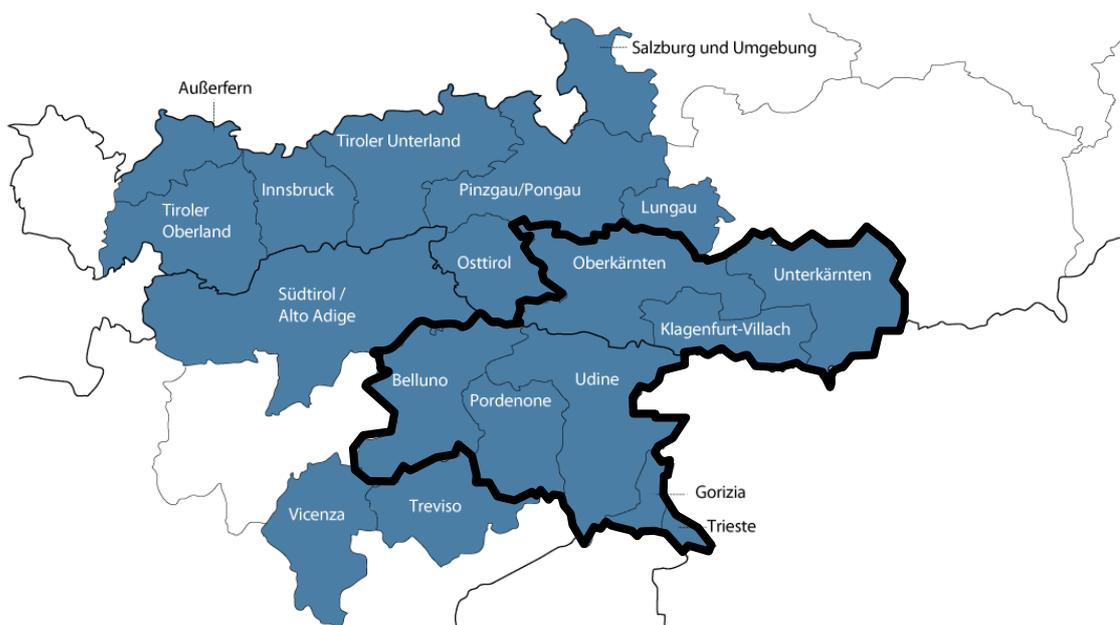
EINFÜHRUNG.....	6
ZIELE DES NO WASTE-PROJEKTS.....	7
KAPITEL 1: ABFALL, RECYCLING UND KEINE ABFÄLLE.....	8
1.1 AUF DEM WEG ZU EINER KREISLAUFWIRTSCHAFT.....	8
1.1.1 Die Konsumgesellschaft.....	8
1.1.2 Wegwerfgesellschaft.....	9
1.1.3 Abfall und Umwelt.....	9
1.1.4 Mikroplastik und Umwelt.....	10
1.1.5 Abfallwirtschaft.....	11
1.1.6 Abfall in problematischen Umgebungen - die Almhütte.....	11
1.1.7 Nachhaltigkeit.....	12
1.1.8 Was ist eine Kreislaufwirtschaft?.....	12
1.1.9 Kreislaufwirtschaft, Nachhaltigkeit und Abfallreduzierung.....	13
1.1.10 Ein praktisches Beispiel - die Kreislaufwirtschaft einer Waschmaschine.....	14
1.2 DEFINITION VON BEDINGUNGEN UND NORMEN.....	15
KAPITEL 2: VERGANGENHEIT UND GEGENWART.....	18
2.1 HANF, FLACHS UND BRENNNESSELN ALS QUELLE VON NACHHALTIGEN, NATÜRLICHEN MATERIALIEN.....	18
2.1.1 Hanf, Flachs und Brennnessel als "beispielhafte Pflanzensorten" für eine Kreislaufwirtschaft.....	18
2.1.2 Historische Bedeutung von Hanf und Flachs.....	18
2.1.3 Brennnessel sind nicht nur ein Unkraut.....	20
2.1.4 Ethnobotanische Aspekte.....	20
2.1.5 Aktuelle Verwendung von Hanf.....	20
2.2 FLACHS UND HANF UND EINE NACHHALTIGE LANDWIRTSCHAFT.....	21
2.2.1 Nachhaltiger Anbau und Erhalt der Biodiversität.....	21
2.2.2 Hanf und Flachs für die Phytosanierung (Sanierung kontaminierter Böden) und Bioenergieproduktion... ..	23
2.2.3 Gesetzliche Schwierigkeiten beim lokalen Anbau.....	23
2.2.4 Technische Probleme beim heimischen Anbau.....	23
KAPITEL 3: IN DER VERGANGENHEIT GAB ES KEINE ABFALLKETTEN.....	25
3.1 HANF, LEINEN UND BRENNNESSEL IN TRADITIONELLEN LEBENSMITTELN.....	25
3.1.1 Samen und Mehl (Hanf und Flachs).....	25
3.1.2 Öle (Hanf und Flachs).....	25
3.1.3 Blätter (Brennnessel).....	26
3.1.4 Getränke (Bier und Kräutertees).....	26
3.2 GESUNDHEIT UND WELLNESS.....	27
3.2.1 Wirkprinzipien.....	27
3.2.2 Therapeutische Verwendung von Hanf.....	27
3.3 HERSTELLUNG VON PAPIER UND GEWEBEN.....	29
3.3.1 Hanf in Geweben.....	29
3.3.2 Hanf und Papier.....	29
3.3.3 Leinenstoffe.....	30
3.4 INDUSTRIELLE VERWENDUNG VON HANF, LEINEN UND NETZ.....	30
3.4.1 Fasern und Harze.....	30
3.4.2 Verbundwerkstoffe.....	32
3.4.3 Isoliermaterialien.....	34
3.5 ENTSORGUNG, RECYCLING UND WIEDERVERWENDUNG.....	35
ANHANG 1. REZEPTE MIT HANF, FLACHS UND BRENNNESSEL.....	36

EINFÜHRUNG

Inzwischen ist für fast jeden klar, dass das für uns zur Normalität gewordene Wirtschaftsmodell und der Lebensstil nicht mehr tragbar sind. Die nicht erneuerbare Nutzung von Energie und Rohstoffen wird nicht nur die Produktionskapazität in naher Zukunft verringern, sondern auch ernsthafte Probleme wie Umweltverschmutzung und Klimawandel verursachen. Um diesen negativen Auswirkungen gegenzusteuern, ist es notwendig, das Konsumverhalten zu verändern, auch durch das Lernen aus der Vergangenheit. Das ist ein globales Problem, aber wir können damit beginnen, es lokal zu lösen, vor allem unter Mitwirkung junger Menschen, und zwar in einer Art und Weise, die auch neue wirtschaftliche und kulturelle Möglichkeiten für unsere Regionen schafft. Aus diesem Grund haben wir das NO WASTE-Projekt initiiert, das Teil der Strategie der Europäischen Union für den Alpenraum (EUSALP) ist, und insbesondere die Aktivitäten zur Förderung von Maßnahmen zur Bekämpfung des Verlusts der biologischen Vielfalt, zur Förderung eines nachhaltigen Wachstums und zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit dieses Gebiets, auch zur Förderung des Tourismussektors.

Die Bewohner der Gebiete des INTERREG-Programms Italia/Austria wollen ihr Land trotz der Schwierigkeiten im Hinblick auf die geografischen Gegebenheiten ihrer Umgebung weiterhin lebenswert erhalten. Eine Möglichkeit, die Landflucht zu bekämpfen, besteht darin, den Tourismus durch die Einführung neuer Ansätze wie die Konzentration auf neue Erkenntnisse und Erfahrungen zu erhöhen und eine Verbindung zwischen traditionellen Methoden und zukünftiger Entwicklung herzustellen. Unser geografisches Gebiet umfasst eine der reichsten Artenvielfalt in Europa und zeichnet sich durch eine gemeinsame wirtschaftliche und kulturelle Struktur aus. Ausgehend von diesen Voraussetzungen ist es möglich, den grenzüberschreitenden Tourismus zu fördern, indem man eine NO WASTE ROUTE entwickelt, einen echten Weg, der uns dazu bringt, über einen Lebensstil ohne Abfälle nachzudenken.

Die Grundlagen für diesen Weg sind in der Region bereits vorhanden: Museen, lokale Vereine und kleine ländliche, handwerkliche Betriebe, die sich an bestimmten Rohstoffen orientieren, um so eine kulturelle Erfahrungsmöglichkeit zu schaffen. Insbesondere Hanf, Flachs und Brennnessel, die bereits seit Jahrtausenden als nachhaltig gelten, können weiterhin auf moderne, wirtschaftlich vertretbare und nachhaltige Weise umweltverträglich eingesetzt werden.



Geografisches Gebiet, das vom NO WASTE-Projekt abgedeckt wird.

ZIELE DES NO WASTE-PROJEKTS

Ziel des Projekts ist die Schaffung einer thematischen touristischen Route in einem Gebiet, das Südösterreich, Friaul Julisch Venetien und die Provinz Belluno umfasst. Diese Gebiete setzen auf die Artenvielfalt der Umwelt- und Bodenschätze sowie auf die Nutzung der kulturellen Ressourcen und auf das Konzept, dass keine Abfälle produziert werden dürfen. Flachs, Hanf und Brennnesseln sind traditionelle regionale Nutzpflanzen und ein hervorragendes Beispiel für einen *no waste lifecycle*, da sie ohne intensiven Einsatz von Pestiziden oder Düngemitteln, in vielen geografischen Gebieten und manchmal sogar auf kargem Land, schnell wachsen. Alle ihre Bestandteile können als Ausgangsstoffe verwendet werden: Fasern zur Herstellung von Papier und Textilien sowie Harze aus ihren Ölen zur Herstellung technologischer Verbundwerkstoffe; hochwertige Samen, Blätter und Öle für traditionelle Lebensmittel; verschiedene Extrakte für Kosmetika und Gesundheitsprodukte.

Sie sind daher ein ideales Instrument, um eine "thematische Route" zu schaffen, die durch unsere Regionen führt und unseren Besuchern das Konzept *no waste* mit konkreten Beispielen und Produkten präsentiert. Ziel ist es, durch die Verbesserung der regionalen Kultur und der typischen Produkte, die durch die Marke *no waste* gekennzeichnet sind, ein neues touristisches Angebot und neue wirtschaftliche Möglichkeiten zu schaffen und gleichzeitig eine "neue Mentalität" im Zusammenhang mit der vollständigen und nachhaltigen Nutzung der Ressourcen, der Erhaltung der biologischen Vielfalt, der Verkürzung der Lieferkette und der Minimierung der Abfälle zu erreichen. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Projekts ist die Vermittlung dieser Prinzipien in Kooperation mit den Schulen an die Schüler.

Diese Broschüre soll als Hilfsmittel dienen, um bei der Umsetzung dieser beiden Ansätze zu helfen.

KAPITEL 1: ABFALL, RECYCLING UND KEINE ABFÄLLE – ZU EINER NACHHALTIGEN WIRTSCHAFT –

1.1 AUF DEM WEG ZU EINER KREISLAUFWIRTSCHAFT

1.1.1 Die Konsumgesellschaft

Mit der industriellen Revolution, und vor allem im 20. Jahrhundert, hat die Massenproduktion zu einem größeren Angebot an Waren geführt als die Nachfrage der Konsumenten war. Die Folge war eine geplante Haltbarkeit der Ware und Werbung zur Erhöhung der Konsumausgaben.

Im natürlichen Lebenskreislauf wird Sonnenenergie von Pflanzen während der Photosynthese gespeichert, die dann in die Nahrungskette in andere Organismen übergeht, und letztendlich alle Lebensprozesse steuert. Seit der industriellen Revolution ist die konzentrierte Sonnenenergie, die seit Millionen von Jahren in fossilen Brennstoffen gespeichert ist, ein wichtiger Treiber der modernen Technologie, welche wiederum die Grundlage für wirtschaftliche und politische Stärke ist. Die Konsumgesellschaft nutzt die Ressourcen linear: *Rohstoffe & Energie* → *Produkt* → *Abfall* (siehe **Abbildung 1**). Abfälle haben oft eine sehr lange Haltbarkeit, wenn sie in der Umwelt zurückgelassen werden, was zu erheblichen Umweltbelastungen führt, wie zum Beispiel Mikroplastik (siehe **Tabelle 1**). Die Konsumgesellschaft folgt einem sogenannten *take-make-consume-dispose* (zu deutsch: nehmen-machen-verbrauchen-entsorgen) Lebenszyklus, der eindeutig nicht nachhaltig ist.

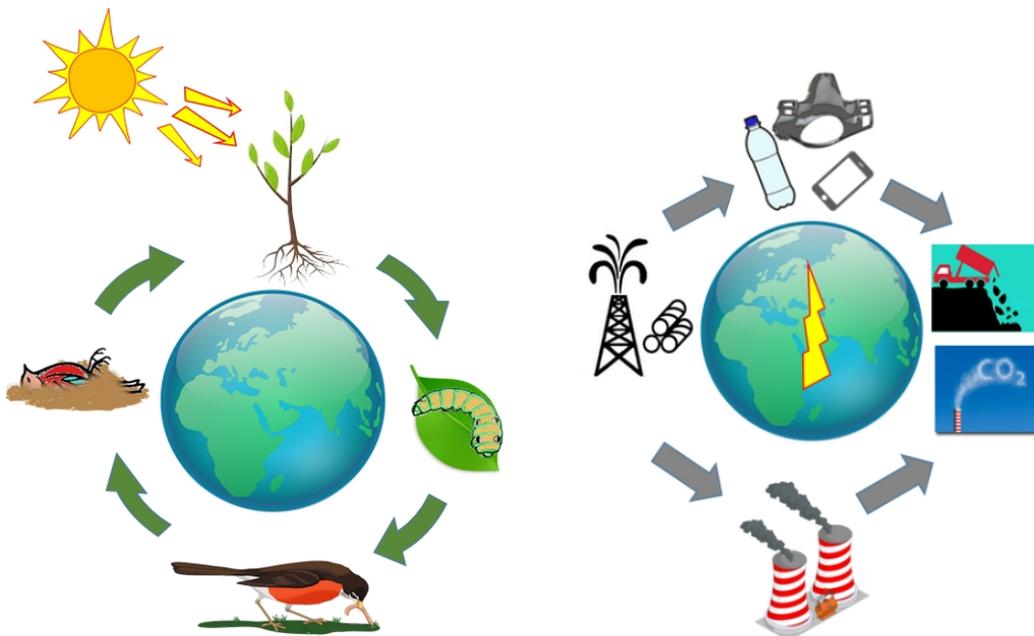


Abbildung 1. Im natürlichen Lebenszyklus ist Energie erneuerbar und alle organischen Materialien werden vollständig recycelt. Die Konsumgesellschaft nutzt stattdessen gezielt Ressourcen; Energie und Rohstoffe sind Verbrauchsmaterial, Emissionen und Treibhausgase verbleiben in der Atmosphäre und verursachen Umweltverschmutzung und Klimawandel, Produkte sind kurzlebig und erzeugen dann unnötige Abfälle, die die Umwelt belasten.

Tabelle 1. Durchschnittliche Zeit, die für die Zersetzung bestimmter Abfallarten in der Natur benötigt wird¹

<i>Glasflasche</i>	<i>Unbestimmt</i>
<i>Angelschnur aus Nylon</i>	<i>600 Jahre</i>
<i>Kunststoff-Getränkeflaschen</i>	<i>450 Jahre (*)</i>
<i>Windeln</i>	<i>450 Jahre (*)</i>
<i>Styroporbecher</i>	<i>50 Jahre</i>
<i>Aluminiumbehälter</i>	<i>200 Jahre</i>
<i>Kunststoffringe für Getränke</i>	<i>400 Jahre (*)</i>
<i>Papierhandtuch</i>	<i>2-4 Wochen</i>
<i>Plastiktüte</i>	<i>1-20 Jahre (*)</i>
<i>Zigarettenstummel</i>	<i>1-5 Jahre</i>
<i>Gewachster Milchkarton</i>	<i>3 Monate</i>
<i>Baumwolle T-shirt</i>	<i>1-5 Monate</i>
<i>Pappkarton</i>	<i>2 Monate</i>
<i>Kerngehäuse</i>	<i>2 Monate</i>
<i>Zeitungspapier</i>	<i>6 Wochen</i>
<i>Baumwollfaden</i>	<i>1-5 Monate</i>

*** Diese Bestandteile werden in mikroplastische Bestandteile zerlegt, die viel länger in der Umwelt bleiben**

1.1.2 Wegwerfgesellschaft

In unserer Konsumgesellschaft *kaufen die Menschen ständig neue Produkte, vor allem Produkte, die sie nicht brauchen... Ein großer Wert wird auf den Besitz von Dingen gelegt, was viel Abfall verursacht.*

Diese Haltung kann und muss - Schritt für Schritt - geändert werden. Wir haben ein gutes Bild davon, wo wir vor 40 Jahren standen und wo wir heute stehen, und obwohl wir vielleicht keinen wunderbaren Ausweg haben, um all unsere Probleme sofort zu lösen, haben wir eine Reihe von Ideen, Instrumenten und Richtlinien, die uns helfen, unsere Wirtschaft zu verändern und innerhalb der nächsten 20 Jahre eine nachhaltige Zukunft zu gestalten.

1.1.3 Abfall und Umwelt

Jahrzehntelanges, relativ stetiges Wachstum hat unsere Lebensweise verändert. Wir produzieren und konsumieren mehr Waren und Dienstleistungen, reisen mehr und leben länger. Die Umweltauswirkungen dieser Aktivitäten drohen irreversibel zu werden. Wenn die Rechtsvorschriften im Umweltbereich vollständig umgesetzt werden, können in der Praxis Erfolge erzielt werden, aber angesichts der letzten zwanzig Jahre ist klar, dass wir nicht genug tun.

1.1.4 Mikroplastik und Umwelt

Die Verschmutzung durch Kunststoffe ist zu einem zunehmend dringenden Problem geworden. Neben der Ansammlung und der Verbreitung ist ein weiterer Faktor, der sich negativ auf die Umwelt und die Tierwelt, sowohl auf See als auch auf dem Land, auswirkt, die Verrottung von Kunststoffen. (siehe **Tabelle 1**).

Tiere können keine Plastikfragmente verdauen, so dass sie nach dem Verzehr im Darm verbleiben, und die Anhäufung von Plastik verhindert dann die richtige Verdauung der Nahrung und kann sogar zu einem langsamen und schmerzhaften Tod führen. Hinzu kommt, dass der langsame Abbau von Kunststoffen in der Umwelt zur Bildung von Mikrokunststoffen führt, die oft nicht sichtbar sind und mit noch nicht vollständig geklärten, schädlichen Auswirkungen in die Nahrungskette gelangen können.

Es gibt keine international anerkannte Definition von Mikrokunststoffen. Der Begriff wird allgemein als eine homogene Mischung verschiedener Materialien unterschiedlicher Größe und Form verstanden, die als Fragmente, Fasern, Kugeln, Granulate, Flocken oder Perlen im Bereich von 0,1 µm bis 5 mm bezeichnet werden. Es kann jedoch zwischen primären und sekundären Mikroplastiken unterschieden werden (**siehe Tabelle 2**).

Tabelle 2. MIKRO-KUNSTSTOFFARTEN			
Typ	Herkunft	Verwendung	Anmerkungen
Mikrokugeln (primär) ²	Wird bewusst in Kosmetika, Waschmitteln, Farben, Lacken, Polituren usw. eingesetzt.	Schleifmittel, Peelings, Stabilisatoren, Viskositäts- und Erscheinungsbild-Modulatoren	Oft nicht notwendig
Kunststoffgranulat (primär)	Vorproduktion von Kügelchen, Flocken, Zylindern oder Granulaten	Strangpressen von Kunststoffprodukten	Freigesetzt aufgrund von Zwischenfällen während des Transports, der Produktion und des Recyclings
Fasern (sekundär)	Bekleidung aus PET, Nylon oder anderen synthetischen Geweben	-	Wird bei jeder Wäsche in großen Mengen freigesetzt.
Fragmente (sekundär)	In der Umwelt verbliebene Kunststoffteile und Verpackungen	-	Durch die Einwirkung von UV-Strahlen, Wind, Wellen, Abrieb auf Asphalt etc.

- *Primäre Mikrokunststoffe*² sind Kunststoffe, die ursprünglich als kleine Größe hergestellt wurden. Größere Partikel (~5 000 µm oder 5 mm) werden bei der Herstellung von extrudierten Kunststoffprodukten verwendet, während kleinere Mikropartikel (0,1-100 µm) bei einer Reihe von Produkten wie einigen Kosmetik- und Körperpflegeprodukten, Haushaltsreinigungsmitteln, Farben, Produkten für die Öl- und Gasindustrie und als Mittel zum Strahlen verwendet werden. Kunststoff-Mikropartikel (auch Mikrokugeln oder Mikroperlen genannt) fungieren oft als Schleifmittel (z.B. als Peeling-Mittel und Hautpolituren in der Kosmetik), können aber auch andere Funktionen haben, wie z.B. die Viskosität, das Aussehen oder die Stabilität von Produkten zu optimieren.

Diese Mikropartikel, die dem Produkt bewusst zugesetzt werden, können dann bei der Verwendung des Produkts (hauptsächlich bei der Abwasserentsorgung) in die Umwelt gelangen, was zur Verschmutzung beiträgt und ein Risiko für die Umwelt und die menschliche Gesundheit darstellt.

Ein Verbot der vorsätzlichen Verwendung von Mikrokunststoffen in Konsumgütern wurde bereits von den Vereinigten Staaten, Kanada und Neuseeland eingeführt. Die Europäische Agentur ECHA hat kürzlich auch angekündigt, dass sie auf Ersuchen der Europäischen Kommission die Notwendigkeit einer Beschränkung der Verwendung von Mikrokunststoffpartikeln prüfen wird, die den Produkten "bewusst hinzugefügt" werden.

- *Sekundäre Mikrokunststoffe* entstehen durch die Fragmentierung größerer Kunststoffobjekte (Kunststoffabfälle), die aus Kunststoffabfällen stammen, die in die Umwelt gelangen. Sie werden auch durch den Abrieb von Reifen, Kunststoffgeräten und synthetischen Geweben freigesetzt. UV-Strahlen, Wind, Abrieb auf dem Asphalt und Wellenbewegungen führen dazu, dass das Kunststoffmaterial in eine große Anzahl kleinerer Stücke zerlegt wird.

1.1.5 Abfallwirtschaft

Die Abfallwirtschaft muss verbessert und in eine nachhaltige Materialwirtschaft umgewandelt werden; ein teilweises Recycling und die Nutzung der restlichen Abfälle als Brennstoff oder auf Geländeauffüllung sind nicht ausreichend. Dies ist unerlässlich, um die Qualität der Umwelt und unserer Gesundheit zu schützen, zu erhalten und zu verbessern. Wir müssen sicherstellen, dass 1) eine umsichtige, effiziente und rationelle Nutzung der natürlichen Ressourcen, die Förderung der Grundsätze einer *Kreislaufwirtschaft*; 2) die Förderung der Nutzung erneuerbarer Energien, die Steigerung der Energieeffizienz und 3) die Verringerung der Abhängigkeit von verbrauchbaren Ressourcen (siehe **Abschnitt 1.1.8** und **Tabelle 3**).

Eine echte Kreislaufwirtschaft basiert auf den notwendigen Maßnahmen für eine nachhaltige Produktion und Nutzung und konzentriert sich auf den gesamten Lebenszyklus des Produkts, um Abfälle zu reduzieren, Ressourcen zu schonen und den Kreislauf zu schließen. Dies bedeutet eine erhebliche Nettoeinsparung für Unternehmen, Behörden und Verbraucher, die neue wirtschaftliche Möglichkeiten eröffnet und zur langfristigen Wettbewerbsfähigkeit beiträgt, während gleichzeitig die Produktion umweltschädlicher Abfälle und die jährlichen Gesamt-Treibhausgasemissionen reduziert werden.

1.1.6 Abfall in problematischen Umgebungen - die Almhütte

In Anbetracht unseres Geländes haben wir ein Beispiel für ein besonders problematisches Gebiet in Bezug auf Abfälle, das Alpengebiet, und insbesondere für die Bedeutung unserer alpinen Schutzhütten, die ein wichtiges Kulturgut darstellen. Zu oft wird die Hütte einfach als eine Art Resort, als ein Restaurant in großer Höhe angesehen, während sie denjenigen, die im Hochgebirge wandern, Gastfreundschaft und Schutz bieten soll, ihre Sicherheit garantieren, klimatische und geografische Informationen liefern, den Zustand der Wanderwege überwachen und oft auch an ihrer Instandhaltung mitwirken soll. Darüber hinaus dient sie als Bezugspunkt für die Bergrettung. All dies geschieht ohne die sensible Alpenwelt zu beeinträchtigen - und sie sogar zu schützen. Alpenhütten sind Orte, an denen das Müllproblem als besonders schwierig empfunden wird, da sie nicht über öffentliche Verkehrsnetze verfügen, so dass die Abfalltrennung und -entsorgung viel mehr Zeit, Mühe und Geld kostet - zumal sie sehr abgelegen und oft schwer zu erreichen sind.

Dies ist eine Umgebung, in der man besonders auf den Umgang mit Müll achten und ihn wieder ins Tal bringen muss, besonders, wenn man seine eigenen Vorräte und Nahrungsmittel mitbringt. Zum Aufwand für den Transport von Proviant kommt noch der Aufwand für das Zurückbringen der leeren Behälter hinzu. Die Betreiber von Schutzhütten übernehmen oft den von Besuchern mitgebrachten Müll, um zu verhindern, dass er in die Natur gelangt, aber es ist nicht richtig, dass sie die Kosten und Schwierigkeiten der Entsorgung tragen.

Die Schutzhütten sind eine Realitätssituation, die uns dazu bringt, uns den Problemen zu stellen, die wir hätten, wenn all der Komfort, an den wir uns in den letzten Jahrzehnten gewöhnt haben, nicht mehr zur Verfügung stehen würde.

1.1.7 Nachhaltigkeit

Während nachhaltige Entwicklung (siehe **Tabelle 3**) für jeden Menschen etwas Anderes bedeutet, liefert der Bericht der Brundtland-Kommission von 1987 (Unsere gemeinsame Zukunft) eine wegweisende Definition: "Entwicklung, die den Bedürfnissen der Gegenwart entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zur Deckung ihrer eigenen Bedürfnisse zu beeinträchtigen". Diese "Bedürfnisse" sind nicht nur wirtschaftliche Interessen, sondern auch die ökologischen und sozialen Grundlagen, die den globalen Wohlstand stützen. Eine effizientere Nutzung der Ressourcen, einschließlich der Ressource Abfall selbst, kann unsere Abhängigkeit von Rohstoffen verringern und eine nachhaltigere Bewirtschaftung in einem kreislaufwirtschaftlichen Modell ermöglichen. Intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum wird wichtige Möglichkeiten für die lokale Wirtschaft und die Beteiligten schaffen, mit verstärkten Synergien zwischen der Kreislaufwirtschaft und den Bereichen Energie, Klima, Landwirtschaft, Industrie und Forschungspolitik. Wir können Abfälle und Treibhausgasemissionen reduzieren und damit gleichzeitig sowohl der Umwelt als auch der Wirtschaft nutzen.

1.1.8 Was ist eine Kreislaufwirtschaft?

Es ist ein Wirtschaftsmodell, das darauf abzielt, Produkte, Materialien und Ressourcen so lange wie möglich zu nutzen³, sie am Ende ihrer Verwendung wieder in den Produktionskreislauf zurückzuführen und Abfälle zu minimieren. Je weniger Produkte wir entsorgen, desto weniger Materialien müssen wir gewinnen, desto besser ist es für unsere Umwelt. Dieser Prozess beginnt am Anfang eines Produkt-Lebenszyklus und ist vielfältig:

- effizientes Ressourcenmanagement, intelligentes Produktdesign und effiziente Produktion;
- verbesserter Gebrauch und möglichst lange Werterhaltung von Produkten und Materialien;
- Reduzierung des Abfalls nach der Nutzung der Produkte; alles, was einen tatsächlichen Restnutzen hat, wird zurückgewonnen und wieder in das System eingebracht und nicht auf Deponien entsorgt.

Alles, was nicht recycelt werden kann, muss biologisch abbaubar oder kompostierbar sein (siehe **Tabelle 3**).

Das spart Ressourcen und reduziert Abfälle, schafft aber auch neue Geschäftsmöglichkeiten. Das Wesen einer Kreislaufwirtschaft besteht darin, die Effizienz der wirtschaftlichen Aktivitäten zu steigern und die Umweltbelastung durch technologische Innovation und besseres Management zu verringern, während gleichzeitig Wohlstand geschaffen wird.

Eine Kreislaufwirtschaft folgt einem *make-reuse-recycle-reduce*- also: "machen, wiederverwenden, recyceln, reduzieren" Lebenszyklus, der sowohl wirtschaftlich rentabel als auch nachhaltig ist. Maßnahmen zur Förderung einer Kreislaufwirtschaft sind:

HERSTELLER – Extended Producer Responsibility (EPR), Erweiterte Herstellerverantwortung, ein umweltpolitischer Ansatz, bei dem die Verantwortung eines Herstellers für ein Produkt auf die Zeit nach dem Verbrauch eines Produkts ausgedehnt wird³.

VERBRAUCHER - das Produkt muss nicht unbedingt gekauft werden, sondern es wird auf zwei Arten bezahlt:

- 1) *Deposit Return Scheme (DRS)* - Rückgabesystem für Kautionshinterlegungen "Kaution, die vom Verbraucher beim Kauf gezahlt wird, die bei ordnungsgemäßer Wiederverwertung/Recycling zurückgegeben wird".
- 2) *Leasingkonzepte* - Dienstleistungsvergütungsmodell, bei dem der Kunde für den ständigen Zugang zu einem Produkt über einen vereinbarten Zeitraum bezahlt.

1.1.9 Kreislaufwirtschaft, Nachhaltigkeit und Abfallreduzierung

Wie steigern Sie die Nachhaltigkeit und reduzieren die Abfallmenge? Derzeit bedeutet die Wiederverwertung von Materialien im Wesentlichen die Aufarbeitung von Abfällen zur Verwendung als Brennstoffe oder andere Methoden zur Energieerzeugung, wenig wird wirklich recycelt. In einer Kreislaufwirtschaft sind die Produkte zur Wiederverwendung bestimmt; sie können recycelt oder zu sekundären Rohstoffen verarbeitet werden oder als Hinterfüllung für bautechnische Anwendungen verwendet werden, unter Einhaltung geeigneter Qualitätskontrollen, relevanter Normen und Standards sowie Umwelt- und Gesundheitsschutzanforderungen (siehe **Abbildung 2**). Die Hersteller entwerfen ihre Produkte unter Berücksichtigung von Recyclingfähigkeit, Wiederverwendbarkeit und Reparierbarkeit bereits in der Planungsphase und vermeiden das Auftreten von Schadstoffen. Die Verbraucher können auf effizientere Systeme für die Wartung, Reparatur und Wiederverwendung von Gütern zählen, was ihre Lebensdauer verlängert.

Die Hersteller müssen ihre Produkte so konzipieren, dass sie bereits in der Entwurfsphase reparabel, wiederverwendbar und recycelbar sind und keine schädlichen Substanzen enthalten. Verbraucher können sich auf effizientere Systeme für die Wartung, Regeneration und Wiederverwendung der von ihnen gekauften Produkte verlassen; die in jedem Fall länger halten.



produzieren – reduzieren - wiederverwenden - recyceln

Abbildung 2. In einer Kreislaufwirtschaft sind Energie und Rohstoffe erneuerbar, ihre Nutzung hat geringere Umwelt- und Klimaauswirkungen und ist nachhaltig, schützt die Natur und verhindert den Klimawandel. Die Produkte sind auf Langlebigkeit ausgelegt und bestehen aus Komponenten, die vollständig recycelbar sind oder neue Rohstoffe für andere Anwendungen liefern können. Sie ähnelt dem natürlichen Lebenszyklus.

1.1.10 Ein praktisches Beispiel - die Kreislaufwirtschaft einer Waschmaschine

Marta und Alex sind die stolzen Besitzer einer neuen Waschmaschine (siehe **Abbildung 3**). Ihnen wurde eine neue Art von Vertrag angeboten, bei der sie nicht im Voraus für die Waschmaschine bezahlen, sondern pro Nutzung über die gesamte Lebensdauer berechnet werden. Die Waschmaschine verfügt über integrierte Sensoren, die die Betriebsbedingungen in Echtzeit überwachen und direkt mit der Cloud verbunden sind, Daten sammeln, um den Energieverbrauch der Waschzyklen zu optimieren, Warnmeldungen direkt an den Hersteller senden, wenn eine Komponente ausfällt oder die Leistungseffizienz sinkt. Obwohl Marta und Alex anfangs noch etwas skeptisch waren, konnte der Händler sie davon überzeugen, dass die Kosten über die gesamte Lebensdauer der Maschine gerechnet niedriger und es auch umweltfreundlicher ist.

Tatsächlich stellten sie nach 5 Jahren Nutzung der Waschmaschine fest, dass ihre Stromrechnung leicht gesunken war und sie weniger Wartungskosten hatten; sie fiel nie aus (der Einzelhändler schickte einmal einen Wartungstechniker, um einige Komponenten in der Maschine vorbeugend auszutauschen). Als die Waschmaschine das Ende ihres (ersten) Lebenszyklus erreichte, wurde sie vom Einzelhändler abgeholt. Anstatt sie für das Recycling zu demontieren, durchlief sie eine gründliche Wartungskontrolle in einem lokalen Reparaturzentrum, wo einige Komponenten entfernt, aufbereitet und wieder in die Maschine eingesetzt wurden, während nur einige wenige durch neue ersetzt wurden. Nach bestandener Qualitätskontrolle begann ein zweites Leben, das als umbenanntes Economy-Modell in ein anderes Marktsegment geleast bzw. verkauft wurde. Es wird einem ähnlichen 5-jährigen Lebenszyklus folgen wie das vorherige, bis es das Ende seines (zweiten) Lebenszyklus erreicht hat und zu einem Modell umgebaut wird, das auf einen letzten 5-jährigen Lebenszyklus wartet.

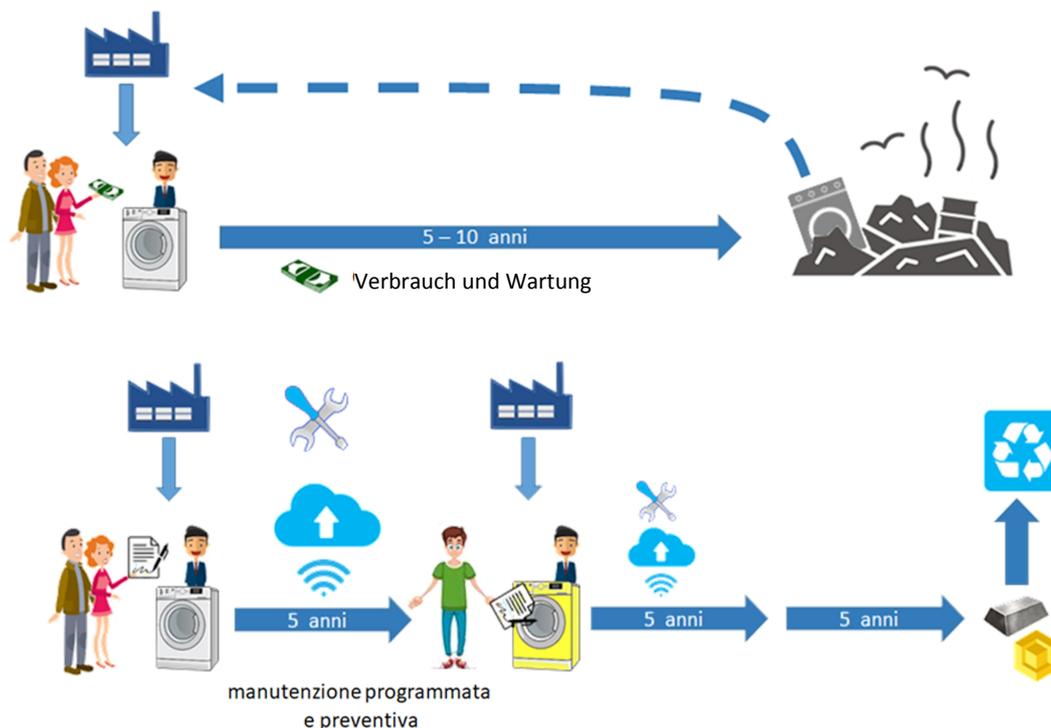


Abbildung 3. Ein Vergleich eines Produkts in einer Konsumwirtschaft und in einer Kreislaufwirtschaft. In einer Konsumwirtschaft (oben) entwirft der Hersteller das Produkt nur für den Verkauf, der Kunde bezahlt im Voraus und nutzt es für einen definierten Zeitraum, wobei er es nicht unbedingt mit maximaler Effizienz behält, bis es entsorgt und wahrscheinlich nur teilweise recycelt wird. In einer Kreislaufwirtschaft (unten) könnte das Produkt für einen bestimmten Zeitraum geleast werden und einer kontinuierlichen Überwachung auf Effizienz und vorbeugende Wartung unterzogen werden. Am Ende seines ersten Lebenszyklus wird es überholt, qualitätsgeprüft und in einem anderen Marktsegment wiederverkauft. Der Hersteller berücksichtigt dies bei der Gestaltung des Produkts und kann den Prozess mehrfach wiederholen. Schließlich wird das Produkt vom Markt genommen und wurde so entwickelt, dass Komponenten recycelt oder zur Erzeugung von Rohstoffen für verschiedene Zwecke verwendet werden kann.

Eines Tages werden alle Materialien zurückgewonnen und für andere Zwecke recycelt. Es gibt viel Potenzial bei der Änderung/Anwendung der neuen kreiswirtschaftlichen Geschäftsmodelle, aber die Veränderung der Verbrauchergewohnheiten ist der wichtigste Treiber für einen Wandel. Die Vorteile sind vielfältig: für den Hersteller, der drei Produkte für die Materialien von einem verkauft, für den Verbraucher, der mit einer zuverlässigeren Maschine Geld spart, und für die Umwelt, da weniger Energie und Rohstoffe verbraucht werden und kein Abfall entsteht.

1.2 DEFINITION VON BEDINGUNGEN UND NORMEN

Für den Aufbau und die Unterstützung jeder Wirtschaftstätigkeit sind einheitliche Normen erforderlich, die eine Überprüfung der Rechtsvorschriften durchlaufen müssen, die die Umsetzung vereinfacht und die Qualität verbessert. Dies erfordert die Zusammenarbeit aller an einer Kreislaufwirtschaft beteiligten Partner - der öffentlichen Verwaltungen, Produktionsbetriebe sowie wissenschaftliche und technologische Forschungseinrichtungen. Klare Standards begünstigen Innovation und technologischen Transfer sowie die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaftsbereiche. **Tabelle 3** enthält einige Begriffe und Definitionen zu den wichtigsten Merkmalen einer Kreislaufwirtschaft, der Nachhaltigkeit und der Abfallwirtschaft.

Tabelle 3. Begriffe und ihre Bedeutung			
	Definition	Prozess	Notizen
Kreislaufwirtschaft	Produkte und Materialien, die immer auf dem neuesten Stand der Technik sind	Einführung eines Systems, in dem repariert oder regeneriert wird, von der Planung bis zur Verwendung	Das Verbrauchsmodell überwinden und durch das der Wiederverwendung ersetzen
Nachhaltig	Ein Prozess oder eine Bedingung, die von sich aus auf einer bestimmten Ebene gepflegt werden kann	Je näher der Abfall bei Null liegt, desto nachhaltiger ist der Prozess	Konsumverhalten und unverantwortlicher Konsum führen zu Ressourcenerschöpfung und Umweltverschmutzung
Recyclbar	Neuer Rohstoff oder Halbfabrikat	Getrennte Sammlung: Das Material wird in einem neuen Produktionszyklus wiederverwendet	Recycling als dritte Option: Vorrang für Reduzierung und Wiederverwendung. Recycling darf kein Verbraucherverhalten rechtfertigen
Zersetzung			
	Definition	Prozess	Notizen
Biologischer Abbau	CO ₂ , Methan, Kompost	Biochemisches Verfahren, bei dem Materialien durch Mikroorganismen abgebaut werden	Der biologische Abbau und der Zerfall erfolgen für einen vollständigen Abbau gleichzeitig

Fortsetzung Tabelle 3. Begriffe und ihre Bedeutung			
Zersetzung			
	Definition	Prozess	Notizen
Zerfall	Kleine oder mikroskopische Materialrückstände	Physikalischer Prozess, bei dem der Zerfall von Materialen durch atmosphärische Einflüsse, Strahlung, mikrobielle Aktivität usw. verursacht wird	Der biologische Abbau und der Zerfall erfolgen für einen vollständigen Abbau gleichzeitig
Biologischer Abbau und Zerfall in der Umwelt	CO ₂ , Methan, Kompost	Der Prozess ist manchmal lang-sam, besonders bei niedrigen Temperaturen und geringer An-wesenheit von Mikroorganismen, wie zum Beispiel in Wasser	Sehr wechselhafte Bedingungen zwischen Luft, Wasser und Boden statt
Kompostierung			
Kompostierbarkeit	CO ₂ , Methan, Kompost	Biologischer Abbau und Zerfall führen zur Herstellung von Kompost	Unterschied zwischen Haushalts- und Industriekompostierung
Industrielle Kompostierung	CO ₂ , Methan, Kompost	Kontrollierte Bedingungen und hohe Temperaturen	Schneller und kontrollierter Prozess
Heimkompostierung	CO ₂ , Methan, Kompost	Unterschiedliche Bedingungen verlangsamen die Produktion von Kompost	Langsamerer Prozess: Einige Materialien, die als "kompostierbar" bezeichnet werden, sind unter diesen Bedingungen nicht einsetzbar
Biokunststoffe, biologisch abbaubarer Kunststoff & umweltschädliche Kunststoffe ⁴			
	Produkt	Prozess	Notizen
Biologisch abbaubarer Kunststoff	H ₂ O, CO ₂ , Methan, Biomasse, (mikrobielles Wachstum)	Biotransformation und Zersetzung durch Mikroorganismen	Biologisch abbaubarer Kunststoff ist nicht unbedingt unter allen Umgebungsbedingungen so
Kompostierbarer Kunststoff	Kunststoff mit erhöhter biologischer Abbaubarkeit	Schneller und kontrollierter Prozess, der genaue Bedingungen erfordert	Bedingungen für die industrielle Kompostierung
Heimkompostierbarer Kunststoff	Kunststoff mit erhöhter biologischer Abbaubarkeit	Langsamer Prozess bei niedrigen Temperaturen und weniger kontrollierten Bedingungen	Bedingungen für Kompostier- behälter im Inland

Fortsetzung Tabelle 3. Begriffe und ihre Bedeutung			
	Produkt	Prozess	Notizen
Biobasierter Kunststoff	Kunststoff, der teilweise oder vollständig aus Biomasse gewonnen wird	Chemische Vorläufer werden durch Fermentation/ Biokatalyse gewonnen	Biokunststoffe sind nicht unbedingt biologisch abbaubar. Sie können identisch sein mit Kunststoffen aus fossilem Öl, auch wenn der Rohstoff unterschiedlich ist
Biologisch abbaubarer biobasierter Kunststoff	H ₂ O, CO ₂ , Methan, Biomasse, (mikrobielles Wachstum)	Chemische Vorläufer werden durch Fermentation/ Biokatalyse gewonnen	Biokunststoffe, die unter industriellen oder häuslichen Bedingungen kompostierbar sind
	Definition	Prozess	Notizen
Kunststoffverpackungen (<i>plastic packaging</i>)	Erforderliche Abdeckung zur Aufbewahrung, zum Schutz, zur Lieferung und Präsentation der Waren	Transfer vom Hersteller zum Händler	Der Hersteller an den Einzelhändler hat eine gute Rückgabe/Recyclingrate
		Transfer vom Einzelhändler bis zum Verbraucher	Einzelhändler an Verbraucher hat niedrigere Rücklauf-/Recyclingraten
		Gebrauchsanweisung und Entsorgung	Kann als "Einmalgebrauch" konfiguriert werden
Einweg-Kunststoff	Kunststoffgegenstände oder Kunststoffverpackungen	Kunststoffe sofort nach Gebrauch entsorgen	Muss mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllen: <ul style="list-style-type: none"> • Schadstoffe, insbesondere für die Meeresumwelt • Kurze Nutzungsphase • Wird außerhalb des Hauses konsumiert • Nicht-plastische oder wiederverwendbare Alternativen sind verfügbar

¹ siehe [Marine debris is everyone's problem](#) Woods Hole Oceanographic Institution

² siehe Boucher, G. et al. [Primary Microplastics in the Oceans](#) IUCN

³ siehe [Circular Economy Guide](#)

⁴ siehe [A European strategy for plastics in a circular economy](#) European Commission

KAPITEL 2: VERGANGENHEIT UND GEGENWART

NO WASTE - KREISLAUF ROHSTOFFE -

Die Rohstoffe, die für die Produktion in einer Kreislaufwirtschaft verwendet werden, sollten nachhaltig, erneuerbar, umweltfreundlich und mit geringem Abfall erzeugbar sein. Pflanzenmaterialien sind ideal, da sie CO₂ aus der Atmosphäre zurückgewinnen und auf eine Weise angebaut werden können, die weder die Biodiversität beeinflussen noch die Umwelt belasten. Ein gutes Beispiel für ein Material, das diese Eigenschaften aufweist, ist ein Material, das seit langem im Einsatz ist und sich bereits bewährt hat.

2.1 HANF, FLACHS UND BRENNNESSELN ALS QUELLE VON NACHHALTIGEN, NATÜRLICHEN MATERIALIEN

2.1.1 Hanf, Flachs und Brennessel als "beispielhafte Pflanzensorten" für eine Kreislaufwirtschaft

Aus diesen drei Pflanzen können eine Vielzahl von Rohstoffen gewonnen werden, die in verschiedenen Produkten nach Transformationsprozessen verarbeitet werden, und die die Schlüsselaspekte der Kreislaufwirtschaft und der nachhaltigen Entwicklung gut widerspiegeln. Insbesondere im Hinblick auf die Bewirtschaftung und Nutzung der Agrarflächen, die in einer nachhaltigen, ökologischen und zur Erhaltung der Artenvielfalt fähigen Form stattfinden.

Diese drei Pflanzenarten wachsen schnell, ohne den massiven Einsatz von Pestiziden oder Düngemitteln und haben einen relativ geringen Wasserverbrauch. Darüber hinaus können fast alle ihre Teile verwertet werden: Fasern können zur Herstellung von Papier, Geweben oder Verbundstoffen, Nahrungsmitteln und Ölen mit hoher Nährstoffqualität, Extrakten zur Verwendung in kosmetischen Produkten, Produkten für die Gesundheit oder zur Verwendung von Medizin gewonnen werden.

Hanf, Flachs und Brennessel haben ein enormes Potenzial: Durch den nicht nachhaltigen Einsatz von Energie und Gütern in der Konsumgesellschaft wird die Wiederentdeckung ähnlicher Materialien immer dringlicher und kann einen nachhaltigeren Ansatz für künftige Generationen fördern.

2.1.2 Historische Bedeutung von Hanf und Flachs

Die ersten Beweise für die Verwendung von Hanf und Flachs gehen auf das Neolithikum (9000 v. Chr.), bzw. das Paläolithikum (30 000 v. Chr.) zurück. Sie wurden ursprünglich im Mittleren Osten und in Asien angebaut, aber ihre Verwendung erstreckte sich über den gesamten Mittelmeerraum.

In Aquileia in der Region Friaul Julisch Venetien, hat eine Gruppe von Archäologen der Universität von Venedig, Ca 'Foscari, kürzlich einige Tanks entdeckt, in denen Hanf eingemaischt wurde, um bereits zur Römerzeit, im 2. bis 3. Jahrhundert n. Chr., Fasern zu gewinnen⁵ (siehe **Abbildung 4**). Es handelt sich um das erste bekannte Maischewerk in Europa aus dieser Zeit. Dessen



Abbildung 4. Becken für die Maische von Hanf aus der Römerzeit des 2. und 3. Jahrhunderts n. Chr. 1.

Zweck wurde durch archäopalynologische Untersuchungen der Pollen, die in die archäologischen Schichten in den Tanks eingeschlossen sind, bestätigt.

Der Nutzen von Hanf war den alten Römern bekannt, die ihn zur Herstellung von Seilen, Teppichen und Netzen verwendeten.

Flachsfasern wurden im Laufe der Jahre für Textilien verwendet, eine Anwendung, die im Laufe der Zeit beibehalten wurde. Die Tradition der Weberei in Friaul, insbesondere im Karnischen Raum, geht auf das Mittelalter zurück, mit einer starken Entwicklung ab dem 16. Jahrhundert. Zu Beginn eine heimische Tätigkeit, entwickelte sich der Stoffhandel mit den Krämern und wandernden Kaufleuten, die ihn überall verkauften. Zu Beginn des 18. Jahrhunderts begann in der Gegend von Tolmezzo eine bedeutende Textilproduktion von Pietro Linussio, der einer der ersten Unternehmer war, der eine Heimarbeit für Frauen erschaffte.

Hanf und Leinen hatten auch eine große militärische Bedeutung: Sie gehörten zu den wichtigsten Rohstoffen der europäischen Marinen und Armeen. Hanffasern wurden für die Herstellung von Seilen und Segeltuch sowie Bettwäsche verwendet, die für den Einsatz in der Marine benötigt werden. Die Armeen benötigten ein Seil für das Geschirr von Tieren, ein Stoff für Zelte, Feldbetten und Matratzen. Es hatte also einen sehr bedeutenden strategischen Wert, vergleichbar mit dem von Kohle und Öl heute.

Die Venezianische Republik zum Beispiel beherrschte dank der Geschwindigkeit ihrer Schiffe im Kampf die Meere jahrhundertlang. Garant dafür war die Stärke ihrer Seile und Segel durch die besonders gute Qualität der Hanffasern, die im venezianischen Unterland angebaut wurden. Die ständige Belieferung seiner Armeen mit Hanf und Flachs war ein wichtiges strategisches Ziel der Serenissima⁶. Im 17. Jahrhundert produzierte Russland, dank der niedrigen Arbeitskosten 80% des weltweiten Hanfs, und zu der Zeit erwarb Großbritannien über 90% des in seinen ukrainischen Gebieten produzierten Hanfs für seine militärische und maritime Nutzung. In der Absicht, diese Lieferungen zu blockieren, riskierte Napoleon den russischen Feldzug gegen den Zaren.

Zu Beginn des letzten Jahrhunderts war Russland der nach Volumen weltweit führende Hanfproduzent, aber Italien kam an zweiter Stelle und belegte bei der Qualität der Faser den ersten Platz. Der Anbau umfasste fast 100.000 Hektar Land und stellte eine bedeutende wirtschaftliche Ressource für Italien dar. Nach dem Zweiten Weltkrieg hat es aber an Bedeutung verloren, so dass es bis Mitte der 1950er Jahre auf etwas mehr als 3000 Hektar zurückgegangen ist. Die Ursachen für diesen Rückgang liegen zum einen an den Schwierigkeiten bei der Ernte und Verarbeitung, die alle von Hand durchgeführt werden mussten, und zum anderen an der Einfuhr billiger Baumwolle und synthetischer Fasern wie Nylon nach dem Krieg in Italien. Die Verarbeitung von Hanf war sehr arbeitsintensiv und erforderte das Einsammeln der Stängel, die Einmischung in Wasser, das Trocknen, Schröpfen, Weichmachen und Kämmen der Faser, bevor sie zu Stoff gewoben oder zur Herstellung von Seilen verwendet werden konnte.

In der Region Belluno war der Anbau von Hanf (je nach Gebiet als *cianèpa*, *canàpia*, *canaipa* oder *canevo* bezeichnet) sogar vorherrschend gegenüber dem Anbau von Flachs. Trotzdem erreichte der Anbau nie einen industriellen Maßstab, im Gegenteil die Mengen reichten gerade für die internen Bedürfnisse der Bewohner der Region aus. So baute eine durchschnittliche Familie ein sogenanntes *stèr* (ca. 842 m²) Hanf an⁷. Daraus konnten Garne unterschiedlicher Qualität hergestellt werden und daraus in Folge Tücher, Servietten, Säcke, Textilien oder Seile produziert werden⁸. Es gibt auch Indizien, dass die Samen als Nahrung und für medizinische Zwecke verwendet wurden, wie auch bekannt in anderen Gebieten in den Dolomiten: Hanfsamen zu Ölherstellung, Leinsamen für die Herstellung von Naturheilmitteln. Andere nutzten überschüssige Hanfsamen als Vogelfutter oder zur Behandlung von Tierkrankheiten⁷.

2.1.3 Brennesseln sind nicht nur ein Unkraut

Wir neigen dazu, Brennesseln nur als stechendes Unkraut mit einem invasiven Verhalten zu betrachten. Die Verwendung dieser Pflanze wird jedoch bereits in der römischen Chronik erwähnt, wo sie eine der Hauptbestandteile von Suppen war. Die Verwendung von Brennesselfasern, die in technologischer Hinsicht sehr ähnliche Eigenschaften wie Flachsfasern haben, reicht bis in die Bronzezeit (3500-1200 v. Chr.) zurück.

In Europa wurden diese in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts als Ersatz für Baumwolle verwendet. Aufgrund der britischen Marineblockade des kontinentalen Europas wurden sie vor allem für die Herstellung von Uniformen für die deutschen und österreichisch-ungarischen Armeen im Ersten Weltkrieg verwendet. In letzter Zeit versuchen europäische Länder wie Österreich und Deutschland erneut, die Faserproduktion aus Brennesseln.

2.1.4 Ethnobotanische Aspekte

Hanf, Flachs und Brennessel, deren Verwendung in der Entstehung der Zivilisation ihren Ausgangspunkt hat, hatten sehr starke ethnobotanische Auswirkungen auf die eurasische Kultur. Die Priester des alten Ägypten und Indiens verwendeten Flachs als Sonnensymbol, und er wird sogar im griechischen Mythos der Arachne erwähnt. Neben ihren technologischen Anwendungen sind diese Pflanzen auch für ihre medizinischen Anwendungen bekannt. Vom Volk wurde Flachs zur Behandlung von Sonnenstichen verwendet. Auch den bösen Blick sollte er abwenden. Es war allgemein bekannt, dass seine Samen abführende Wirkung haben. Die Wurzeln der Brennessel wurden zum Zartmachen von Fleisch verwendet. Die Hanfpflanze wurde oft auch in Weinbergen als "Stütze" für Weinrebenetzlinge (die sogenannte "verheiratete Rebe") angepflanzt und als Zutat in traditionellen Rezepten wie Suppen und Brot aus Hanfsamenmehl verwendet.

2.1.5 Aktuelle Verwendung von Hanf

Heute kann fast die gesamte Hanfpflanze für die Herstellung von Textilien, Verbundwerkstoffen, Maschinen- oder Baumaterialien, Lebensmitteln und Getränken, Kosmetika und Gesundheitsprodukten verwendet werden. Derzeit kann fast jeder Teil der Pflanze genutzt werden, und tatsächlich behauptet eine bekannte italienische Legende, dass Hanf mehr als 50 000 verschiedene Verwendungszwecke hat. Es können verschiedene Sorten angewandt werden, um den vorgesehenen Verwendungszweck optimal zu nutzen (Biomasse, industrielle Anwendungen, Textilien, Lebensmittel oder Kosmetik/Wohn-/Medizinbedarf, siehe **Tabelle 4**).

Tabelle 4. Verschiedene kommerzielle Anwendungen von Hanf

Industriehanf Praktisch die gesamte Pflanze kann in irgendeiner Form genutzt werden. Je nach Verwendungszweck (Biomasse, industrielle Anwendungen, Textilien, Lebensmittel, Kosmetik/Kosmetik) können verschiedene Sorten gewählt werden, der Rest kann als Baumaterial oder Biomasse recycelt werden. (Angepasst von ⁹)	
Landwirtschaft	Düngemittel, Saatgut, Tierfutter, Tiereinstreu
Recycling	Zusatzstoffe, Harze
Wohnartikel	Teppiche, Wandteppiche
Papier	Banknoten, Teebeutel, Kaffeefilter, Toilettenpapier
Gesundheit	Hautpflege, Seifen, Shampoos, Salben / Balsame, Medikamente
Textilien	Jeans, Hemden/Jacken, Schuhe, Schnürsenkel/Gürtel, Accessories
Verbundwerkstoffe	Ingenieurwesen, Verpackung, Sportausrüstung, Brille
Konstruktion	Ziegel, Isolierung, Mörtel, Bodenbeläge, Farben
Fahrzeugbau	Innenteile, Formteile, Karosserieteile, Filter, Biokraftstoffe
Lebensmittel	Mehl, Öl, Naturkost, Bier

Um diese verschiedenen Erzeugnisse zu erhalten, verwendet man verschiedene Teile der Pflanze und muss die am besten geeignete Sorte anbauen, um den besten Rohstoff zu erhalten. In der Tat gehören alle Hanfarten zu einer einzigen Art, da sie gekreuzt werden können, aber da sich die Pflanze leicht zur Züchtung eignet, wurden mehrere verschiedene Sorten entwickelt.

- *Samen- und Faserarten*: geeignet zur Gewinnung von Samen für Mehl und Öle, aber auch für Fäden.
- *Fasersorten*: die weiter unterteilt werden können in Langfasersorten, die sich für die Herstellung von Textilien eignen, und Kurzfasersorten, die sich besser für industrielle Anwendungen eignen (Verbundwerkstoffe, Paneele, biologische Bauelemente).
- *Arzneimittelsorten*: mit einem besonders hohen Gehalt an dem psychoaktiven Arzneimittel Tetrahydrocannabinol (THC). Die Wurzeln und Samen haben kein THC, getrocknetes Stammmaterial enthält typischerweise 0,3 % oder weniger und die unteren Blätter weniger als 1 %. In den weiblichen Blüten und den harzproduzierenden Trichomen (Pflanzenhaaren), die unter ihnen wachsen, kann die THC-Konzentration jedoch 20% oder mehr erreichen.

Die Saatgut- und Faserpflanzen produzieren selten mehr als 1% THC in den Blüten, was unter der gesetzlich vorgeschriebenen Grenze von 0.2% liegt, aber die ziemlich strengen Kontrollen, die in Italien und Österreich durchgeführt werden, bereiten den Landwirten erhebliche Probleme.

Die Hanffasern gehören zu den am stärksten natürlich vorkommenden und sind wahrscheinlich auch die umweltfreundlichsten: Es wird geschätzt, dass die Wassermenge, die zur Gewinnung von 1 kg Hanffasern erforderlich ist, dreimal geringer ist als diejenige, die zur Gewinnung der gleichen Menge an Baumwolle erforderlich ist (siehe **Tabelle 5**).

Hanf kann auch als Futtermittel oder als ideale Einstreu in der Tierhaltung verwendet werden. Samen werden in Kosmetika und Gesundheitsprodukten verwendet, da sie ein Öl produzieren, das sehr reich an Omega-3-Fetten ist. In den letzten zehn Jahren haben Studien auch die potenzielle Rolle von Hanf bei der "Phytosanierung" von Schwermetallen belasteten Böden oder Gewässern hervorgehoben.

2.2 FLACHS UND HANF UND EINE NACHHALTIGE LANDWIRTSCHAFT

Eine nachhaltige Landwirtschaft ist ein Grundbedürfnis und eine große Herausforderung für die nahe Zukunft. Die Industrialisierung hat vielerorts zur Vernachlässigung von Flachs und Hanf zugunsten von Kunsttextilien wie Nylon geführt. Dies hat auch eine Umstellung der für die Fruchtfolge verwendeten Arten zur Folge, und Hanf hatte sehr vorteilhafte Eigenschaften als Fruchtfolge. Darüber hinaus hat die europäische Agrarpolitik in der Vergangenheit die Mechanisierung und Monokultur gefördert, die durch den massiven Einsatz von Düngemitteln, Unkrautvernichtungsmitteln und Pestiziden gekennzeichnet ist, mit dem Ziel, die Produktivität zu maximieren. Dies hat zwangsläufig sowohl die Biodiversität im Allgemeinen als auch die Agrobiodiversität im Besonderen reduziert. Um die globale soziale Gerechtigkeit zu erhöhen, ist es unerlässlich, rasch zu einem nachhaltigeren Agrarmodell überzugehen, das sowohl kosteneffizient als auch umweltfreundlich ist.

2.2.1 Nachhaltiger Anbau und Erhalt der Biodiversität

Sowohl Hanf als auch Flachs gehören zu den schnell wachsenden Arten, die relativ kleine Mengen an Wasser benötigen, um zu wachsen und weiterverarbeitet zu werden (geringer Wasserverbrauch, siehe **Tabelle 5**).

Aufgrund ihrer Geschmeidigkeit widerstehen sie ungünstigen Bedingungen und leiden weniger unter Parasitenbefall (sowohl Insekten als auch Unkräuter) als andere Kulturen, wodurch der Einsatz von Pestiziden auf ein Minimum reduziert werden kann. Flachs- und Hanffasern haben viele ähnliche chemische Eigenschaften, und die technischen Verfahren zur Gewinnung der Fasern sind ähnlich, obwohl Hanffasern im Vergleich zu Flachs trockener und rauer sind.

Tabelle 5. Weltweiter durchschnittlicher Wasserfußabdruck für vier Faserpflanzen¹⁰

Faserpflanze	Wasserfußabdruck (Liter/kg)
Baumwolle	9.100
Flachs	3.800
Hanf	2.700
Jute	2.600

Basierend auf mehreren verschiedenen Kriterien¹¹ hat der Hanf ein relativ gutes Profil hinsichtlich seiner positiven Auswirkungen auf die Umwelt/Biodiversität.

Viele andere Pflanzen, darunter auch andere Faserpflanzen wie Baumwolle, haben deutlich weniger positive Auswirkungen auf die Umwelt oder die Biodiversität (siehe **Abbildung 5**).

Auswirkungen des Anbaus auf die Umwelt / Biodiversität

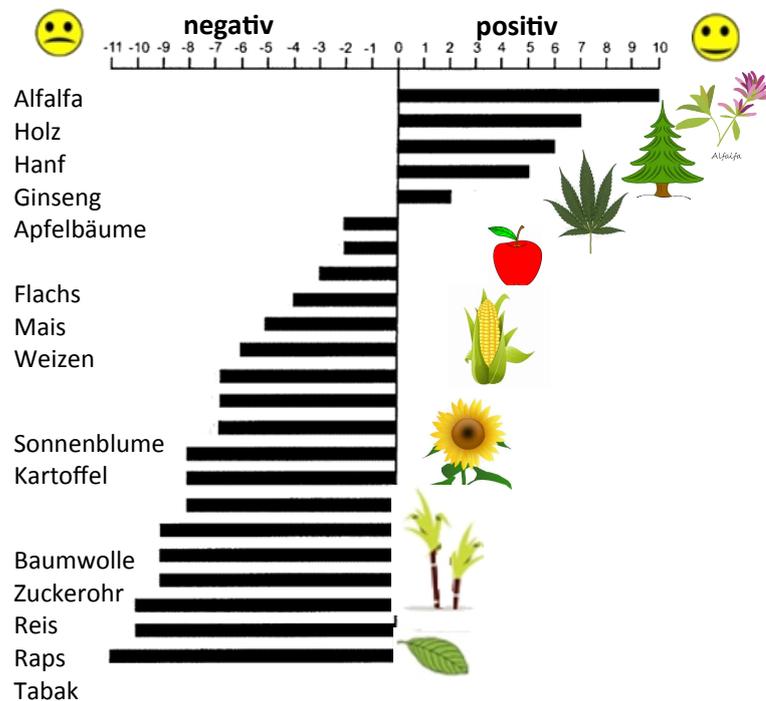


Abbildung 5. Bewertung der Verträglichkeit ausgewählter Nutzpflanzen im Hinblick auf Umwelt und Biodiversität anhand von 25 verschiedenen Kriterien (Angepasst von ¹¹).

2.2.2 Hanf und Flachs für die Phytosanierung (Sanierung kontaminierter Böden) und Bioenergieproduktion

Die Phytosanierung ist die Fähigkeit einiger Pflanzenarten, an mit giftigen/gefährlichen Stoffen wie Schwermetallen, PAKs und Radionukleotiden kontaminierten Flächen zu wachsen und hohe Konzentrationen dieser Elemente in ihrem Zellinneren zu speichern. Neuere Studien betrachteten Hanf und Flachs als gute Kandidaten für die Phytosanierung des Bodens, da sie eine hohe Metallverträglichkeit aufweisen und eine hohe Biomassenutzung liefern^{12,13}. Hanf kann aufgrund seines hohen Zelluloseanteils auch eine gute Quelle für Bioenergie sein, es wurde festgestellt, dass der Energieertrag von Hanf für Biokraftstoff und Biogas mit den meisten Pflanzen, die der Energiegewinnung nutzen, vergleichbar ist¹⁴.

2.2.3 Gesetzliche Schwierigkeiten beim lokalen Anbau

Da Tetrahydrocannabinol (THC) der psychoaktive Hauptbestandteil von Hanf ist, hat die Europäische Union den Grenzwert für den THC-Gehalt von <0,2%¹⁵ für den Hanfanbau festgelegt, der einen europäischen Zuschuss benötigt. Alle Sorten und Samen müssen zertifiziert sein und zu den zugelassenen Sorten nach den EU-Verordnungen 2002/53 und 2013/1307 gehören.

Die italienische Regierung hat 2016 das "Hanfgesetz" (Nr. 242/2016) veröffentlicht, um die Einflüsse auf die Landwirtschaft, den Boden und den Verlust der biologischen Vielfalt zu verringern. In Österreich ist die Hanfproblematik etwas komplizierter. Auch wenn die oben genannten EU-Verordnungen eingehalten werden, ist es seit 2008 praktisch legal, eine unbegrenzte Anzahl von Pflanzen anzubauen, vorausgesetzt, sie befinden sich nicht in der Blütephase und es kann nachgewiesen werden, dass keine Absicht bestand, psychoaktives Cannabis zu verarbeiten und zu verkaufen.

2.2.4 Technische Probleme beim heimischen Anbau

Der aktuell geringe Hanfanbau in unserem Land im Allgemeinen und im geografischen Bereich des Projekts im Besonderen hat folgende Ursachen:

- Das Fehlen von Erstverarbeitungsbetrieben im gesamten Staatsgebiet;
- Fehlen spezifischer Beihilfen [wie dies stattdessen bei den Verordnungen (EG) Nr. 1234/2007 und Nr. 73/2009 der Fall war]^{16,17};
- Konkurrenz aus Ländern, die seit Jahren in Hanf investieren und damit arbeiten;
- Der gesetzlich zulässige THC-Gehalt ist angesichts des Verhaltens vieler Hanfsorten im pedoklimatischen Kontext Italiens zu restriktiv (Tendenz zur Erhöhung des THC-Gehalts in Zellen über 0,2%);
- Verfügbarkeit von Genotypen, die an unsere klimatischen Bedingungen angepasst sind;
- Mangel an technischem Wissen und praktischer Erfahrung der Landwirte zur Verbesserung der Erträge und der Qualität von Hanferzeugnissen;
- Notwendigkeit der Entwicklung innovativer mechanischer Technologien für die Ernte und Erstverarbeitung von Faserhanfstängeln;

Es gibt aber auch mehrere positive Aspekte:

- Diversifizierung der Kulturpflanzen in einer schwierigen Phase der traditionellen Ackerkulturen;
- Möglichkeit zur Differenzierung der Produktion auf Unternehmensebene;
- Wachsende Nachfrage für einige Nutzungen (insbesondere für umweltfreundliches Bauen);
- Steigerung der Nachfrage aus ökologischen und kulturellen Gründen nach Naturfasern;
- Große Vielseitigkeit bei der Verwendung des Hauptprodukts und der Nebenprodukte;
- Schaffung lokaler Lieferketten;
- Schaffung von Arbeitsplätzen nicht nur in der Landwirtschaft / Nahrungsmittelbranche, sondern auch in wirtschaftlicheren Sektoren;
- Zunahme der Konsumenten von Hanfprodukten;
- Die Saatgutumwandlung wird dadurch erleichtert, dass im gesamten Staatsgebiet Maschinen vor handen sind, die für diesen Zweck angepasst und bisher für andere Kulturen verwendet wurden.

⁵ siehe [Aquileia, scoperto il più antico sistema di maceri della canapa](#)

⁶ siehe Celletti D. [Canapa e potenza navale. L'approvvigionamento dell'Arsenale di Venezia](#)

⁷ siehe Daniela Perco, 1984, *Canapa e Lana* – Quaderno n°2, pagina 29

⁸ siehe Cesare Andrich – Orazio Andrich 2015, *L'orto dimenticato*, pagine 127 - 129

⁹ siehe Kraetzel D et al. [Industrial Hemp as an Alternative Crop in North Dakota](#) Agricultural Economics Report. Institute for Natural Resources and Economic Development (INRED) North Dakota State University; 1998 p. 22. Report No.: 402.

¹⁰ siehe Averink J. Thesis: [Global Water Footprint of Industrial Hemp Textile](#) University of Twente; 2015.

¹¹ siehe Montford S. et al. [A comparison of the biodiversity friendliness of crops](#) J Int Hemp Assoc 1999, 6, 53

¹² siehe Citterio Set al. [Heavy metal tolerance and accumulation of Cd, Cr and Ni by Cannabis sativa L.](#) Plant Soil. 2003 Oct 1;256(2):243–52.

¹³ siehe Kumar S et al. [Cannabis sativa: A Plant Suitable for Phytoremediation and Bioenergy Production](#) Phytoremediation Potential of Bioenergy Plants

¹⁴ siehe *Utilizzi della canapa e aspetti economici*, Prof. Angelo Frascarelli, Docente di Economia e Politica Agraria all'Università di Perugia, Direttore del Centro per lo Sviluppo Agricolo e Rurale, Convegno “La coltivazione della Canapa” - Treviso 21/03/2018.

¹⁵ siehe [Cannabis legislation in Europe: an overview](#). EMCDDA

¹⁶ siehe Norme comuni relative ai regimi di sostegno diretto agli agricoltori [REGOLAMENTO \(CE\) N. 73/2009 DEL CONSIGLIO del 19 gennaio 2009](#)

¹⁷ siehe Organizzazione comune dei mercati agricoli e disposizioni specifiche per taluni prodotti agricoli (Regolamento unico OCM) [REGOLAMENTO \(CE\) N. 1234/2007 del Consiglio del 22 ottobre 2007](#)

KAPITEL 3: IN DER VERGANGENHEIT GAB ES KEINE ABFALLKETTEN – NACHHALTIGE PRODUKTE –

Hanf, Flachs und Brennnesseln werden seit Jahrtausenden für verschiedene Zwecke verwendet, sie liefern Fasern für die Herstellung von Seilen und Textilien, Öle für Farben und Kosmetika sowie Mehle, Blätter und Öle für die Herstellung von Lebensmitteln. Sie werden weiterhin in einem moderneren Rahmen eingesetzt, auch zur Produktion fortschrittlicher Verbundwerkstoffe, Harze und Biokraftstoffe. Es ist jedoch auch wichtig, ihre bisherigen Verwendungszwecke nicht zu vergessen und Wege zu finden, sie in einer nicht nur nachhaltigen, sondern auch gesundheitsfördernden Weise aufleben zu lassen.

3.1 HANF, LEINEN UND BRENNNESSEL IN TRADITIONELLEN LEBENSMITTELN

Hanf, Flachs und Brennnessel als beispielhafte Pflanzenarten für eine nachhaltige Bewirtschaftung haben einen großen Vorteil in der Landwirtschaft. Sie konkurrieren am Feld nicht mit anderen Pflanzen. Sie liefern Nahrungsmittel, werden zusätzlich für andere Produkte verwendet und haben darüber hinaus sehr wertvolle Eigenschaften in der Fruchtfolge mit anderen Pflanzen, wie z.B. Weizen, was deren Ertrag in den folgenden Jahren sogar noch erhöht.

3.1.1 *Samen und Mehl (Hanf und Flachs)*

Hanf, Flachs und Brennnessel werden seit langem in traditionellen Rezepten verwendet, da sie einen hohen Anteil an Nährstoffen haben. Vor allem die Hanfpflanze enthält viele wichtige Nährstoffe. So ist sie beispielsweise reich an Vitamin B2, das den Muskelaufbau unterstützt. Auch ihr Spektrum an mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist beeindruckend, darunter wichtige Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren im optimalen Verhältnis von 1:3, ähnlich wie bei Fisch. Hanf enthält auch Gamma-Linolensäure, die sonst in der Nahrung selten vorkommt. Außerdem hat er einen sehr hohen Anteil an hochwertigem pflanzlichen Eiweiß (über 40%). Deshalb sollte Hanf Teil unserer täglichen Ernährung sein.

Flachs (Lein) gilt auch als eine klassische Nahrungsmittelquelle. Leinsamen haben einen sehr hohen Ölgehalt und werden oft als Futtermittel für Nutztiere verwendet. Die Samen sind auch sehr nahrhaft und gut für den Menschen, da sie den Magen schützen und die Verdauung fördern. Beim Verzehr dieser Samen sollte man jedoch nicht übertreiben, da sie giftige Blausäure enthalten, insbesondere, wenn sie unverarbeitet (z.B. geröstet) sind. Sie können Leinsamen auf vielfältige Weise verwenden. Entweder als gesunde Ergänzung zu Cerealien, Energieriegeln oder Brot, oder auch als raffiniertes Leinöl in den verschiedensten Speisen (siehe **Anhang 1**).

3.1.2 *Öle (Hanf und Flachs)*

Hanföl wird durch Pressen von Samen gewonnen, und das kalt gepresste, unraffinierte Hanföl hat eine dunkle bis klare hellgrüne Farbe und einen nussigen Geschmack. Je dunkler die Farbe, desto intensiver der Geschmack. Leinöl ist auch ein Speiseöl, ein begehrtes Nahrungsergänzungsmittel als Quelle für α -Linolensäure, (eine wichtige Omega-3-Fettsäure). In Teilen Europas wird es traditionell auf Kartoffeln und Quark gegeben, hier gilt es dann als Delikatesse, da sein herzhafter Charakter den sonst eher milden Geschmack von Quark verstärkt.

Etwa 49% des Gewichts der Hanfsamen ist Speiseöl, das 76% essentielle Fettsäuren wie Omega-3-Linolensäure (54%) und Alpha-Linolensäure (ALA, 17%) enthält, zusätzlich zu Gamma-Linolensäure (GLA, 3%), einfach ungesättigten Fettsäuren (5% bis 11%) und Stearidonsäure (2%). Hanfsamenöl enthält nur 5-7% gesättigte Fettsäuren. Sowohl Hanf- als auch Leinöl haben jedoch einen relativ niedrigen Rauchpunkt und sind nicht zum Braten geeignet (siehe **Tabelle 6**)¹⁸.

Tabelle 6. Vergleich der Eigenschaften von Hanf und Leinöl mit anderen Pflanzenölen¹⁸

Typ	Gesättigte Fettsäuren	Einfach ungesättigte Fettsäuren	Mehrfach ungesättigte Fettsäuren	Rauchpunkt
Avocado	11,6	70,6	13,5	249 °C
Kokosnuss	82,5	6,3	1,7	175 °C
Mais	12,9	27,6	54,7	232 °C
Leinsamen	9,0	18,4	67,8	107 °C
Hanf	7,0	9,0	82,0	166 °C
Oliven	13,8	73,0	10,5	193 °C
Palmöl	49,3	37,0	9,3	235 °C
Sonnenblumen	8,0	27,0	65,0	227 °C

Durchschnittswerte in Prozent (%) nach Gewicht des Gesamtfetts

3.1.3 Blätter (Brennnessel)

Sowohl die Brennnessel als auch Hanf und Flachs gelten als traditionelle Pflanzen für den Einsatz in vielen Bereichen und werden als Heilpflanzen mit Ursprung im Steinzeitalter verwendet¹⁹. Die Brennnesseln gelten somit als eines der ältesten Heilkräuter, sie werden auch als Küchenkräuter zum Kochen und in Form von Brennnesseljauche als Gemüsedünger verwendet. Sie können zu köstlichen Säften, Suppen und Beilagen verarbeitet werden. Ein bekanntes Rezept ist die Brennnesselsuppe, die angeblich gegen die jährliche "Frühlingsmüdigkeit" hilft.

3.1.4 Getränke (Bier und Kräutertees)

Hanf enthält über 1.000 verschiedene Substanzen, darunter Flavonoide, Terpene und natürlich Cannabinoide. Da die meisten Inhaltsstoffe wasserlöslich sind, können sie zur Herstellung von Tee gewonnen werden. Es gibt zwei Arten von Hanftee: Hanfblüte und Hanfblatt. Die Blüten enthalten mehr aromatische Harze als die Blätter, die zudem einen bittereren Geschmack haben. Viele Hanftees sind eine Mischung aus beidem. Abhängig vom Reifegrad der Blüten kann der Tee Samen enthalten. Hanftee wird oft auch als Mischung angeboten, zum Beispiel mit Minze-, Holunder-, Brombeer- oder Himbeerblättern, was ihn geschmacklich besonders interessant macht.

Hanftee ist ein sehr aromatisches Getränk und hat eine ausgleichende und beruhigende Wirkung auf den Körper; er kann zur Entspannung und Linderung von Krämpfen und Migräne verwendet werden. Darüber hinaus ist er auch bei Schlafstörungen und Stimmungsschwankungen nützlich und hat eine starke appetitanregende Wirkung²⁰. Der handelsübliche Hanftee enthält nur geringe Spuren des bewusstseinsverändernden THCs (<0,2% nach EU-Vorschriften) und kann ohne Bedenken konsumiert werden. Da THC nicht wasserlöslich ist, würde auch die Zugabe von THC-haltigen Hanfblättern keine nennenswerten Mengen dieser Verbindung freisetzen. Viele Getränkehersteller haben das Potenzial von Hanf entdeckt und zahlreiche Produkte wie Hanfbier und Hanflimonade auf den Markt gebracht, welche sein Aroma und seinen Geschmack nutzen.

Brennesseltee ist auch ein köstliches und wohltuendes Getränk, das hilft, oxidativen Stress abzubauen, Schmerzen zu lindern und Entzündungen zu reduzieren, sowie Blutdruck, Blutzucker und Cholesterin zu senken^{21,22}. In Italien wird er auch traditionell bei Magen-Darm-Erkrankungen und gegen Rheuma eingesetzt²³. Er ist ebenfalls hilfreich bei Harnwegsproblemen, bei der Linderung von Allergien und Nesselsucht, bei der Behandlung von Gicht und zur Gesunderhaltung von Haut, Haaren und Knochen²². Der Tee ist ein Entgiftungsgetränk, das unter anderem bei Heuschnupfen hilft, das Immunsystem stärkt, das Herz schützt und die Verdauung fördert.

3.2 GESUNDHEIT UND WELLNESS

3.2.1 Wirkprinzipien

Flachs hat schon immer eine bedeutende Rolle als Heilpflanze gespielt; der lateinische Name *Linum Usitatissimum* bedeutet in der Tat äußerst nützliches Leinen und unterstreicht seine langjährige traditionelle Verwendung. Hippokrates behauptete, es sei ein Mittel gegen Katarrh, Übelkeit und Durchfall. Paracelsus erwähnt es zur Linderung des Hustenanfalls. Hildegard von Bingen verwendete es zur Behandlung von Gürtelrose. Heute wird Flachs hauptsächlich als mildes Abführmittel verwendet, aber auch zur Behandlung von Magen- oder Darmentzündungen, Schleimhautentzündungen und Entzündungen im Mund wird es eingesetzt²⁴. Leinöl enthält den Inhaltsstoff Lignin, das als Schutz vor Darm- und Brustkrebs gilt. Leinöl hat als Bestandteil von Heilsalben beruhigende und entzündungshemmende Eigenschaften, was mit dem hohen Anteil an Alpha-Linolensäure erklärt wird. Hanföl und Leinöl werden in der Kosmetikindustrie für die Herstellung verschiedener Produkte wie Massageöle, Salben, Cremes, Seifen und Shampoos verwendet.

3.2.2 Therapeutische Verwendung von Hanf

Wie bereits erwähnt, haben Hanfbestandteile viele industrielle Einsatzmöglichkeiten oder können als Lebensmittel verwendet werden, und die Pflanze enthält viele Substanzen mit nützlichen medizinischen Eigenschaften²⁵. Besonders bekannt ist, dass Tetrahydrocannabinol (THC) zur Rauschmittelherstellung verwendet wird, welches als sogenannte Freizeitdroge bekannt ist. Aus diesem Grund ist Klarheit unerlässlich, wenn auf die unterschiedlichen industriellen, diätetischen oder medizinischen Verwendungen von Hanf Bezug genommen wird, insbesondere in Bezug auf die gesetzlichen Vorgaben²⁶. Wirkstoffe, die zu medizinischen Zwecken eingesetzt werden - ob das psychoaktive THC oder andere nicht-psychoaktive Cannabinole (z. B. Cannabidiol oder CBD, siehe **Abbildung 6**) sind -, werden im Allgemeinen als "medizinischer Cannabis" bezeichnet. Hanfprodukte, die in der Produktion verwendet werden, werden üblicherweise als "Industriehanf" bezeichnet. Cannabisprodukte, die zur nicht-medizinischen Berausungszwecke verwendet werden, werden normalerweise als "Freizeit-Cannabis" bezeichnet.

Obwohl die Hanfpflanze seit Jahrtausenden gezüchtet und verwendet wird, begann die wissenschaftliche Erforschung der darin enthaltenen Wirkstoffe erst in den späten 60er Jahren. Das Interesse an den verschiedenen Wirkstoffen der Pflanze (über 100) nimmt ständig zu und sie wird als Heilpflanze wiederentdeckt. Insbesondere der Wirkstoff CBD wird in diesem Zusammenhang oft erwähnt. Er wird als Säure aus der weiblichen Hanfpflanze gewonnen und hat im Gegensatz zu THC keine berausende Wirkung. Es kann sogar der psychoaktiven Wirkung von THC entgegenwirken. CBD ist neuerdings in Form von Nahrungsergänzungsmitteln (z.B. Tropfen, Tees, etc.) erhältlich. Es ist ein angst- und krampflösendes Mittel, das auch bei Epilepsie, Morbus Crohn und Diabetes eingesetzt wird^{27,28}.

Einige pharmazeutische Produkte und Nahrungsergänzungsmittel aus Hanf sind in **Tabelle 7** angeführt.

Tabelle 7. Einige Arzneimittel und Ergänzungsmittel auf der Basis von in Europa zugelassenem Hanf

Handelsname	Beschreibung	Indikationen	Form
Sativex (Nabiximols)	Cannabisextrakt (Öl): THC und CBD (1: 1)	Multiple Sklerose ²⁹	Sprays
Marinol (Dronabinol)	Synthetisches Delta-9-THC	Antitumor, AIDS, Multiple Sklerose	Gelatinekapseln
Cesamet (Nabilone)	Synthetisches Cannabinoid ähnlich wie THC	Anti-Krebs	Kapsel
Bedrocan	Getrocknete (oder gefriergetrocknete) Blütenobertheile	Verschiedene	Pflanzenmaterial
Hanf Complete	CBD extrahiert mit überkritischem CO ₂ in Hanföl	Nahrungsergänzungsmittel	Öl in Kapseln

CANNABINOIDS (at least 113 identified)

■ psicoactive
■ non psicoactive

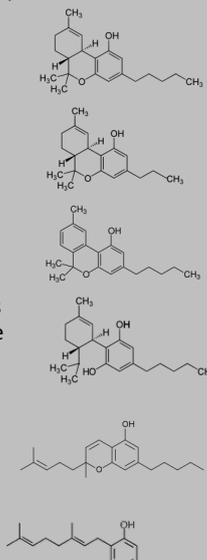
<p>THC (psicoactive)</p> <p>THCV (non psicoactive)</p> <p>CBN (non psicoactive)</p> <p>CBD (non psicoactive)</p> <p>CBC (non psicoactive)</p> <p>CBG (non psicoactive)</p>	<p>Δ-9-tetrahydrocannabinol – acts on CB1 & CB2 receptors</p> <ul style="list-style-type: none"> • Release of dopamines → euphoria. • Inhibition of inflammatory substances → pain relief <p>Δ-9-tetrahydrocannabivarin – inhibits CB1 & CB2 receptors</p> <ul style="list-style-type: none"> • inhibits appetite → obesity • anticonvulsive → epilepsy <p>cannabinol – produced by oxidation/irradiation of THC</p> <ul style="list-style-type: none"> • sedative • analgesic <p>cannabidiol – acts on G –receptors for serotonin and opioids</p> <ul style="list-style-type: none"> • activity on receptors → analgesic, ansiolitic, antidepressive • anticonvulsive → epilepsy • other activities → antitumor, antimetastatic <p>cannabichromene – acts on channel receptors</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potentiates effects of other cannabinoids • analgesic, ansiolitic, antidepressive <p>cannabigerol – precursor to othercannabinoids</p> <ul style="list-style-type: none"> • neuroregeneration • bone rigeneration 	
--	--	---

Abbildung 6. Chemische Struktur und biologische Eigenschaften einiger Cannabinoide. Es wird angemerkt, dass cannabinoide wie THC in der Pflanze als inaktiver Säureprecursor vorliegen und zur Aufnahme Hitze benötigen (zB Verbrennen).

3.3 HERSTELLUNG VON PAPIER UND GEWEBEN

3.3.1 Hanf in Geweben

Hanf wurde bereits vor Tausenden von Jahren zur Herstellung von Textilien und Seilen verwendet. Hanffasern zeichnen sich nicht nur durch die hohe Reißfestigkeit, sondern auch durch die Mottenbeständigkeit aus und erzeugen flammhemmende Oberflächen sowie eine gute Verträglichkeit bei Hautkontakt. Er hat auch gute Transpirationseigenschaften und sorgt dafür, dass bis zu 30 Prozent der während des Tragens auftretenden Feuchtigkeit absorbiert werden. Dies erlaubt es, Kleidung aus Hanf für längere Zeit ohne Geruchsentwicklung zu tragen. Darüber hinaus können Hanftextilien mit begrenztem Chemikalieneinsatz hergestellt werden, sowohl während des Anbaus als auch bei der Verarbeitung. Bekleidung aus Hanffasern ist daher sowohl umweltschonend als auch in jeder Hinsicht ungiftig. Dies hat auch viele Vorteile für Menschen mit empfindlicher Haut, die anfällig für Allergien sind oder Hautprobleme haben. Allerdings ist die Verwendung von Hanf in der Textilindustrie nichts Neues; bereits die ersten Jeans von Levi Strauss wurden aus diesem Stoff hergestellt, das heute noch gezeigte Logo auf jeder Levi's Jeans zeigt, dass zwei Pferde sie nicht zerreißen konnten (**Abbildung 7**). Dies ist nur mit einem Stoff aus Hanffasern machbar.



Abbildung 7. Das Label Levi Strauss zeigt, dass zwei Pferde eine Jeans nicht zerreißen können. Dies liegt daran, dass der ursprüngliche Denim aus Flachsfasern hergestellt wurde, die eine besonders hohe Reißfestigkeit aufweisen.

3.3.2 Hanf und Papier

Seit Beginn der Papierherstellung waren Hanffasern bis ins 19. Jahrhundert der wichtigste Rohstoff für die Herstellung. Wichtige Bücher (einschließlich der ersten gedruckten Gutenberg-Bibel), Karten, Dokumente (die Unabhängigkeitserklärung, siehe **Abbildung 8**), Banknoten und andere Finanzdokumente sowie für Zeitungspapier wurden auf diese Art Papier gedruckt. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde die Papierherstellung hauptsächlich auf den Rohstoff Holz umgestellt, aber Papier ist nach wie vor ein bedeutender Markt für Hanffasern.



Abbildung 8. Beispiele für einige historisch wichtige Dokumente, die auf Hanffaserpapier gedruckt sind: die amerikanische Unabhängigkeitserklärung (links) und die Gutenberg-Bibel (rechts).

Aufgrund seiner hervorragenden mechanischen Eigenschaften wie Nässebeständigkeit, Biegefestigkeit und Reißfestigkeit wird es weiterhin für Banknoten (z.B. unsere Euro-Banknoten), Zigarettenpapier und Hygieneartikel verwendet. Da Hanf eine saisonale Pflanze ist und die Gesamtproduktion pro Landfläche Faser 4-5-mal so hoch ist wie die von Holz, ist er als Rohstoff für Papier weitaus ergiebiger und weniger schädlich für die Umwelt.

3.3.3 Leinenstoffe

Es gibt Hinweise darauf, dass Leinenstoff bereits vor 30 000 Jahren verwendet wurde³⁰. Leinenfasern sind gut lagerfähig und leicht herzustellen, daher sind sie ideal für die Bekleidungsproduktion. Die Faser ist glatt und der Stoff bindet kaum Luft. Außerdem ist er praktisch fusselfrei und weniger anfällig für Schmutz und Mikroben. Er hat antistatische Eigenschaften, die Wasser an der Oberfläche halten, kann aber bis zu 35 Prozent Feuchtigkeit aufnehmen, ohne Feuchtigkeit zu speichern, da sie schnell gegen die Umgebungsluft ausgetauscht wird. Aus diesem Grund wirkt Leinengewebe bei hoher Luftfeuchtigkeit kühlend, bei niedriger Luftfeuchtigkeit jedoch wärmend. Der Reinigungsaufwand wird reduziert, da Flachsfasern schmutzabweisend sind. Außerdem sind sie eher unelastisch und ziemlich reißfest und langlebig. Auf der anderen Seite bedeutet dies, dass Leinen anfällig für Faltenbildung ist und anfälliger für Reibungsbrände ist als andere Stoffe. Leinentücher müssen nicht mit anderen Fasern verstärkt werden und haben einen natürlichen Glanz, so dass ein Mischen mit Kunstfaser nicht erforderlich ist.

3.4 INDUSTRIELLE VERWENDUNG VON HANF, LEINEN UND NETZ

3.4.1 Fasern und Harze

Fasern: Flachs- und Hanffasern haben im Vergleich zu anderen Naturfasern wie Jute, Ramie oder Kenaf ausgezeichnete mechanische Eigenschaften. Dies ist im untenstehenden Diagramm ersichtlich, in dem die spezifische Festigkeit der Faser (Zugfestigkeit / Gewichtsverhältnis) mit ihrer spezifischen Steifigkeit (Zugfestigkeit/Gewicht) verglichen wird (siehe **Abbildung 9**). Flachs hat eine Steifigkeit, die mit der von Glasfasern vergleichbar ist, und wenn man berücksichtigt, dass die Dichte dieser Naturfaser nur 60% derjenigen von Glasfasern beträgt, unterstreicht das das große Potenzial, diese bei vielen strukturellen und halbstrukturellen Anwendungen zu ersetzen.

Harze: Sowohl Leinöl als auch Hanföl sind Triglyceride mit einer großen Menge ungesättigter Fettsäuren (siehe **Abbildung 10**). Ungesättigt bedeutet, dass es zwischen den Kohlenstoff-Doppelbindungen gibt (siehe Abbildung), deren Vorhandensein bedeutet, dass diese Fettsäuren unter Einwirkung von Sauerstoff für Polymerisationsreaktionen anfällig sind. Dieser Polymerisationsprozess, der als Trocknen bezeichnet wird, führt zur Versteifung des Materials. Dies ist ein Kennzeichen von Leinöl, das seit langem bekannt ist und in Ölfarben weit verbreitet ist und noch heute in modernen Beschichtungen oder Spachtelmasse verwendet wird. Mit einigen weiteren Anpassungen können sowohl Hanf- als auch Leinöle als Basis für die Herstellung biobasierter Polymere (Polyester, Epoxide oder Acrylate) verwendet werden.

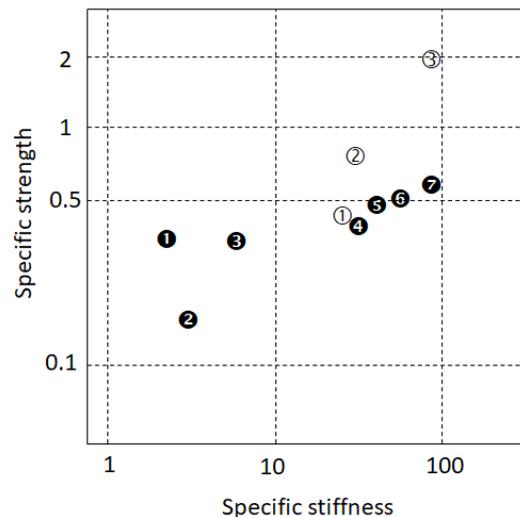


Abbildung 9. Zugverhalten verschiedener tierischer und pflanzlicher Naturfasern (schwarz) im Vergleich zu mineralischen/synthetischen Fasern (weiß). ① Seide ② Wolle ③ Baumwolle ④ Jute ⑤ Hanf ⑥ Flachs ⑦ Zellulose ① Stahldraht ② Glasfaser ③ Kohlefaser. Der spezifische Widerstand (Zugfestigkeit/Dichte $\times 1000$ in $\text{MPa}/\text{gcm}^{-3}$) und die spezifische Steifigkeit (Zugmodul/ Dichtemodul, in $\text{GPa}/\text{gcm}^{-3}$), werden in logarithmischen Skalen dargestellt (Aus ³¹).

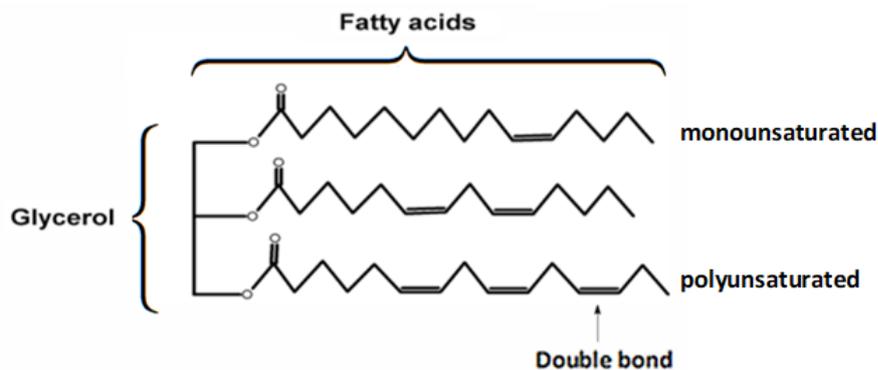


Abbildung 10. Chemische Struktur von Triglyceriden. Drei Fettsäuren sind an ein Glycerolmolekül gebunden. Die Fettsäuren können einfach ungesättigt (eine Doppelbindung) oder mehrfach ungesättigt (zwei oder mehr Doppelbindungen) sei.

Schäben: Bei der Verarbeitung von Hanf zu Fasern und/oder Öl entstehen als Abfallprodukt Holzbestandteile, die als Schäben oder "Shivs" bezeichnet werden. Diese werden heute hauptsächlich für Hochleistungseinstreumaterialien für Pferde und Rinder sowie für andere Zwecke verwendet (siehe **Abbildung 11**). Als Einstreu können sie bis zum 4-fachen ihres Trockengewichts Feuchtigkeit aufnehmen und sind im Stall im Vergleich zu anderen Materialien viel länger wirksam, was Arbeit und Zeit spart. Außerdem verrottet die Hanfstreu nach Gebrauch schnell zu einem hervorragenden Kompost ³². Ein dynamischer neuer Markt nutzt auch Hanfklumpen in Kombination mit Kalk für Baumaterialien.

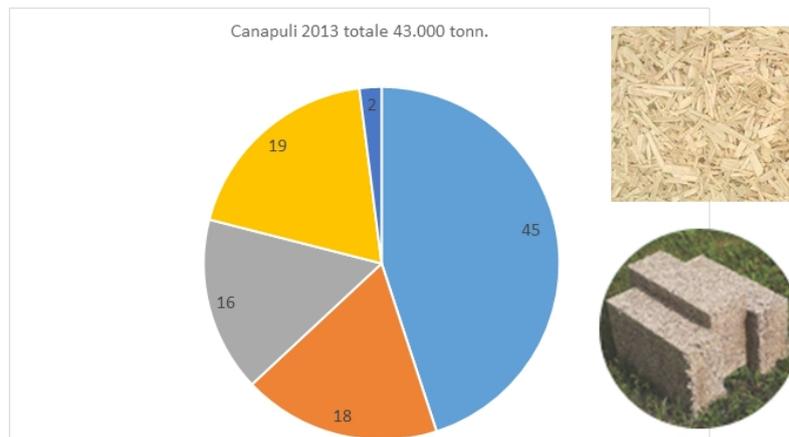


Abbildung 11. Unterschiedliche Verwendungen der Schäben (Lnks).
 Beispiel für Hanfstreu (oben rechts) und grüne Bausteine (unten)³³.
 ■ Einstreu für Pferde ■ Einstreu für anderes Vieh ■ Gebäude
 ■ Müll für Garten ■ Sonstiges

3.4.2 Verbundwerkstoffe

Ein Verbundwerkstoff besteht aus zwei oder mehr Bestandteilen mit wesentlich unterschiedlichen physikalischen oder chemischen Eigenschaften, die in Kombination ein Material mit anderen Eigenschaften als die einzelnen Komponenten ergeben. Die Art der Matrix (thermoplastische oder duroplastische Matrix) ist für das thermische und chemische Verhalten des Verbundes verantwortlich. Die Art des verwendeten Verstärkungsmaterials, in diesem Fall Naturfasern, bestimmt auf der einen Seite die mechanischen Eigenschaften des Verbundes und auf der anderen Seite die Art des Herstellungsverfahrens.

Bereits 1941 präsentierte Henry Ford das erste "Hanf-Auto". Das Chassis bestand aus 14 Teilen, was zu einem Fahrzeuggewicht von nur etwa 900 kg führte, was damals 30% weniger war als bei herkömmlichen Autos. Ford selbst hob die guten mechanischen Eigenschaften hervor, indem er das Auto selbst mit einem Hammer nicht beschädigen konnte (**Abbildung 12**). Naturfaserverbundwerkstoffe werden heute vor allem für die Herstellung von Automobilinnenteilen eingesetzt (**Abbildung 13**). Im Jahr 2017 wurden ~150.000 Tonnen Naturverbundwerkstoffe aus 30.000 Tonnen Fasern verwendet, aufgrund ihrer optimalen Zugeigenschaften hauptsächlich Flachs und Hanf (**Abbildung 14**).



Abbildung 12. Henry Ford und sein "Hanfauto". Der Rahmen bestand aus Verbundmaterial auf Hanffaserbasis; Die Stärke dieses Materials wurde von Ford selbst demonstriert, indem er auf die Karosserie mit einem Hammer schlug.



Abbildung 13. Einige Komponenten im Fahrzeuginnenbereich aus Naturfaserverbundwerkstoffen für die Automobilindustrie.

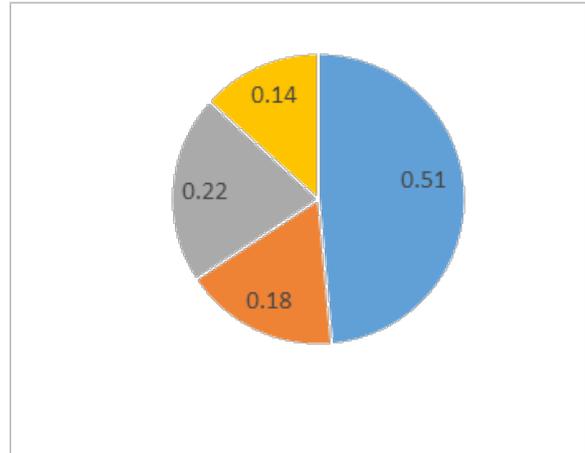


Abbildung 14. Diagramm mit dem Beitrag verschiedener Pflanzenfasern in Verbundwerkstoffen³⁴.

■ Leinen ■ Hanf ■ Kenaf ■ Sonstiges

Die physikalischen Eigenschaften, insbesondere die Festigkeit eines Verbundwerkstoffs, hängen von der Art der natürlichen Komponenten ab. Daher bieten Kurzfasergrenulate eine geringere Festigkeit als Langfasergrenulate, die wiederum weniger Widerstand bieten als hochentwickelte Matten, Gewebe und Gewebefasern/Gewebe, in dieser Reihenfolge. Das verwendete Material beeinflusst aber auch die Produktionskosten und muss in die Berechnung einbezogen werden.

Was den Produktionsprozess betrifft, so eignen sich Kurzfasern sowohl für das Spritzgießen als auch für Extrusion; längere Fasern erfordern klassische Faserverbundtechnologien wie die manuelle Laminierung, Wickeln oder Flechten. Fasermatten, kombiniert mit verschiedenen Harzen, die dann zu den gewünschten Komponenten verpresst werden, werden in der Automobilproduktion verwendet und sind heute der größte Markt für Naturfaserverstärkte Kunststoffe. Hochorientierte Fasern oder Gewebe können aber auch für strukturelle Anwendungen eingesetzt werden, wie beispielsweise Rotorblätter für kleinere Windkraftanlagen, wie das Kompetenzzentrum Holz zeigt (**Abbildung 15**).



Abbildung 15. Rotorblatt für Kleinwindkraftwerk aus Hanfgewebe vom Kompetenzzentrum Holz.

3.4.3 Isoliermaterialien

Naturfaserdämmstoffe, die bei Bedarf mit schwer entflammbaren und insektenabweisenden Substanzen mit geringer Toxizität behandelt werden, sind nun in Europa erhältlich. Naturfaserisierungen können als Schüttgut oder Granulat verwendet oder durch die geeignete Verwendung eines Bindemittels (meist ein synthetisches Polymer wie Polyester, Polyurethan oder Polyolefin) zu flexiblen oder halbsteifen Platten oder starren Platten geformt werden (siehe **Abbildung 13**), aber auch natürliche Polymere wie Stärke werden dazu verwendet. Flachs und Hanf weisen in Bezug auf die Wärmedämmung die gleichen Eigenschaften auf wie fossile Materialien, haben aber eine hohe Sorptionsfähigkeit, so dass sie in der Lage sind, Feuchtigkeit aufzunehmen und dann abzugeben, ohne ihre Isolationseigenschaften zu verlieren.



Abbildung 16. Verwendung von Naturfasern zur Isolierung.
Schäben (links), flexible Matten (Mitte) und starre Platten (rechts)

Ein Vergleich verschiedener natürlicher und synthetischer oder mineralischer Isolationsmaterialien soll nicht nur ihre physikalischen Eigenschaften berücksichtigen, wie z.B. die Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten (λ), ausgedrückt in W/mK (Watt pro Meter mal die Temperatur in Kelvin). Je niedriger der Wert von λ , desto besser die Dämmleistung. Naturfaserdämmstoffe haben Werte um 0,040 W/mK, was etwas höher ist als bei Phenol- oder Polyurethanschaum und mit expandiertem Polystyrol (EPS) vergleichbar ist (siehe **Abbildung 17**). Darüber hinaus sind auch die Umweltauswirkungen der Nutzung zu berücksichtigen, darunter Parameter wie Treibhausgasemissionen bei Produktion und Nutzung, der Einfluss auf Boden, Wasser und Ozon etc.

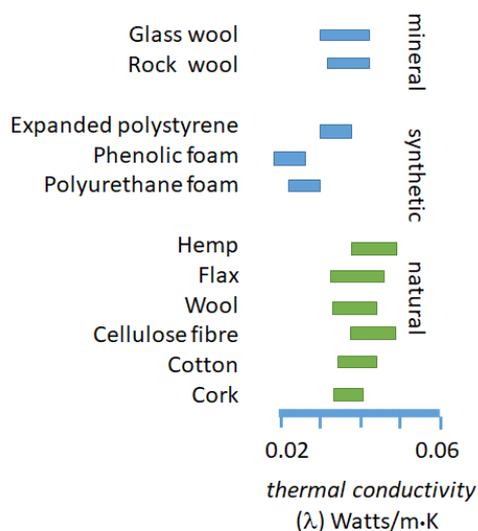


Abbildung 17. Wärmeleitfähigkeit (λ) von natürlichen, mineralischen und synthetischen Isolierungen (Daten aus verschiedenen Quellen, einschließlich ³⁴⁻³⁶).

3.5 ENTSORGUNG, RECYCLING UND WIEDERVERWENDUNG

Hanf und Flachs sind Naturprodukte und somit vollständig biologisch abbaubar. Nach der Ernte ist die Verrottung, wenn die Pflanzen einige Wochen lang aufweichen können, bereits der erste Schritt in ihrem Abbau. Verschiedene Mikroorganismen zersetzen die Pflanzen und öffnen den Stiel, um den Zugang zu den Fasern zu erleichtern. Dennoch sollte uns diese Garantie der biologischen Abbaubarkeit nicht davon abhalten, darüber nachzudenken, wie wir Abfälle vermeiden oder die Produkte wiederverwenden können.

Für Textilien ist ein effizientes Recycling möglich. In Kombination mit anderen biobasierten Textilien, die recycelt werden müssen, wie z.B. Baumwolle, können sie als Rohstoff für die Herstellung von Cellulosefasern verwendet werden, aus denen dann Papier hergestellt werden kann. Da Hanf-/Flachsfasern besonders weiches Papier herstellen, wird es oft zum Drucken von Banknoten verwendet, die niemand wegwirft. Damit schließt sich der Kreis, denn die Nationalbanken sammeln dann die "alten" Banknoten und recyceln sie. Selbst wenn sie verbrannt werden müssen, ist dies in der Regel CO₂-neutral für Flachs und Hanf, da es das im Wachstumsprozess aufgenommene CO₂ zurückgewonnen wird.

Bei den Dämmstoffen gibt es zwei Möglichkeiten der Entsorgung. Einige Materialien verwenden keine zusätzlichen Kunststoffe und sind zudem vollständig biologisch abbaubar. Wenn stattdessen ein Teil eines Kunststoffs verwendet wird, muss der Recyclingprozess dem Verbundwerkstoff angepasst werden.

Bei Verbundwerkstoffen ist zu beachten, dass zwei Materialien zusammengebracht werden, so dass auch das Material des Grundwerkstoffes berücksichtigt werden muss. Wenn die Matrix ein Thermoplast ist, ist es möglich, den Verbund durch Zerkleinerung und Regranulierung zu recyceln, um ihn in neue Produkte umzuwandeln. Die Verstärkungsfasern werden kürzer, wodurch die Widerstandseigenschaften geringer werden, aber es wird trotzdem eine Verstärkungswirkung geben, so dass die Produkte für einige Anwendungen nützlich sein können. Duroplastische Verbundwerkstoffe auf Kunststoffbasis können jedoch nicht recycelt werden. Die erforderlichen Hochtemperaturprozesse wie die Pyrolyse sind in Verbindung mit Naturfasern nicht möglich. Diese Materialien werden wieder CO₂-neutral verbrannt.

¹⁸ siehe <https://www.chempro.in/fattyacid.htm>

¹⁹ siehe Martkoplshvili, I. et al. [Some popular medicinal plants and diseases of the Upper Palaeolithic in Western Georgia](#) J. Ethnopharmacol. 2015, 166, 42–52 .

²⁰ siehe Society for the Study of Ingestive Behavior [How cannabis affects appetite: Brain changes](#) ScienceDaily 2018.

²¹ siehe Kregiel, D. et al. [Urtica spp.: Ordinary Plants with Extraordinary Properties](#) Molecules 2018, 23, 1664.

²² siehe [Assessment report on Urtica](#), European Medicines Agency, Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC). EMA/HMPC/508013/2007

²³ siehe Guarrera, P. M. [Traditional phytotherapy in Central Italy](#). Fitoterapia 2005, 76, 1–25.

²⁴ siehe Goyal, A et al. [Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food](#), J Food Sci Technol 2014,51,1633-53

²⁵ siehe C.M. Andre J-F Hausman G. Guerriero [Cannabis sativa: The Plant of the Thousand and One Molecules](#), Frontiers Plant Sci. 2016, 7, 1-17

²⁶ siehe [Cannabis legislation in Europe: an overview](#). EMCDDA

²⁷ siehe O’Connell B et al. [Cannabinoids in treatment-resistant epilepsy: A review](#) Epilepsy & Behaviour 2017, 70, 341-48

²⁸ siehe Peruca E. [Cannabinoids in the Treatment of Epilepsy: Hard Evidence at Last?](#) J Epilepsy Res 2017 ,7, 61-76

²⁹ siehe Freidman D et al. [Safety, efficacy, and mechanisms of action of cannabinoids in neurological disorders](#) The lancet Neurology 2019, 18, 504-512

³⁰ siehe Kvavadze, E. et al. [30,000 Years Old Wild Flax Fibers - Testimony for Fabricating Prehistoric Linen](#) Science 2009, 325, 1359–1359.

³¹ siehe Shah DU [Natural fiber Composites: Comprehensive Ashy type material selection charts](#) Materials & Design (2014) 62, p21-31

³² siehe [Flax & hemp composites - a market reality](#), JEC 2018

³³ siehe European Industrial Hemp Association <https://eiha.org/>

³⁴ siehe Kymäläinen, H.-R. et al. [Flax and hemp fibres as raw materials for thermal insulations](#) Building & Environment 2008, 43, 1261–1269

³⁵ siehe Lekavicius, V. et al. [Thermo-Insulation Properties Of Hemp-Based Products](#) Latvian J. Phys. Tech. Sci. 2015, 52, 38–51

³⁶ siehe The Open University [Insulation materials and their properties](#)

ANHANG 1. REZEPTE MIT HANF, FLACHS UND BRENNNESSEL

<p>Erfrischender Canapa-Joghurt</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Joghurt, Hanfsamen und Gurke mischen 2. Fügen Sie Soda und Eis hinzu, indem Sie ein Glas zur Hälfte füllen (mit einem Löffel). 3. Dieses Getränk eignet sich perfekt zum Auffüllen von Elektrolyten 	<p>Zutaten</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Tasse Joghurt ¼ Tasse geschälte Hanfsamen 3 Gurkenscheiben 2 Tassen kaltes Limonade eine Prise Salz Eis 	
<p>https://www.hanf-gesundheit.de/rezepte/520-hanf-auffrischungsjoghurt-getr-nk-mit-gurke</p>		

<p>Knuspriges Hanfbrot</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Alle Zutaten mischen und 20 Minuten einwirken lassen 2. Backofen auf 180 °C vorheizen (Umluft 160 °C). 3. Rollen Sie den Teig zwischen zwei Blatt Pergamentpapier so dünn wie möglich aus und verteilen Sie ihn in der Pfanne 4. 15 Minuten kochen lassen und dann die Temperatur auf 40 °C senken 5. Weitere 30 Minuten einwirken lassen 	<p>Zutaten</p> <ul style="list-style-type: none"> 60 g Dinkelweizenmehl 40 g Hafer- oder Weizenkleie 40 g Hanfsamen, geschält 50 g Haferflocken 25 g Sesamsamen 25 g Leinsamen 50 g Sonnenblumenkerne 15 g Mohn 2 Esslöffel Hanföl 1 Prise Salz 230 ml Wasser 	
<p>https://www.hanfland.at/hanf-knaeckebrot/</p>		

<p>Hanfschokoladen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Kakaobutter in einem Wasserbad schmelzen 2. Während des Abkühlens die anderen Zutaten langsam mit einem Schneebesen umrühren. 3. Die Schokolade in eine beschichtete Form geben und im Kühlschrank erstarren lassen 	<p>Zutaten</p> <ul style="list-style-type: none"> 90 g Kakaobutter 95 g weiße Mandelpaste 15 g geröstete und aromatisierte Hanfsamen 30 g Bio-Kakao ein paar Tropfen Vanille eine Prise Salz 	
<p>https://www.hanfland.at/hanfpralinen/</p>		

Zimt Apfelbällchen

1. Mischen Sie alle Zutaten in einer Küchenmaschine, bis der Teig dick ist.
2. Messen Sie mit einem Löffel für jede Kugel ein Stück Teig
3. Mit der Hand aufrollen

Zutaten (12 Stück)

170 g entsteinte Datteln
100 g trockene
Soft-Apple-Ringe
50 g (glutenfrei)
Haferflocken
½ Teelöffel Zimt
1 Esslöffel Leinsamen
1 Esslöffel Honig
1 Esslöffel Hanfsamen



<https://eatsmarter.de/rezepte/apfel-zimt-energiekugeln>

Kalorienarmes Flachsmehlbrot

1. Hacken Sie die Walnüsse auf die gewünschte Größe
2. Die trockenen Zutaten (Walnüsse, braunes Leinsamenmehl, goldenes Leinsamenmehl, Erbsenprotein, Flohsamenschale, Hefe und Salz) in eine Schüssel geben und gut mischen
3. Wasser, Eier und Öl in einer separaten Schüssel aufschlagen
4. Zu den trockenen Zutaten geben und mit dem Mixer mischen
5. Bilden Sie ein längliches Brot (ca. 3-4 cm hoch) und legen Sie es auf Backpapier auf den Teller
6. Kleine Walnussstücke auf der Oberfläche verteilen
7. Ca. 60 Minuten im Ofen bei 170 °C Luftzirkulation
8. Vor dem Verkosten abkühlen lassen
9. Tipp: Dieses Brot ist aufgrund seines sehr niedrigen Kohlenhydratgehalts für eine ketogene Ernährung geeignet

Zutaten

240 ml Wasser hinzufügen
80 g Walnüsse
60 g Flachsmehl (braun, teilweise entölt)
40 g Leinöl
40 g Reis- oder Erbsenprotein
25 g Flohsamenschale
2 Eier (groß)
3 Teelöffel Hefe
2 Esslöffel Öl
2 Teelöffel Salz



<https://www.rezepte.foodonauten.de/rezepte/low-carb-eiweissbrot-mit-walnuessen-fuer-ketogene-diaet-geeignet/>

<p>Brennnessel-Suppe</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Schneiden Sie ein Drittel der Brennnesseln fein und legen Sie diese beiseite 2. Das Rapsöl im Topf erhitzen und die Zwiebeln ca. 5 min dünsten 3. Fügen Sie die gewürfelten Kartoffeln hinzu und schmoren Sie sie leicht ein 4. Den Rest der Brennnesseln dazugeben und 1 Minute kochen lassen 5. Brühe und Sauerrahm dazu geben, ca. 10 Minuten köcheln lassen, bis die Kartoffelwürfel gar sind 6. Suppe pürieren und mit Salz und Pfeffer würzen 7. Mit gehackten Brennnesselblättern und Croutons garnieren 	<p>Zutaten</p> <p>500 g zarte Brennnesselblätter 1 fein gehackte Zwiebel 1L Gemüsebrühe 1 große Kartoffel in Würfel schneiden 1 Esslöffel Rapsöl 50 g saure Sahne Salz, Pfeffer nach Geschmack Croutons</p>	
<p>http://www.gesundes-oberoesterreich.at/330_DEU_HTML.htm</p>		

<p>Hanf-Brennnessel-Pesto</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mischen Sie die Zutaten ohne übermäßig zu hacken 2. Mit Öl würzen und die Nudeln würzen 3. Pesto kann auch in einem Glas im Kühlschrank aufbewahrt werden 4. Empfohlen zu glutenfreien Nudeln und Gemüsenudeln 	<p>Zutaten</p> <p>1 Tasse Brennnesselblätter (die frischesten auf der Pflanze verwenden) 2 Teelöffel Hanfsamen 3 Teelöffel Hanföl 1 Esslöffel Zitronensaft Salz und Pfeffer abschmecken</p>	
<p>https://www.veganblatt.com/hanf-brennnessel-pesto</p>		