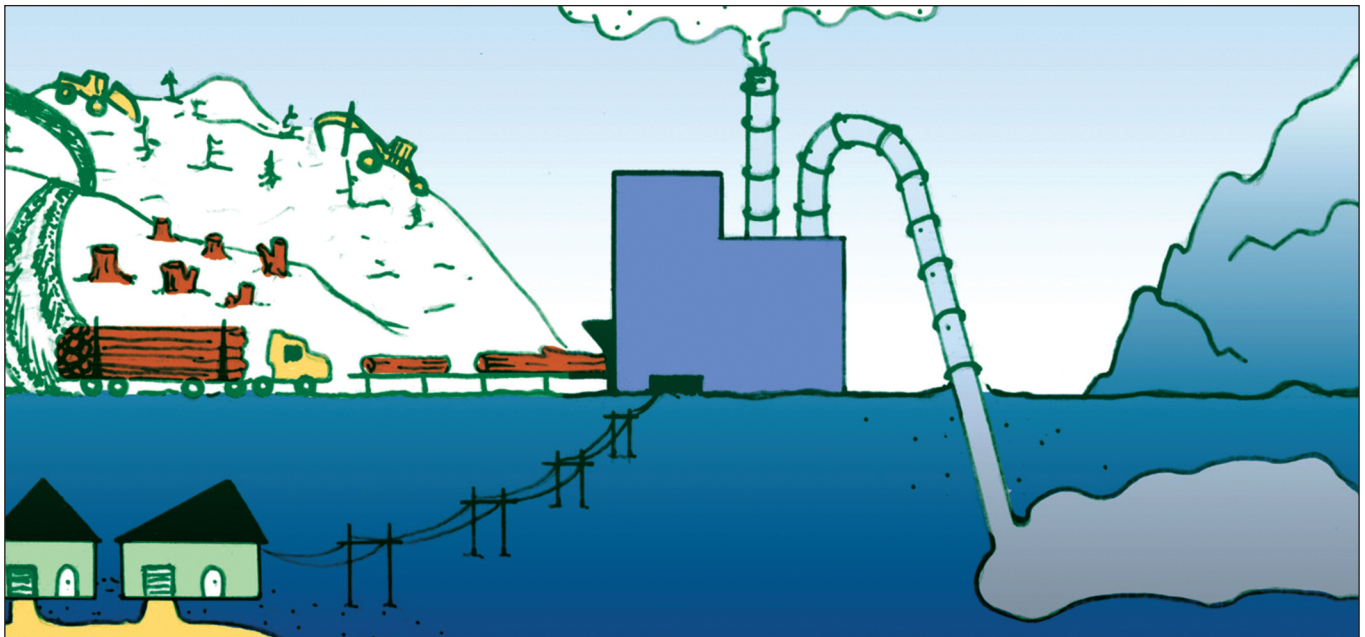


Bioenergie mit CO₂-abscheidung und -speicherung (BECCS)



Die BECCS-Theorie: CO₂ wird in Biomasse gespeichert; die Biomasse wird zur Energiegewinnung verbrannt; aus den Abgasen wird CO₂ abgeschieden; das abgeschiedene CO₂ wird unterirdisch gespeichert.

Beschreibung und Zweck der Technologie

BECCS^A zielt darauf ab, CO₂ aus Bioenergie-Anwendungen abzufangen und es entweder durch CO₂-Abscheidung und -Lagerung (CCS^B) zu speichern oder es mit CO₂-Abscheidung, -Nutzung und -Speicherung (CCUS^C) wiederzuverwenden. Bei dieser Technologie, die ein theoretischer Ansatz zum Abscheiden von CO₂ (CDR^D) ist, werden enorme Mengen an Nutzpflanzen, Bäumen oder Pflanzenresten verbrannt, um Energie wie Strom oder Wärme zu erzeugen.

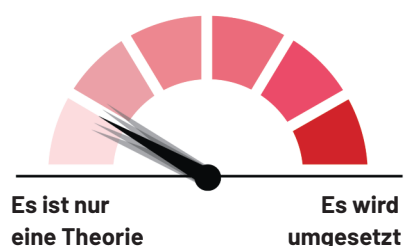
- A BECCS = Bioenergy with Carbon Capture & Storage
- B CCS = Carbon Capture and Storage (Abscheidung und Lagerung von Kohlenstoff)
- C CCUS = Carbon Capture Use and Storage (Abscheidung, Nutzung und Speicherung von Kohlenstoff)

Alternativ wird Biomasse zu Ethanol verarbeitet, das als Kraftstoff verbrannt werden soll. Das beim Verbrennungsprozess freigesetzte CO₂ wird dann – so die Theorie – aus den Abgasen gefiltert, meist mit der energieintensiven „Post-Combustion“-Technologie^E.

Auswirkungen auf:



Realitätscheck:



Beim CCS-Ansatz wird das abgeschiedene CO₂ komprimiert und in flüssiger Form zu Standorten transportiert, wo es in die Erde gepumpt werden kann – theoretisch zur langfristigen Speicherung.

- D CDR = Carbon Dioxide Removal (Technologie zum Abscheiden von CO₂)
- E Methode zur Entfernung von CO₂ aus Abgasen nach dem Verbrennungsprozess

CCUS schlägt vor, abgeschiedenes CO₂, in der Regel vorübergehend, in Industriegütern oder synthetischen Kraftstoffen zu „speichern“. BECCS gilt als „CO₂-negativ“, weil fälschlicherweise angenommen wird, dass Bioenergie „CO₂-neutral“ ist, basierend auf der Idee, dass Pflanzen nachwachsen, um das emittierte CO₂ zu fixieren. Mehrere Wissenschaftler/innen haben darauf hingewiesen, dass diese Behauptung sowohl Emissionen aus veränderter Landnutzung als auch Emissionen über den gesamten Lebenszyklus, wie z. B. den CO₂-Ausstoß bei Anbau, Ernte und Transport, außer Acht lässt.¹

BECCS spielt unter den CDR-Ansätzen als sogenannte „Negative - Emission - Technologie“ inzwischen eine zentrale Rolle.² Nahezu alle Modellierungsszenarien zur Begrenzung der globalen Erwärmung auf 1,5 °C, die vom Weltklimarat (IPCC^F) in seinem Sonderbericht zur Klimaerwärmung 2018 berücksichtigt wurden, gehen davon aus, dass eine Technologie wie BECCS technisch und wirtschaftlich realisierbar ist und erfolgreich skaliert werden kann.³ Je nachdem, wie ambitioniert die Minderungspfade sind, muss CO₂ in einer Größenordnung von 100 bis 1.200 Gigatonnen entfernt werden – das ist das 3- bis 30-Fache der derzeitigen weltweiten jährlichen Emissionen. Diese Zahlen ergeben einen Flächenbedarf von 0,1 bis 0,8 Milliarden Hektar. Zum Vergleich: Weltweit beträgt die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche heute etwa 1,5 Milliarden Hektar. In den IPCC-Szenarien müsste ein großer Teil – bis zur Hälfte – der weltweiten Anbaufläche für die Produktion von Bioenergiepflanzen genutzt werden.⁴

Akteur/innen

Bei den meisten bestehenden BECCS-Projekten handelt es sich um klein angelegte Studien, die in Produktionsanlagen zur Ethanolherstellung auf Biomassebasis in den USA durchgeführt werden.

Das größte Projekt ist in der Raffinerie von Archer Daniels Midland (ADM) in Decatur, Illinois, angesiedelt, in der aus Mais Ethanol gewonnen wird. Im Jahr 2011 begann das Decatur-Projekt als Machbarkeitsstudie. Als größer angelegtes Projekt erweiterte es 2017 unter dem Namen „Illinois Industrial CCS“ seine Kapazitäten. Derzeit werden jährlich ca. 0,5 Mio. Tonnen CO₂ aus dem Fermentierungsprozess abgeschieden und im Anschluss in den Untergrund injiziert. Finanziert wird das Demonstrationsprojekt vom US-Energieministerium sowie von weiteren Regierungsbehörden, ADM und anderen Unternehmen.

// Fantasie-Technologien wie BECCS sind die perfekte Ausrede für umweltbelastende Industrien, weiterhin fossile Brennstoffe zu verwenden und auf Technologien mit „negativen Emissionen“ zu setzen, um Emissionen in Zukunft in ausreichendem Umfang zu beseitigen. Das falsche Versprechen zukünftiger „negativer Emissionen“ ist möglicherweise die größte Gefahr von BECCS. //

Die Betreiber/innen behaupten, in der Decatur-Anlage CO₂-Emissionen zu reduzieren. Tatsächlich emittiert die Raffinerie mehr als sie einspart, da sie mit fossilen Brennstoffen betrieben wird und weil ADM die Ökobilanz für den energieintensiven Maisanbau nicht berücksichtigt.⁵

Weitere BECCS-Projekte in Ethanolanlagen mit CO₂-Abscheidekapazitäten von ca. 0,1 bis 0,25 Mio. Tonnen jährlich werden außerhalb der USA betrieben, z. B. in Kanada, Belgien, den Niederlanden, Saudi-Arabien und Schweden.⁶

Ein weiterer BECCS-Ansatz basiert auf der Stromerzeugung aus Biomasse. Seit 2012 hat das größte Kraftwerk Großbritanniens, das Drax-Kraftwerk, vier seiner sechs Blöcke auf die Verbrennung von Holzpellets anstelle von Kohle umgestellt. Drax kooperiert mit mehreren Start-ups, die auf dem Gebiet der CO₂-Abscheidung arbeiten. Eines davon ist C-Capture, ein Spin-off der Universität Leeds. Trotz der langen Projektlaufzeit und der von der britischen Regierung bereitgestellten Mittel in Höhe von mehr als 7 Mio. GBP werden im Rahmen des Projekts jährlich weniger als 0,001 Mio. Tonnen CO₂ abgeschieden.

Um nur 6 % des britischen Stroms zu erzeugen, verbrannte Drax im Jahr 2018 7,1 Mio. Tonnen Pellets – mehr Holz als das gesamte Vereinigte Königreich jedes Jahr produziert. Der Großteil (79 %) der Biomasse wird aus Nordamerika importiert.⁷

F IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change



Eukalyptus-Plantagen, die die Artenvielfalt zerstören, würden sicherlich einen Großteil der Rohstoffe für BECCS liefern.
(Allysse Riordan/Flickr)

Das vorgebliche Ziel, einen „negativen CO₂-Fußabdruck“ erreichen zu wollen, ist unglaublich: Die Pelletherstellung ist ein energieintensiver Prozess, weil der Ausgangsstoff für die Biomasse getrocknet, gemahlen, pelletiert und verpackt werden muss.⁸ Hinzu kommt, dass der Transport von 5,67 Mio. Tonnen Pellets per Containerschiff über den Atlantik jährlich Schadstoffe und Treibhausgasemissionen verursacht, darunter rund 600 Mio. Tonnen CO₂.⁹

Ein weiteres Beispiel ist das Wärmekraftwerk Mikawa in Japan: Das Kraftwerk ersetzt Kohle durch Palmkernschalen und startete 2009 einen klein angelegten Versuch zur CO₂-Abscheidung. Die Abscheidungskapazität soll an diesem Standort von ca. 3,5 Tonnen auf 200.000 Tonnen CO₂ pro Jahr erhöht werden.

⁸ CO₂ wird in Ölreservoirs gepumpt, um schwer zugängliche Ölvorkommen nutzen zu können, wird auch als „Enhanced Oil Recovery“ (EOR) bezeichnet.

Die gegenwärtig bestehenden BECCS-Projekte verwenden das abgeschiedene CO₂ für die tertiäre Ölgewinnung⁶ (was de facto zu noch mehr Emissionen aus fossilen Brennstoffen führt), pumpen es in Gewächshäuser, verkaufen es zur Verarbeitung in Lebensmitteln oder forschen an sonstigen Einsatzmöglichkeiten (siehe Briefings zu [CCS / CCUS](#)).¹⁰ So massiv BECCS auch von der Industrie und politischen Entscheidungsträger / innen propagiert werden mag – die Technologie bleibt eindeutig hinter den Erwartungen zurück.

Auswirkungen der Technologie

Ein großflächiger Einsatz von BECCS wäre mit weitreichenden negativen Auswirkungen auf das Klima, die Ökosysteme und die biologische Vielfalt sowie mit schwerwiegenden sozialen Folgen verbunden.

Der Optimismus in Bezug auf BECCS beruht im Allgemeinen auf zwei falschen Annahmen: 1) dass Bioenergie selbst „CO₂-neutral“ ist, weil das durch Bioenergie freigesetzte CO₂ durch das vom Wachstum neuer Biomasse absorbierte CO₂ ausgeglichen wird und 2) dass die CO₂-Emissionen aus Bioenergie effektiv und sicher unterirdisch gespeichert werden können.

Zahlreiche von Fachleuten begutachtete wissenschaftliche Arbeiten weisen darauf hin, dass viele, wahrscheinlich die meisten, Bioenergie-Verfahren noch mehr CO₂-Emissionen verursachen als die Verbrennung der fossilen Brennstoffe, die sie ersetzen sollen. BECCS ist sicherlich nicht CO₂-neutral.¹¹ Das ist vor allem auf Emissionen durch folgende Faktoren zurückzuführen: Landnutzungsänderungen und Bodenstörungen für Bioenergie-Pflanzen, Schädigung und Übernutzung von Wäldern und walddreichen Landschaften, Nutzung fossiler Brennstoffe entlang der Wertschöpfungskette von der Ernte bis zum Transport, die Umwandlung von Biomasse in Energie sowie die erhöhte Produktion und Verwendung von Düngemitteln und Agrochemikalien.

Die Abscheidung von CO₂ aus Bioenergie-Verfahren, z. B. in einem Biomassekraftwerk, ist technisch noch anspruchsvoller und energieintensiver als die Abscheidung von CO₂ in Kohlekraftwerken, die bereits mehrfach erprobt wurde – zu hohen Kosten und mit geringem Erfolg. Jede Einheit Strom, die in einem reinen Biomassekraftwerk erzeugt wird, verursacht bis zu 50 % mehr CO₂-Emissionen als eine aus Kohle erzeugte Einheit.¹² Höhere CO₂-Emissionen bedeuten, dass noch mehr Energie für den CO₂-Abscheideprozess selbst benötigt wird.

Die Befürworter/innen von BECCS vertrauen zudem darauf, dass die geologische Speicherung von CO₂ in leeren Öl- und Gasreservoirs oder in tiefen salinen Aquiferen^H effektiv und sicher sein wird. Es gibt jedoch kaum Erfahrungen aus der Praxis, auf die sich dieses Vertrauen stützen könnte, und es ist eher unwahrscheinlich, dass die geologische Einlagerung jemals eine zuverlässige und dauerhafte Speicherung gewährleisten kann. (Siehe Briefing zu [CCS](#).)

Ein Ausbau der Bioenergie in dem Maße, wie es selbst das moderate IPCC-Szenario für BECCS vorsieht, hätte verheerende Auswirkungen auf Ökosysteme, die Wasserversorgung, die Boden- und Wasserqualität, die Artenvielfalt und ganze Lebensgrundlagen und würde direkt mit der Nahrungsmittelproduktion und der Ernährungssicherheit konkurrieren. Schnellwachsende industrielle Monokultur-Baumplantagen würden wahrscheinlich einen Großteil der Rohstoffe für BECCS liefern.¹³

Schätzungen zur erforderlichen landwirtschaftlichen Nutzfläche für eine relativ geringfügige CO₂-Abscheidung von drei Gigatonnen erfordern 380 bis 700 Mio. Hektar im Jahr 2100, d.h. 25–46 % der heute weltweit genutzten Anbauflächen. Derartig hohe Flächenansprüche würden zu einer erheblichen Landnutzungs Konkurrenz führen, die Preise für Grundnahrungsmittel erhöhen, Konflikte um Land und Grundbesitzrechte heraufbeschwören und Millionen von Menschen von ihrem Land vertreiben. Ein aktuelles Beispiel dafür, wie Bioenergiepflanzen die Lebensmittelpreise in die Höhe treiben, ist der Anstieg der Ethanol-Produktion aus Mais in den USA, durch den sich die Preise für Tortillas, ein Grundnahrungsmittel in Mexiko, um 69 % erhöhten.¹⁴

BECCS hat auch einen sehr großen Wasser- und Düngemittel-Fußabdruck. In Zeiten des Klimawandels könnte die Zahl der Menschen, die unter Wassermangel leiden, um Milliarden zunehmen.¹⁵ Wasserintensive Großtechnologien wie BECCS würden diese Dynamik noch verstärken. Darüber hinaus könnte der Einsatz von BECCS dazu führen, dass sich der weltweite Verbrauch an chemischen Düngemitteln mehr als verdoppelt.¹⁶ Allein die zusätzlichen Lachgasemissionen aus der Düngemittelproduktion könnten jegliche potenzielle CO₂-Abscheidung durch BECCS zunichte machen.

Eine Landnutzungsänderung in diesem Ausmaß würde zu einer großflächigen Degradierung der Ökosysteme, dem Verlust biologischer Vielfalt, einem harten Konkurrenzkampf mit der Lebensmittelproduktion, der Erschöpfung von Süßwasserressourcen und zu einem stark erhöhten Bedarf an Düngemitteln und Agrochemikalien führen – was mit weiteren nachteiligen Folgen wie Düngemittelaustrag und Eutrophierung einhergeht, um nur einige zu nennen.¹⁷

Angesichts der technologischen Herausforderungen ist es unwahrscheinlich, dass BECCS jemals in einem großen Umfang eingesetzt wird. Aber der Schaden, der durch falsches Vertrauen und die Legitimierung einer groß angelegten Bioenergiegewinnung angerichtet wird, könnte irreparabel sein. Fantasie-Technologien wie BECCS sind die perfekte Ausrede für umweltbelastende Industrien, weiterhin fossile Brennstoffe zu verwenden und auf Technologien mit „negativen Emissionen“ zu setzen, um Emissionen in Zukunft in ausreichendem Umfang zu beseitigen. Das falsche Versprechen zukünftiger „negativer Emissionen“ ist möglicherweise die größte Gefahr von BECCS.

H salzwasserführende Gesteinsschichten

Realitätscheck

BECCS ist eine Zukunftsvision, die technisch und wirtschaftlich wahrscheinlich nie tragbar und realisierbar sein wird. Entgegen fehlerhafter Annahmen, denen zufolge Bioenergie-Verfahren die CO₂-Bilanz verbessern können, wird diese Technologie niemals effektiv Treibhausgase aus der Atmosphäre entfernen. Eine Umsetzung von BECCS im großen Maßstab ist nicht mit einer nachhaltigen Entwicklung vereinbar, sondern würde das Klimachaos verschärfen, die Ernährungssicherheit gefährden und zu Landkonflikten nach sich ziehen.

Weiterführende Inhalte

Biofuelwatch und Heinrich-Böll-Stiftung, „**Summary BECCS report: Last ditch climate option or wishful thinking?**“

<http://www.biofuelwatch.org.uk/2016/beccs-report-hbf/>

Biofuelwatch, „**Full report - BECCS: Last ditch climate option or wishful thinking?**“

<http://www.biofuelwatch.org.uk/2015/beccs-report/>

Global Forest Coalition, „**The risks of large-scale biosequestration in the context of Carbon Dioxide Removal**“ <http://globalforestcoalition.org/risks-of-large-scale-biosequestration/>

Fußnoten

- 1 Gough, et al. (2018) Challenges to the use of BECCS as a keystone technology in pursuit of 1.5°C, in: Global Sustainability, Vol. 1, Cambridge University Press, <https://www.cambridge.org/core/journals/global-sustainability/article/challenges-to-the-use-of-beccs-as-a-keystone-technology-in-pursuit-of-15c/5E8AE2ECC9DCACB5DFE4B97BBE70476D/core-reader>
- 2 Siehe z. B.: The Royal Society (2009) Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty, The Royal Society, Policy document 10/09, London, https://royalsociety.org/-/media/Royal_Society_Content/policy/publications/2009/8693.pdf
- 3 IPCC (2018) Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (Hrsg.)], <https://www.ipcc.ch/sr15/>
- 4 Fajardy, et al. (2019) BECCS deployment: a reality check, Imperial College London, Grantham Institute Briefing paper No 28, 14 Seiten, <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/grantham-institute/public/publications/briefing-papers/BECCS-deployment--a-reality-check.pdf>
- 5 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map: Illinois Industrial CCS (former Decatur project), <https://map.geoengineeringmonitor.org/Carbon-Cioxide-Removal/illinois-industrial-ccs-project-former-decatour-project/>
- 6 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map: BECCS (Bio-Energy with Carbon Capture and Storage), <https://map.geoengineeringmonitor.org/>
- 7 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map: Drax Project, <https://map.geoengineeringmonitor.org/Carbon-Cioxide-Removal/drax-project/>; Harrabin (2019) Climate change: UK carbon capture project begins, in BBC News, online veröffentlicht: 8. Februar 2019, <https://www.bbc.com/news/science-environment-47163840>; Drax (2020) Sustainability. Sourcing sustainable biomass. Summary performance – Drax Power Station Biomass Pellet Feedstock Sources in 2018, online veröffentlicht, abgerufen am: 3. Februar 2020, <https://www.drax.com/sustainability/environment/#sourcing-sustainable-biomass>; Drax (2020) Sustainability. Towards Carbon Negative, online veröffentlicht, abgerufen am: 3. Februar 2020, <https://www.drax.com/sustainability/towards-carbon-negative/>
- 8 Padilla-Rivera, et al. (2017) Environmental Performance of Eastern Canadian Wood Pellets as Measured Through Life Cycle Assessment, in: Forests, Vol. 8(9), 352, <https://www.mdpi.com/1999-4907/8/9/352/pdf>
- 9 Die Berechnung basiert auf einer Transportstrecke von 7000 km für 79 % der insgesamt im Jahr 2018 verbrannten Pellets. Containerschiffe emittieren pro Tonne und Kilometer 15,1 Gramm CO₂. (<https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/schifffahrt/containerschifffahrt/16646.html>)
- 10 ETC Group und Heinrich-Böll-Stiftung (2020) Geoengineering Map: BECCS (Bio-Energy with Carbon Capture and Storage), <https://map.geoengineeringmonitor.org/>

- 11 Eine Zusammenstellung begutachteter („peer-reviewed“) wissenschaftlicher Artikel findet sich hier: biofuelwatch, Resources On Biomass, <http://www.biofuelwatch.org.uk/biomass-resources/resources-on-biomass/>
- 12 Partnership for Policy Integrity (2011) Carbon emissions from burning biomass for energy, online veröffentlicht: 17. März 2011, <http://www.pfpi.net/carbon-emissions>
- 13 Global Forest Coalition (2018) Working paper: The risks of large-scale biosequestration in the context of Carbon Dioxide Removal, <https://globalforestcoalition.org/risks-of-large-scale-biosequestration/>; The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019) Negative Emissions Technologies and Reliable Sequestration: A Research Agenda, Washington DC: The National Academies Press, 510 Seiten, ISBN 978-0-309-48452-7, <https://www.nap.edu/read/25259/chapter/7>
- 14 Stokstad (2019) Bioenergy plantations could fight climate change – but threaten food crops, U.N. panel warns, in: ScienceMag, online veröffentlicht, abgerufen am: 3. Februar 2020, <https://www.sciencemag.org/news/2019/08/bioenergy-plantations-could-fight-climate-change-threaten-food-crops-un-panel-warns>
- 15 Delucchi (2010) Impacts of biofuels on climate change, water use, and land use, in: Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 1195(1): 28 – 45
- 16 Creutzig (2014) Economic and ecological views on climate change mitigation with bioenergy and negative emission, in: Global Change Biology – Bioenergy, Vol. 8(1): 4 – 10
- 17 Burns und Nicholson (2017) Bioenergy and carbon capture with storage (BECCS): the prospects and challenges of an emerging climate policy response, in: Journal of Environmental Studies and Science, Vol. 7(4): 527 – 534