



# Rohstoff Torf

## Energiequelle Torf

Holz und Holzkohle waren über lange Zeiten die wichtigsten technischen Energie- und Heizquellen für die damaligen Gesellschaften und Bevölkerungen.

Im ersten Moment könnte man vermuten, dass es in dieser guten alten Zeit durch die Nutzung des nachwachsenden Rohstoffs Holz „ökologisch“ besonders nachhaltig zugeht.

Obwohl bereits vor Jahrhunderten die Notwendigkeit forstlicher Nachhaltigkeit im Prinzip bekannt war, wurde in unseren Breiten dennoch weitverbreitet Raubbau an Wäldern aus unterschiedlichsten kurzfristigen Interessenslagen heraus betrieben.

Der komplette Zusammenbruch der Nachhaltigkeit in der Energiewirtschaft wurde aber letztlich durch den deutlichen Zuwachs der Bevölkerungszahlen verursacht, der in den letzten Jahrhunderten einsetzte und sich seitdem exponentiell beschleunigt, mit dem Ergebnis, dass sich in absehbarer Zeit 10 Milliarden Menschen mit einem noch weiter zunehmenden Ressourcenverbrauch auf diesem Planeten tummeln werden.

Dies erzwang schon damals eine zunehmende Mechanisierung und Technisierung der Gesellschaft, die unter anderem nur durch die Erschließung „neuer“ Energiequellen mit wachsendem Ressourcenverbrauch zu leisten war.

Haupttreiber in der Anfangsphase der Industrialisierung war dabei die auch geostrategisch wichtige Schwerindustrie mit der Herstellung von Eisen und Stahl als Werkstoffe für die Produktion z. B. von Antriebstechnik (anfangs Dampfmaschinen etc.), Verkehrstechnik (Eisenbahn, Schiffsbau), Waffen (Krupp, Skoda) und Bauwerken (u. a. Brücken, Eiffelturm).

In Europa setzte in diesem Zusammenhang ein Technologie- und Kostenwettbewerb im Hinblick auf die zur Eisen- und Stahlgewinnung notwendigen Festbrennstoffe Braun- und Steinkohle sowie Torf ein.



Abb. 1: „Moorfrische“ Torfziegel aus manuellem Torfstich, ausgelegt zur Lufttrocknung (Kendlmühlfilzen 2017).

## Das Torfproblem

Torf ist nach der Entnahme aus dem Moor wegen seines immens hohen Wassergehalts im Gegensatz zu Kohle nicht unmittelbar als Heizmaterial verwendbar und muss recht aufwendig getrocknet werden. Er galt dann immer noch als ein eher minderwertiger Brennstoff.

Um im industriellen Umfeld dennoch eine Chance zu haben wurden verschiedene Strategien zur Steigerung der Rentabilität der Torfverwertung im Lauf der Zeit verfolgt:

- A** Der Torfabbau sollte nur auf Flächen erfolgen, die nach Abtorfung kolonisiert und landwirtschaftlich genutzt werden können (Mischkalkulation).
- B** „Veredelung“ des Festbrenntorfs Torf durch Verdichtung des Brenntorfs zur Steigerung des Heizwerts pro Volumen, um die Transportkosten zu senken und die Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten zu erweitern.
- C** Herstellung von Torfkohle und Torfkoks als Hochleistungsbrennstoffe.
- D** Torfvergasung: Holzvergaserprinzip auf der Basis von Torf zur Erzeugung von brennbarem Generator- oder Synthesegas für technische Heizzwecke bzw. als Betriebsstoff für sog. Gasmotoren.
- E** Verstromung vor Ort in den Mooren in sog. Kraft- oder Überlandzentralen ohne aufwendige Veredelungsschritte des Torfs, bzw. zur Vermeidung hoher Transportkosten, ähnlich wie es heute in den Braunkohlelagern geschieht. Torfenergie wird in Form elektrischer Energie transportiert. Es existiert auch heute noch eine Reihe von Torfkraftwerken, es werden sogar neue Anlagen, z.B. in Afrika, installiert.



Abb. 2: Modernes Torfkraftwerk in Irland.

Letztlich schied bei uns der Torf als Industriebrennstoff von breiter volkswirtschaftlicher Bedeutung aus diesem Rennen aus.

Torf war trotz aller technologischer und markttechnischer „Tricks“ auf Dauer für den breiten Industrieinsatz preislich bei uns nicht konkurrenzfähig.

Nichtsdestotrotz hatte Torf in früheren Zeiten als Brennmaterial, bei uns zeitlich begrenzt, gewisse „Sonderkonjunkturen“ erlebt, die mit Kohlemangel und Autarkiebestrebungen, z.B. bei politischen „Ausnahmesituationen“ wie dem 1. Weltkrieg und seinen Folgen, zusammenhingen.

Aber die Weltbevölkerung nimmt stetig weiter zu und damit der Energie- und Rohstoffbedarf. Der Einsatz von Torf als Energieträger ist nach wie vor ein Indikator für „angespannte“ Energiesituationen, z.B. in den heutigen Entwicklungsländern ähnlich wie bei uns vor mehr als 100 Jahren.

Mit Hilfe türkischer, chinesischer und indischer Firmen wurde im Jahre 2017 das erste afrikanische Torfkraftwerk in Ruanda (Teil der ehemaligen Kolonie Deutsch-Ostafrika) in Betrieb genommen und weitere sollen dort bis ca. 2019 folgen mit einer Gesamtleistung von knapp 100 MW (Standorte Gisagara, Gishoma).

Das auszubeutende Torfvorkommen hat eine Fläche von ca. 500 km<sup>2</sup> (=50.000 Hektar; vgl. Kendlmühlfilzen: 8 km<sup>2</sup>).

Auch in den Industrieländern wird bei Energiekrisen sofort auch immer über Torf als Energiereserve nachgedacht, so z.B. in Kanada und den USA im Zusammenhang mit der Ölkrise 1973.



Abb. 3: Torfbahnhof Rottau mit Nebengebäuden (heute Museum; an der Bahnlinie München-Salzburg). 1920 eingerichtet zur beschleunigten Verladung von Brenntorf (Energiekrise in Deutschland nach dem 1. Weltkrieg).



*Abb. 4: Torfkraftwerk Gishoma/Ruanda (2017).*

### **Torf ist nach wie vor interessant**

Die globale Torfneubildung der Moore liegt geschätzt bei 5 Milliarden Kubikmetern pro Jahr. Wegen seiner vielfältigen anderweitigen Eigenschaften finden sich bis heute für Torf außerhalb der „energetischen Verwertung“ viele andere Anwendungen.

Torf wird sogar in neueren Patenten für unterschiedlichste Anwendungen ausdrücklich als Ausgangsrohstoff vorgeschlagen, u. a. als Filtermaterial im Umweltbereich.

# Brennstoff Torf

Jegliche Art von Torf kann aufgrund des erhöhten Gehalts an organischen Verbindungen im getrockneten Zustand verbrannt werden.

Allerdings hängen die nutzbaren Energiemengen sehr stark vom Gehalt an Restfeuchte und Mineralien (Asche) ab.

Im Folgenden beschäftigen wir uns deshalb nur mit industriefähigem hochwertigem Brenntorf, nämlich faserarmem Hochmoor-Schwarztorf mit fortgeschrittenem Zersetzungs- und Inkohlungsgrad, d.h. einem deutlich erhöhten Kohlenstoffgehalt im Vergleich zum jungen Fasertorf.

Er wird typischerweise aus tieferliegenden alten Moorschichten (oberhalb der Niedermoorzone) gewonnen.

In der Kendlmühlfilzen ist die Hochmoortorfschicht ca. 3-4 m dick (von insgesamt bis zu 7 m).

Schwarztorf hat eine pastös-puddingartige Konsistenz (sog. Specktorf).

Er weist einen nur geringen Aschegehalt von wenigen Prozent auf. Nachteilig wirkende Schwefel- und Phosphorverbindungen wie z.B. bei Steinkohle sind praktisch nicht vorhanden.

Bei Verwendung von Brenntorf als Betriebsstoff

für Eisenbahnlokomotiven wiesen deren Feuerbüchsen deswegen kaum Korrosion und damit wesentlich größere Standfestigkeiten auf als bei Verwendung von Steinkohle als Heizmaterial.

## Der Energiegehalt von Brenntorf

Brenn- und Heizwerte verschiedener Festbrennstoffe:

Material	Heizwert kWh/kg	Brennwert kWh/kg
Holz (lufttrocken)	4,2	4,6
Braunkohle/Handelsware	5,5	6,5
Torf (20% Restfeuchte)	4,0	6,0
Steinkohle	7,8	8,6
Holzkohle/Torfkohle	9,0	9,5

Brenntorf zeigt einen auffallend großen Unterschied zwischen Heiz- und Brennwert, der seine Ursache u. a. auch in der chemischen Zusammensetzung des Torfs z.B. im Vergleich zu Holz hat.

Der Heizwert von Brenntorf bei „einfacher“ Ofenverbrennung ist ähnlich groß wie der von Holz, allerdings zeigt er ein etwas anderes Abbrandverhalten (Flammen- und Glutbildung).

Der Brennwert von Brenntorf ist deutlich höher und liegt im Bereich mäßiger Braunkohle.

Bereits vor dem 1. Weltkrieg waren brennwert-

Übernehme mit aller Verantwortung die maschinelle

## Einrichtung von Brenntorfwerken

bezw. die

## Gewinnung von Maschinentorf

für den Besitzer bezw. Torfgeländepächter in Akkord.  
Geländebohrung — Gutachten — Beratung.

Garantiere minimal 40% Reingewinn bei entsprechender Rohtorfgröße und Geländelage. Stelle nach Geländebesichtigung Rentabilitätsberechnung unter Garantie der Richtigkeit auf. Besorge Besitzern der Torfgelände von 50 Morgen aufwärts bei etwa 3 Meter Mächtigkeit kapitalkräftige Pächter bezw. Käufer und übernehme den gesamten Verkauf von Stech- und Maschinentorf zu Tagespreisen.

### OTTO HARTMANN, Bauingenieur

Schildhornstr. 75 Berlin-Steglitz Schildhornstr. 75  
Fernruf: No. 1861 und Pfalzburg No. 4310

Abb. 1: Zeitgenössische Werbung für Brenntorfanlagen aus dem Jahre 1919. Wegen der katastrophalen Energielage nach dem 1. Weltkrieg war Torf auch Spekulationsobjekt. Man beachte das Renditeversprechen von 40% aufwärts.

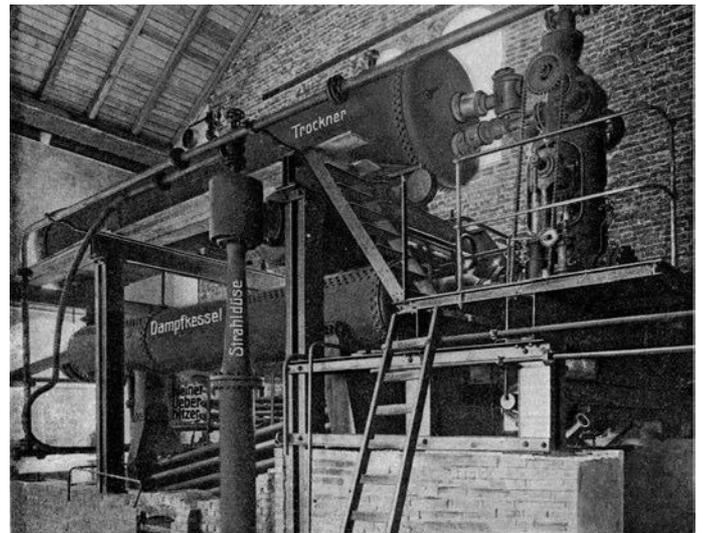


Abb. 2: Hochleistungsdampferzeuger mit integrierter Dampftrocknung des zugeführten, noch feuchten, Torfs (ca. 1910).

optimierte Kraftwerke Stand der Technik, z. B. bei der Dampferzeugung für den Betrieb von Dampfturbinen.

### **Brenntorf für die Industrie**

Entscheidende Faktoren im Konkurrenzkampf zwischen Kohle und Torf als Massenindustrierohstoff waren Gesteungskosten und ausreichende Verfügbarkeit.

Torf hatte dabei allerdings einen gravierenden Geburtsfehler, der auf Dauer nicht auszugleichen war: Den immensen Wassergehalt bis über 90% im „moorfrischen“ Zustand.

Auch wenn manuell gewonnener Stichtorf von vornherein schon wegen des Personalaufwands als nicht „industriefähig“ eingeschätzt wurde, so kann man an diesem Beispiel die „Wasser“-Problematik des Torfs aufzeigen:

U. a. wurde in der Kendlmühlfilzen der Torf in Form sog. Sodenziegel gestochen mit einer typischen Abmessung von ca. 45x13x13 cm<sup>3</sup>. Das Gewicht eines solchen Ziegels betrug immerhin 7–8 kg.



*Abb. 3: luftgetrockneter normaler Stichtorf (Kendlmühlfilzen).*

Die nachfolgende Trocknung bei Wind und Sonne erforderte eine durchaus aufwendige „Pflege“ des Materials mit mehrmaligem vorsichtigem Umschichten Tausender solcher „Ziegel“ in der Zeit vom Frühsommer bis Herbst, um eine homogene Trocknung des gesamten Materials zu erreichen. Im Herbst lag der Torfziegel dann als ein geschrumpftes, rissiges und schrundiges Gebilde mit einem Gewicht von nur noch ca. 700 Gramm vor!

Die Dichte betrug nur ca. 0,2 kg/dm<sup>3</sup>, der Torfziegel bestand also vorwiegend aus Luft. Der Restwassergehalt betrug immer noch bis zu 20%.

Torf wurde daher in seiner ursprünglichen Form immer als ein eher minderwertiger Brennstoff eingeschätzt.

Bei Verwendung von Stichtorf zur Lokomotivenfeuerung mussten damals spezielle Großraum-Tender verwendet werden, bzw. sogar zusätzliche Waggons zur Aufnahme einer ausreichenden Menge von Torf angehängt werden. Der Heizer bekam praktisch keine Verschnaufpause, weil permanent Torf nachgeschoben werden musste.

### **Industrialisierung des Brenntorfabbaus**

Bereits Mitte des 19. Jahrhunderts wurden naheliegende Verbesserungen bei der Torfgewinnung- und Nutzung eingeführt, um die Rentabilität zu steigern

- A** Ersatz der menschlichen Arbeit durch Mechanisierung des Torfabbaus,
- B** effektivere / schnellere Entwässerung und Trocknung des Torfmaterials,
- C** Verdichtung des Torfmaterials zur Senkung von Transportkosten bzw. zur Vereinfachung und Optimierung der Brenntechniken.

Der interessierte Laie sieht dabei möglicherweise keine besonderen Probleme bei der industriellen Umsetzung:

Den Torf könnte man maschinell mit irgendwelchen Fördergeräten und Baggern abbauen, mit mechanischen Pressen weitestgehend entwässern und in praktikable Formen bringen, z. B. in Ziegel- oder Brikettform.

Man hat diesbzgl. viel probiert, funktioniert hat das meiste nicht so richtig, denn es stellte sich heraus, dass auch mit sehr hohem Druck der Wassergehalt des Brenntorfs von ursprünglich ca. 90% lediglich auf ca. 70% gesenkt werden konnte.

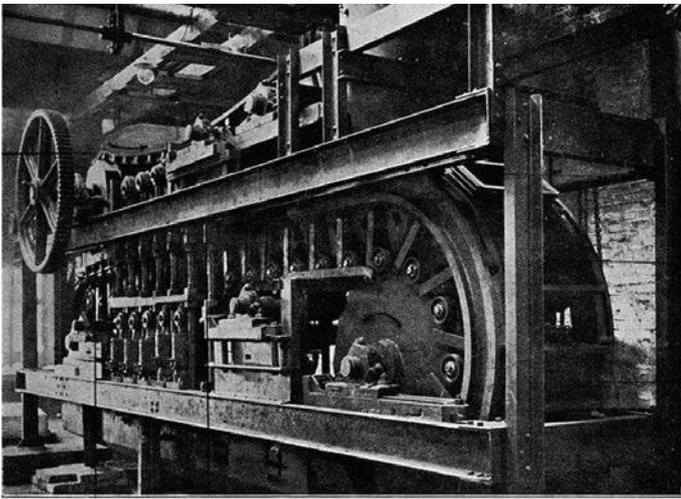


Abb. 4: Versuchspresswerk zur Entwässerung von moorfrischem Torf (ca. 1910).

Dieser sehr hohe Restwasseranteil von ca. 70% kann wiederum nur durch Lufttrocknung oder durch technische Trocknung, z. B. durch Wärmebehandlung, weiter gesenkt werden, was aber wieder einen hohen zusätzlichen Aufwand bedeutet.

Grund: Der weitaus größere Anteil der Moorsubstanz ist kein Schwamm, den man so mir nichts dir nichts einfach ausdrücken kann, sondern eine Art Pudding.

Etwas technischer ausgedrückt: der frische Schwarztorf ist weitgehend ein sog. Kolloid: Jede Hausfrau kennt solche Kolloide und Gele aus dem Haushalt: Pudding, gequollene Gelatine, Pektin, Kosmetika, Salben, Pamperswindeln.



Abb. 5: Torf ist Pudding: links Wackelpudding (Waldmeistergeschmack), rechts „moorfrischer“ Brenntorf, beide auf Wasserbasis.

In beiden Fällen sind die sehr hohen Wassergehalte physikalisch-chemisch auf gleiche Weise gebunden und können durch Pressen nicht entfernt werden.

Beispiel: Eine geringe Menge einer Puddingtrockenmasse wird mit einer großen Menge Wasser aufgerührt und bildet dann einen Wackelpudding. Das darin enthaltene Wasser kann durch Pressen nicht mehr von der Trockenmasse getrennt werden.

Die gängigste Methode der Torftrocknung war daher nach wie vor die Lagerung an Luft und Sonne.

### Die „Veredlung“ von Brenntorf Maschinentorf, Hydrotorf

Die Ursache für das unzulängliche Trocknungsverhalten von „moorfrischem“ Ziegeltorf liegt in der inneren „Reststruktur“ des Torfs als Folge der pflanzlichen Herkunft und der langsamen Ablagerungsvorgänge im Moor: das „Schwindungsverhalten“ der Torfmasse beim Trocknen ist sehr inhomogen, was zur Rissbildung führt und damit zu einem sehr leichtgewichtigen und unattraktiven Endprodukt.

Mitte des 19. Jahrhunderts gewann man rein empirisch die Erkenntnis, dass Torf ein deutlich besseres Trocknungsverhalten zeigte, wenn man den frisch abgebauten Torf mechanisch knetete. Die durch die Torfbildungsprozesse im Moor entstandene Feinstruktur der Torfmasse wird dadurch mehr oder weniger zerstört: der Torf wird homogenisiert.

Vorteil dieser Vorgehensweise war: Der Torf musste nicht schon bei der Entnahme im Moor „in Form“ (z. B. als Torfziegel) gebracht werden, sondern konnte einfach abgebaggert werden. Der Torf wurde dann erst am Ort der Trocknung mittels Holzmodel in Ziegelform gebracht.

Nicht nur, dass so behandelter Torf erfahrungsgemäß deutlich schneller trocknet, er zeigt bei der Schrumpfung praktisch auch keine Risse, Schrunden und Großsporen mehr.

Er war also wesentlich dichter und enthielt damit deutlich mehr Heizenergie/Volumen. Dieser Ansatz führte dann zum sog. Maschinentorf.

### Maschinentorf

Die mechanische Homogenisierung des frischen Torfs erfolgt dabei durch rotierende Messerschnecken.

Das Gerät erzeugte kontinuierlich einen Strang homogenisierter Torfmasse.

In Bayern sprach man deshalb von der sog. „Wurschtl“-Maschine.

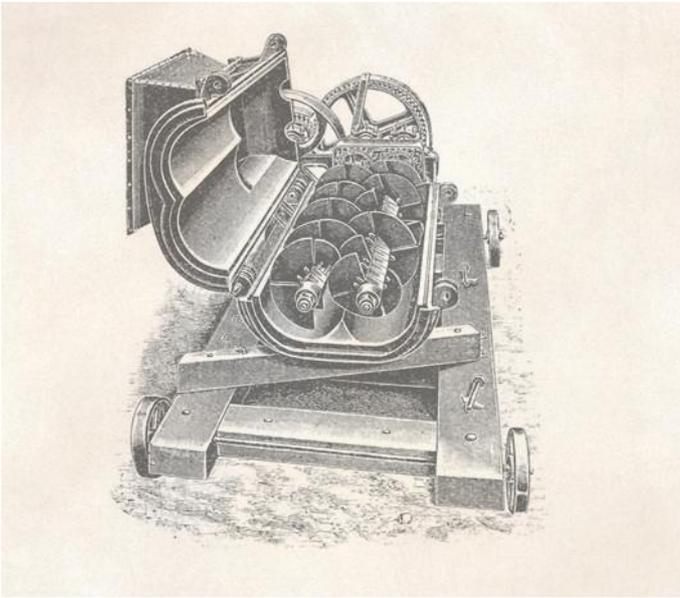


Abb. 6a: Doppelte Messerschnecke zur Homogenisierung des Maschinentorfes.

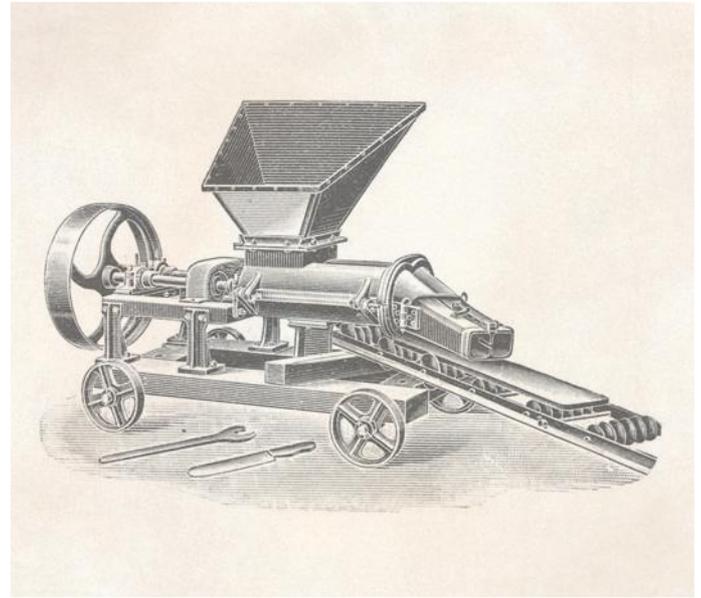


Abb. 6b: Torfmaschine: Gesamtansicht (sog. „Wurschtl“-Maschine, um 1900).

Der kontinuierlich abgegebene Torfstrang wurde durch Messer gestückelt und automatisch auf großen Trockenfeldern ganz klassisch zum Trocknen ausgebreitet, so wie es die einfachen Torfstecher schon immer getan haben.

Dieser sog. Maschinentorf weist getrocknet eine Dichte von ca.  $0,7-1 \text{ kg/dm}^3$  auf und ist damit dem unbehandelten Stichtorf haushoch überlegen. Er wird auch als Presstorf bezeichnet, was aber sachlich falsch ist, weil durch die mechanische Bearbeitung mit der Messerschnecke ein nur unwesentlicher Druck erzeugt und der Wassergehalt dadurch nicht entscheidend gesenkt wird: Es ist nach wie vor eine Lufttrocknung auf sog. Trockenfeldern nötig. Dieses Verfahren setzte sich letztlich in Deutschland durch.

In Ostfriesland ist mindestens noch eine Maschine zur Herstellung von Brenntorf für Hausbrand im praktischen Einsatz.

Maschinentorf wurde im kleinindustriellen Bereich gerne in der Nähe von Mooren verwendet, wo der Transportaufwand gering war und es auf die besondere Qualität des Brennstoffs z. B. hinsichtlich Flambildung, weitestgehende Aschefreiheit etc., ankam.

Zu nennen sind dabei der Betrieb von Dampfkeselanlagen zur Versorgung von Dampfmaschinen, viele hochwertige metallurgische Prozesse, insbesondere aber auch die Herstellung von Glas



Abb. 7: Vergleich: Nasser Stichtorf, moorfrisch (vorne); Stichtorf, luftgetrocknet (Mitte); Maschinentorf (hinten). Alle drei Muster enthalten ungefähr die gleiche Torftrockenmasse.



Abb. 8a: Noch aktiver Torfbagger mit integrierter Torfmaschine (Ostfriesland 2017).



Abb. 8b: Gehäuse mit Messerschnecke, offen.

(z.B. in Bürmoos, Ibm bei Salzburg), Keramik (auch Porzellan), Ziegel, Branntkalk. Sonstige Anwendungen waren Heizprozesse in Abdampfanlagen in der Salz-/Zuckerindustrie, Sudpfannen in Brauereien und Destillationsanlagen, z.B. auch in den Ichthyolwerken bei Seefeld, Tirol.

Brenntorf wurde auch mit Steinkohle gemischt, um die Flambildung und das Temperaturprofil bei technischen Brennpzessen (Keramik, Ziegelherstellung) zu optimieren.

Allerdings nutzte man im Lauf der Zeit immer weniger das unmittelbare Verbrennen des Festbrennstoffs Torf am Prozessort und ging zunehmend zur sogenannten Torfvergasung und zum Einsatz von Gasbrennern über, um die Qualität der Industrieprozesse nochmals zu steigern.



Abb. 9: Maschinentorf heute (Ostfriesland).

### Hydrotorf

Eine andere Variante der Torfhomogenisierung war der Breitorf:

Moorfrischer Torf wurde in Mischmaschinen mit erheblichen Wassermengen vermischt, intensiv verrührt und der Torfbrei in als flache Becken ausgeführte Trockenfelder abgelassen. Der nach dem Ablauf des Wassers entstehende großflächige „Torfkuchen“ wurde dann nach Bedarf zu recht geschnitten.

Diese Art der Torfhomogenisierung durch intensives Aufschlänmen führte in seiner weiteren Ausbaustufe zum Hydrotorf-Verfahren.

Dabei wird der Torf mit Hochdruckwasserstrahlen aus dem Moor gespült. Diese Vorgehensweise wurde vorzugsweise bei Moorböden eingesetzt, die stark mit Wurzelstöcken durchsetzt und mechanisch per Bagger kaum abzubauen waren. Eine vorherige Entwässerung des Moores war dabei nicht nötig.

Durch diese intensive Aufschlänmung wird der Torf ebenfalls homogenisiert und die Torfsuspension kann sehr einfach abgepumpt und über Rohrleitungen abtransportiert werden. In großflächigen Absetzbecken erfolgt eine ausreichende Entwässerung des Materials für weitergehende Prozess-Schritte.

Durch das Vermischen des Torfs aus verschiedenen Abbauzonen wurde auch das häufig auftretende Problem örtlich stark variierender Torfeigenschaften im Moor etwas entschärft. Eine weitgehend konstante Materialqualität erlaubt eine effektivere industrielle Nutzung.

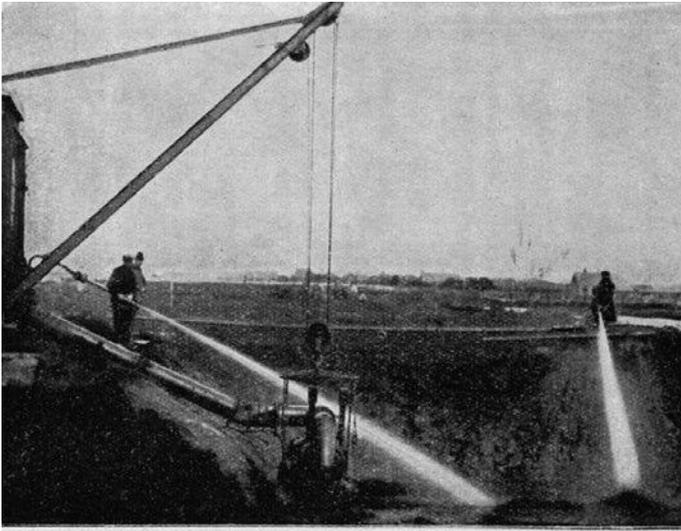


Abb. 10: Hydrotorf-Abbau um 1920.

Das Hydrotorf-Verfahren war zwar eine deutsche Erfindung, hat sich aber hierzulande gegen den Maschinentorf nicht durchgesetzt.

Es wird aber bis heute in Skandinavien und Russland beim Torfabbau zwecks Verstromung in Kraftwerken eingesetzt. Die Entwässerung des Torfschlammes wird hier aber nicht wie früher einer schlichten Lufttrocknung überlassen, sondern vor allem auch chemisch forciert.

Die kolloidale „Pudding“-Struktur des Torfschlammes wird durch Zugabe von Chemikalien wie Fe(3+)-Sulfat zerstört, die festen Torfbestandteile trennen sich deutlich schneller vom Wasser. Exakt die gleiche Vorgehensweise wird heutzutage in kommunalen Abwasserreinigungen angewendet. Dabei besteht ebenfalls die Kunst darin, möglichst rasch und effizient die Feststoffanteile im Abwasser durch Zugabe geeigneter Chemikalien (sog. Flockungsmittel) vom Wasser zu trennen.

### Torfkuriositäten

Die Naturwissenschaften waren zur Wende vom 19. auf das 20. Jahrhundert schon so weit fortgeschritten, dass man das Phänomen der kolloidalen Wasserbindung im Torf durchschaute und im Prinzip wusste, wie man diesem Phänomen zwecks schnellerer Entwässerung des Torfs zu Leibe rücken konnte.

Aus Laborversuchen wusste man z. B., dass elektrischer Strom Kolloide zerstören kann.

Gesagt, getan: es wurden umgehend Torfverarbeitungsmaschinen konstruiert, bei denen im Zuge der Torfverarbeitung elektrische Ströme mit

hoher Leistung durch die Torfmasse geschickt wurden. Die Verfahren liefen unter Bezeichnungen wie „Osmon“ und „Pentan“, in England „wet peat carbonizing“ und es waren durchaus auch namhafte Industriefirmen involviert.

Ein Ableger der Fa. OSMON war angeblich im Eulener Filz, bei Bad Aibling, tätig.

Es stellte sich aber heraus, dass auch hier ein massiver Unterschied zwischen Theorie und einer rentablen großtechnischen Praxis bestand und das Verfahren, bzw. die dazugehörigen Unternehmen, verschwanden sehr schnell wieder von der Bildfläche.

In diesem Zusammenhang konnte man auch das psychosoziale Phänomen der „galoppierenden Phantasien“ bei den „Finanz-Eliten“ studieren. Potentielle Geldgeber waren aufgrund des elektrischen „Hightec“-Aspekts von dieser „Innovation“ höchst fasziniert: Der so produzierte Torf sollte durch die elektrische Behandlung angeblich extrem energiereich werden, mit Energiedichten jenseits der Steinkohle!

Bis die Financiers merkten, dass dabei letztlich Torf aber doch nur Torf blieb, war schon jede Menge Geld versenkt worden.

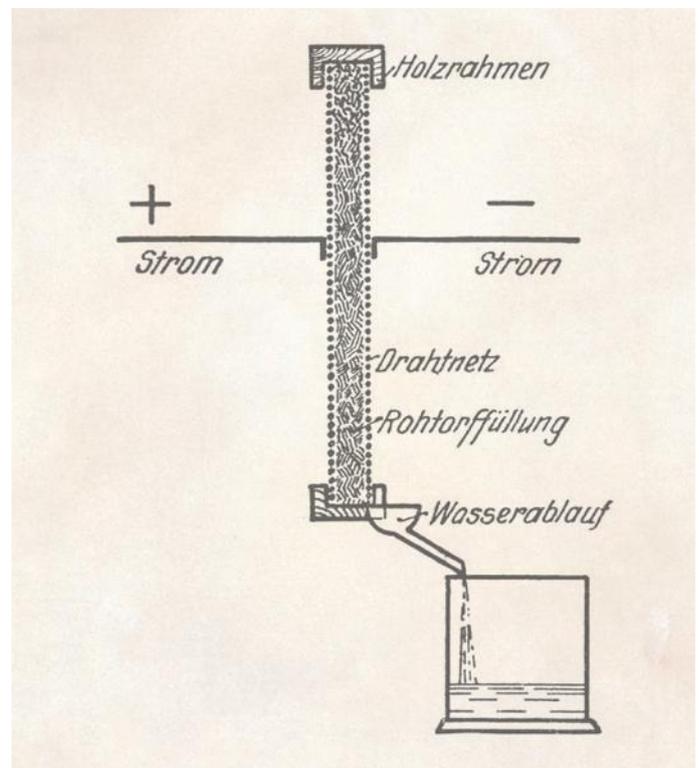


Abb. 11: Anordnung zur elektrischen Torfentwässerung (sog. OSMON-Verfahren), ca. 1920.



*Abb. 12: Erstes afrikanisches Torfkraftwerk in Ruanda/Gishoma, Inbetriebnahme 2017.*

### **Das Ende vom Lied?**

In industriellen Maßstäben gedacht, stellte sich Anfang des 20. Jahrhunderts zunehmend heraus, dass in unseren Breitengraden die industrielle Energiegewinnung aus Torf sich nur rechnet, wenn der Torf vor Ort im Moor verstromt wird

und dieser Strom „verschickt“ wird. Durch solche Überland- oder Kraftzentralen sollte auch die laufende Moorkolonisierung ehemaliger Ödländer attraktiver gemacht und diese damals rückständigen Regionen entwickelt werden.



*Abb. 13: Einweihungsfeier Torfkraftwerk Gishoma/Ruanda.*

Mit Hilfe von brennwertoptimierten Anlagen konnte nun auch teilentwässertes Torf eingesetzt werden, der vor dem eigentlichen Verbrennungsvorgang durch thermische Behandlung mit rückgeführtem Hochdruckdampf oder heißer Abluft vollständig entwässert wurde.

Dies alles setzte aber große Moorflächen voraus, die einen rationellen großtechnischen Maschineneinsatz erlaubten. Nur dann konnte man (mit Mühe) mit der Kohle konkurrieren.

Genau dadurch schieden kleinere Moore (vor allem auch in Bayern) für eine großindustrielle Brenntorfgewinnung aus und entgingen so der Zerstörung.

In Deutschland wurden in nur sehr begrenztem Umfang solche Überlandzentralen aufgebaut, vorwiegend in Norddeutschland, z.B. im Wiesmoor bei Aurich/Ostfriesland.

Hier kamen auch schon vor dem 1. Weltkrieg moderne Dampfturbinen zum Einsatz. Die elektrische Leistung dieser Überlandzentrale lag damals bei ca. 10 MW.

In Deutschland war die Verwendung von Brenntorf letztlich immer eine eher lokale Erscheinung in der Umgebung der Moore. Brenntorf für den Hausbrand wird aber auch heute noch gelegentlich im Handel angeboten.

Im moorreichen Ausland wie Skandinavien, Baltikum und Russland wird Torf auch heutzutage noch für die Stromerzeugung „thermisch verwertet“, wobei in vielen Fällen eine Mischung mit anderen Brennstoffen (z.B. Biomasse, Kohle) verfeuert wird.

Auch arme Entwicklungsländer greifen in Sachen Energiegewinnung wieder auf den Arme-Leute- und Krisenbrennstoff Torf zurück, um den zunehmenden Energiebedarf einer stark wachsenden Bevölkerung zu decken und die hohen Erdölpreise durch Nutzung eigener Ressourcen zu umgehen. Ein Paradebeispiel sind die neu installierten Torfkraftwerke in Ruanda/Afrika (Standorte Gishoma, Gisagara in der Grenzregion zu Burundi).

Der Versuch eines öko-dogmatisch orientierten Deutschlands, Entwicklungsländern solche Problemlösungswege ausreden zu müssen nach dem Motto „am Deutschen (Öko-)Wesen soll die Welt genesen“, dürfte scheitern.

Die Restwelt außerhalb Deutschlands dürfte vor allem an pragmatischen, ökonomisch und sozialverträglich machbaren Lösungen in Energiefragen interessiert sein bis hin zur Installation neuer Kernkraftwerke.



Abb. 14: Torfbriketts aus Osteuropa.

# Torfkohle und Torfvergasung

Um eine breitere Anwendung von Torf als Brennstoff zu erreichen, z.B. aus Autarkie Gründen, wurden unterschiedliche Strategien gefahren, um den Gebrauchswert des eher schlichten Stoffes Torf deutlich zu steigern.

Hierbei wurde ein durchaus erheblicher Aufwand betrieben, z.B. durch Überführung von Torf in Torfkohle oder durch Umwandlung in ein brennbares Gas.

## Torfkohle

Die gesamte vorindustrielle Metallurgie basierte letztlich auf Holzkohle als dem einzigen in nennenswertem Umfang verfügbaren Hochleistungsbrennstoff zur Erzielung höchster Temperaturen bzw. als chemischen Reaktionspartner bei der Eisenverhüttung.

Holzkohle weist einen sehr hohen Energiegehalt von ca. 9 kWh/kg auf – bei gleichzeitig äußerst geringem Aschegehalt bzw. geringstem Gehalt an Schwefel und Phosphor.

Hinsichtlich dieser Gesichtspunkte ist sie dem Steinkohlekoks deutlich überlegen und die Topqualität bei der Eisenproduktion bis Anfang des 20. Jahrhunderts war das sog. „Schwedische Holzkohleneisen“.

Aus der historischen Entwicklung heraus wurde im Zuge der aufkommenden Industrialisierung Torf als „Holzersatzstoff“ ebenfalls im Hinblick auf seine Veredelung in Richtung Torfkohle untersucht. Anfänglich wurde die Verkohlung in

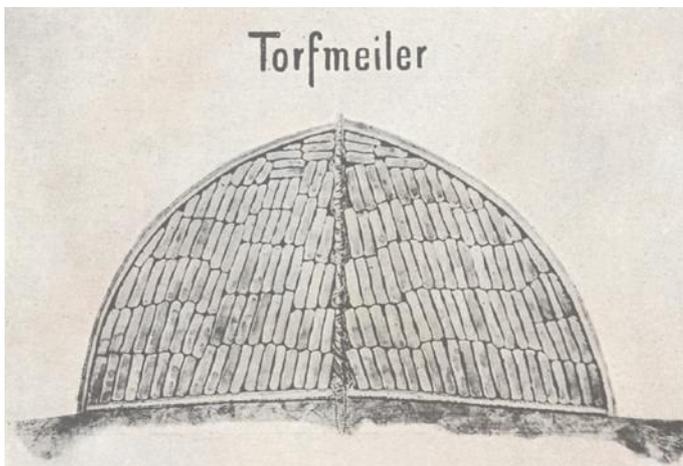


Abb. 1: klassischer Torfmeiler.



Abb. 1b: Torfmeiler im Betrieb.

einfachen Meilern (mit innerer Verbrennung) durchgeführt, im Zuge des technischen Fortschritts setzte sich aber das Retortenverfahren unter Luftabschluss und mit äußerer Heizung durch.

Ein anfängliches Problem war dabei, dass gewöhnlicher Stichtorf nicht in großstückige Torfkohle umgewandelt werden konnte, sondern nur kleinteiliger Kohlengrus entstand.

Erst aus verdichtetem Maschinentorf konnte für die Eisenverhüttung ausreichend großkörnige Kohle erzeugt werden. Torfkohle, bzw. Torfkoks standen dann der Holzkohle in ihren Eigenschaften in nichts nach. Vielmehr war Kohle aus gutem Hochmoorschwarztorf nochmals ascheärmer bzw. Gehalte von Schwefel und Phosphor waren zu vernachlässigen, das Brennverhalten war für spezielle Anwendungen noch etwas günstiger.

## Torfkoks

Torfkoks war als Brennstoff für spezielle Anwendungen über lange Zeit von hohem Interesse. Kunstschmiede bevorzugten ihn für gewisse Arbeiten auch heute noch.

Als Massenmaterial für Brenn- und Heizzwecke schied Torfkoks bei der großtechnischen Eisenverhüttung durch die Konkurrenz des Steinkohlekoks jedoch aus technischen und Kostengründen im Laufe der Zeit aus dem Rennen aus.

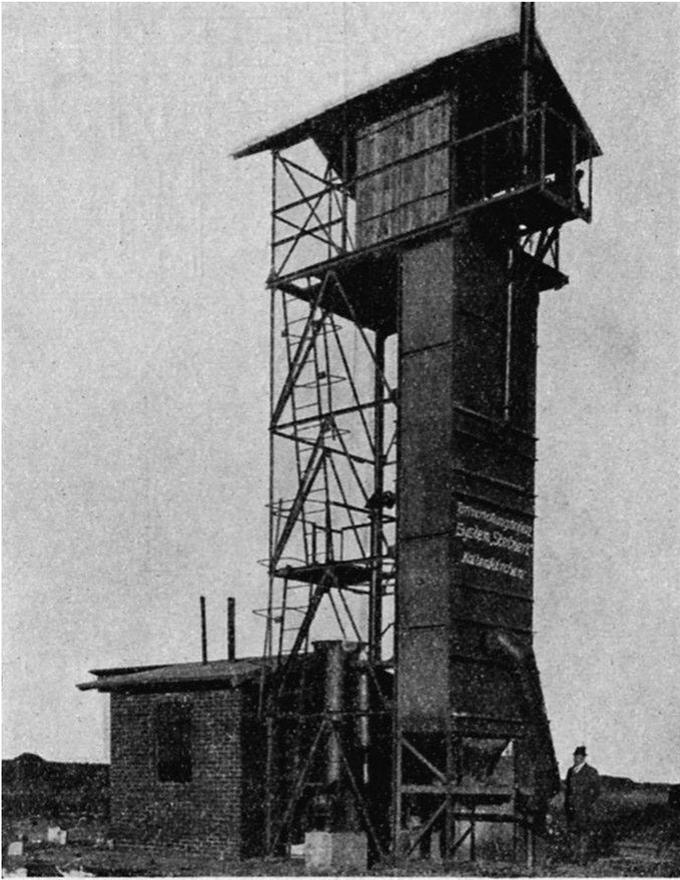


Abb. 2: Torfkokssturm zur Herstellung von Torfkoks (Norddeutschland).

### Spezialanwendungen von Torfkohle

Torfkohle wurde auch anstelle von Holzkohle bei der Schwarzpulverherstellung verwendet. Sie verbesserte die Abbrandgeschwindigkeit und es ergaben sich dabei höhere Schussleistungen. Insbesondere zeigte hier ein bei eher niedrigeren Temperaturen hergestelltes Kohlematerial (sog. Rotkohle/franz. carbon roux) nochmals Vorteile. Hierauf setzte seinerzeit vor allem das französische Militär.

Heutzutage wird torfbasiertes Schwarzpulver noch in der Pyrotechnik verwendet und nach wie vor werden diesbezüglich Patente angemeldet.

Allerdings erkannte man schon in früheren Zeiten einige spezifische Vorteile von Torfkohle außerhalb der Verwendung als Brennstoff. Ursache hierfür ist die im Vergleich zu normaler Holzkohle auffallend oberflächenreiche mikroporöse Struktur der Kohle (siehe auch Kapitel Torf-Pyrolyse/Aktivkohle).

In Deutschland war der bekannteste Torfkohle-Lieferant das Wielandsche Torfkoks-Werk in Eli-

sabethfehn/Ostfriesland, das erst in den Achtzigerjahren seine Pforten schloss.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass Biomasse in kurzer Zeit auch auf eine vollkommen andere Weise als durch Pyrolyse verkohlt werden kann:

In Gegenwart von Wasser unter Druck (10 Bar) bei Temperaturen im Bereich um 200°C kann die Biomasse im Schnellverfahren teilverkohlt werden und es entsteht eine Art Torf- oder Braunkohleersatz (sog. HTC-Verfahren: hydrothermal carbonization mit beschleunigter Inkohlung bzw. Humifizierung).

HTC-Kohle wird daher u. a. auch als Biokohle, als Viehfutterzusatz, zur Bodenverbesserung und zum Anheben der Humusbilanz in Böden diskutiert, ähnlich den natürlich vorkommenden Braunkohlevorstufen wie Leonardit oder Lignit (Xylit).

### Torfvergasung

Ähnlich wie Holz bzw. andere Festbrennstoffe kann Torf ebenfalls mit Hilfe von sog. Gasgeneratoren (landläufig Holzvergaser) zur Erzeugung eines brennbaren Gases verwendet werden.

Bereits Ende des 19. Jahrhunderts sah man hierin eine Möglichkeit, Torf für den Einsatz in der Industrie attraktiver zu machen.

Ein Vorteil war dabei, dass auch minderwertiger, aschereicher Torf durch Vergasung „veredelt“ werden konnte, um anspruchsvolleren Anwendungen gerecht zu werden.

Gaserzeugung war weiterhin attraktiv, weil sich Verbrennungsmotoren (sog. Gasmotoren) als industrielle Antriebe rasant verbreiteten und Gas als Betriebsstoff benötigten.

Die Vergasung von Festbrennstoffen hatte auch bei der Verwendung für Heizzwecke den immensen Vorteil, dass die Verbrennung von Heizgas wesentlich feiner kontrolliert und schneller geregelt werden kann als es bei der unmittelbaren Verbrennung des Festbrennstoffs am Gebrauchsort möglich ist. Weiterhin fallen in der Brennzzone des Gases keine Asche oder Schlacke an.

Viele Industrieprozesse konnten erst dadurch ausreichend genau gesteuert werden.

Gasgeneratoren mit hoher Leistung wurden bereits zum Ende des 19. Jahrhunderts z. B. von den Firmen Siemens oder Körting angeboten.

In der einfachen Version ist der Hauptenergieträger im Generatorgas das brennbare Kohlen-



Abb. 3: Annonce der Fa. Körting für Gasmotoren.

monoxid, das durch Teiloxidation des Kohlenstoffanteils entsteht.

Die im Kapitel „Pyrolyse“ beschriebenen Schwelgasprodukte und Asche erfordern eine aufwendige Reinigung des anfallenden Gases (z.B. Entfernen von Teer).

Soweit verdampfbare brennbare Bestandteile anfielen, konnten diese zwar der Verbrennung zugeführt werden. Ein reiner Kohlenstoffbetrieb durch Verwendung von Holz- oder Torfkohle als Ausgangsmaterial wurde wegen dessen höherer Effizienz (Wasserfreiheit) und geringerem Gasreinigungsaufwand aber oft vorgezogen.

Es wurden vor dem Ersten Weltkrieg aber auch schon sehr erfolgreich Hochtemperatur-Holzvergaseranlagen mit kontrollierter Wasserdampfbeimischung zur Herstellung von wesentlich energiereicherem „Synthesegas“ (Kohlenmonoxid/Wasserstoff-Gemisch) eingesetzt.

Selbstverständlich wurde diese Technik auch erfolgreich auf Torf angewendet.

Der erhöhte Wassergehalt von Torf war in diesem Zusammenhang dann durchaus nützlich.

Solches Synthesegas ist auch die Basis zur katalytischen Herstellung von synthetischem Benzin in den sog. Hydrierwerken (Fischer-Tropsch-Verfahren).

Allerdings wurde es großtechnisch aus der Vergasung von Steinkohle gewonnen. Dieses synthetische Benzin kann als das Rückgrat der Treibstoffversorgung in Deutschland im Zweiten

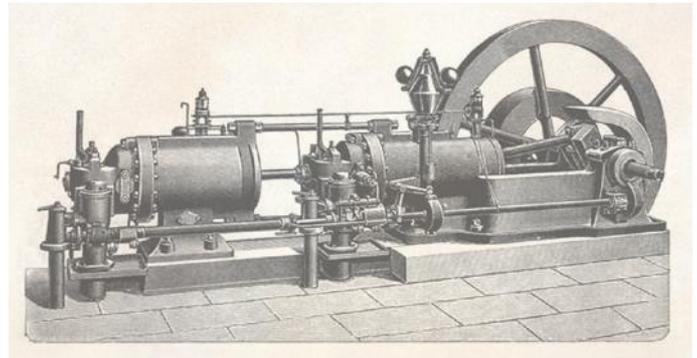


Abb. 4: Gasdynamo der Fa. Körting zur Stromerzeugung (um 1900).

Weltkrieg bezeichnet werden. Synthetisches Benzin ist qualitativ sehr hochwertig, deshalb nutzte die Luftwaffe für Maschinen mit Kolbenmotoren ausschließlich dieses Benzin.

Auch heute noch sind Hydrierwerke im Einsatz bzw. in Planung, z.B. in Südafrika und China, um in „kohlereichen Ländern“ den Import von Erdöl zu umgehen.

Das heute als besonders ökologisch propagierte BioLiq-Verfahren ist eine Ökovariante des bereits erwähnten Fischer-Tropsch-Verfahrens zur Herstellung von Kohlenwasserstoffen, basierend auf der Synthesegasherstellung durch Hochtemperatur-Biomassevergasung in Wasserdampf Atmosphäre, wie es im Prinzip schon vor hundert Jahren praktiziert wurde. Es würde daher auch mit Torf funktionieren.

In den sog. „besseren Zeiten“ machte letztendlich Erdöl bei der Treibstoffherstellung das Rennen, wegen der wesentlich einfacheren Gewinnung und höheren Effizienz der chemischen Prozesse und der daraus resultierenden geringeren Kosten. Erdöl als Retter unserer Moore!

Heute ändern sich die Zeiten allerdings wieder: Holz wird als Öko-Heizmaterial weitläufig als Option zur Bewältigung des Klimawandels wahrgenommen und damit wird auch wieder der Holzvergaser, der „deutsche Krisenindikator“, attraktiv.

Auf anderen Kontinenten nimmt man neue Torfkraftwerke in Betrieb, z.B. in armen Entwicklungsländern in Afrika, um vom Schweröl wegzukommen und damit auch einen Umweltbeitrag zu leisten.

Bevölkerungsexplosion und steigender Energiebedarf haben da ihre eigenen Spielregeln, ähnlich wie in Bayern vor mehr als hundert Jahren.

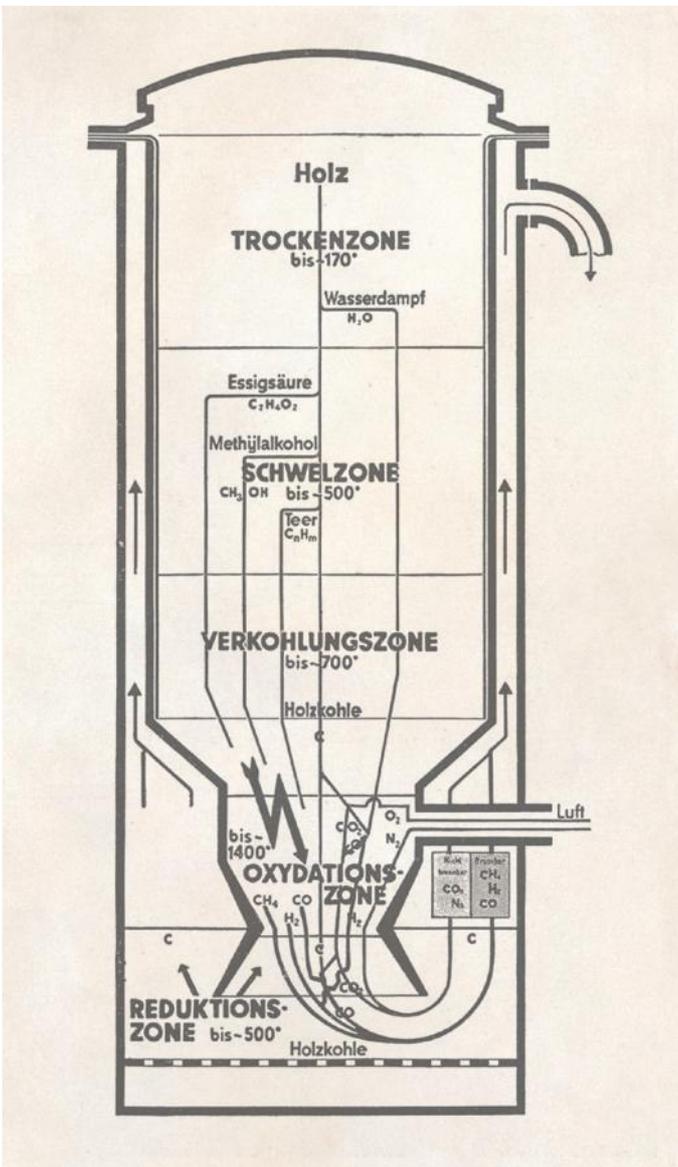


Abb. 5: Holzvergaserprinzip: Kann auch mit Torf, einer Torf-Biomasse-Mischung oder anderen Festbrennstoffen bis hin zu Plastik betrieben werden. Die Schwelgase werden dabei in der Hochtemperaturzone weiter aufgespalten (sog. Cracken) und tragen zum Energiegehalt des Betriebsgases bei.



Abb. 6: Blockheizkraftwerk der Fa. LiPRO mit Holzvergaser-Versorgung. 30/70 kW Leistung, elektrisch/thermisch.

# Pyrolyse und chemische Rohstoffe

Die **Pyrolyse** wurde früher als „Verschwelung“ oder „trockene Destillation“ bezeichnet.

Jede pflanzliche oder tierische Biomasse, aber auch Plastik, kann durch Pyrolyse, d.h. Wärmebehandlung unter Luftausschluss bei höheren Temperaturen, verkohlt werden.

Bei der Pyrolyse von Biomasse werden neben der Kohle noch weitere Stoffe gebildet, die in Form der sog. Schwelgase (besser: Schweldämpfe) und Teer anfallen.

Diese waren Ende des 19. Jahrhunderts durchaus als Rohstoffquelle für die Chemische Industrie von hohem Interesse (hauptsächlich aus der Steinkohle-Verkokung).

Als Laie kann man den Vorgang der Pyrolyse bei der Einrichtung eines Lagerfeuers beobachten. Die lodernden und leuchtenden Flammen eines solchen Feuers sind nichts anderes als die abrennenden Schweldämpfe aus dem erhitzten Holz. Nach Beendigung dieser Phase bleibt die

weitgehend flammenlos glühende Holzkohle übrig.

Pyrolyse (thermische Aufspaltung organischer Substanz) erfolgt bei Temperaturen ab ca. 300°C bis ca. 1000°C.

Je nach Pyrolyse-Temperatur weist die Kohle noch unterschiedliche Gehalte an Reststoffen auf. Je höher die Temperatur, umso reiner ist der anfallende Kohlenstoff (bis auf den Aschegehalt).

Bei Temperaturen um 1000°C erhält man vollständig ausgegasteten Koks mit einem Kohlenstoffgehalt von über 90% (als Rest bleibt Asche übrig). Die Verschwelung von wasserfrei vorgetrocknetem Torf in Retorten ergab (bezogen auf eine Einsatzmenge von 100 kg):

Torfkohle	ca. 40 kg
Schwelgase, bzw. Kondensate:	
Ammoniakwasser	ca. 40 kg
Teer	ca. 5 kg
Nicht nutzbare Gase, Verluste:	ca. 15 kg

Diese Werte variierten allerdings stark mit der Herkunft und Qualität des Torfs.



Abb. 1: Angewandte Pyrolyse: Sonnwendfeuer an der Kampenwand/Chiemgau.

Aus dem Teer konnten dann weitere Stoffe isoliert werden z.B. Öle, Paraffine, Asphalt etc. Die anfallenden Schwelgase wurden oft rückgeführt und zur Heizung der Retorten verbrannt.

### Pyrolyse heute:

Biomassekohle (z.B. Pflanzenkohle) ist gerade dabei, eine neue Erfolgsgeschichte als ökologischer Zuschlagstoff bei vielerlei Anwendungen zu schreiben, z.B. in der Bodenkultur (Terra Preta), Viehhaltung, als Filtermaterial – ähnlich, wie es bei Torf über lange Zeit der Fall war.

Jeder, der Holzvergaseranlagen betreibt, könnte zumindest teilweise die anfallende Pyrolysekohle für andere Zwecke abzweigen.

Mit der Herstellung von Bio- oder Pflanzenkohle bis hin zur Grillkohle könnten sich für diverse Biomassehöfe und Ökomodelle neue Geschäftsfelder auftun, bei denen man nicht nur nach Energiegewinnung schießen muss, sondern wesentlich umfänglicher die Umwelt und Ökobilanzen positiv beeinflussen kann.

Ähnlich wie schon vor mehr als hundert Jahren nimmt aber auch das Interesse an Pyrolyse-Nebenprodukten bei der thermischen Aufbereitung von Biomasse aktuell wieder deutlich zu.

So gibt es z.B. in Skandinavien und Russland Forschungsaktivitäten in Sachen Pyrolyse von Torf und speziellen forstlichen Biorückständen (z.B. Nadelbaumrinden) im Hinblick auf die Erzeugung von bisher unbekanntem bioaktiven Substanzen.

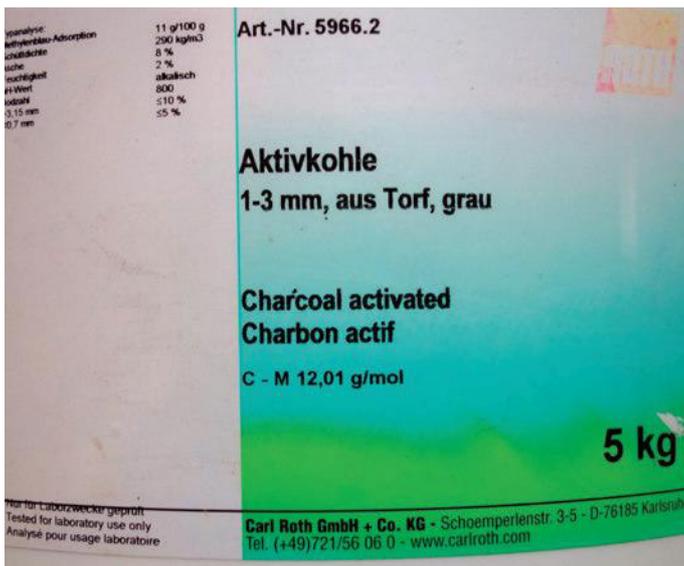


Abb. 2: Aktivkohle auf Torfbasis.

### Torfkohle

Auf Torfkohle als Brennmaterial wurde im Kapitel „Torfkohle/Torfvergasung“ schon hingewiesen. Biomassekohlen haben allerdings viele weitere interessante und nützliche Eigenschaften.

Torfkohle hat dabei eine gewisse Sonderrolle: Im Vergleich zu Holzkohle weist sie einen noch höheren Grad an Mikro- und Nanoporesität auf und hat damit eine große innere Oberfläche (Größenordnung mehrere 100 m<sup>2</sup>/cm<sup>3</sup>).

An diesen inneren Oberflächen können chemische Substanzen angelagert und gebunden werden. Bereits vor 150 Jahren wurde Torfkohle zum Entfärben von Naturprodukten verwendet, z.B. von Sirup und Zuckermelasse.

Ebenfalls vor mehr als hundert Jahren wurde Torfkohle auch als Zuschlag beim Viehfutter (sog. Futterkohle) oder zur Bodenverbesserung vorgeschlagen.

Als Bodenverbesserer ist Torfkohle wegen seiner ausgeprägten Mikroporesität der normalen Pflanzenkohle überlegen, insbesondere bei der Bindung z.B. von Ammoniak und anderen Stickstoffverbindungen aus „Rückständen“ der landwirtschaftlichen Viehhaltung.

Dadurch können bei geeigneter Anwendung Stickstoffverluste durch Ausgasung oder Auswaschung drastisch verringert und dem Biokreislauf wieder zugeführt werden.

Torfkohle kann durch zusätzliche chemische Nachbehandlung in seiner Aktivität nochmals gesteigert werden und stellt eine der effektivsten Aktivkohlen dar.

Torfbasierte Aktivkohle wird von Spezialfirmen auch heute noch angeboten. Interessant ist u.a.



Abb. 3: kondensierte Schwelgasbestandteile.

die Anwendung als Goldfilter bei der Goldgewinnung durch chemisches Auslaugen (Cyanidverfahren).

### Schwelgasprodukte

(besser: Schweldampfprodukte)

Im Falle von Torf war mit der Nutzung der Schwelgasprodukte die Hoffnung verbunden, einen Beitrag zur Rentabilität und Konkurrenzfähigkeit von Torf gegenüber Kohle beisteuern zu können.

Es konnten über die Temperaturen bei der Verschwelung bzw. durch Zugabe von Wasserdampf („steam reforming“) je nach gewünschter Anwendung unterschiedliche Qualitäten, Mengen und Zusammensetzungen der Schwelgasprodukte erzeugt werden.

Torf mit seinem ohnehin höheren Wasseranteil erwies sich erwartungsgemäß auch als besonders „schwelgas-intensiv“.



Abb. 4: Käuflicher Buchenholzteer. Er wird wegen des Geruchs häufig als Wildlockmittel verwendet. Ein ähnliches Produkt erhält man bei Verschwelen von Torf.

### Teer

Paradebeispiel für nützliche Schwelprodukte ist der Teer, der bei der Pyrolyse von Steinkohle, Braunkohle, Torf und auch Holz anfiel.

Hieraus wurden komplexe chemische Reinstoffe gewonnen, wie z.B. das berühmte Anilin aus Steinkohleteer, das zur ersten Synthese eines Farbstoffs, dem Indigo (u.a. für Blue Jeans) verwendet wurde.

Diese Rohstoffquellen waren u. a. die Basis für die Entwicklung der Deutschen Chemieindustrie (z. B. BASF = Badische Anilin- und Sodafabrik) mit weltweiter Reputation bis hin zum klassischen Begriff von Deutschland als „Apotheke der Welt“.

Letztlich dominierte das Erdöl aber zunehmend den Markt für chemische Ausgangsprodukte, wo eben nicht nur Treib- und Brennstoffe gewonnen werden, sondern in großem Umfang auch chemische Ausgangsstoffe für ganze Industriezweige wie z. B. die Kunststoff-Industrie.

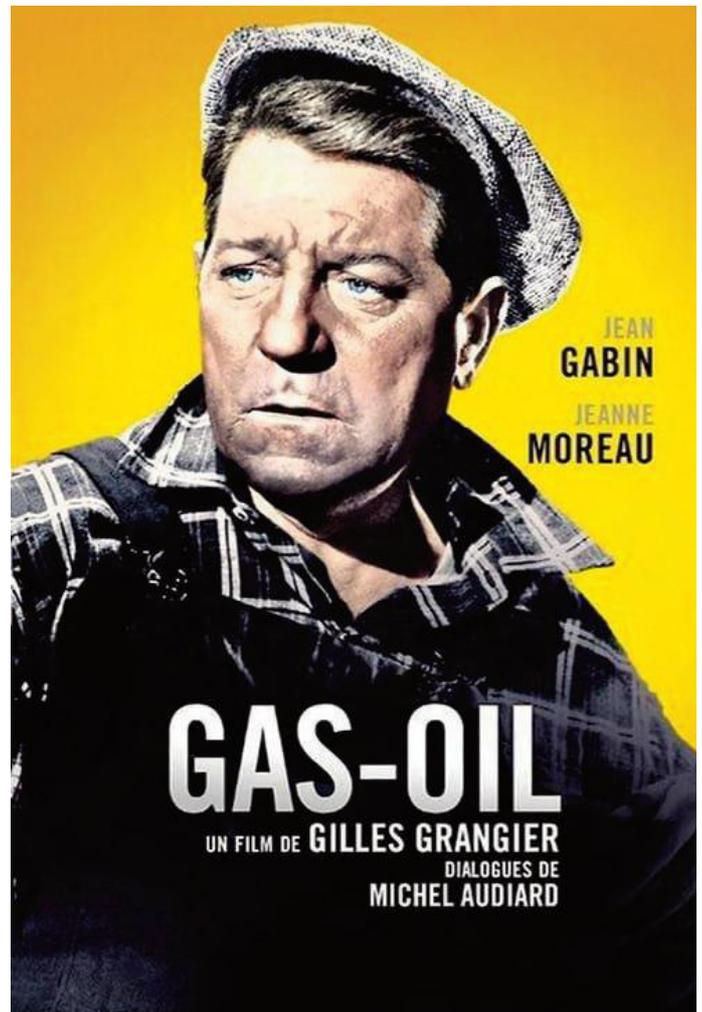


Abb. 5 a: „Gasoil“ – Film Noir mit Jean Gabin (1955).



Abb. 5b: Aufdruck auf einem Treibstoffbehälter.

Versuche, ähnliche Stoffe z. B. durch die sog. Kohlehydrierung herzustellen, waren in Deutschland wieder „Ausnahmesituationen“ geschuldet, wie Autarkiebestrebungen und dem Rohstoffmangel im Zweiten Weltkrieg.

#### Leuchtgas, Torföle, Gasöl

Ende des 19. Jahrhunderts wurden die bei der Pyrolyse anfallenden Schwelgase wegen ihres Anteils an niedrig siedenden Kohlenwasserstoffen für die städtische Leuchtgasherstellung verwendet.

Nur kohlenstoffreiche Kohlenwasserstoffe ergeben intensiv selbstleuchtende Flammen (z. B. Petroleumlampe, Karbidlampe).

Erst die Erfindung des Glühstrumpfes ermöglichte dann den Einsatz auch nicht leuchtend verbrennender Gase wie Kohlenmonoxid (sog. Stadtgas) für Beleuchtungszwecke.

Höher siedende Kohlenwasserstoffe wie Benzine und Öle wurden durch Nachdestillation des anfallenden Teers gewonnen.

Es gab hierfür je nach Destillationstemperatur unterschiedliche Produkte wie leichtes und schweres Torföl bzw. Turfol. Diese Öle wurden u. a. in Dochtlampen für Beleuchtungszwecke verwendet und liefen unter einleuchtenden Namen wie „Solaröl“ und „Photogen“.

Bei der Pyrolyse fiel als sogenanntes Mitteldestillat auch das Gasöl an, das durch Hochtemperaturnachbehandlung in glühenden Retorten in flüchtigere Kohlenwasserstoffe zur Verwendung

als Leuchtgas zerlegt wurde (Vorläufer des Crackens).

Flüssiges Gasöl eignete sich aber auch unmittelbar zum Betrieb von Verbrennungsmotoren.

Dieselmotoren werden heute aus dieser Historie heraus noch gelegentlich als Gasöl bezeichnet.

Auch in dieser Hinsicht wiederholt sich die Geschichte:

So bietet heute die finnische Firma FORTUM Anlagen zur pyrolytischen Gewinnung von sog. Otso-Biooil aus holzartigen Ausgangsmaterialien an. Solche Anlagen können auch in bereits bestehende Bio-Block-Heizkraftwerke integriert werden (nicht zu verwechseln mit dem BioLiq-Verfahren, das ganz anders funktioniert).

#### Kreosot, phenolhaltige Destillate

Charakteristisch für Schwelgase aus Holz und Torf sind die phenolischen Verbindungen, die sich weitgehend aus der Umwandlung des Lignin-Anteils pflanzlicher Biomasse ergeben.

Kreosot ist ein im Teer enthaltenes Substanzgemisch, das die Ursache für den rauchigen Geschmack und Geruch der Pyrolyserückstände ist.

Kreosot enthält eine Vielzahl höherer Kohlenwasserstoffe, u. a. eben auch Phenol und dessen Derivate, und wirkt dadurch ausgeprägt keimtötend.

Die konservierende Wirkung wird aber auch beim Räuchern z. B. von Nahrungsmitteln über Holz oder Torf genutzt.

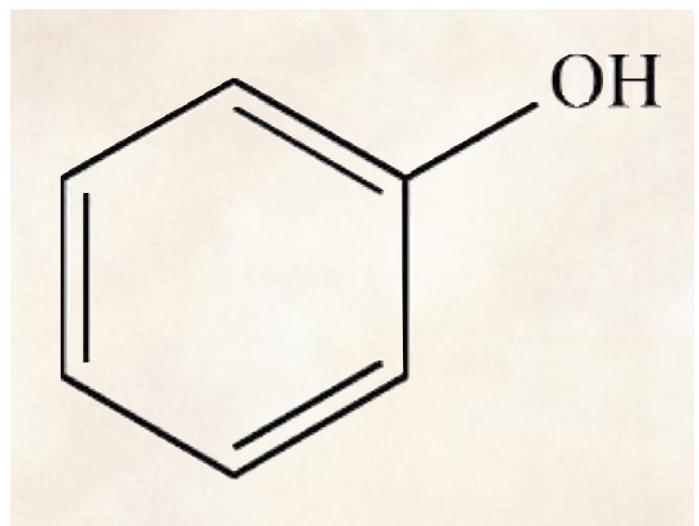


Abb. 7: Chemische Formel von Phenol = Karbolsäure, eine aromatische Verbindung mit der Summenformel  $C_6H_5OH$ .



Abb. 6: Torföfen bei der Whisky-Herstellung.

Der Rauchgeschmack von bestimmten Whisky-Sorten, Rauchbier, geräuchertem Fisch und Fleisch wird von minimalen Mengen an Schwelgaskondensaten verursacht, die sich beim Darren der Getreidekeimlinge bzw. Räuchern über Holz oder Torf auf den zu trocknenden oder zu räuchernden Produkten niederschlagen.

Man sollte den Genuss solcher Produkte aber aus gesundheitlichen Gründen nicht übertreiben.

Bei Rauchwhisky wird z. B. auf dem Flaschenetikett ausdrücklich auf den Phenolgehalt hingewiesen.

Die keimtötende Wirkung der Schwelgaskondensate wurde auch noch weitergehend genutzt:

Bei Tieren war insbesondere die Behandlung von Huf- und Klauenleiden mit Kreosot erfolgreich.

Holz- und Torf-Kreosot wurde auch in der klassischen Medizin in unterschiedlichster Weise angewendet, z. B. bei Lungenleiden, als zahn-schmerzstillendes Agens und zur Behandlung bei Hautproblemen.

Kreosot wird heutzutage noch in der Homöopathie angeboten.

Reines Phenol (die frühere „Karbolsäure“) als wichtigem Bestandteil von Kreosot wurde als eines der ersten Desinfektionsmittel zur systematischen Hygiene in Krankenhäusern verwendet. Nicht von ungefähr wurden daher Krankenschwestern gerne auch als „Karbolsäure-Maus“ bezeichnet.

Als Anstrich werden Kreosotprodukte bei der Holzkonservierung eingesetzt.

Unter der Bezeichnung „Torfit-Extrakt“ wurde ein weiteres Kreosotprodukt über viele Jahrzehnte im Sanitärbereich in öffentlichen Bedürfnisanstalten zum Imprägnieren von sog. Torfitplatten zwecks Desinfektion und Geruchsbindung (vor allem von Ammoniak) verwendet.

### Ammoniakwasser

In den wissenschaftlich-technischen Berichten bzgl. der Verschwelung von Festbrennstoffen wurde bis Anfang des 20. Jahrhunderts das anfallende sog. „Ammoniakwasser“ als Pyrolyseprodukt hervorgehoben.

Torf enthält je nach Qualität 2 bis 3% Stickstoff in organischer Bindung, der bei der Pyrolyse zu Ammoniak umgesetzt wird.

Vor mehr als 100 Jahren gab es noch kein Verfahren zur Synthese von preiswertem Stickstoffdünger aus Luftstickstoff. Vielmehr musste meist auf Naturprodukte zurückgegriffen werden, wie geeignete Ammoniakverbindungen oder Nitrate in Form von importiertem Chile-Salpeter. Deswegen waren Schwelgase zumindest für eine gewisse Zeit als Ammoniakquelle von Interesse. In Friedenszeiten wurde aus dem Ammoniakwasser durch Zugabe von Schwefelsäure Ammoniumsulfat als landwirtschaftlicher Dünger gewonnen.

Diese Situation änderte sich grundlegend vor ziemlich genau hundert Jahren mit der großindustriellen Einführung des sog. Haber-Bosch-Verfahrens zur Ammoniaksynthese, direkt aus Luftstickstoff, allerdings aus ganz anderen Motiven. Hier war der Krieg der Vater aller Dinge:

Ohne diese Nobelpreis dotierte deutsche Erfindung der Ammoniaksynthese wäre der erste Weltkrieg zumindest von deutscher Seite wegen Munitionsmangels ausgefallen, weil Deutschland von den für die Sprengstoffherstellung nötigen Salpeterlieferungen aus Chile abgeschnitten wurde. Hier war die Herstellung von synthetischem Ammoniak aus elementarem Luftstickstoff der entscheidende Lösungsschritt. Es war damals schon kein Problem, aus Ammoniak in einem zweiten Schritt mittels des katalytischen Ostwald-Verfahrens ausreichend Salpetersäure und Nitrate herzustellen.

# Produkte aus Torf

Die meisten der im Folgenden beschriebenen Anwendungen basieren auf jungem Hochmoor-Fasertorf (bevorzugt Moostorf, aber auch andere), der hier der Kürze halber als „Torf“ bezeichnet wird. Soweit einige Anwendungen auf Schwarztorf beruhen (z. B. im Medizinbereich), so wird das ausdrücklich erwähnt.

Die weltweite Torfbildungsrate liegt geschätzt bei 5 Milliarden Kubikmeter n pro Jahr.

Torf wird bis heute mit seiner Kombination biologisch-physikalisch-chemischer Eigenschaften als Stoff mit hohem Innovationspotential betrachtet.

Bereits vor mehr als hundert Jahren wurde Torf als ein „Innovationstreiber erster Güte“ gerade auch in Deutschland technisch-wissenschaftlich untersucht und in vielfältiger Weise in Produkte umgesetzt.

Wichtige Eigenschaften des Torfs sind:

- Hohlfaserkörper/Filz aus Bio-Materialien mit extremer Porosität (über 90%).
- Weites Spektrum an Porengrößen bis in den Mikrobereich.
- Große innere Oberfläche mit chemischer Oberflächenaktivierung (Huminkolloide).
- Hohe Ionenaustauschkapazität, natürlicher saurer Polyelektrolyt.



*Abb. 1 a: Moore nützen, Moore schützen:  
Fa. Sonnenmoor nördlich von Salzburg.  
Hersteller von Heilprodukten aus Moor.*

Hieraus resultierten u. a. Eigenschaften wie:

- hohe Saugfähigkeit,
- exzellente Wärmedämmung,
- effektive Filterwirkung,
- gute Formbarkeit,
- hohe Nährstoffbindung im Boden,
- Schwermetallfixierung,
- hohe pharmazeutische Aktivität (organische Heilerde),
- keimhemmend.

Seit vielen Jahren hat man rein empirisch in den vergangenen Zeiten von diesen Eigenschaften Gebrauch gemacht, z. B. in der Landwirtschaft (Einstreu) bzw. als Baumaterial (Irland, Schottland, Island, Skandinavien, Norddeutschland, Baltikum).

Bis heute ist Torf in der Gartensubstrat-Herstellung etc. wegen seiner hervorragenden Eigenschaften weltweit nach wie vor hochaktuell.

Bis heute beschäftigt man sich in moorreichen Ländern wie Baltikum, Skandinavien, Russland, USA und Kanada intensiv mit Torf als Ausgangsmaterial für die Umwelt-, Filter- und Dämmtechnik, aber auch für Kosmetika und Heilprodukte. In vielen Forschungsbereichen dient Torf außerdem als Modellsubstanz, um von Mutter Natur zu lernen und neue Erkenntnisse zu gewinnen, z. B. in der Bodenbiologie und -chemie sowie der Medizin.



*Abb. 1 b: Moore nützen, Moore schützen:  
Moorabbaugebiet der Fa. Sonnenmoor.*

## Torf als Bau- und Dämm-Material Torfziegel

Arbeitet man in frischen Torf alkalische Magnesium- oder Kalklauge ein und bringt die Masse in Ziegelform, so ergibt sich nach der Trocknung ein leichtgewichtiges Bauelement, das sich zum Ausfachen von Gebäudewänden eignet und dabei eine hohe Dämmung für Schall und Wärme aufweist. Durch Verarbeitung größerer Ziegel konnte ein rascher Baufortschritt bei hoher Wohnqualität realisiert werden.

Umgekehrt versuchte man bei „normalen“ Tonziegeln durch Zugabe von Torf und Verarbeitung bei höheren Drücken und Temperaturen einen keramischen Leichtbauziegel erhöhter Porosität zu erhalten. Hierzu gab es Anfang des 20. Jahrhunderts eine Vielzahl von Aktivitäten.

Weit verbreitet waren darunter die sog. **Torfitplatten**, die im öffentlichen Sanitärbereich gerne verwendet wurden. Diese Leichtbauziegel wurden nach der Herstellung intensiv mit sog. **Torfit-extrakt** getränkt und imprägniert. Das Torfitextrakt ist ein Schwelgasprodukt (u. a. Kreosot) aus der Torfpyrolyse mit extrem hoher

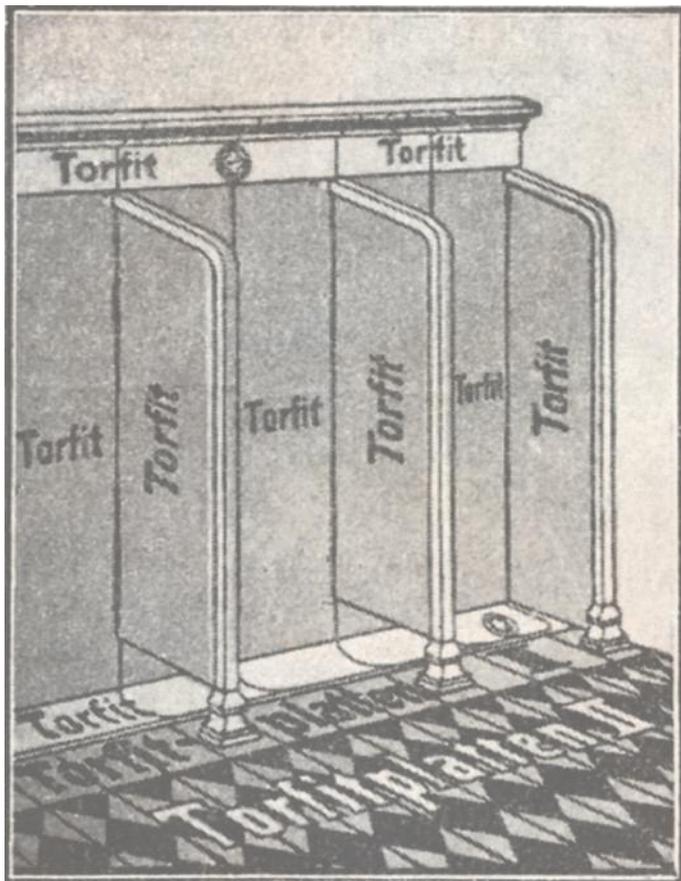


Abb. 2: Werbung für Torfit-Anlagen.

Desinfektionswirkung und ausgeprägter Geruchsbindung (Ammoniak!).

Das Material hielt sich jahrzehntelang z.B. in Bahnhofstoiletten. Es musste lediglich von Zeit zu Zeit ein Auffrischanstrich mit Torfitextrakt erfolgen.

## Torfdämmung gestern und heute

Die hohe Wärmeisolation von losem Torfmull bei der Auffüllung von Fehlböden, Wandelementen etc. ist seit langem bekannt.

Gängige Praxis war auch die thermische Isolierung von sog. Eismieten mit Torfstreu oder Torfmull, in denen im Winter abgebautes Natureis bis in den Sommer hinein gelagert wurde, wobei nur ganz geringe Abschmelzverluste z.B. im Vergleich zur Strohisolation auftraten.

Ebenso war Torf als exzellenter Frostschutz im Pflanzenbau bekannt.

Ein naheliegender weiterer Schritt ist die Konfektionierung von Torf in Plattenform. Durch Zugabe von Bindemitteln und Anwendung von Druck erhält man stabile und leicht zu applizierende Isolationsplatten mit hohem Gebrauchswert.

Nach dem Ersten Weltkrieg wurden in Norddeutschland solche Dämmplatten unter dem Namen „**Torfoleum**“ industriell konfektioniert (Dicke ca. 4 cm), die ähnlich einfach gehandhabt werden konnten, wie heutige Styropor-Dämmplatten. Die Wärmedämmwirkung von verdichtetem Torf ist durchaus beachtlich:

Der k-Wert rangiert im Bereich von 0,05 W/m K. Gleichzeitig wiesen die Torfoleum-Platten auch eine hohe Schalldämmung auf.

Die heute angebotenen Holzfaserdämmungen folgen letztlich der Torfoleumphilosophie, wobei aber Torf bessere Dämmwerte aufweist.

Insbesondere das hochinnovative BAUHAUS Dessau unter Walter Gropius griff in den 1920-er Jahren gerne auf dieses Material zurück.

Nach dem Ersten Weltkrieg bestand ein riesiger Bedarf an Arbeiterwohnsiedlungen.

Ziel des BAUHAUSES war es, mit modernen Baustoffen raumeffizient bei deutlich reduziertem Aufwand an Material und Arbeit im Vergleich zu konventionellen Bauweisen deutlich höheren Wohnkomfort zu erreichen.

Insofern kann man die Torfoleum-Platte als Mutter aller modernen Dämmplatten bezeichnen.



Abb. 3: Bauhaus Dessau.

Wärmedämmung und Schallschutz sind heute aktueller denn je.

Forschungsgruppen im Baltikum und in Finnland beschäftigen sich diesbezüglich intensiv mit Torf. Die finnische Firma KONTO bietet Formteile und Platten für thermische und akustische Isolation an. Die Dämmplatten können mit Oberflächenstrukturen zur künstlerischen Gestaltung der Sichtflächen geprägt werden.

#### Verpackungs- und Lagermaterial

Torfmoor stellte sich als ideales Lager- und Transportverpackungsmittel für viele Nahrungsmittel wie Obst, Gemüse, Südfrüchte, aber auch Eier etc. heraus.

Optimal war ein Feuchtegrad des Moors von ca. 35%, um die gelagerten Waren vor Austrocknung zu bewahren bzw. etwaige Stoffwechselprodukte bei Reifungsprozessen zu binden.



Abb. 4: Wärmedämmungselement Torf.

Durch die keimhemmenden Eigenschaften des Torfs konnte der Verderb der Waren bzw. die Reifung von Obst erheblich verzögert werden. Dies war insbesondere vor dem Ersten Weltkrieg von Interesse, als Deutschland den Transport der sog. Kolonialwaren aus den Deutschen Kolonien zu organisieren hatte und in gewissen Fällen sogar auf aktive Kühlung verzichten konnte.

#### Textilien und Faserstoffe

Bereits vor mehr als hundert Jahren hat man begonnen, Ried- bzw. Wollgras-Torf mit ihrem Gehalt an stabilen Pflanzenfasern auf eine Eignung als Ausgangsmaterial für Textilien, Garne, Filze, Pappe zu untersuchen und in Produkte umzusetzen. Auf die hervorragenden Eigenschaften von Torffasern hat bereits der Anthroposoph Rudolf Steiner hingewiesen, der den Gebrauch torfbasierter Textilien wärmstens empfohlen hat, u. a. auch als Strahlenschutz.

Heute werden Textilien und Garne mit Torfanteil z. B. in Deutschland, der Schweiz und in Skandinavien produziert. Auf dieser Basis entsteht jegliche Art von Kleidung, Bettwäsche, Decken und Wohntextilien.

#### Verwendung von Fasertorf in der Medizin

Hochsaugfähiger Fasertorf mit seiner keimhemmenden Wirkung wurde anfangs des 20. Jahrhunderts zu Watte und Verbandszeug verarbeitet und vor allem auch im 1. Weltkrieg eingesetzt. Angeblich waren solche Produkte keineswegs nur eine Notlösung, sondern wiesen beim damaligen Stand der Technik eine deutlich höhere Saugfähigkeit und eine inhärente antiseptische Wirkung im Vergleich zu Baumwollprodukten auf.



Abb. 5: Schallschutz Torf.

## Filter und Umwelt

Eine wachsende Bevölkerung verursacht seit je her zunehmend Umweltprobleme, die wiederum auf die Bevölkerung zurückfallen.

In der Historie waren es vor allem Hygieneprobleme, die erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts auf wissenschaftlicher Basis angegangen wurden (z. B. Hamburg Choleraepidemie von 1892). Schwerpunkt war die Wasserversorgung bzw. die Abwasserthematik, bzw. die Fäkalentsorgung allgemein. Da die Abwasserinfrastruktur oft nicht ausreichend schnell dem Bedarf angepasst werden konnte, wurden Trockentoiletten als Alternative diskutiert.

Dabei bot sich Torf als exzellentes Medium zur bioaktiven Aufarbeitung der Abfallstoffe an. Schon vor mehr als hundert Jahren wurden sog. Torfstreufilter als Trocken-Versitzgruben eingesetzt, wenn kein weitergehendes Abwasserkanalnetz vorhanden war.

Durch die bakterielle Besiedlung der Torffasern wurde bereits bei 0,5 m Dicke des Faserkörpers eine nahezu vollständige Filter- und Reinigungsleistung von 1 m<sup>3</sup> Schmutzwasser pro m<sup>2</sup> und Tag erreicht.

Filteranlagen aus entsprechend präpariertem Torf werden u. a. heute in den USA in Kläranlagen eingesetzt.

Durch die Oberflächenchemie der Torffasern werden auch Schwermetalle, radioaktive Stoffe und flüchtige organische Verbindungen (VOC) sehr effektiv gebunden.

Torf und torfbasierte Filter empfehlen sich damit zur Dekontamination bei Umweltverseuchungen



Abb. 6a: Abwasserbehandlung mittels Torfbett: Einzelmodul.



Abb. 6b: Modulanordnung der mobilen Abwasserbehandlung für größere Kapazitäten.



Abb. 6c: Lokale Abwasserbehandlung mittels stationärem Torfbett, z. B. für Entwicklungsländer ohne Infrastruktur.

(z. B. für Bodensanierung bei TNT-Belastung) aber auch zur Reinhaltung von Wasser und Luft.

Die finnische Firma KONTO bietet torfbasierte Filze und Filterkörper zur Beseitigung von problematischen Flüssigkeiten in den unterschiedlichsten Formen an.

In einem weiteren Schritt kann die Faserstruktur des Torfs mit geeigneten Mikroorganismen beladen werden, die die ausgefilterten Kontaminationen abbauen. Sehr erfolgreich wurden solche Torffilter für Bindung und Abbau von Ammoniak in der Abluft von Viehställen eingesetzt.

Auch bei Ölunfällen kann speziell aufbereiteter Torf sehr vorteilhaft zur Aufnahme von Öl eingesetzt werden.

Durch forcierte Trocknung verändert sich die Struktur des Torfs:

Er wird nun einerseits wasserabstoßend (hydrophob), gleichzeitig wird er aber auch benetzbar für ölige Substanzen.

Somit können Ölverunreinigungen in Gewässern gebunden und aus dem Wasser entfernt werden.



Abb. 7: Filter Prägeteil auf Basis Moostorf.

### Torf für Insektizide

Das Alkaloid Nikotin ist seit langem als hochwirksames Insektizid bekannt.

Vor dem Zweiten Weltkrieg existierten Patente, ein Insektenvertilgungsmittel in Pulverform dadurch herzustellen, dass Nikotin/Tabakauszüge zwecks besserer Handhabung in saugfähigem Torf gebunden sowie danach getrocknet und gemahlen werden. Torf mit seiner Huminsäure-Chemie ist hierzu besonders geeignet.

### Torf in der Viehmast

Flüssige Zuckermelasse, ein Industrierückstand bei der Zuckerherstellung, lässt man von Moostorfmulm aufsaugen. Durch Trocknung und Schrotung erhält man ein gut handhabbares Granulat. Es wurde als Zusatz zu Kraftfutter verwendet. Naturgemäß steuert es weitgehend Kohlenhydrate bei und wirkt als Kalorienbombe mit Verdauungshilfe (Torf).

### Torf für moderne Sicherheits-Sprengstoffe

Torf wird selbst in neueren Patenten als Bestandteil von im Bergbau geeigneten Sicherheits-Sprengstoffen genannt. Der Oxidator ist dabei flüssiger Sauerstoff.

### Heilerde Moor

In verschiedenen Aufbereitungsformen findet Schwarztorf Anwendungen als Badekurmedium, Kosmetik-Basis, trinkbare Heilerde-Suspension etc.

Um das ganze etwas „hochwertiger“ erscheinen zu lassen und von Fasertorf-Produkten zu unter-



Abb. 8: Vliese aus Fasertorf zur Aufnahme öligere Substanzen Format 40x40x1cm<sup>3</sup> (Fa. Konto).

scheiden, spricht man dabei aber nicht von Torf, sondern vom „Moor“ z.B. als Bademoor oder Trinkmoor.

In flüssiger Form wird Schwarztorf seit geraumer Zeit auch innerlich angewendet, dies sowohl in der Human- als auch in der Veterinärmedizin, ähnlich wie es bei den anorganischen Heilerden (Löss, Bentonit, Zeolith, Aktivkohle) der Fall ist.

Huminstoffe als Umwandlungsprodukte von Biomasse nehmen dabei aufgrund ihrer heilwertsteigernden Biokompatibilität mit den Schleimhäuten im Vergleich zu den mineralischen Heilerden eine Sonderstellung ein.

Die Einnahme von sog. Moortrinken soll daher insbesondere den Magen-Darm-Trakt „sanieren“.

Die extrem große spezifische Oberfläche der Huminkolloide im Torf führt zu einer hohen Sorptionskapazität für die unterschiedlichsten organischen Schadsubstanzen bzw. für eine extrem hohe Ionenaustauscher-Kapazität zur positiven Beeinflussung des zellulären Elektrolythaushalts.

Aktuell baut sich gerade ein Moor- und Torfhype auf und man kann im Internet ein umfangreiches Angebot von Moorprodukten für Heil- und Kosmetikzwecke finden.

Die Angebote kommen naturgemäß vor allem aus moorreichen Regionen, z.B. aus Irland über Schottland, Skandinavien bis hin zum Baltikum, aber auch unsere österreichischen Nachbarn sind hier aktiv.



*Abb. 9: Das Torf-Kieselgur-Mineralmoor von Soos Franzensbad/CZ mit seinen Kohlensäurequellen.*

### **Moorbäder**

Anwendungen mit Moorbädern auf der Basis von Schwarztorf sind schon seit der Antike bekannt, z.B. bei Hautkrankheiten, Gicht, Rheuma, Arthrose. Die genaueren Wirkmechanismen sind nur teilweise geklärt.

Der wesentliche Effekt dürfte weitgehend physikalischer Natur sein, bedingt durch das Wärme- und Temperaturverhalten einer hochviskosen Dispersion auf Wasserbasis, mit hoher Wärmekapazität einerseits und schlechter Wärmekonvektion andererseits.

Vermutet werden darüber hinaus biochemische

Reaktionen bei direktem Hautkontakt durch Polyphenole, Tannine, Phytohormone, Huminsäuren und Huminstoffe. In einer milderer Form wirken diese Torfkomponenten in diversen Schönheitsprodukten.

Ein reiches Angebot für Wellness und Kuren auf Moorbasis findet sich nicht nur in den klassischen Moorbädern im Alpenraum bzw. den Mittelgebirgen (Bad Alexandersbad) bis hinüber ins Böhmisches (z.B. Franzens-Bad mit seinem Mineralmoor, Marienbad), sondern auch im moorreichen Baltikum, insbesondere Estland.