

Undersøgelse af kulstofstabilitet i biokul; biomassetypens og pyrolysemetodens indflydelse på langtidstabiliteten af biokul

Projektlederr: Henrik Ingermann Petersen; hip@geus.dk

Projektets varighed: 1. april 2023 til slut september 2024, 1½ år i alt

Biokul fremstilles ved pyrolyse under iltfattige forhold af restprodukter og affaldsprodukter fra landbruget og affaldssektoren. Denne biologiske Carbon Capture Storage-teknik (CCS) reducerer indholdet af atmosfærisk CO₂ og har potentialet til at lagre store mængder kulstof i geologisk tidsskala. Formålet med projektet er at bruge geologisk kulstofanalyse til at bestemme stabiliteten af kulstof i biokul for der igennem at optimere produktionen af inert, ikke-nedbrydeligt kulstof til langtidslagring i jorden. Projektet vil på en unik måde udnytte de avancerede analysemetoder, der typisk anvendes i organisk petrologi og organisk geokemi, til at undersøge stabiliteten af kulstof i biokul i relation til den geologiske kulstofcyklus i jordskorpen. Stabiliteten af biokul afhænger både af typen af råmateriale og af pyrolysemetoden, herunder især temperatur og opvarmingshastighed. For nærværende bestemmes kulstofstabiliteten primært ud fra grundstofsammensætningen af biokullet (H/C og O/C atomforhold) og inkubationsforsøg, hvor biokullet begravnes i jorden under kontrollerede iltforhold. Disse metoder ser dog ud til at give urealistisk høje estimater for kulstofnedbrydning, og det er derfor vigtigt at få en bedre forståelse af sammenhængen mellem biomasse, pyrolysetemperatur og biokuls stabilitet. Kulstofrige partikler, der kan sammenlignes med biokul, forekommer naturligt i millioner af år gamle geologiske lag, hvor de danner stabile ikke-nedbrydelige inerte partikler dannet af naturlige varmeinducerede omdannelsesprocesser af planterester og andet organisk materiale. Dette viser, at næsten uendelig stabilitet af organisk kulstof i jorden kan opnås ved tilstrækkelig termisk omdannelse. Pyrolyse af biomasse til produktion af biokul er i det væsentlige identisk med de naturlige geologiske omdannelsesprocesser, bortset fra at processen accelereres til kun at vare en time eller mindre i laboratoriet. Biokul produceret ved pyrolyse deler derfor mange kemiske og strukturelle ligheder med naturligt forekommende forkullet organisk materiale. Da biokul ligeledes er en kulstof-rig pyrolyserest, vil det forblive stabil i jorden i geologiske tidsskalaer, hvis pyrolyseprocessen er optimeret i forhold til råmaterialet (biomassen). Resultaterne af dette forskningsprojekt kan optimere produktionen af biokul med hensyn til opvarmingshastighed og maksimal pyrolysetemperatur for at opnå det mest stabile kulstof til langtidsholdbarhed i jorden.

Investigating Carbon Permanence of Biochar; influence of feedstock type and pyrolysis method on the long-term stability of biochar

Project leader: Henrik Ingermann Petersen; hip@geus.dk

Project duration: April 1st 2023 to end September 2024, 1½ year in total

Biochar is produced by pyrolysis under oxygen-deficient conditions from residues and waste products from the agriculture and waste sectors. This biological Carbon Capture Storage (CCS) technique reduces atmospheric CO₂ content and has the potential to store large amounts of carbon for geological time. The scope of the current project is to use geological carbon analysis to determine permanence of carbon in biochar as a means of optimizing production of inert, non-degradable carbon for the long-term storage in soil. The project will uniquely utilize the state-of-the-art methods typically used in organic petrology and organic geochemistry to investigate carbon permanence of biochar in the context of deep geological carbon cycle in the Earth's crust. The stability of biochar depends both on the type of feedstock and on the pyrolysis method, in particular temperature and heating rate. Currently, carbon stability is determined primarily from the elemental composition of the biochar (H/C and O/C atomic ratios) and incubation experiments, where the biochar is buried in soil under controlled oxygen conditions. However, these methods appear to produce unrealistically high estimates of carbon decay, and it is therefore essential to gain a better understanding of the relationship between biomass, pyrolysis temperature and biochar stability. Carbon-rich particles, comparable to biochar, occur naturally in millions of years-old geological layers, where they form stable non-degradable inert particles formed by natural heat-induced transformation processes of plant residues and other organic matter. This shows that almost infinite stability of organic carbon in the soil can be achieved by sufficient thermal transformation. The pyrolysis of biomass for biochar production is essentially identical to the natural geological transformation processes, except that the process is accelerated to last only an hour or less in the laboratory. Biochar produced by pyrolysis therefore shares many chemical and structural similarities with naturally occurring charred organic matter. Since biochar is a carbon-enriched pyrolysis residue it will remain stable in the soil for geological timescales if the pyrolysis process is optimized in relation to the raw material (biomass). The results of this research can optimize biochar production in terms of heating rate and maximum pyrolysis temperature to achieve the most stable carbon for long-term permanence in soil.