

CO₂ Busters

Lösungsansätze zur Klimakrise,
Pflanzenkohleproduktion durch Pyrolyse
und Potentiale der CO₂-Sequestrierung

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Motivation.....	1
2 Projektziele.....	2
Hauptziel Projektierung OS Pyrolyseanlage.....	2
Teilziel Austausch, IT und Social Media.....	2
Verstetigung.....	3
4 Soziale, ökologische und ökonomische Potentiale.....	3
5 Bezug zur Lehre und Nutzen für die TU Berlin.....	3
6 Beitrag zur Studienreform.....	4
Mehrwert für Studierende, trans- und interdisziplinäres Lernen und Forschen zu Lösungsansätzen im Klimaschutz.....	4
7 Das Projekt.....	4
Projektmanagement-Tools, Qualitätssicherung und Teilnahme.....	4
Kostenaufstellung.....	5
8 Arbeitsplan und Meilensteine.....	5
Literatur- und Quellenangaben: siehe Anhang A.....	5

1 Einleitung und Motivation

"Je länger die Welt mit ambitionierten Maßnahmen zum Klimaschutz wartet, desto entscheidender wird die Bedeutung von CO₂-Entnahme-Technologien für das 1,5-Grad-Ziel", so die Weltklimarat IPCC-Klimawissenschaftlerin Prof. Sabine Fuss. [1]

Auch wir als Studierende der Technischen Universität und der Humboldt Universität Berlin sehen aufgrund der offensichtlichen Klimakrise-Symptome, wie u.a. die trockenen Hitzesommer der letzten Jahre oder des daraus resultierenden Waldsterbens, dringend gebotene Handlungsoptionen, die jetzt im großen Maßstab in der Praxis Anwendung finden müssen, als unausweichliche Klimaschutzmaßnahmen an.

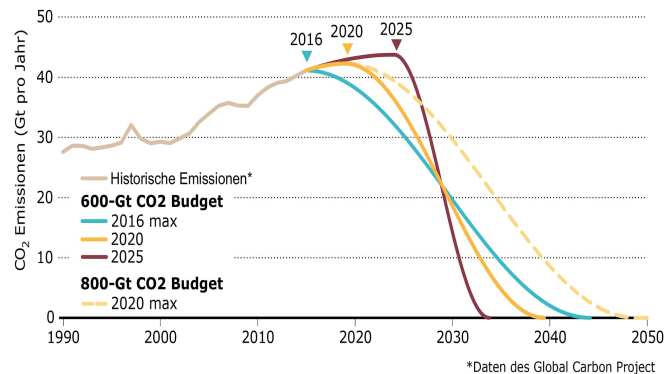


Abb. 1: Historischer Verlauf der globalen Kohlendioxidemissionen sowie mögliche Verläufe, die mit dem Paris-Korridor vereinbar sind.

Das Kernteam dieses Projektwerkstatt-Antrags studiert u.a. folgende Fächer: Ökologie und Umweltplanung, Maschinenbau, Land- & Gartenbauwissenschaften, Lehramt und Wirtschaftsinformatik. Wir haben uns über studentisch initiierte Projekte zusammengefunden, wobei dieses Konzept durch unseren Kontakt zum Forschungsprojekt „TerraBoGa.de - Pflanzenkohle-Kompostierung“ der FU im Botanischen Garten Berlin - dessen zentraler Bestandteil eine kommerziell produzierte Pyrolyseanlage ist - inspiriert wurde.

Wenn die Erderhitzung auf max. 1,5°C begrenzt werden soll, müssen in den nächsten Jahrzehnten mehrere hundert Gigatonnen CO₂ aus der Atmosphäre entfernt werden. Im „IPCC-Sonderbericht über die Folgen einer globalen Erwärmung um 1,5 °C gegenüber vorindustriellem Niveau“ sieht der Weltklimarat die Pyrolyse von Bio- bzw. Pflanzenkohle und den Humusaufbau auf Ackerböden als aussichtsreiche und miteinander kombinierbare Technologien zur CO₂-Reduktion in der Atmosphäre an.[2]

Pflanzenkohle ist zum zentralen Forschungsgegenstand vieler Studien geworden. Es besteht ein wachsendes Interesse, Bio-kohle in Böden und Kultursubstraten in der Landwirtschaft einzusetzen, um die Bodenqualität und Erträge zu verbessern, sowie diese als Maßnahme für den Klimaschutz zu nutzen. Mittels Pyrolyse und anderer Verfahren kann holzige Biomasse in Pflanzenkohle umgewandelt werden, welche dann durch die Einarbeitung in den Boden zur langfristigen Sequestrierung von Kohlenstoff beitragen kann. Pflanzenkohle hat auch das Potential weiterer Anwendungen, die ebenfalls als CO₂-Senke wirken.



Abb. 2: Karbonisierungsanlage der Firma BioMaCon im Botanischen Garten, FU TerraBoGa Projekt

Um das Potential von Kohlenstoff-Sequestrierung und Humusaufbau auszuschöpfen und einen Beitrag zur Klimamitigation zu leisten ist es somit erforderlich eine bedeutsame Menge an Pflanzenkohle herzustellen und eine Umstellung der Landwirtschaft zu etablieren. Für holziges Pflanzenmaterial gibt es verschiedene Quellen, eine zentrale Rolle spielt dabei die Landwirtschaft, da diese durch Kaskadeneffekte in der Nahrungsmittelproduktion und durch den Anbau von schnell nachwachsenden Rohstoffen (z.B. Hanf, Flachs, Kurzumtrieb/ Niederwald) entscheidend zur Produktion von holzigem Ausgangsmaterial in großen Mengen in kurzer Zeit beitragen kann.

Die in diesem Zusammenhang notwendige massenhafte Produktion automatischer Pyrolyseanlagen zur dezentralen Erzeugung stabiler Pflanzenkohlen unter Vermeidung von Schadstoffen wie PAK (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe), sowie der Anbau geeigneter Nutz- & Nahrungspflanzen ohne Flächenkonkurrenz sind grundlegend, um das Potential dieses Lösungsansatzes voll auszuschöpfen. Mögliche Hürden und Risiken im Herstellungsprozess als auch in der Anwendung von Pflanzenkohle gilt es hierbei zu identifizieren und zu bewältigen.

Wir sehen die Lösung der Klimakrise als gesamtgesellschaftlichen Kraftakt an. Unsere Motivation beruht daher auf der Möglichkeit, im Rahmen des Studiums einen eigenen Beitrag zur Klimawandel-Mitigation leisten zu können. Die trans- und interdisziplinären studentischen TU Projektwerkstätten bieten dabei sehr gute Voraussetzungen, um eine selbstorganisierte Lehrveranstaltung mit Verstetigungspotential zu realisieren.

2 Projektziele

Durch die Auseinandersetzung mit dem TerraBoGa Projekt im Botanischen Garten, haben wir als wesentlichen Flaschenhals für eine schnelle und großformatige atmosphärische CO₂ Rückholung durch Pflanzenkohletechnologie, den Mangel an Pyrolyseanlagen bzw. entsprechenden Herstellern identifiziert. Wir sind der Überzeugung, dass offene Baupläne für professionelle Anlagen daher einen signifikanten Beitrag zu diesem Klimaschutzbereich leisten können. Neben diesem sehr ingenieurtechnischen Schwerpunkt ist aber auch der Austausch mit praktischen Anwender*innen und weiteren Akteuren aus dem Pflanzenkohlebereich essentiell für unser Vorhaben.

Wir rechnen bei der Projektwerkstatt mit rund 25 offiziell teilnehmenden Studierenden je Semester, wobei wir den Schwerpunkt mit ca. 80% auf die Anlagen-Projektierung und mit 20% auf die Vernetzung legen.

Hauptziel Projektierung OS Pyrolyseanlage

Hauptziel ist die Projektierung einer professionellen automatischen Open Source Pyrolyseanlage, vergleichbar mit der TerraBoGa-Anlage im Botanischen Garten. Für ein derart komplexes Forschungs- und Entwicklungsprojekt sind enorme finanzielle Mittel und professionelle Partner*innen aus der Wirtschaft notwendig. Dies bedeutet aber, dass im Rahmen der Projektwerkstatt bereits wesentliche technische Details konzipiert, konstruiert und berechnet werden, um auf dieser Grundlage Fördermittel zu akquirieren und weitere Unterstützer*innen zu finden. Der praktische Bau von Prototypen und einsatzfähigen Pyrolyseanlagen, soll daher erst nach erfolgreicher Fördermittelbezuschung starten, wobei es sich dann um ein Spin-Off-Projekt der Projektwerkstatt handelt, welches ebenfalls studentisch selbstorganisiert agieren soll, ähnlich des FaSTTUBe.de Projektes an der TU Berlin.

Für viele der zukünftig projektbeteiligten Studierenden spielt Projektierung in ihrem späteren Berufsleben eine wichtige Rolle, da z.B. im Maschinen- und Anlagenbau so Prozesse oder realen Konstrukte geplant bzw. vorbereitet werden. In der Projektwerkstatt ist die Projektierung vollständig selbstorganisiert, was eine steile Lernkurve ermöglicht. Die weitere Aufgabenverteilung innerhalb der Projektwerkstatt bzw. die Schwerpunkte der Arbeitsgruppen und -untergruppen wird mit den beteiligten Studierenden jedes Semester im Detail festgelegt.

Lern- & Forschungsziele des Bereichs „Pyrolyseanlage“, sowie zeitliche Abschätzung u.a.:

- Vergleich von Pyrolyseprozess-Verfahren und Pyrolyseanlagen auf dem Markt; (ab 1. Sem.)
- Prototyp-Konzeptentwurf/ Design/ Vorplanung, Recherche Förderprogramme, (ab 1. Sem.)
- Öko- und CO₂-Bilanz, Effizienz und Wirkungsgrad von Pyrolyseanlagen; (ab 2. Sem.)
- Analyse und Ausschluss von negativen Effekten (PAK, Schadstoffe, etc.); (ab 2. Sem.)
- Formulierung Drittmittel-Antrag/ Anträge (ab 2. Sem.)
- Fördermittel-Antragsstellungen über Fachgebiet; (ab Ende 2. Sem.)
- Weiterentwicklung des Konzeptes und der Konstruktion (ab 3. Sem.)
- Fortlaufender Austausch mit Partner*innen und Unterstützer*innen
- Akquirierung weiterer Finanzierung bzw. Sachmittel oder Sponsoring (bis Ende 4. Sem.)

Auswahl von relevanten TU Studiengängen, Instituten und Fachgebieten (Auswahl):

- **Studiengänge:** Energie- und Prozesstechnik/ Verfahrenstechnik, Energy Engineering, Technischer Umweltschutz, Ökologie und Umweltplanung, Chemieingenieurwesen, Regenerative Energiesysteme, MINTgrün, Maschinenbau, Technische Informatik, Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Land- & Gartenbauwissenschaften, Building Sustainability
- **Institute:** Prozess- & Verfahrenstechnik, Technischer Umweltschutz, Energietechnik
- **Fachgebiete:** Energieverfahrenstechnik & Umwandlungstechniken regenerativer Energien, Thermodynamik & Thermische Verfahrenstechnik, Sustainable Engineering

Teilziel Austausch, IT und Social Media

Teilziel ist die Vernetzung zu Forschung, Entwicklung und Anwendung zur Pflanzenkohleproduktion durch Pyrolyse, zu Pyrolyse-Verfahren und zur CO₂-Abscheidung und -Speicherung in der Landwirtschaft. Speziell geht es auch um die Einbeziehung externer Partner*innen bei der Entwicklung der Open Source Pyrolyseanlage.

Der Kern dieser Arbeitsgruppe ist Kommunikation und IT, sowohl intern, im Bezug zu Expert*innen, als auch mit der Öffentlichkeit in Form von Webseite und Social-Media Kanälen. Es werden also sowohl IT-Ressourcen und Kommunikationskanäle betreut, als auch redaktionelle bzw. mediale Outputs zum Projektfortschritt entwickelt.

Welche IT-Tools genau zum Einsatz kommen sollen, wird im wesentlichen zu Anfang des ersten Projektsemesters festgelegt, auf jeden Fall wird ein eigener virtueller Web-Server benötigt.

Potentielle Partner*innen sind u.a. TU-interne & -externe Fachgebiete, Forschungsinstitute, Ingenieur*innen, Landwirt*innen, NGOs/ Vereine, Grünflächenämter, BSR, Garten- & Landschaftsbau etc. Im Rahmen von "Fridays for Future" engagieren sich auch viele Studierende und Wissenschaftler*innen, so dass wir hier weit über die TU Berlin hinaus mit einer regen Beteiligung und Unterstützung rechnen. Im Anhang finden sich einige Unterstützungsschreiben, wir hatten bereits letztes Jahr Kontakt zu weiteren potentiellen Kooperationspartner*innen und Unterstützer*innen aufgenommen und eine kleine Tel-Konferenz organisiert.

Lern- und Forschungsziele der AG „Austausch, IT & Social Media“ u.a.:

- Aufbau IT-Infrastruktur: Web-Server/ Webseite/ Online-Tools etc.; (ab 1. Sem.)
- Redaktion: Social-Media/ Webseite/ PR/ externe Kommunikation; (ab 1. Sem.)
- AGs-Austausch, Aufarbeitung von Fortschritt, Zwischen- & Endergebnissen; (ab 1. Sem.)
- Vernetzung und Events ausrichten, Infostände, Team-Building; (ab 1. Sem.)
- Verstetigung der Vernetzung, Vorbereitungen über vier Semester hinaus; (ab 3. Sem.)

Auswahl von relevanten TU Studiengängen u.a.:

- **Studiengänge:** Medienwissenschaft, Design & Computation, Innovation Management/ Entrepreneurship/ Sustainability, Medieninformatik, Informatik

Verstetigung

Es handelt sich um eine theoretische Projektwerkstatt, bei der neben der Projektierung der Open Source Pyrolyseanlage inklusive des Spin-Off Projekts, durch die Vernetzung und den Austausch in Form von Veranstaltungen und die Nutzung von Online-Tools, langfristigen Arbeitsgemeinschaften entstehen sollen.

Die Projektwerkstatt gliedert sich in Arbeitsgruppen in denen teilnehmende Studierende und externe Mitglieder zusammen forschen und Klimaschutzkonzepte weiterentwickeln. Dabei geht es um eine kontinuierliche Zusammenarbeit über vier Semester und darüber hinaus. Die AGs gliedern sich in Teilbereiche, wobei pro Semester Themenschwerpunkte gesetzt werden können, je nach Interesse der Studierenden. Die Zwischen- und Endergebnisse werden auf eigenen (Projekt-Webseite) und geeigneten externen Medien veröffentlicht.

4 Soziale, ökologische und ökonomische Potentiale

- Innovative "Negative CO₂-Emissionen-Technologien"; neue Impulse für umwelt- & klimafreundliche Wirtschaftsweisen; hohes Potential für neue grüne StartUps; lizenzfreier Anlagenbau durch Spin-Off "Open Source Pyrolyseanlage"; Schaffung von Arbeitsplätzen;
- Verstetigung als trans- und interdisziplinäres Projekt, Open Source Kollaboration und Dokumentation; Creative Commons Wissensaufarbeitung, -generierung und -weitergabe;
- CO₂-Abscheidung und -Speicherung beim Humusaufbau (→ Erosionsreduktion, höhere Bodenfruchtbarkeit, Verbesserung der Boden-Wasserspeicherfähigkeit); Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen und Nährstoffauswaschung während und nach der Pflanzenkohle-Kompostierung [3]; Teilbereich einer zukünftigen "Regenerativen Öko-Landwirtschaft"; CO₂-Senkepotential in weiteren Anwendungen & Produkten

5 Bezug zur Lehre und Nutzen für die TU Berlin

Zusammen mit weiteren Hochschulen hat die Technische Universität das Klimaschutz-Institut "Climate Change Center Berlin Brandenburg" ins Leben gerufen, die Projektwerkstatt "CO₂ Busters" strebt hierbei eine Kooperation an. Die TU hat sich den klimaneutralen Campus zum Ziel gesetzt und Forschung zu Klimaschutz steht ganz oben auf ihrer Agenda. Allerdings wird aktuell der Themenkomplex "Klimakrise und Lösungsansätze" in noch sehr wenigen Studiengängen ausgiebig bzw. disziplinübergreifend diskutiert. Der überwiegenden Mehrheit der TU Studierenden ist die Brisanz für kurzfristige und umfassende Klimaschutzmaßnahmen nicht bewusst, sodass wir hier durch ein sehr inter- und transdisziplinäres Projekt teilweise Abhilfe schaffen können. Die AGs bieten ein weites Spektrum an Inhalten und Vertiefungsmöglichkeiten, die sich zum Teil mit TU Lehrveranstaltungen überschneiden.

6 Beitrag zur Studienreform

Mehrwert für Studierende, trans- und interdisziplinäres Lernen und Forschen zu Lösungsansätzen im Klimaschutz

Da die Arbeitsgruppen ausdrücklich auch für externe Mitglieder offen stehen, findet in der Projektwerkstatt Forschendes Lernen als hochschuldidaktisches Format, besonders intensiv im Austausch mit Expert*innen und Anwender*innen aus der Praxis statt. Teilnehmende Studierende wenden dabei bisher Erlerntes an und erarbeiten kollaborativ weiterführende Konzepte zur Pflanzenkohleproduktion und -nutzung und zum Klimaschutz.

Studienanfänger*innen können sich mit Studierenden höherer Semester austauschen. Teilnehmen können BA- und MA-Studierende aller Studiengänge und Semester, sowohl von der TU Berlin, als auch von anderen Berliner Hochschulen, im Projektzusammenhang können Bachelor- oder Masterarbeit erstellt werden.

Die Klimakrise ist ein globales Problem, das aber lokal angepasster Lösungen bedarf. Daher möchten wir an der TU Berlin auch gezielt internationale Gaststudierende auf Englisch ansprechen und einbinden. Es ist uns wichtig, das Projekt in einer diversen Gruppe durchzuführen, sodass wir bei der Werbung zum Semesterbeginn u.a. mit TU Frauenbeauftragten zusammenarbeiten werden.

Modulbeschreibung

Im Hinblick auf die Details der angestrebten Lernergebnisse, der Lehrinhalte, sowie die Beschreibung der Lehr- und Lernformen im Rahmen der Projektwerkstatt, möchten wir auf die Modulbeschreibung verweisen.

7 Das Projekt

Falls es während der Projektlaufzeit zu Kontaktbeschränkungen aufgrund von Covid-19 kommen sollte, ist es möglich das Projekt vollständig digital und online mit Hilfe von u.a. Video- und Telefonkonferenzen durchzuführen. Der Projektfortschritt und die Erreichung der Projektziele wären hierdurch nicht beeinträchtigt.

Projektmanagement-Tools, Qualitätssicherung und Teilnahme

1. Plenum: festes wöchentliches Treffen, u.a. für die gruppenübergreifende Organisation/ den Austausch, die Behandlung allgemeiner Fragestellungen und Qualitätssicherungstermine
2. Die Arbeitsgruppen haben zusätzlich wöchentliche Termine - in Kooperation mit externen Mitgliedern
3. Die übergeordnete Projekt- & Arbeitsgruppen-Betreuung bzw. Koordination liegt bei den Tutor*innen, teilweise unterstützt durch Studierende der Arbeitsgruppe "Austausch, IT & Social Media"
4. Gemeinsame Vorstellung und Auswahl von Arbeitsmethoden und Doku-Tools, z.B.:
AG-Semesterstart & Events (→ Brainstorming, Planspiel, Fishbowl, Pinwandmoderation, Mind-Map);
Zwischen- & Endpräsentationen (→ Beamer-Vortrag, Übersichts-Grafiken & -Plakate, Handout, Interview, Video/ Animation, Doku-/ Projekt-Wiki)
5. Kollaborative Projektmanagement- & Office-Tools (auf eigenem Server) Beispielhaft: Gruppen-Chat, NextCloud, Gantt-Projekt- & Zeitplan, Kanban Aufgabenverwaltung, Etherpad, Ethercalc, Projekt-Wiki
6. Zur **Qualitätssicherung** gibt es jedes Semester mehrere Termine (Zwischenpräsentationen bzw. Meilensteine) zu denen jeweils Vertreter*innen des betreuenden Fachgebiets eingeladen werden und bei denen der aktuelle Stand kritisch reflektiert wird, um bei Bedarf Korrekturen implementieren zu können
7. Je Semester wird mindestens ein großes Vernetzungs-Event organisiert. Um dabei den Vorbereitungs-aufwand möglichst gering zu halten, sollen sich die Vernetzungstreffen in Form von "World-Cafés" im Prinzip durch die Teilnehmenden weitgehend selbst organisieren. (Online-Alternative: Tel.-Konferenz)
8. Wir rechnen mit ca. 25 bis max. 30 Studierenden pro Semester
9. Die Teilnahme an der Projektwerkstatt setzt einen hohen Grad von Engagement, aktiver Beteiligung und Selbstorganisation aller offiziellen Studierenden voraus
10. Die benotete Teilnahme ist im freien Wahlbereich mit 6 LP möglich, Details siehe Modulbeschreibung
11. Das Projekt findet in vier Teilen statt, daher können Studierende über mehrere Semester teilnehmen

Kostenaufstellung

Pro Semester fallen durchschnittlich 160,- Euro für einen Web-Server und für Moderationsmaterial an:

Haushaltsjahr	2021	2022	2023
Personalmittel	3 Monate x 2x 40h SHK	12 Monate x 2x 40h SHK	9 Monate x 2x 40h SHK
Sachmittel			
Web-Server & Domain	60	252	192
Moderationsmaterial	45	40	47
SUMME Sachmittel	105	292	239

8 Arbeitsplan und Meilensteine

Voraussichtlicher Projektstart ist zum Wintersemester 2021/22.

Allgemeine Abläufe in jedem Semester

- Semesterbeginn: Werbung (Social Media, TU-Mailverteiler & TU-Pressestelle, Plakate etc.)
 1. Vorlesungswoche: Info- und Anmeldeveranstaltung, Gruppeneinteilung
 2. Vorlesungswoche Plenum: Team Building, Einführung Projektmanagement I, Überblick zu bisher erarbeiteten Materialien, danach erste Gruppentreffen & -planungen (Methoden u.a. Brainstorming)
 3. Vorlesungswoche Plenum: Projektmanagement II, Open Source Tools, Formulierung der Semesterziele der einzelnen Arbeitsgruppen
- externe Arbeitsgruppen-Mitglieder einbinden, Vernetzungs-Veranstaltungen, Exkursionen
- fortlaufende Dokumentation des Forschungs- und Projektfortschritts
- AG Austausch, IT & Social Media: kontinuierliche Öffentlichkeitsarbeit zum Projektfortschritt
- Weiterentwicklung der Teilbereiche über Semestergrenzen hinweg
- **Qualitätssicherung** mit Fachgebiet: Termine Meilensteine bzw. Zwischenpräsentation
- Ende der Vorlesungszeit: Präsentation & Vorbereitung der Übergabe ans Folgesemester
- Vorlesungsfreie Zeit: gegebenenfalls Ferienprogramm (z.B. Blockseminar)

Erstes Semester (WiSe 2021-22)

- Meilensteine und zu erwartende Semesterergebnisse u.a.: Einbindung externer Mitglieder, erste eigene Übersichtsmaterialien zu Pyrolyseanlagen, funktionstüchtige Infrastruktur (Server, Social-Media, PR usw.)
- Termine: erste eigene Vernetzungs-Veranstaltung als World-Café oder Online-Konferenz

Zweites Semester (SoSe 2022)

- Meilensteine und Semesterergebnisse: Projektierung und erster Förderantrag für Open Source Pyrolyseanlage
- Termine: Vorstellung auf der Langen Nacht der Wissenschaften, Vernetzungs-Veranstaltung als World-Café oder Online-Konferenz

Drittes Semester (WiSe 2022-23)

- Meilensteine und Semesterergebnisse: weitere Förderanträge für Open Source Pyrolyseanlage bzw. Weiterentwicklung des Open Source Pyrolyseanlagen-Konzepts
- Termine: World-Café Vernetzungs-Event

Viertes Semester (SoSe 2023)

- Meilensteine und Semesterergebnisse: weitere Förderanträge für Open Source Pyrolyseanlage bzw. Weiterentwicklung des Open Source Pyrolyseanlagen-Konzeptes
- Semesterergebnisse: Langen Nacht der Wissenschaften, World-Café Vernetzungs-Event mit Präsentation der Endergebnisse der Projektwerkstatt

Literatur- und Quellenangaben: siehe Anhang A