



Beschluss des Stadtrats

vom 26. Juni 2024

GR Nr. 2024/139

Nr. 1953/2024

Schriftliche Anfrage von Martin Busekros und Sibylle Kauer betreffend Pyrolyse-Anlage in Zürich, Bestrebungen für den Bau einer Anlage, Anteil vergärter Stoffe der Biogas Zürich AG, die sich für die Pyrolyse eignen, Verfügbarkeit von geeigneten Rohstoffen, mögliche Kosten und Beurteilung des Nutzens hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasen

Am 27. März 2024 reichten die Mitglieder des Gemeinderats Martin Busekros und Sibylle Kauer (beide Grüne) folgende Schriftliche Anfrage, GR Nr. 2024/139, ein:

Die IWB in Basel und auch die Energie 360°AG in Frauenfeld betreiben bereits solche Anlagen, die aus nachwachsenden Rohstoffen Strom, Wärme und Pflanzenkohle produzieren. Der Pyrolyseprozess ist einer vollständigen Verbrennung der Rohstoffe und auch der Produktion von Biogas vorzuziehen, da dieser nicht nur klimaneutral, sondern auch klimapositiv sein kann. Wird nämlich die Pflanzenkohle mit Nährstoffen geladen, kann sie Böden beigemischt werden, wo das in der Pflanzenkohle gebundene CO₂ gespeichert bleibt. Nebenbei verbessert die durch die Nährstoffe aktivierte Pflanzenkohle auch die Bodenqualität, ein Effekt, der durch die Terra Preta aus dem Amazonas bekannt ist.

Wo die Pflanzenkohle der Kraftwerke in Basel und Frauenfeld zu hohen Preisen verkauft wird, kann die Stadt Zürich das Produkt direkt selbst verwenden. So ist ECB-Pflanzenkohle ein zentraler Bestandteil des Baumsubstrats 2.0 von Grün Stadt Zürich.

Die Stadt Zürich verfügt auch über die nachwachsenden Rohstoffe zur Produktion der Pflanzenkohle. Ein Grossteil der Grünabfälle wird heute von der Biogas Zürich AG zu Biogas verarbeitet. Eine Pyrolyse-Anlage könnte eine gute Ergänzung zu dem Fermenter der Biogas Zürich AG sein, da sich nicht jede Biomasse zur Produktion von Biogas eignet. In diesem Zusammenhang bitten wir den Stadtrat um die Beantwortung der folgenden Fragen:

1. Laufen bei der Stadt Zürich oder bei stadteigenen Unternehmen derzeit Bestrebungen eine Pyrolyse-Anlage zu bauen?
2. Der Fermenter der Biogas Zürich AG läuft derzeit an der Grenze seiner Kapazität. Wie gross ist der Anteil der zu Biogas vergärten Stoffe, welche auch für die Pyrolyse eingesetzt werden könnten?
3. Wie gross wird der stadtinterne Bedarf an Pflanzenkohle in den kommenden Jahren sein? Bitte nach Verwendungszweck (z.B. Substrate, Asphalt, Beton, Wärmedämmung) aufzeigen.
4. Wie gross ist die innerstädtische Verfügbarkeit von zur Pyrolyse geeigneten biogenen Rohstoffen?
5. Wie hoch beliefen sich die Kosten für eine Pyrolyse-Anlage, die den städtischen Bedarf an Pflanzenkohle deckt? Wie gross wären der Platzbedarf und die möglichen Negativemissionen?
6. Wie hoch beliefen sich die Kosten für eine Pyrolyse-Anlage, welche alle geeigneten biogenen Rohstoffe der Stadt verarbeitet? Wie gross wären der Platzbedarf und die möglichen Negativemissionen?
7. Der Strom- und Wärmebedarf in der Stadt Zürich variieren je nach Tages- und Jahreszeit. Inwiefern wäre eine Pyrolyse-Anlage in der Lage ihr Output-Verhältnis an Pflanzenkohle, Strom und Wärme dem Bedarf anzupassen?
8. Welche Haltung hat der Stadtrat bezüglich der Verwendung von Waldholz zur Herstellung von Pflanzenkohle?
9. Wie beurteilt der Stadtrat die Kosten und den Nutzen von Pflanzenkohle – insbesondere hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasen und des Ziels Netto Null?



2/5

Der Stadtrat beantwortet die Anfrage wie folgt:

Frage 1

Laufen bei der Stadt Zürich oder bei stadteigenen Unternehmen derzeit Bestrebungen eine Pyrolyse-Anlage zu bauen?

Nein, derzeit sind keine entsprechenden Bestrebungen im Gang. Die Stadt ist aber über Beteiligungen indirekt an zwei bereits bestehenden Pyrolyseanlagen beteiligt: An der in der Anfrage erwähnten Anlage der Energie 360° AG in Frauenfeld und an einer Anlage der Zürich Holz AG in Illnau. Von beiden Anlagen bezieht die Stadt Pflanzenkohle.

Fragen 2

Der Fermenter der Biogas Zürich AG läuft derzeit an der Grenze seiner Kapazität. Wie gross ist der Anteil der zu Biogas vergärten Stoffe, welche auch für die Pyrolyse eingesetzt werden könnten?

Die in der Fermentierungsanlage der Biogas Zürich AG der Vergärung zugeführten Rohstoffe stammen zu einem grossen Teil aus der Einsammlung von kommunalem Bioabfall. Dieser Bioabfall ist für eine Pyrolyse weder zugelassen noch geeignet. Das Material ist zu feucht; zudem ist es nicht «naturbelassen», sondern mit Fremd- und Schadstoffen belastet. Es bestünde die Gefahr, über die Pflanzenkohle aus solchem Rohmaterial Schadstoffe in die Böden einzutragen.

Frage 3

Wie gross wird der stadtinterne Bedarf an Pflanzenkohle in den kommenden Jahren sein? Bitte nach Verwendungszweck (z.B. Substrate, Asphalt, Beton, Wärmedämmung) aufzeigen.

Gemäss Aussagen von Grün Stadt Zürich beträgt der Jahresbedarf an Pflanzenkohle für den städtischen Landwirtschaftsbetrieb Juchhof 40–50 t. Zusätzlich werden mittelfristig rund 500 t für die Herstellung von Baums substrat, das für Park- und Grünanlagen eingesetzt wird, und für Rasentragschichten für Sportrasenflächen benötigt.

Laut Tiefbauamt (TAZ) könnten in der Stadt Zürich theoretisch jährlich einige Hundert Tonnen Pflanzenkohle im Rahmen von Belagsarbeiten an Strassen in Asphalt eingebunden werden. Da die Kosten und vor allem die Auswirkungen auf die Qualität und die Dauerhaftigkeit (Lebensdauer) des Asphalts aber noch nicht geklärt sind, verzichtet das TAZ vorerst auf diese Anwendung, bis belastbare Resultate aus einem Pilotprojekt des Tiefbauamts von Basel-Stadt vorliegen.

Auch beim Amt für Hochbauten (AHB) kann aktuell nicht von einem Bedarf gesprochen werden. Die Einsatzmöglichkeiten von Pflanzenkohle in der Bauwirtschaft werden immer noch evaluiert. Im Sinne einer CO₂-Speicherung ist es möglich, dem Beton Pflanzenkohle beizumischen. Aktuell befindet sich dieser Beton jedoch noch ausserhalb der Schweizer Normung, und erste Pilotprojekte in der Schweiz werden erst ausgewertet. Genauso finden sich Wärmedämmstoffe auf Basis von Pflanzenkohle erst im Entwicklungsstadium.

Das theoretische Potenzial für die Einbindung von Pflanzenkohle in Beton lässt sich unter der Annahme von jährlich rund 60 000 qm³ verbauten Betons für stadteigene Gebäude auf eine Menge von 750–1500 t Pflanzenkohle schätzen. Diese Annahme geht davon aus, dass von



3/5

den Beton-Anwendungen rund 50 Prozent für Pflanzkohlebeimischung von 25–50 kg Pflanzkohle pro Kubikmeter Beton geeignet sind.

Rechnet man die Mengen für diese drei Anwendungsbereiche zusammen, kommt man auf einen theoretischen maximalen Bedarf der Stadt Zürich von 1700–2500 t Pflanzkohle pro Jahr. Zum Vergleich: Die einleitend erwähnte Anlage der Energie 360° AG in Frauenfeld weist eine Jahresproduktion von 3500 t Pflanzkohle aus.

Frage 4

Wie gross ist die innerstädtische Verfügbarkeit von zur Pyrolyse geeigneten biogenen Rohstoffen?

Die Ernte von Wald- und Flurholz der Stadt Zürich beträgt pro Jahr 14 000–17 000 t. Davon werden 6000–9000 t in Form von Stammholz einer stofflichen Verwertung (z. B. Bau- oder Möbelholz) zugeführt. Es verbleiben rund 8500 t Biomasse, die heute mehrheitlich rein energetisch genutzt werden, grundsätzlich aber auch für Pyrolyse in Frage kämen. Hinzu kommen 300–500 t Astmaterial aus dem Vergärwerk Werdhölzli. Angenommen, es könnte eine Gesamtmenge von rund 9000 t Biomasse getrocknet und dann vollständig einer Pyrolyse zugeführt werden, so könnten in einem Pyrolyse-Heizkraftwerk mit Wärme- und Stromproduktion rund 410 t Pflanzkohle gewonnen werden. Diese Menge Pflanzkohle entspricht bei einem angenommenen Kohlenstoffgehalt der Pflanzkohle von 80 Prozent dem Äquivalent von rund 1200 t CO₂ oder den direkten CO₂-Emissionen von rund 300 Personen in der Stadt Zürich.

Frage 5

Wie hoch beliefen sich die Kosten für eine Pyrolyse-Anlage, die den städtischen Bedarf an Pflanzkohle deckt? Wie gross wären der Platzbedarf und die möglichen Negativemissionen?

Da bisher kein Projekt für eine eigene städtische Pyrolyse-Anlage besteht, können der erforderliche Platzbedarf und die Kosten nur aufgrund der Daten des bestehenden Pyrolyse-Kraftwerks der Energie 360° AG in Frauenfeld abgeschätzt werden. Die Investitionen für diese Anlage beliefen sich auf rund 50 Millionen Franken. Die jährlichen Betriebskosten betragen rund 4 Millionen Franken. Der Platzbedarf liegt bei etwa 10 000 m² Grundstücksfläche. Nimmt man 60 Prozent dieser Zahlen, weil der städtische Bedarf kleiner ist als die Produktionskapazität der Anlage in Frauenfeld, müsste für eine städtische Anlage mit Investitionen von mindestens 30 Millionen Franken, jährlichen Betriebskosten von 2,4 Millionen Franken und einer Grundstücksfläche von 6000 m² gerechnet werden. Anzumerken ist, dass die genannten Kosten nur zu einem Teil der Herstellung von Pflanzkohle angerechnet werden können, da eine solche Anlage neben Pflanzkohle auch Strom und Fernwärme liefert. Geht man von einer Jahresproduktion von 2100 t Pflanzkohle aus, so entspricht dies einem Äquivalent von rund 6000 t CO₂.

Frage 6

Wie hoch beliefen sich die Kosten für eine Pyrolyse-Anlage, welche alle geeigneten biogenen Rohstoffe der Stadt verarbeitet? Wie gross wären der Platzbedarf und die möglichen Negativemissionen?



4/5

Aus den Antworten auf die Fragen 4 und 5 ergibt sich, dass das theoretische Potenzial zur Produktion von Pflanzenkohle aus «innerstädtischer» Biomasse nur rund 14 Prozent des mittelfristigen Bedarfs an Pflanzenkohle beträgt. Eine für den Anfall an Biomasse aus der Stadt konzeptionierte Anlage wäre rund achtmal kleiner, die Kosten pro Tonne Pflanzenkohle würden jedoch deutlich höher ausfallen als bei der in der Antwort auf Frage 5 skizzierten Anlage. Ein rentabler Betrieb wäre nicht möglich.

Frage 7

Der Strom- und Wärmebedarf in der Stadt Zürich variieren je nach Tages- und Jahreszeit. Inwiefern wäre eine Pyrolyse-Anlage in der Lage ihr Output-Verhältnis an Pflanzenkohle, Strom und Wärme dem Bedarf anzupassen?

Grundsätzlich lässt sich eine Pyrolyse-Anlage in einem beschränkten Mass in der Leistung regulieren oder auch nur saisonal betreiben. Da die Wirtschaftlichkeit einer Pyrolyseanlage aber stark von der Anzahl Betriebsstunden abhängt, rechnen sich solche Anlagen eigentlich nur, wenn sie ganzjährig durchgehend und möglichst bei Volllast betrieben werden. Eine bedarfsgerechte Regulierung erweist sich somit aus ökonomischen Gründen als schwierig.

Frage 8

Welche Haltung hat der Stadtrat bezüglich der Verwendung von Waldholz zur Herstellung von Pflanzenkohle?

Wie der Stadtrat in seiner Antwort vom 6. September 2023 (Stadtratsbeschluss Nr. 2490/2023) auf die Schriftliche Anfrage von Sibylle Kauer und Jürg Rauser (GR Nr. 2023/289) bereits mitteilte, hat die Stadt im Juni 2023 das Projekt «Holz für Netto-Null» gestartet. Damit soll geklärt werden, wie die Stadt Holz im Sinne der Netto-Null-Ziele und der Kaskadennutzung optimal einsetzen kann. Im Rahmen dieses Projekts werden auch die Möglichkeiten und der Nutzen einer Pyrolyse von Holz und damit verbunden einer Herstellung von Pflanzenkohle beurteilt. Die entsprechenden Arbeiten sind noch im Gang, weshalb noch keine abschliessende Haltung des Stadtrats formuliert werden kann.

Anzufügen ist, dass der Betrieb von Holz-Pyrolyseanlagen sowohl lufthygienisch als auch umwelttechnisch anspruchsvoll ist und die Vor- und Nachteile sowie Chancen und Risiken eines Einsatzes von Pflanzenkohle in Böden in der Fachwelt unterschiedlich beurteilt werden. Eine gute Übersicht über den aktuellen Erkenntnisstand und die Rechtsgrundlagen dazu aber auch über die offenen Fragen und den Forschungsbedarf bietet das von den Bundesämtern für Umwelt (BAFU) und für Landwirtschaft (BLW) sowie der Arbeitsgruppe Interventionswerte und Risikobeurteilung (AGIR) des Cercle Sol 2023 herausgegebene Faktenblatt [«Pflanzenkohle in der Schweizer Landwirtschaft - Risiken und Chancen für Boden und Klima»](#).

Frage 9

Wie beurteilt der Stadtrat die Kosten und den Nutzen von Pflanzenkohle – insbesondere hinsichtlich der Reduktion von Treibhausgasen und des Ziels Netto Null?

Die Kosten- und Nutzenanalyse von Pflanzenkohle muss in einer Gesamtsicht erfolgen, in deren Rahmen die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten des Rohstoffs Holz verglichen werden: die stoffliche Nutzung von Holz bzw. eine Kaskadennutzung (zuerst stofflich, am Ende



5/5

der Kaskade energetisch) und die direkte energetische Nutzung – dies mit oder ohne Produktion von Pflanzenkohle. Dabei gilt es den Beitrag zu ermitteln, den die verschiedenen Nutzungsarten an die Verringerung von Treibhausgas-Emissionen leisten.

Im Rahmen des bereits erwähnten Projekts «Holz für Netto-Null» wurde eine Ökobilanz für verschiedene Optionen der stofflichen und energetischen Holznutzung in Auftrag gegeben. Die ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass heute eine Pyrolyse mit anschliessender Speicherung der gewonnenen Pflanzenkohle in Böden oder Baustoffen hinsichtlich des Klimaschutzes keinen Vorteil gegenüber einer direkten energetischen Holznutzung (Holzschnitzel- oder Pelletfeuerungen) aufweist. Dies gilt selbst dann, wenn die Pyrolyse nicht allein zur Herstellung von Pflanzenkohle, sondern auch zur Wärme- und Stromproduktion genutzt wird.

Einzig bei einer langfristigen Betrachtung, wenn der Umstieg auf erneuerbare Energien weit vorangeschritten sein wird (etwa ab dem Jahr 2050) und durch die direkte Holzverbrennung daher kaum mehr fossile Energien substituiert werden können, fällt die Treibhausgas-Emissionsbilanz der Pyrolyse besser aus als jene von anderen energetischen Nutzungen – dies aber auch nur dann, wenn das aus der direkten Holzverbrennung anfallende CO₂ nicht mittels Carbon Capture Storage (Speicherung von Kohlendioxid im Untergrund) abgeschieden wird.

Der grösste Beitrag zur Reduktion von Treibhausgasemissionen mit Holz wird in jedem Fall durch eine Kaskadennutzung erzielt, bei der das Holz zuerst als Baustoff Verwendung findet und am Ende der Nutzungszeit noch der energetischen Nutzung zugeführt wird.

Bezüglich der Kosten deuten die Abschätzungen darauf hin, dass die Vermeidung einer Tonne CO₂ mittels Pflanzenkohle deutlich höhere spezifische Kosten aufweist als viele andere Möglichkeiten zur Reduktion von CO₂-Emissionen.

Im Namen des Stadtrats
Der Stadtschreiber
Thomas Bolleter