

I. Zusammenfassung

I.1 Kontext

Die Stadt Zürich strebt an, bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu sein. Dieses Vorhaben erfordert die aktive Beteiligung aller Sektoren, einschliesslich der Landwirtschaft, auch wenn ihr Anteil an den Gesamtemissionen vergleichsweise gering ist (0.2%). Für die direkten Emissionen der Stadtverwaltung gilt dabei Netto-Null bis 2035 (Stadt Zürich, 2023). Da die verpachteten Flächen (Pachtbetriebe und Einzelpachtflächen) auch zur Stadtverwaltung gehören, gilt für sie ebenfalls dieses Ziel.

Mit dem Postulat GR 2021/34 wird der Stadtrat aufgefordert zu prüfen, wie die Landwirtschaftsbetriebe in der Stadt Zürich auf das Netto-Null Klimaziel bis 2035 ausgerichtet werden können. Zu diesem Zweck ist eine Klimastrategie zur Reduktion treibhausgasintensiver Aktivitäten (u.a. Gebäude, Maschinen, Bewirtschaftungsart, Tierhaltung und Dünger Management) und zur vermehrten Nutzung von Kohlenstoffspeichern auszuarbeiten.

Der vorliegende Bericht zeigt den Ist-Zustand in Bezug auf THG-Emissionen sowie den Handlungsspielraum der Stadt und der landwirtschaftlichen Betriebe anhand verschiedener Szenarien auf. Ausserdem werden konkrete Massnahmen skizziert.

I.2 Vorgehen

Die Studie analysiert den Handlungsspielraum für die Reduktion von Treibhausgasemissionen (THG-Emissionen) der Landwirtschaft in der Stadt Zürich. Damit der Spielraum der Stadt sowie der von einzelnen Betrieben aufgezeigt werden kann, werden zwei verschiedene Ebenen modelliert, die Stadt-Ebene und die betriebliche Ebene.

Der aggregierte Betrieb repräsentiert auf Stadt-Ebene einen modellierten Gesamtbetrieb, der die Vielfalt der städtischen Landwirtschaft so präzise wie möglich abbildet. Diese Betrachtungsweise ermöglicht ein umfassenderes Verständnis des Handlungsspielraums der Stadt, insbesondere in Bezug auf landwirtschaftliche Prozesse und Emissionen, sowie bezüglich der Interaktion der städtischen Flüsse mit denen aus der Landwirtschaft.

Auf der zweiten Ebene analysiert die Studie einzelne Pilotbetriebe, die mit betriebspezifischen Daten modelliert werden und einen detaillierten Einblick in den individuellen Spielraum bieten. Diese Analysen auf Betriebsebene ermöglichen eine genauere Betrachtung der landwirtschaftlichen Praktiken und Herausforderungen, was wiederum wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung gezielter Massnahmen und Empfehlungen liefert.

Der Handlungsspielraum wurde in fünf Handlungsfelder unterteilt, die jeweils aus verschiedenen praktisch umsetzbaren Massnahmen gebildet wurden. Zu den Handlungsfeldern zählen die Bereiche Gebäude (nicht direkt modelliert), erneuerbare Energien, Pflanzenbau (Massnahmen für Grünland, Nährstoffkreisläufe und Bodenkohlenstoff), Tierhaltung sowie eine Sammlung an Massnahmen unter der Kategorie «Sonstige» (z.B. Agroforst, biologische Landwirtschaft und Pflanzenkohle).

Zur Untersuchung dieses Handlungsspielraums wurden vier extreme Szenarien entwickelt. Die Berechnungen basierten auf dem FarmLCA-Tool, einem Instrument zur Ökobilanzierung, welches die Komplexität eines integrierten landwirtschaftlichen Betriebs abbilden kann und

die THG-Emissionen nach den Standards des IPCC berechnet. An drei Workshops konnten die Landwirt*innen ihre Inputs zu den Szenarien und den Massnahmen einbringen und diskutieren.

1.3 Erkenntnisse der Studie für Entscheidungsträger

Die städtische Landwirtschaft kann auf das Netto-Null Ziel ausgerichtet werden. Je nach Massnahmen geschieht dies jedoch nicht ohne Zielkonflikte.

Die Landwirtschaft in der Stadt erfüllt heute verschiedene Aufgaben, darunter die Lebensmittelproduktion, die Förderung der Biodiversität, das Angebot für Mitwirkung und die Schaffung attraktiver Erholungsräume (Grün Stadt Zürich, 2019). Die Einsparung von THG-Emissionen ist ein weiteres Ziel. Die Menge an Emissionen, die reduziert werden kann, hängt davon ab, welchem dieser Ziele welche Priorität eingeräumt wird.

Die Untersuchung auf Stadt-Ebene und der Pilotbetriebe hat gezeigt, dass bereits viele positive Massnahmen und Ansätze zur Reduktion von THG-Emissionen in der städtischen Landwirtschaft umgesetzt werden. Es ist wichtig zu beachten, dass die Landwirt*innen offen für Veränderungen und bereit sind, ihren Beitrag zu leisten.

Die Entwicklung eines Massnahmenplans, der sowohl verbindliche als auch nicht verbindliche Massnahmen enthält, ist ein wichtiger Schritt für mehr Klimaschutz. Dieser Plan berücksichtigt die verschiedenen Interessen und zeigt Möglichkeiten auf, wie die Landwirt*innen und die Stadt gemeinsam an einer nachhaltigen Zukunft arbeiten können.

Herausforderung Nährstoffkreislauf

Wenn das Klimaziel priorisiert wird, ist eine Reduktion der Tierbestände, insbesondere der Methan-emittierenden Wiederkäuer, die direkteste Lösung. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Landwirtschaft Nährstoffe für den Ackerbau benötigt. Die Verwendung von Nährstoffen in Form von Hofdünger aus der Tierhaltung ermöglicht es, auf chemisch-synthetische Dünger zu verzichten. Es gilt zu beachten, dass Tiere selbst keine Nährstoffe produzieren, sondern die Nährstoffe, die sie durch das Futter aufnehmen, über den Hofdünger wieder verfügbar machen. Hofdünger können also durch Futter aus dem naheliegenden Grünland (v.a. Polygastrier und Pferde), aber auch aus Futter vom Ackerland stammen (v.a. Monogastrier). Während der Nährstofftransfer vom eigenen Grünland zum Ackerbau erlaubt, den lokalen Nährstoffkreislauf zu schliessen, bringt importiertes Futter zusätzliche Nährstoffe in den Kreislauf. Dies kann zu einer Überdüngung und Umweltproblemen führen. Auch steht die Produktion dieses Futters oftmals direkt in Konkurrenz mit der Produktion von Nahrungsmitteln für die menschliche Ernährung.

Eine Reduktion der Wiederkäuerbestände ist nur möglich, wenn es alternative Quellen für Düngemittel gibt. Unter der Annahme einer Reduktion der Wiederkäuerbestände kann der Nährstoffbedarf auf verschiedene Weisen gedeckt werden: (i) chemisch-synthetische Dünger, (ii) Hofdünger von Monogastriern, die mit Futter, das ausserhalb der Stadt produziert wird, gefüttert werden, (iii) aufbereitete pflanzliche Biomasse (z.B. Kompost, Gärgülle aus Biogasanlagen), (iv) Gründüngung und Transfermulch. In dieser Studie wurden einige Optionen untersucht: der Ersatz der Wiederkäuer durch Monogastrier (Szenario Extensivierung) und die verstärkte Nutzung der Biogasanlage (Szenario Zirkuläre Stadt). Die Bodenbearbeitung und Gründüngung wurden im Szenario Basic optimiert. Eine Tierhaltung mit möglichst wenig Konkurrenz wurde im Szenario Feed no Food modelliert. Es wurde kein

Szenario für den Ersatz von Hofdünger durch chemisch-synthetische Dünger entwickelt, da sich die Stadt auf den eigenen Flächen der Biolandwirtschaft, die den Einsatz von diesen Düngemitteln verbietet, verpflichtet hat. Die Möglichkeit, Nährstoffe in Form von Transfermulch direkt auf die Ackerflächen auszubringen, wurde nicht modelliert, da dafür keine aussagekräftigen Berechnungsmethoden für Ökobilanzierungen zur Verfügung standen.

Studienresultate zu den Szenarien

Die Studie zeigt, dass für fast alle Szenarien die THG-Emissionen reduziert werden können. Für das Szenario Extensivierung ist diese Reduktion auf den Ersatz der Wiederkäuer durch Monogastrier zurückzuführen. Letztere emittieren viel weniger Methan und haben deshalb einen geringeren CO₂-Fussabdruck. Der Hofdünger wird nun ebenfalls von Monogastriern erzeugt, was jedoch intensive Tierhaltungsformen fordert. Hinzu kommt, dass diese Tiere sich nur bedingt vom Grasland ernähren können und Futter benötigen, das in die Stadt importiert werden müsste. Dies widerspricht dem Prinzip der Kreislaufwirtschaft und führt zu einem höheren Verbrauch fossiler Energien durch den Futtermittelanbau und -transport.

Die Reduktion von THG-Emissionen im Szenario Zirkuläre Stadt ist wiederum auf die Reduktion der Wiederkäuer zurückzuführen, im Vergleich zum Szenario Extensivierung bleibt der Stickstoffkreislauf innerhalb der Stadt jedoch geschlossen. Die bislang als Futter genutzte Biomasse vom Grünland wird in der Biogasanlage zur Energiegewinnung genutzt. Dabei entstehen stickstoffreiche Gärreste, die, falls nicht verunreinigt, als Dünger auf die Äcker rückgeführt werden. Der Nährstoffkreislauf zwischen Grün- und Ackerland wird über eine Biogasanlage anstatt über die Wiederkäuer geschlossen. Dieses Szenario kann klimaneutral sein, hat jedoch zur Folge, dass die Landwirtschaft an Wertschöpfung verliert, da keine tierischen Produkte mehr erzeugt werden. Des Weiteren würde der Transport von Biomasse und Gärresten ein grösseres Verkehrsaufkommen mitbringen, das wiederum Energie benötigt.

Das Szenario Feed no Food überzeugt, wenn die lokale Nahrungsmittelversorgung sowie ein geringerer Verbrauch fossiler Energieträger im Mittelpunkt stehen. Mit im heutigen Vergleich fast gleichbleibenden THG-Emissionen können deutlich mehr tierische Lebensmittel produziert werden. Dieses Ergebnis wird durch drei Faktoren bestimmt: Erstens durch eine verbesserte Nutzungsdauer der Milchkühe, denn wenn Milchkühe länger leben, müssen auch weniger Tiere nachgezogen werden. Zweitens durch mehr Weidegang wodurch weniger Hofdünger gelagert wird und weniger Emissionen während der Lagerung entstehen, drittens durch die gezielte Nutzung von Zweinutzungsrassen, wodurch die Produktionseffizienz in Bezug auf Proteine pro Tier erhöht wird. Auch können in diesem Szenario zusätzliche Emissionen teilweise durch Bodenkohlenstoffspeicherung kompensiert werden. Aber selbst bei den optimistischsten Annahmen dazu bleibt diese Kompensationsleistung gering.

Die in der Studie berechneten Szenarien sind Extremwelten. Sie dienen nicht als konkrete Vorschläge für die Politik, sondern als Einladung, die Komplexität der Dynamik des Systems zu verstehen. Sie zeigen den Handlungsspielraum der städtischen Landwirtschaft auf, um die THG-Emissionen zu reduzieren. Weiter- ermöglichen sie Ansätze zu identifizieren, die nicht zu unerwarteten Auswirkungen auf das städtische Landwirtschaftssystem führen, da allfällige Zielkonflikte erkannt werden können.

Ansätze zur Reduktion von THG-Emissionen

Die Prinzipien der **konservierenden Landwirtschaft** (z.B. schonende Bodenbearbeitung, Untersaat und Gründüngungen) erhöhen den Kohlenstoffspeicher im Boden und tragen zum Humusaufbau bei. Zudem können sie für die Biodiversität förderlich sein, da zum Beispiel eine Untersaat so gewählt werden kann, dass immer eine Art blüht und somit den Bestäubern als Nahrungsquelle zur Verfügung steht. Auch steigert konservierende Landwirtschaft die Resilienz gegenüber Wetterextremen. Diese Wirkungen sind jedoch stark kontextabhängig. Es ist wichtig, spezifisches Wissen darüber zu entwickeln, was in der Stadt Zürich tatsächlich funktioniert. Dies kann Aspekte wie die Häufigkeit des selektiven Pflügens für die biologische Unkrautbekämpfung oder die maximale Kohlenstoffspeicherung durch Humusaufbau im Boden umfassen. Dieses spezifische, lokale Wissen muss noch weiter ausgebaut werden.

Durch die Ausbringung von **Pflanzenkohle** auf Ackerflächen kann CO₂ langfristig im Boden gespeichert werden. Bei sehr optimistischen Annahmen können 5-35% der jährlichen Emissionen der Landwirtschaft damit kompensiert werden.

Während Pflanzenkohle langfristig CO₂ bindet, wird nur ein kleiner Teil der im Boden eigearbeiteten Biomasse (Erntereste), auch langfristig als **Bodenkohlenstoff** gebunden. Die Studie zeigt, dass je nach Landnutzung und Bearbeitungspraxis maximal 5.5 Tonnen CO₂ über einen Zeitraum von 20 Jahren zusätzlich langfristig im Boden gespeichert werden können, was im Durchschnitt 0.275 Tonnen CO₂ pro Jahr entspricht und etwa 0.01% der jährlichen Emissionen der städtischen Landwirtschaft ausmacht. Durch Anpflanzen zusätzlicher Bäume oder durch die Einarbeitung von Ernteresten in den Boden, können jedoch kurzfristig bis zu 1 375 Tonnen CO₂ pro Jahr gespeichert werden was ca. 35% der heutigen Emissionen der städtischen Landwirtschaft entspricht.

Das **Umwandlung von Grünland zu Ackerland** führt dazu, dass im Boden langfristig gespeicherter Kohlenstoff wieder freigesetzt wird. Die Studie zeigt anhand von Pilotbetrieb 3, dass pro Hektar mehr Kohlenstoff verloren geht, als über 20 Jahre auf dieser Fläche langfristig im Ackerbau gebunden werden kann. Dies verdeutlicht, dass die Umwandlung von Grünland (durch Umpflügen) in Ackerland dazu führt, dass mehr C freigesetzt wird, als über einen längeren Zeitraum gebunden werden kann.

Die Tierbestandsreduktion, vor allem die **Reduktion der Wiederkäuer**, ist die einfachste Massnahme, um THG-Emissionen schnell zu reduzieren. Dabei gehen aber auch die Produktion von Lebensmitteln und Hofdünger verloren. Bei einer Senkung des Tierbestands sollte jedoch eine Spezialisierung einzelner landwirtschaftlicher Betriebe möglich bleiben. Dies bedeutet, dass bestimmte Betriebe auf die Tierhaltung verzichten, damit andere eine wirtschaftlich sinnvolle Anzahl an Nutztieren halten können. Ein Beispiel dafür ist die Milchwirtschaft, die sich aufgrund der Melkinfrastruktur erst ab einer bestimmten Grösse rechnet.

Die Tierhaltung hat ihren Platz in der Landwirtschaft, wenn sie dazu beiträgt, Kreisläufe zu schliessen. Diese kann aber trotzdem THG-Emissionen sowie den Verbrauch fossiler Energien minimieren. Konkret heisst das:

- Im Fall von Wiederkäuern bieten **Zweinutzungsrasen** eine Möglichkeit, die Proteinproduktion auf Grünland zu optimieren. Durch die Kombination mit gutem **Weidemanagement**, längerer Nutzungsdauer und vermehrtem Weidegang kann diese Art der Produktion die THG-Emissionen minimieren und gleichzeitig die Proteinproduktion aus dem Grünland maximieren.

- Monogastrier, wie Hühner und Schweine, haben durchaus ihren Platz, wenn ihre Fütterung nicht in Konkurrenz mit der menschlichen Ernährung steht und sie mit Abfällen und Nebenprodukten aus der Lebensmittelverarbeitung der Stadt oder mit Nebenprodukten aus der Landwirtschaft gefüttert werden können.

Die unmittelbare Nähe von Landwirtschaft und Stadt bietet die Möglichkeit, **Kreisläufe** innerhalb kurzer Distanzen zu schliessen.

- Die städtische Biogasanlage, in der Haushalts-Bioabfall mit Biomasse und Gülle aus der Landwirtschaft gemischt wird, kann nicht nur Energie erzeugen, sondern auch die Funktion der Tiere im Nährstoffkreislauf teilweise übernehmen, da die Gärreste als Nährstoffe zurückgeführt werden können.
- Der Einsatz von Pflanzenkohle, die teilweise aus dem Holz städtischer Parks und der landwirtschaftlichen Produktion gewonnen wird, könnte weiter ausgebaut werden. Dies unterstreicht die Bedeutung von Bäumen, Hecken und Agroforstsystemen. Sie können CO₂ zwar nur kurzfristig in ihrer Biomasse speichern, sind jedoch eine wichtige Rohstoffquelle für die Herstellung von Pflanzenkohle. Zusätzlich spielen sie eine wichtige Rolle im Erhalt der Biodiversität.
- Bei Gärresten und Pflanzenkohle ist es von entscheidender Bedeutung, eine hohe Qualität auch in Bezug auf schädliche Rückstände zu produzieren. Nur so können diese Hilfsstoffe auch in der landwirtschaftlichen Produktion eingesetzt werden.

Alle Möglichkeiten zur Reduktion der THG-Emissionen erfordern finanzielle Ressourcen. Je mehr CO₂ reduziert werden soll, desto höher sind in der Regel die anfallenden Kosten. Diese können durch staatliche Subventionen gedeckt werden oder sie werden durch Vorteile kompensiert, die die Stadtnähe bietet. Dazu gehört beispielsweise eine erhöhte Direktvermarktung mit höheren Margen, sowie eine Förderung der Pensionspferdehaltung. Letztere erzielt einen hohen Deckungsbeitrag und stellt für die städtische Bevölkerung ein Hobby mit hoher Nachfrage dar. Die Bildungs-, Erholungs- und Freizeitfunktionen städtischer Betriebe können zur Finanzierung der Betriebe beitragen und die Diversifizierung des Einkommens fördern. Des Weiteren kann damit auch die Abhängigkeit von der Tierhaltung verringert werden. Allerdings geht dies auf Kosten der Ernährungsfunktion der Landwirtschaft.

Die Landwirtschaft kann die Stadt beim Ausstieg aus den fossilen Energien unterstützen, indem sie erneuerbare Energien wie Biogas, Solarenergie und Windstrom produziert.

