

KLIMAAKTIONSPLAN STADT BUCHHOLZ ARBEITSPAKET 3: POTENZIALANALYSE

Hamburg, 24.06.2022

Jana Kapfer, Felix Landsberg, Jörn Sünkel, Robert Werner

INHALT

1.	Einleitung und Herangehensweise	4
2.	Zusammenfassung	6
3.	Potenziale je Handlungsfeld	9
3.1.	Handlungsfeld Strom	9
3.1.1.	Photovoltaik	11
3.1.2.	Windkraft	15
3.1.3.	Biomasse	18
3.1.4.	Geothermische Stromerzeugung	20
3.1.5.	Effizienz	20
3.1.6.	Zusammenfassung der Potenziale	23
3.2.	Handlungsfeld Wärme	24
3.2.1.	Suffizienz	29
3.2.2.	Neubau	29
3.2.3.	Sanierung	31
3.2.4.	Erzeugung	33
3.2.5.	Zusammenfassung der Potenziale	45
3.3.	Handlungsfeld Verkehr	46
3.3.1.	Verkehrsvermeidung	47
3.3.2.	Fußverkehr	48
3.3.3.	Fahrradverkehr	49
3.3.4.	Öffentlicher Personenverkehr	50
3.3.5.	Motorisierter Individualverkehr	53
3.3.6.	Zusammenfassung der Potenziale	57
3.4.	Handlungsfeld Wirtschaft	59
3.4.1.	Strom	59
3.4.2.	Wärme & Gebäude	60
3.4.3.	Mobilität	60
3.4.4.	Beschaffung	61
3.4.5.	Unternehmenskultur und -organisation	61
3.4.6.	Zusammenfassung der Potenziale	62

3.5.	Handlungsfeld Landnutzung & Ernährung	63
3.5.1.	Landwirtschaft	63
3.5.2.	Landnutzung und Landnutzungsänderung	66
3.5.3.	Forstwirtschaft	67
3.5.4.	Ernährung	69
3.5.5.	Zusammenfassung der Potenziale	70
Literatur		71
Anhang		82

1. EINLEITUNG UND HERANGEHENSWEISE

Die vorliegende Potenzialanalyse bildet das dritte Arbeitspaket der Ausarbeitung des Klimaaktionsplans für die Stadt Buchholz in der Nordheide (im Folgenden „Buchholz“), mit dessen Erstellung das Hamburg Institut im Sommer 2021 beauftragt wurde. Die Kenntnis der Potenziale zur Reduktion von Treibhausgasemissionen (THG) ist die zentrale Voraussetzung für die Entwicklung eines Maßnahmenplans, der schlussendlich als Handlungsleitfaden für die jeweiligen Akteur:innen der Stadt Buchholz dienen soll.

Die vorliegende Potenzialanalyse beleuchtet den Erfolg bisheriger Klimaschutzmaßnahmen und bringt neue Erkenntnisse zu aktuellen technologischen, rechtlichen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen ein.

Die Klimabilanz von Kommunen wird maßgeblich von übergeordneten Rahmenbedingungen (siehe Arbeitspaket 1: Definition Klimaneutralität) auf Bundes-, Landes- und Landkreisebene bestimmt, weshalb der Fokus dieser Potenzialanalyse auf den **Handlungsspielraum der Stadt Buchholz** und seiner Bürger:innen sowie der Unternehmer:innen abstellt.

Die Ergebnisse einer Potenzialanalyse hängen stark von der jeweils zugrunde liegenden Definition dieses weiten Begriffes ab. In der unten abgebildeten Grafik strukturieren wir diesen Begriff. Für Kommunen sind die jeweils rot gefärbten Bereiche, nämlich das **umsetzbare** und das **realistische** Potenzial von zentraler Bedeutung, wenn es um Maßnahmen geht, mit deren Umsetzung unverzüglich begonnen werden soll. In dieser Potenzialanalyse wird anhand der technischen, wirtschaftlichen und regulatorischen Hemmnisse ein für Buchholz möglichst realistisches, **aktuell umsetzbares Potenzial** ermittelt (siehe Abbildung 1).

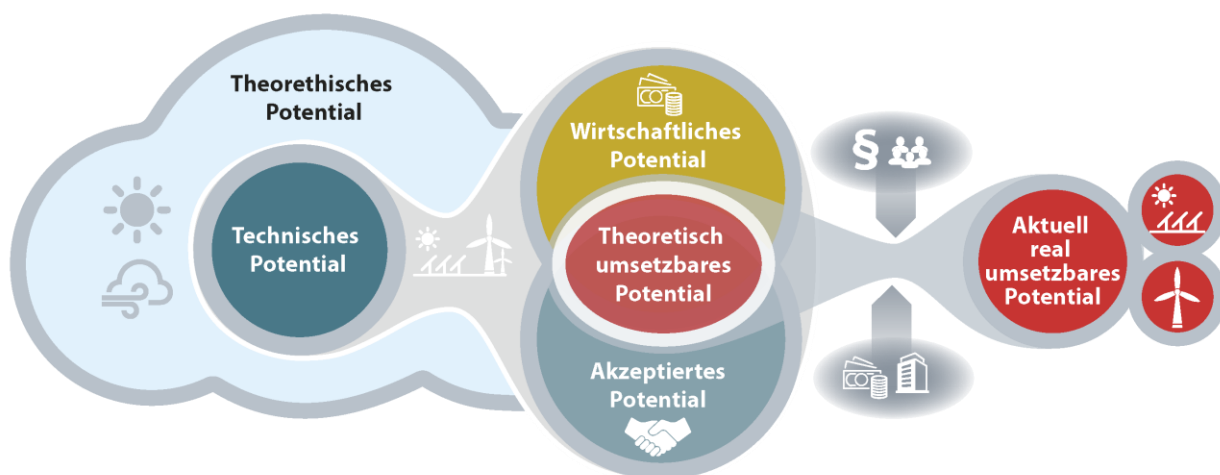


Abbildung 1: Ermittlung des umsetzbaren Potenzials (eigene Abbildung)

Wir geben Hinweise auf Maßnahmen, die das theoretisch umsetzbare Potenzial in tatsächlich umsetzbares überführen können.

Im Rahmen der Potenzialanalyse wurden **fünf Handlungsfelder** definiert: Strom, Wärme, Verkehr, Wirtschaft sowie Landnutzung und Ernährung. Diese Handlungsfelder wurden nach einem praxisorientierten Ansatz entwickelt, der hauptsächlich eine thematische Einteilung vornimmt, mit dem Handlungsfeld Wirtschaft

jedoch auch eine akteursbezogene Komponente einbringt. Dieses Vorgehen ermöglichte in erster Linie eine einfache Umsetzung der Stakeholderbeteiligung.

Wichtiges Element der Herangehensweise der Potenzialanalyse bildete ein umfangreicher **Beteiligungsprozess**, in den vielfältige Stakeholder der Stadtgesellschaft sowie relevanter Institutionen eingebunden wurden. Den Auftakt hierfür stellte Ende September 2021 ein Austausch mit den sogenannten *Klimateams* dar – ein in fünf Themenbereiche gegliedertes Format für Klimaengagement, welches Buchholzer Bürger:innen zusammenbringt, die sich für den Klimaschutz engagieren¹. Nachdem in diesem Termin erste Impulse gesammelt wurden, fanden von Ende Oktober 2021 bis Mitte November 2021 Diskussionsrunden zu den einzelnen Handlungsfeldern per Videokonferenz statt. In diesen jeweils etwa zweistündigen Terminen brachten sich insgesamt etwa **50 Stakeholder** ein. Der Fokus lag einerseits auf der Diskussion der Hemmnisse, welche die Realisierung von Klimaschutzpotenzialen bisher verhindert haben, andererseits wurden Erfolgsfaktoren für die Umsetzung in der Zukunft besprochen. Zudem wurden bereits Ansätze für mögliche Instrumente zur Realisierung der Potenziale entwickelt. Abseits dieser zentralen Gespräche fanden weitere fachliche Austausche telefonisch statt. Des Weiteren hatten die Stakeholder jederzeit die Möglichkeit, ihre Ideen telefonisch oder per E-Mail einzubringen.

An dieser Stelle möchten wir uns noch einmal bei den zahlreichen Teilnehmenden der Diskussionsrunden herzlich bedanken. Durch diese Mitwirkung wurde die vorliegende Potenzialanalyse erst möglich.

In dieser Ausarbeitung werden die identifizierten Klimaschutzpotenziale vorgestellt und die Anmerkungen der Stakeholder in die Bewertung eingebracht. Die Bewertung der Potenziale wird aus fachlicher Sicht ergänzt und eingeordnet. Eine zusätzliche Basis für die Potenzialanalyse stellten diverse aktuelle Daten zu den einzelnen Handlungsfeldern dar sowie die Erfahrungen aus der Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes (IKSK) aus dem Jahr 2012 und des Mobilitätskonzeptes aus dem Jahr 2014. Im Folgenden werden die identifizierten Potenziale in den fünf Handlungsfeldern erläutert und wenn möglich quantifiziert.

Mit den hier ermittelten Potenzialen werden im nachfolgenden Arbeitspaket 4 Szenarien ermittelt, die prüfen, inwiefern eine Zielerreichung der Klimaneutralität im Jahre 2035 möglich erscheint. Daraus ergeben sich Hinweise, an welchen Stellen das bisher nur theoretisch umsetzbare Potenzial aktiver in ein realistisches Umsetzungspotenzial überführt werden kann. Diese Maßnahmen sind in der Regel längerfristig und zunächst abstrakter.

¹ Mehr Informationen: <https://klimaforum.buchholz.de/buchholz/de/home/beteiligen>

2. ZUSAMMENFASSUNG

Welche wesentlichen Potenziale im Hinblick auf die angestrebte Klimaneutralität bieten die fünf **Handlungsfelder Strom, Wärme, Wirtschaft, Mobilität und Landwirtschaft/Ernährung** in Buchholz? Die wichtigsten Erkenntnisse sind hier zusammenfassend aufgelistet – ausführlich beschrieben und hergeleitet werden sie in den nachfolgenden Kapiteln.

Im Handlungsfeld Strom liegen insbesondere im Ausbau der Photovoltaik (PV) hohe Potenziale für Buchholz. Diese gilt es zu realisieren, um dem Anstieg des Stromverbrauchs in den anderen Handlungsfeldern gerecht zu werden.

- Für das Jahr 2035 ergibt sich für eine Erzeugung erneuerbarer Energien auf dem Stadtgebiet ein **gesamtes technisches Potenzial von einer installierten Leistung von 182 MW** mit einem Stromertrag von 197 GWh pro Jahr.
- Das höchste Potenzial steckt in einem **konsequenten Zubau der PV** mit 70 MW auf Dachflächen und bis zu 93 MW auf Freiflächen. In dem Bau von PV-Anlagen in der Freifläche liegen große Ausbaupotenziale, welche insbesondere durch eine bereits in Aussicht gestellte Förderung der Bundesregierung gehoben werden können.
- Das zweithöchste Ausbaupotenzial bei der Stromerzeugung liefert mit 10 MW bzw. 20 GWh/a der Ersatz der älteren **Windenergieanlagen** (Repowering).

Im Handlungsfeld Wärme stellt die Umstellung der Energieträger bei Heizanlagen im Bestand (dezentral, Einsatz von Wärmepumpen) das Potenzial mit dem größten Hebel für Buchholz dar.

- Das Reduktionspotenzial durch **Sanierung** ist durch die Kapazitätsgrenzen des Baugewerbes begrenzt. Insofern liegt das größte Potenzial in der Wärmeversorgung in der Kombination von Teil-Sanierungen als begleitende Maßnahme und der gleichzeitigen Umstellung auf **Wärmepumpen**. Eine möglichst rasch wirksame Reduktion der THG-Emissionen lässt sich durch den Austausch von Ölheizungen durch Wärmepumpen erzielen. Parallel dazu erfolgt der sukzessive Austausch von Erdgasheizungen zum technischen Lebensende (in der Regel 20 Jahre).
- Das Potenzial für den **Neubau von Wärmenetzen** ist in Buchholz überschaubar. Wo sie möglich sein könnten, würden sie ebenfalls überwiegend von Wärmepumpen gespeist werden, da die Quellen für die Nutzung von Abwärme fehlen und die Tiefengeothermie tiefgehender zu prüfen und noch nicht erschlossen ist.
- Der für diesen Entwurf der Potenzialanalyse verwendete Ansatz für die Potenzialberechnung setzt eine **mittlere Sanierungsquote** von 1,5 % pro Jahr für die Jahre 2022 bis 2030 bzw. von 1,75 % für die Jahre 2030 bis 2035 als machbar an. Als **Einbauraten für Wärmepumpen** werden jährlich 6 % für die Jahre 2022 bis 2030 bzw. jährlich 3 % für die Jahre 2030 bis 2035 angesetzt.
- Ohne vorfälligen Austausch von Gasheizungen vor Ende der technischen Lebensdauer wird in Buchholz keine Klimaneutralität zu erreichen sein. Dies bildet einen kritischen Aspekt zum Erreichen der Klimaneutralität 2035.

Im Handlungsfeld Verkehr versprechen der Umstieg auf den Umweltverbund, insbesondere den Fahrradverkehr, sowie der Wechsel vom Verbrennermotor auf batterieelektrische Fahrzeuge die größten Effekte.

- Der Umstieg vom **motorisierten Individualverkehr (MIV)** auf den Umweltverbund (Fuß, Fahrrad, ÖV) hat Vorrang. Da in Buchholz sehr viele kurze Wege mit dem Pkw zurückgelegt werden, besteht hier ein hohes Potenzial zur Steigerung von **Fahrrad- und Fußverkehr** durch Bereitstellung attraktiver Infrastruktur. Aspekte der Aufenthaltsqualität und Verkehrssicherheit sind für diesen Bereich zentrale Erfolgsfaktoren. Auf die Steigerung des Fahrradverkehrs sollte in Buchholz das Hauptaugenmerk gerichtet werden.
- Für weitere Strecken (insbesondere Pendlerstrecken nach Hamburg) steht der Umstieg auf den **öffentlichen Personenverkehr** im Vordergrund. Hier ist jedoch insbesondere für Pendler:innen nach Hamburg das Potenzial durch die hohe Auslastung der Gleise – besonders zwischen Hamburg Harburg und Hamburg Hauptbahnhof – und Züge begrenzt.
- Ist eine Verlagerung des MIV auf den Umweltverbund nicht möglich, gilt es, vom Verbrennermotor auf **batterieelektrische Fahrzeuge (BEV)** zu wechseln. Mit höheren Effizienzen sorgen BEV für einen Rückgang des Energiebedarfs und eine Emissionsreduktion. Analog zu deutschlandweiten Szenarien wird für Buchholz eine Verteilung auf die unterschiedlichen Antriebsarten von 13 % Diesel, 33 % Benziner, 42 % BEV und 5 % Hybrid (PHEV) angesetzt. An dieser Stelle offenbart sich also ein kritischer Punkt für das Erreichen der Klimaneutralität 2035, da bis 2035 voraussichtlich nicht ausschließlich mit Ökostrom betriebene BEV auf den Buchholzer Straßen fahren werden.
- Das Potenzial einer **Veränderung des Modal Split der Wege** im Jahr 2035 im Vergleich zu 2014 wird für Buchholz folgendermaßen eingeschätzt: 27 % MIV-Fahrer:innen (2014: 49 %), 6 % MIV-Mitfahrer:innen (2014: 10 %), 16 % ÖPNV (2014: 14 %), 30 % Fahrradverkehr (2014: 14 %) sowie 21 % Fußverkehr (2014: 12 %).
- Wir empfehlen, das Handlungsfeld Verkehr nicht nur am Maßstab der kommunalen Klimabilanz zu orientieren (hier wäre ein mit Ökostrom fahrender Pkw nahezu klimaneutral für die Kommune), sondern auch mithilfe von zusätzlichen **Kriterien der Nachhaltigkeit und städtischen Lebensqualität** (Lärm, Feinstaub, erhöhte Platzbedarfe für den MIV etc.) zu bewerten.

Die größten Potenziale im Handlungsfeld Wirtschaft lassen sich in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität heben. Nicht zu unterschätzen ist die Rolle der Unternehmen als Multiplikatoren.

- Mit einer **Eigenerzeugung von PV-Strom** können Unternehmen wesentlich zum Erreichen des Buchholzer Klimaziels beitragen. Auch **Energieeffizienzmaßnahmen** bieten ein Klimaschutzpotenzial.
- Der Umstieg auf **erneuerbare Wärmeversorgung** ist auch im Bereich Wirtschaft ein wesentliches Potenzial auf dem Weg zur Klimaneutralität. In den Gewerbegebieten sollte das Potenzial von Wärmenetzen genauer untersucht werden.
- Im Bereich **Mobilität** können Unternehmen ihre Logistik klimafreundlich ausrichten, ihren eigenen Fuhrpark bspw. auf Lastenräder und E-Pkw umstellen und die Mitarbeitenden zu klimafreundlicher Mobilität motivieren, indem entsprechende Infrastruktur (Fahrradstellplätze, Ladesäulen) bereitgestellt wird.
- Eine **klimafreundliche Beschaffung** wirkt sich nicht auf die Buchholzer Klimabilanz aus, jedoch auf die Klimabilanz der Unternehmen. Mit entsprechenden Leitlinien kann eine Orientierung für den Einkauf von bspw. kreislauffähigen Materialien geschaffen werden.

- Eine wichtige Rolle können Unternehmen auch in ihrer Rolle als **Multiplikatoren** und Kooperationspartner spielen, in welcher sie Mitarbeitende und Geschäftspartner zu klimafreundlichem Verhalten motivieren.

Im Handlungsfeld **Landnutzung und Ernährung bestehen Potenziale vor allem im Bereich der Kohlenstoffsenken durch die Herstellung von Pflanzenkohle und durch eine klimafreundliche Ernährung. Letztere wirkt sich vor allem auf den Klimaschutz außerhalb des Stadtgebiets aus.**

- In der **Landwirtschaft** hat üblicherweise ein Rückgang der Tierbestände den größten Einfluss auf die THG-Emissionen. Da Buchholz nur über geringe Tierbestände verfügt, liegt hier das Reduktionspotenzial in einer vermehrt pflanzenbasierten Ernährung, um die Tierhaltung andernorts zu reduzieren. Weitere Potenziale im Bereich der Landwirtschaft können durch eine Erhöhung des Anteils von Ökolandbau und den Einsatz von Agroforstsystemen realisiert werden.
- Ein hohes Potenzial im Bereich **Landnutzung und Landnutzungsänderung** stellt vor allem in Norddeutschland üblicherweise die Wiedervernässung von trockengelegten Mooren dar. Mithilfe einer Wiedervernässung bleibt CO₂ in den Moorböden gespeichert, anstatt bei Trockenlegung und landwirtschaftlicher Bewirtschaftung zu entweichen. Aufgrund der fehlenden (größeren) Moorflächen ist dieses Potenzial auf dem Buchholzer Stadtgebiet jedoch kaum vorhanden. In Buchholz ist dafür die Vermeidung zusätzlicher Flächenversiegelung (durch Siedlungs- und Infrastrukturbau) zum Erhalt von Bodenkohlenstoff zentral.
- Um den Erhalt von Waldflächen, extensive Bewirtschaftung und ggf. Waldumbau hin zu resilienter Struktur geht es in der **Forstwirtschaft**. Zudem ist die Herstellung von Pflanzenkohle als Kohlenstoffsenke ein weiteres Potenzial, für die ggf. eine Nutzung von Grünschnitt der Stadt/des Landkreises infrage kommt (siehe Arbeitspaket 5).
- Die Hauptpotenziale in der **Ernährung** liegen in einer stärker pflanzenbasierten Ernährungsweise und in einer Reduktion der Lebensmittelverschwendung. Zudem sorgen eine saisonale, regionale, ökologische sowie verpackungsreduzierte Ernährung für Emissionseinsparungen.

3. POTENZIALE JE HANDLUNGSFELD

Im Folgenden werden die Potenziale der Handlungsfelder Strom, Wärme, Verkehr, Wirtschaft sowie Landnutzung und Ernährung in Bezug auf die Stadt Buchholz analysiert und nach Möglichkeit konkret quantifiziert.

3.1. Handlungsfeld Strom

Laut der Energie- und Treibhausgasbilanz 2018 (vgl. Krosigk 2019) verbrauchte die Stadt Buchholz im Jahr 2018 etwa 142 GWh Strom – was etwa 16 % des gesamten Endenergieverbrauchs entspricht. In Abbildung 2 ist dargestellt, wie sich der Strombedarf auf die unterschiedlichen Sektoren verteilt.

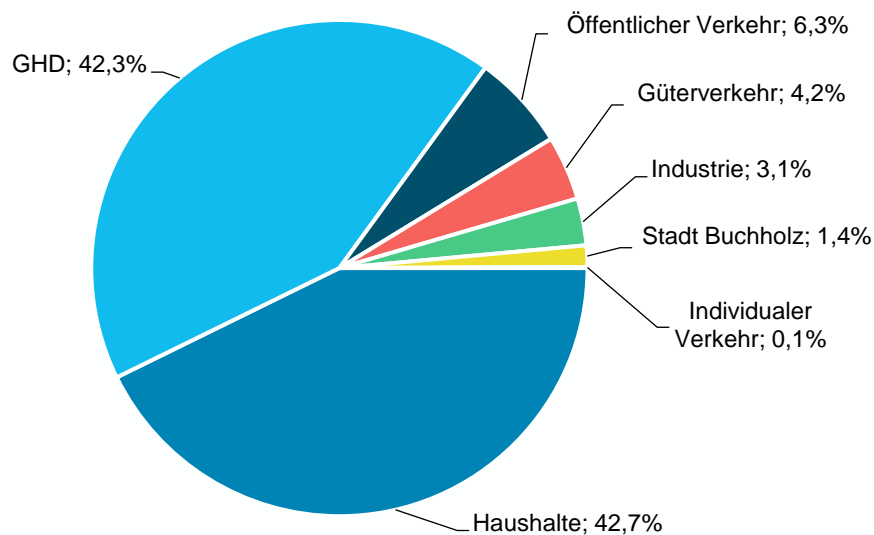


Abbildung 2: Verteilung des Stromverbrauchs im Jahr 2018 (Quelle: Krosigk 2019)

Es zeigt sich, dass 85 % des Stroms von Haushalten und dem GHD-Sektor (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) verbraucht werden. Der verbleibende Teil entfällt auf den Verkehrssektor (11 %), die Industrie (3 %) und die öffentlichen Einrichtungen der Stadt Buchholz (1 %).

Im Jahr 2018 wurden 29 % des Stromverbrauchs in Buchholz durch Kraftwerke auf dem Stadtgebiet gedeckt. In Abbildung 3 sind die Stromquellen aufgeschlüsselt.

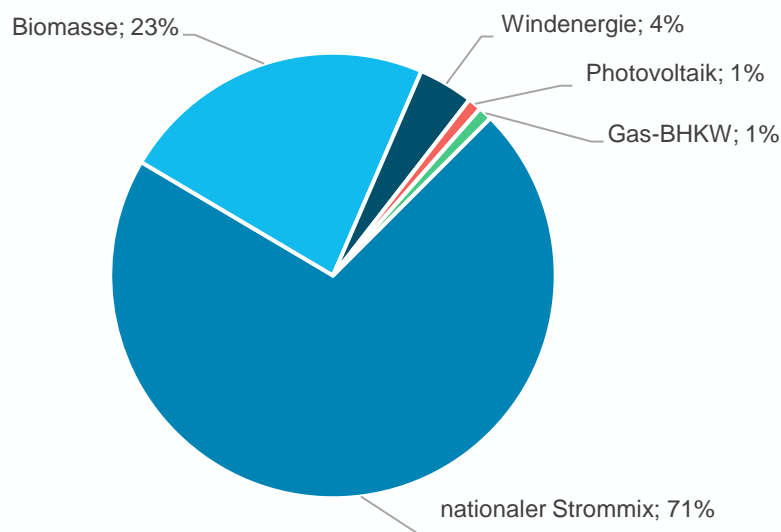


Abbildung 3: Kommunaler Strommix im Jahr 2018 (Quelle: Krosigk 2019)

Der Großteil der aktuellen lokalen Stromerzeugung (32,6 GWh/a = 23 % des Gesamtbedarfs) gehen auf Biomassekraftwerke, vornehmlich auf dem Trelder Berg, zurück. Etwa 4 % werden durch die drei Windenergieanlagen (WEA) auf dem Stadtgebiet erzeugt. Photovoltaik (PV) und Gas-Blockheizkraftwerke (BHKW) machen mit jeweils 1 % nur einen geringen Anteil aus.

Der Weg in die Klimaneutralität bedeutet eine weitgehende Elektrifizierung des Energiesystems. Für Gesamt-Deutschland wird deshalb bis 2045 mit einer Steigerung des Strombedarfs um 70 % gerechnet (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). In Buchholz ist, wie in Abbildung 2 dargestellt, keine energieintensive Industrie angesiedelt. Dadurch fällt der Anstieg auf dem Gebiet der Kommune moderater aus. Auch für die Sektoren Haushalte, GHD und Verkehr wird jedoch in der o.g. Studie ein 45 % höherer Strombedarf als heute erwartet. Diese liegt u.a. im Einsatz von Wärmepumpen und dem Ausbau der Elektromobilität begründet.

Mit der Energiewende wird die Stromerzeugung einerseits zentral durch große Offshore-Windparks und zunehmende Freiflächen-PV-Anlagen organisiert. Andererseits speisen viele Millionen dezentrale Klein- und Kleinstanlagen in das Stromnetz ein. Durch letztere spielen auch sogenannte „Prosumer“ eine relevante Rolle. Gemeint sind mit diesem Begriff Akteure, die sowohl Strom produzieren (engl. „produce“) als auch verbrauchen („consume“). Die Verteilnetze müssen für diese neuen Anforderungen ertüchtigt werden. Im Sinne der Versorgungssicherheit müssen intelligentes Lastmanagement etabliert und Speicherkapazitäten aufgebaut werden.

Die neue Bundesregierung will bis zum Jahr 2030 die Stromerzeugung zu 80 % aus erneuerbaren Energien gewährleisten. Dafür soll die installierte PV-Leistung von heute 59 GW auf 200 GW ansteigen. An Land sollen 100 GW Wind-Leistung zur Verfügung stehen, auf See 30 GW (vgl. BMWK 2022) (heute 56 bzw. 8 GW; vgl. BWE 2022).

Bis zum Jahr 2035 wird die Dekarbonisierung des Stromsektors auf Bundesebene angestrebt. Das bedeutet für Buchholz, dass das Ziel der Dekarbonisierung des Stromsektors zeitlich zusammenfällt mit dem Ziel, Buchholz klimaneutral zu gestalten. Da der bundesweite Strommix die Bezugsgröße für die Klimabilanzierung nach dem BSKO-Standard ist, passen diese Ziele sehr gut zueinander.

Wir sehen das Potenzial, dass Buchholz einen hohen Beitrag zur Erreichung des bundesweiten Ziels leisten kann und in der Zeitschiene der Territorialmix geringere Emissionen als der Bundesstrommix aufweisen kann, wenn die Potenziale vollumfänglich gehoben werden können.

Aufgrund der Ziele auf Bundesebene ist damit zu rechnen, dass derzeit bestehende gesetzliche Hemmnisse für die Erschließung der nachfolgend genannten Potenziale unter Berücksichtigung der kurzfristig zu erwartenden Gesetzesänderungen zu betrachten sind.

In der „Eröffnungsbilanz“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) vom 13. Januar 2022 werden bereits einige Eckpunkte des Klimaschutz-Sofortprogramms skizziert, mit denen die definierten Ziele für den Ausbau Erneuerbarer Energien erreicht und wesentliche Hemmnisse des Ausbaus noch bis Ende 2022 beseitigt werden sollen. Für Buchholz sind u.a. folgende relevant:

- Erhöhung der Ausschreibungsmengen (hier: vor allem Freiflächen-PV)
- gesetzlich verankert 2 % der Landesfläche für Windenergie an Land, dafür vertiefte Kooperation von Ländern und Kommunen
- Verbesserung des Mieterstrom-Modells
- Anhebung der Ausschreibungsschwellen und Öffnung der Flächenkulisse für Freiflächen-PV unter Beachtung von Naturschutzkriterien
- PV-Pflicht für gewerbliche Neubauten

Für Buchholz soll in diesem Kapitel untersucht werden, in welchem Maße auf dem Stadtgebiet zur Transformation des nationalen Stromsystems beigetragen und wie der Anstieg des Strombedarfs gedämpft werden kann.

Beide Größen, Stromerzeugung und -verbrauch, werden dabei bilanziell betrachtet. Die Stabilität des Stromnetzes bei volatiler Einspeisung wird auf regionaler Ebene durch die Übertragungsnetzbetreiber gewährleistet und ist somit nicht Gegenstand eines kommunalen Klimaaktionsplans.

3.1.1. Photovoltaik

Laut Marktstammdatenregister speisen in Buchholz derzeit etwa 500 PV-Anlagen mit einer Gesamtleistung von 5 MW_p in das Stromnetz ein. Abbildung 4 lässt erkennen, dass sich der Zubau in den letzten Jahren beschleunigt hat. Lag dieser zwischen 2010 und 2018 noch im Bereich von 300 kW_p/a, wurden in den letzten drei Jahren in Summe knapp 2.000 kW_p neu installiert.

Laut LoD2-DE-Daten beträgt die Summe aller Dachflächen in Buchholz rund 2,5 Millionen Quadratmeter. Dieses theoretische Potenzial wird durch Restriktionen wie Denkmalschutz, Verschattung, Dachneigung und -art und Flächenkonkurrenz für die PV-Nutzung deutlich limitiert. Für die Berechnung des technischen Potenzials können Durchschnittswerte angenommen werden (vgl. Claußner 2020). Im IKSK wird die „grundsätzlich geeignete **Dachfläche**“ auf diese Weise mit 480.000 m² beziffert (vgl. Frauenholz et al. 2011). Seit Erstellung des IKSK haben sich jedoch die technischen Möglichkeiten in diesem Kontext derart weiterentwickelt, dass auf Basis von Satellitenbildern eine Bewertung der konkreten Dachflächen einer beliebigen Kommune möglich ist. Die Ergebnisse einer solchen Analyse werden anschaulich in online abrufbaren **So-larkatastern** dargestellt. Über eine exakte Berechnung des Gesamtpotenzials hinaus bieten diese Kataster hervorragende Anknüpfungspunkte für Maßnahmen zu dessen Realisierung. Beispiele finden sich bereits in vielen Städten, bspw. Celle, Staufeu im Breisgau und Oldenburg.

In Buchholz sind ca. 66 % der Wohngebäude auf dem Stadtgebiet Ein- oder Zweifamilienhäuser, 57 % davon werden von den Eigentümer:innen bewohnt (vgl. F+B 2014). Diese gilt es also insbesondere durch Anreize zur Installation von PV-Anlagen zu motivieren.

Ein Blick über Google Earth auf die Dächer der Gewerbegebiete lässt auch in diesem Sektor Potenzial für Dach-PV vermuten. Nur auf einem Teil der Immobilien finden sich PV-Anlagen, bei wenigen ist die Dachfläche vollständig ausgenutzt. Als Positivbeispiele seien hier die größten Anlagen auf den Dächern der Firmen *MDS Messebau und Service*, *Beisner Druck* und *IN-TIME Transport* genannt. Eine fundierte Quantifizierung des gewerblichen Potenzials umfasst auch eine **statische Prüfung** der jeweiligen Hallenstruktur, die im Rahmen dieses Klimaaktionsplans nicht geleistet werden kann. Ab Anfang 2023 gilt in Niedersachsen allerdings für **gewerbliche Neubauten** mit einer Dachfläche von mehr als 75 m² die **Pflicht zur Installation einer PV-Anlage**. Das Bundesland ist damit den Plänen des BMWK (siehe oben) bereits einen Schritt voraus.

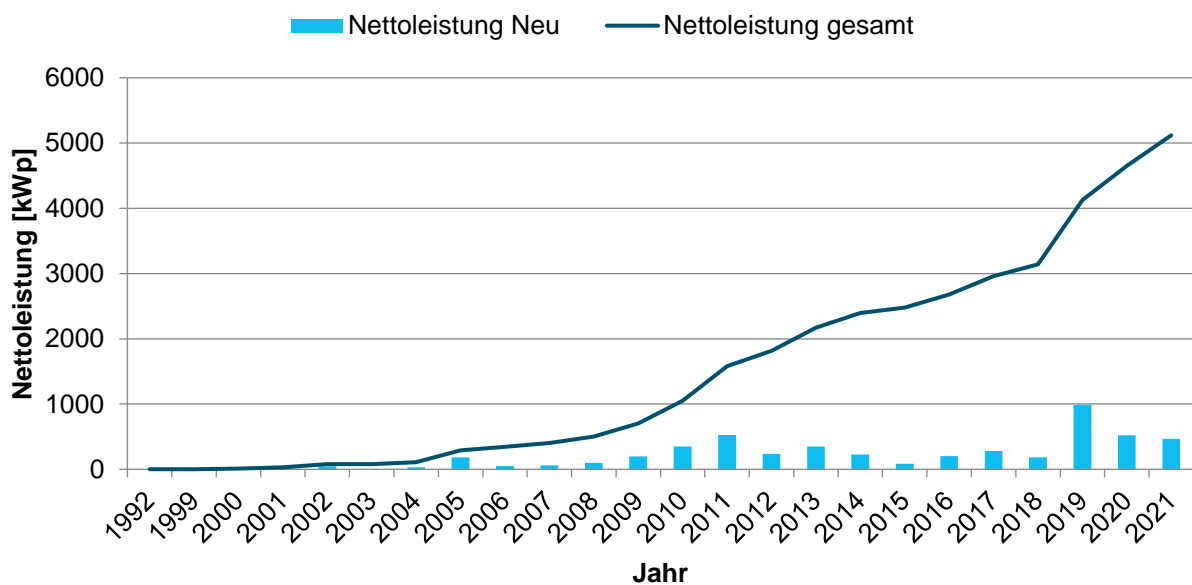


Abbildung 4: Entwicklung der installierten PV-Leistung (eigene Darstellung)

Eine **Vorbildfunktion** in der Installation von PV-Anlagen können **öffentliche Liegenschaften** einnehmen. Diverse Schuldächer wurden bereits energetisch nutzbar gemacht, darunter das des Albert-Einstein-Gymnasiums (2002) und der Birkenschule (2008).

Auch für genossenschaftliche PV-Projekte gibt es in Buchholz Vorreiter. Die *Bürger-Solarkraftwerke Rosengarten eG* installierte 2013 auf dem Dach des Sportvereins Blau-Weiss Buchholz eine PV-Anlage mit 28,6 kW_p Leistung (vgl. Bürger-Solarkraftwerke Rosengarten 2022).

Für alle genannten Zielgruppen, Hauseigentümer:innen, Gewerbetreibende und Verantwortliche Öffentlicher Einrichtungen, bietet ein **Solarkataster** die Möglichkeit, das technische Potenzial der eigenen Dachflächen unkompliziert und kostenfrei zu ermitteln. Aufgrund der erläuterten Bedeutung der Stromerzeugung für das Ziel „Klimaneutralität“ wird der Stadt Buchholz daher die Beauftragung eines Katasters ausdrücklich empfohlen. Hierfür sollte, grob geschätzt, mit Kosten von 40.000 - 50.000 Euro gerechnet werden.

Dachflächen kommen grundsätzlich auch für eine Begrünung („**Gründächer**“) in Frage. Dadurch lässt sich u.a. das lokale Stadtklima verbessern, eine Rückhaltekapazität für Regenwasser bilden und ein Lebensraum für Insekten schaffen. Für eine solche Begrünung bestehen deutlich weniger Restriktionen als für die Installation einer PV-Anlage. Der Dach-PV sollte deshalb in der Nutzung von Dachflächen Vorrang gegeben werden. Aus Klimaschutzsicht stellt eine PV-Anlage zudem die zu priorisierende Option dar. Möglich sind jedoch auch Kombinationen. Die Aufständigung der Module kann durch den Einsatz von Substrat allein durch die

Auflast gehalten werden. Verschraubungen in das Dachtragwerk sind dadurch nicht nötig und die bestehende Dachabdichtung muss nicht geöffnet werden. Da die Pflanzen die Dachfläche abkühlen, kann die Photovoltaikanlage zudem effizienter arbeiten.

Nimmt man zur Illustration des Potenzials die im IKSJ genannte Dachfläche, eine Leistungsdichte von 160 W_P/m^2 , einen Flächennutzungsgrad von 0,9 $m^2 PV/m^2$ Dachfläche und 860 Volllaststunden pro Jahr an (Ertragsdurchschnitt für das Land Niedersachsen; vgl. NMU 2016), ergibt sich ein *technisches Potenzial von 70 MW_P und 60 GWh/a für Dachflächen-Photovoltaik in Buchholz*. Dächer mit einem Potenzial von ca. 65 MW_P sind nach dieser groben Abschätzung bisher ungenutzt. Die erzeugte Strommenge entspräche 42 % des Strombedarfs im Jahr 2018.

Die Bundesregierung strebt eine Anhebung der Einspeisevergütung außerhalb der EEG-Ausschreibungen an (vgl. BMWK 2022b). Dadurch wird ein wesentlicher Anreiz zur Hebung des Dachflächen-Potenzials geschaffen.

Freiflächen-PV-Anlagen sind nach derzeit gültigem Fördersystem möglich

- entlang von Autobahnen oder Schienenwegen im maximalen Abstand von 200 Metern.
- auf benachteiligten Gebieten (nach Niedersächsischer Freiflächensolaranlagenverordnung).
- auf Konversionsflächen
- innovative Projekte
- mit einer maximalen Projektgröße von 20 MW_P.

Über die EEG-Förderung hinaus besteht für Anlagenbetreiber die Möglichkeit, den produzierten Strom über Direktlieferverträge (Power Purchase Agreements, kurz PPA) mit Energieversorgern oder Unternehmen zu vermarkten. Die mögliche Flächenkulisse beschränkt sich dadurch nicht mehr auf die oben genannten Kategorien. Der Thinktank *Agora Energiewende* hat für das Bundesgebiet ein Online-Tool entwickelt, mit dem eine erste Indikation geeigneter Potenzialflächen möglich ist. Mit Blick auf die genannten Vermarktungsmöglichkeiten wurde der Korridor entlang von Schienenwegen für dieses Tool auf 500 Meter erweitert. Flächen mit einer Größe von weniger als 10 ha sowie bspw. Konversionsflächen werden nicht berücksichtigt. Abbildung 5 zeigt die Potenzialfläche, die sich auf diese Weise für Buchholz ergibt, zwischen Bahnlinie und Hannoverscher Straße (B3) in Sprötze. Angrenzend wird derzeit auf einer Fläche von 5 ha ein neues Misch- und Wohngebiet erschlossen (vgl. Stadt Buchholz 2022c). Die Fläche umfasst auf dem Stadtgebiet etwa 27 ha, erstreckt sich jedoch, wie abgebildet über die Stadtgrenze hinaus.



Abbildung 5: Potenzialfläche für Freiflächen-PV (Quelle: Agora Energiewende 2022; Stadt Buchholz 2022c)

Darüber hinaus wurden durch die Stadt Buchholz weitere, auch kleinere Flächen auf dem Stadtgebiet identifiziert, die aus stadtplanerischer Sicht für die Installation einer Freiflächen-PV-Anlage in Frage kommen. Eignung und Wirtschaftlichkeit dieser Flächen richten sich auch nach den künftigen Bedingungen von EEG und Strommarkt und können deshalb hier nur vorläufig bewertet werden.

In Summe steht derzeit ein Flächen-Potenzial von bis zu 120 ha zur Diskussion. Unter Annahme einer Leistungsdichte von $0.77 \text{ MW}_P/\text{ha}$ (vgl. Koscher 2021) ergibt sich im Stadtgebiet ein **technisches Potenzial von bis zu 93 MW**. Mit angenommenen 930 Volllaststunden pro Jahr, dem niedersächsischen Ertragsdurchschnitt (vgl. NMU 2016), ergibt sich ein potenzieller Stromertrag von 86 GWh, etwa 61 % des Strombedarfs im Jahr 2018.

Die vorliegende Analyse der Freiflächen-PV-Potenziale dient als **erste Indikation** und kann eine strukturierte (interkommunale) Flächenanalyse nicht ersetzen. Die Berechnung der Stromerträge erfolgt auf Basis von Durchschnittswerten und ist daher ebenfalls als Abschätzung zu verstehen. Konkrete Werte ergeben sich z.B. in Abhängigkeit des technischen Anlagen-Layouts.

Das sogenannte „Osterpaket“ der Bundesregierung sieht neben einer Anhebung der Ausschreibungsmengen eine Erweiterung der oben genannten EEG-Flächenkulisse um

- landwirtschaftliche Flächen (Agri-PV),
- Moore und
- Gewässer (schwimmende PV-Anlagen)

vor (vgl. BMWK 2022b). Perspektivisch sind diese innovativen Technologien auch für Buchholz von Interesse. Um den Konflikt zwischen landwirtschaftlicher und energetischer Nutzung aufzulösen, wird derzeit in Pilotprojekten an **Agri-Photovoltaik** geforscht (vgl. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE 2022). Hierbei werden beispielsweise Felder mit hoch-aufgeständerten PV-Anlagen kombiniert. Durch die somit eingeschränkte Ackerfläche und deren Beschattung wird dadurch einerseits zwar der landwirtschaftliche Ertrag geschmälert. Andererseits ergibt sich in Summe mit dem energiewirtschaftlichen Ertrag möglicherweise eine effizientere Landnutzung, sowohl ökologisch als auch ökonomisch. Bei Extremwetterereignissen kann insbesondere für den Obstanbau eine Schutzfunktion durch die PV-Module erreicht werden.

Bislang fehlt dieser Technologie die Marktreife sowie ein förderlicher Gesetzesrahmen, der etwa die Auszahlung von landwirtschaftlichen Flächenprämien für solche Projekte regelt. Um die Wettbewerbsfähigkeit der Agri-PV zu stärken, soll diese in künftigen EEG-Ausschreibungen einen Bonus erhalten (vgl. BMWK 2022b).

Acker- und Grünland umfassen in Buchholz zusammen 1.825 ha. Aufgrund weniger Referenzprojekte in Deutschland kann derzeit jedoch keine sinnvolle Abschätzung zum technischen Potenzial der Agri-PV getroffen werden. Sobald die Forschungsvorhaben auf diesem Gebiet belastbare Ergebnisse zu den landwirtschaftlichen Erträgen liefern, sollten die Rahmenbedingungen in Buchholz bewertet werden.

Eine weitere vielversprechende Entwicklung im Kontext innovativer PV-Technologien ist die **integrierte Photovoltaik**. Auch hier wird die solare Energieerzeugung in bestehende Anwendungen integriert. Naheliegend ist die Überdachung von Parkplätzen mit PV-Modulen. Als geeignete Fläche hierfür sei beispielhaft der Parkplatz von *Möbel Kraft* genannt. Dieser umfasst eine Fläche von ca. 2,5 ha. Nimmt man hier einen Flächennutzungsgrad von 0,5 m² PV/m² an, ließe sich eine Anlage von rund 2 MW mit einem Ertrag von 1,8 GWh/a errichten (zu übrigen Annahmen siehe Dachflächen-PV). Weitere, kleinere Parkplatzflächen finden sich im gesamten Gewerbegebiet Vaenser Heide im Norden der Stadt.

In weiteren Varianten der Technologie wird PV in Fassaden, Fahrzeugen u.v.m. integriert. Durch den suboptimalen Einstrahlungswinkel sind diese Lösungen jedoch derzeit nicht wirtschaftlich und fallen deshalb zurzeit nicht in das realisierbare Potenzial.

POTENZIAL PHOTOVOLTAIK (SCHÄTZUNG)			
	Fläche [ha]	Leistung [MW]	Stromertrag [GWh/a]
DACHFLÄCHEN	48	70	60
FREIFLÄCHEN	120	93	86
INTEGRIERT	> 2,5	> 2	> 2

3.1.2. Windkraft

Wie in Kapitel 3.1 dargestellt, bilden Windenergieanlagen (WEA) neben PV die zweite wesentliche Säule des klimaneutralen Stromsystems. Derzeit wird deren Ausbau maßgeblich durch mangelhafte oder unzureichende Ausweisung von Flächen und langwierige Genehmigungsverfahren gehemmt. Diese Hemmnisse sind Ausdruck des im Vergleich zur PV größeren Konfliktpotenzials von WEA, welches auch im Stakeholder-Dialog in Buchholz zum Ausdruck gebracht wurde (siehe Anhang).

Abbildung 6 (links) zeigt das theoretische Windpotenzial für Buchholz aus einer Windpotenzialstudie für den Landkreis Harburg (vgl. Döpel und Stein 2012). Die Gemeindegrenze ist rot markiert. Des Weiteren finden sich in der Zeichnung Isolinien für die Windgeschwindigkeit im Jahresmittel in 100 m über Geländeoberfläche. Im Westen der Stadt liegt diese bei etwa 6.25 m/s. Aussagekräftiger für den Ertrag einer WEA ist jedoch die farblich dargestellte mittlere Leistung des Windes pro Fläche (senkrecht auf dem Gelände)². Es zeigt sich deutlich, dass Wälder und Siedlungsgebiete den Wind in Hauptwindrichtung (aus Westen) deutlich abschwächen. Exponierte Flächen haben einen potenziell höheren Ertrag. Die günstigeren Standorte für WEA liegen somit im Westen des Stadtkerns. Die Lage der drei bestehenden WEA, in der Karte durch Sterne markiert, verdeutlichen diesen Schluss. Nördlich von Trelde wurde bereits 1995 eine kleine Anlage mit 0,6 MW Leistung errichtet, im Jahr 2003 kamen zwei weitere mit einer Leistung von jeweils 1,5 MW hinzu.

² Die Leistung einer WEA hängt in der dritten Potenz von der Windgeschwindigkeit ab. Eine Verdopplung der Windgeschwindigkeit bedeutet daher eine achtmal höhere Leistung.

Der rechte Teil von Abbildung 6 verdeutlicht, wie die Potenzialflächen für Windenergie durch Siedlungsgebiete (graue Flächen), Landschaftsschutzgebiete (grün) und Naturschutzgebiete (braun) eingeschränkt sind.

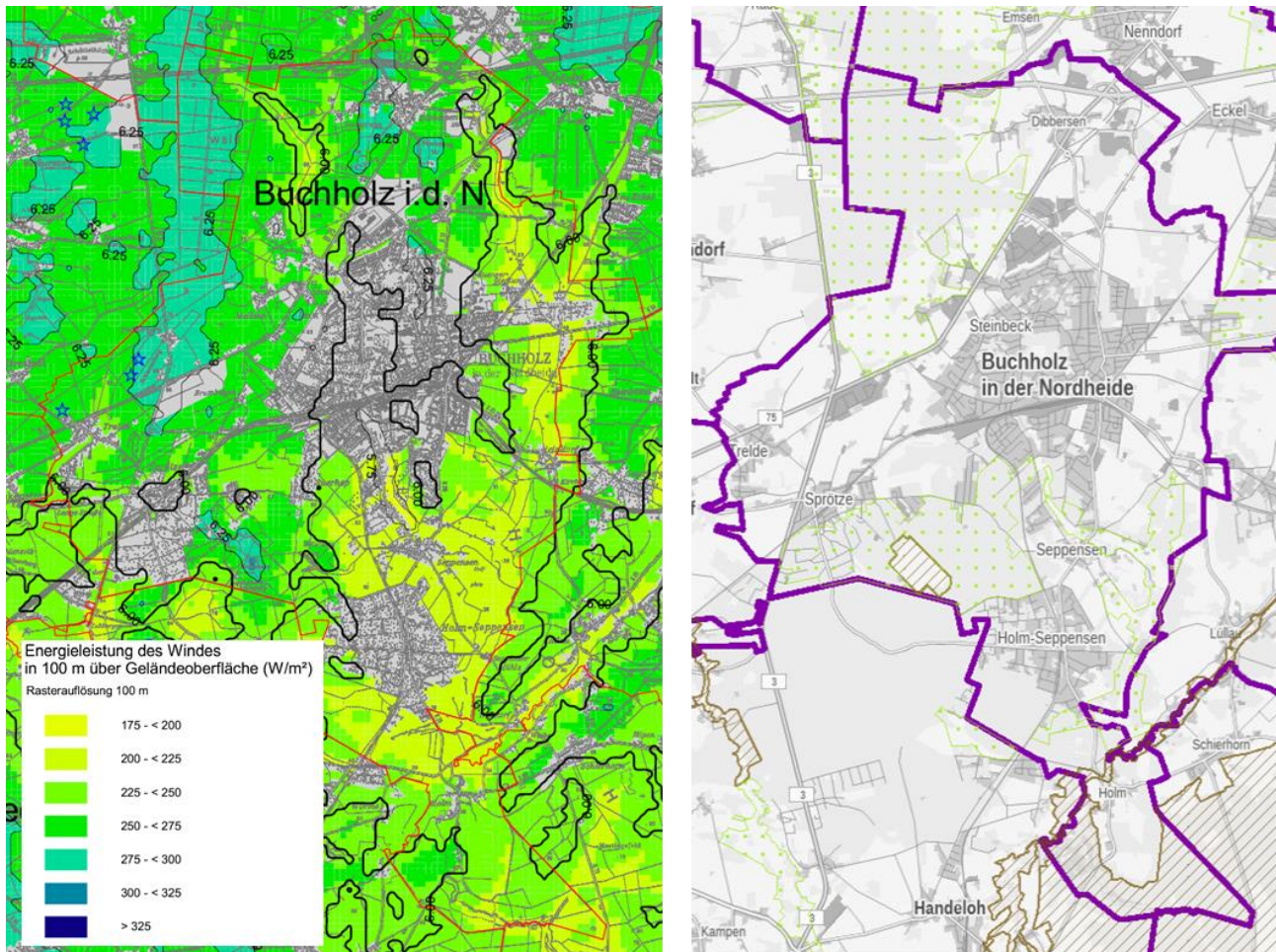


Abbildung 6: Windleistung in Buchholz (Quelle: Döpel und Stein 2012)

Auch der Regionale Raumordnungsplan (RROP) 2025 des Landkreises Harburg weist nach Anwendung von Flächen- und Abstandskriterien sowie Einzelabwägungen keine Vorrangflächen in Buchholz aus. Dies liegt auch daran, dass im RROP nur raumbedeutsame Vorhaben behandelt werden. In Bezug auf WEA sind dies Flächen, die Platz für mindestens drei Anlagen mit einer Gesamthöhe von über 100 m bieten. Dieses Verfahren soll eine räumliche Konzentration der WEA bewirken und somit die Beeinträchtigung des Landschaftsbildes durch viele Einzelstandorte begrenzen.

Auch die Standorte der Bestandsanlagen sind deshalb im RROP 2025 derzeit nicht für die Nutzung durch Windenergie vorgesehen. Besondere Bedeutung kommt dem benachbarten Segelflugplatz Wenzendorf zu. In Abbildung 7 sind die Platzrunden für Motorsegler und Segelflugzeuge dargestellt, innerhalb derer keine Errichtung WEA möglich ist.

Nach Auskunft der Niedersächsischen Landesbehörde für Straßenbau und Verkehr (NLStBV) vom 02.02.22 liegen die beiden im Jahr 2003 errichteten Anlagen außerhalb der kritischen Zone (siehe Abbildung 7). Somit bestünden seitens der Flugsicherheit keine Einwände gegen ein Repowering.

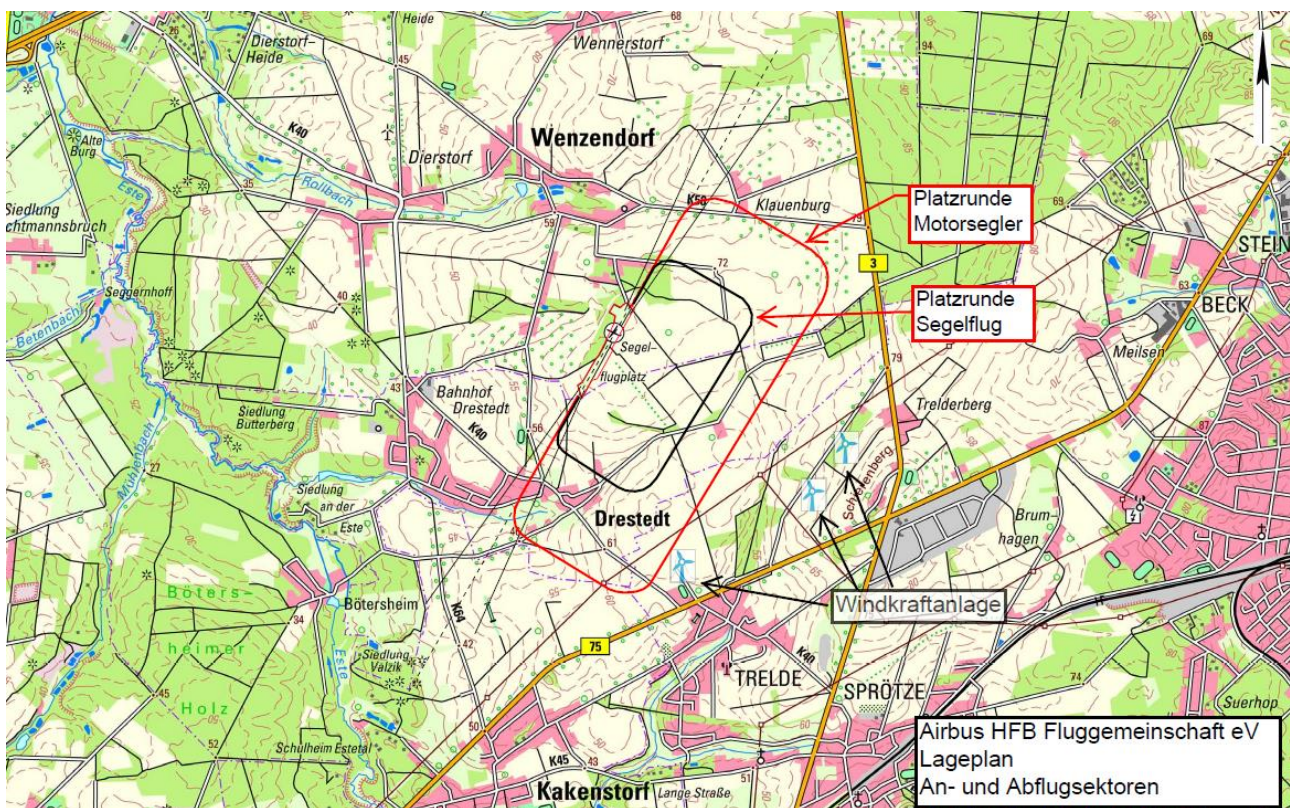


Abbildung 7: Platzrunden des Segelflughafens Wenzendorf (Karte bereitgestellt durch die NLSTBV)

Würden auf dem Trelder Berg anstelle der Bestandsanlagen zwei moderne WEA mit einem Rotordurchmesser von 150 Metern und einer Nennleistung von **je 5 MW** errichtet, ließe sich der Ertrag an diesem Standort mehr als verdreifachen. Vorbehaltlich einer detaillierten Studie der Ertragsdaten, wird die mögliche Stromerzeugung durch Windenergie an dieser Stelle mit ca. **20 GWh/a** abgeschätzt.

Ebenfalls im derzeitigen RROP 2025 ausgeschlossen wird die Nutzung von Waldflächen im gesamten Kreis Harburg, da die „Belange des Natur-, Wald- und Landschaftsschutzes als höherwertig gegenüber der Privilegierung von WEA eingestuft“ werden. Diese Feststellung geht auf diverse Gerichtsurteile aus den Jahren 2002-2005 zurück. Der Landes-Raumordnungsplan sieht zwar die Möglichkeit vor, „Vorranggebiete [zur] Windenergienutzung innerhalb des Waldes festzulegen, wenn im Offenland keine Flächen zur Verfügung stehen und es sich um technisch oder baulich vorbelastete Flächen handelt“. Diese Voraussetzungen sind jedoch in im Landkreis Harburg laut Bewertung des RROP nicht erfüllt. Nach den Vorgaben des aktuellen RROP kann somit zwar **kurzfristig kein Ausbaupotenzial für Windenergie** ermittelt werden. Die Stadt Buchholz kann jedoch in Rücksprache mit dem Landkreis Harburg auf eine Änderung des RROP hinwirken, die einerseits ein Repowering der Anlagen auf dem Trelder Berg ermöglicht und andererseits das Kriterium der angestrebten Konzentrationswirkung aufweichen, das derzeit die Errichtung einzelner Anlagen unterbindet. Sollten auf Bundesebene, wie derzeit diskutiert, Flächenvorgaben für die Bundesländer gemacht werden (vgl. Öko-Institut 2021), ist eine solche Neubewertung der Abwägung zwischen Klimaschutz und Raumaspekten mittelfristig ohnehin zu erwarten.

Eine Möglichkeit zur Nutzung des in Abbildung 7 dargestellten Windpotenzials könnten **Kleinwindkraftanlagen** sein. Die Genehmigungsverfahren für diese Anlagen sind, aufgrund des geringeren Umwelteinflusses,

im Vergleich zum oben dargestellten Auswahlprozess deutlich einfacher. Mit Leistungen zwischen 1-30 kW stellt die Technik eine Alternative zu kleinen PV-Anlagen dar. Zu beachten ist jedoch, dass der Betrieb der Anlagen derzeit nur an Standorten frei von Windschatten und mit einem hohen Eigenverbrauchsanteil wirtschaftlich möglich ist (vgl. Carmen e.V. 2021; VZBV 2021). Die Stromgestehungskosten liegen mit 15-30 ct/kWh deutlich über denen von Dach-PV. Zudem erfordert die Wartung der Anlagen größeren Aufwand. Die Installation einer Anlage kann jedoch bspw. für Unternehmen oder Sportvereine eine Investition mit imageförderlichem Wert sein. Ein theoretisch umsetzbares Potenzial ergibt sich evtl. mit der [Installation auf Strommasten](#), vor allem von Überlandleitungen. Für einen ökonomisch sinnvollen Betrieb auf Dächern müssen künftig einerseits die Investitionskosten der Anlagen weiter absinken und/oder andererseits die Einspeisevergütungen angehoben werden. Es wird empfohlen, in 3-4 Jahren das Potenzial für Kleinwindanlagen neu zu bewerten, um Verbesserungen der Technologie in die Bewertung einzubeziehen.

Unter der Annahme, dass eine Änderung des RROP gelingt, wäre folgendes Potenzial anzusetzen:

POTENZIAL WINDENERGIE (ABSCHÄTZUNG)	
Leistung [MW]	Stromertrag [GWh/a]
10	20

3.1.3. Biomasse

In 2018 konnte in Buchholz 23 % des Strombezugs durch Biomasse bzw. die BHKWs abgedeckt werden. Der Eigenverbrauch im räumlichen Zusammenhang der Anlagen kann nicht erfasst werden, ist aber aufgrund der hohen Vergütungssätze vernachlässigbar, da es wirtschaftlicher ist, den gesamten Strom einzuspeisen als die Strombezugsmengen zu senken, wenn die Vergütungssätze über den Strombezugspreisen liegen (vgl. Krosigk 2019).

Nach Marktstammdatenregister des EEG betreiben aktuell zwei Betreiber Biogas-BHKW in Buchholz. Die Trelder Berg GmbH betreibt aktuell sechs BHKW mit einer elektrischen Gesamtleistung von 7,2 MW. Von der GETEC heat & power GmbH wird ein kleineres BHKW mit 250 kW elektrischer Leistung betrieben.

Im Szenariorahmen der Agora Energiewende eines klimaneutralen Deutschlands bis 2045 wird die installierte Leistung an Bioenergie und auch die Nettostromerzeugung sukzessive abnehmen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Die Zukunft der Biomasse im Stromsektor liegt vor allem in der Nutzung als Leistungsreserve. Neuere Vergütungsmodelle zielen darauf ab, die Anlagen in einem netzdienlichen Betrieb fahren zu lassen, um das Stromsystem zu entlasten. Am wirtschaftlichsten lassen sich die Anlagen dann betreiben, wenn im Stromsystem Engpässe vorliegen und hohe Preise an der Strombörse zu entsprechenden Zeiten erzielt werden können. Biomasse-BHKW können flexibel auf diese Preissignale reagieren und die benötigte Leistung ins Netz einspeisen.

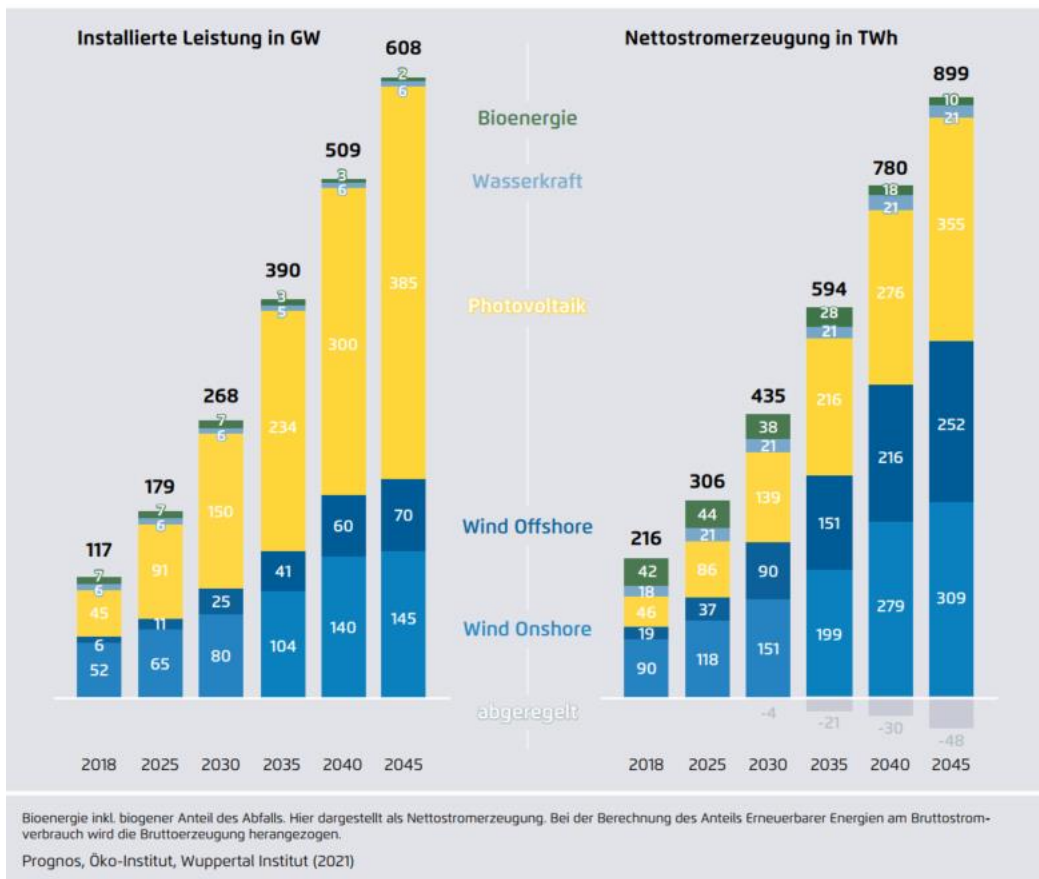


Abbildung 8: Entwicklung der Erneuerbare Energien (Quelle: Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut 2021)

Der Zubau der neuen BHKW in 2021 in Buchholz wird daher auch vom aktuellen Betreiber am Trelder Berg nur als Flexoption zur kurzfristigen Spitzenlastabdeckung gesehen. Der größte Anteil der Kapazitäten wird nach Angaben des Betreibers flexibel über die Strombörse gefahren und läuft hauptsächlich im Winter im Spitzenlastbereich bei rund 1.000 Volllaststunden.

Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von lokaler Biomasse und aktueller Auslegung der Nebenanlagen (u.a. Lagerkapazitäten) ist am Trelder Berg näherer Zukunft kein Ausbau an Erzeugungseinheiten vorgesehen.

Auf Basis der aktuellen wie zu erwartenden Förderbedingungen ist [das Zubaupotenzial der Biomasse zur Stromerzeugung stark begrenzt und beschränkt sich in Buchholz sich nach derzeitigem Wissen auf den Bestand und bereits durchgeplante Projekte.](#)

Durch die Bestandsanlagen am Trelder Berg werden laut Betreiber in den kommenden Jahren jährlich rund 27 GWh in das Netz eingespeist (vgl. Biogas Trelder Berg GmbH 2021).

Da für die Anlage der GETEC heat & power GmbH keine detaillierten Betriebsdaten vorliegen, wird auf Basis der Betriebsdaten am Trelder Berg und Vollprecht et al. (2015) von 7.000 VLH jährlich ausgegangen bzw. 1,7 GWh Netzeinspeisung.

In Summe wird das Potenzial der Bioenergie im Stromsektor auf lange Sicht bei etwa 27 GWh/a liegen und bietet mit Blick auf das Szenario eines klimaneutralen Deutschlands kein absehbares Ausbaupotenzial.

POTENZIAL BIOMASSE (ELEKTRISCH)			
	Leistung [kW_{el}]	Betrieb	Stromertrag [GWh/a]
TRELDER BERG	4.680 / 2.553	Flex / Dauerlast	27
GETEC	250	Dauerlast	1,7
SUMME	7.483		28,7

3.1.4. Geothermische Stromerzeugung

Das Potenzial für eine geothermische Stromerzeugung ist derzeit noch sehr theoretisch. Grundsätzlich kann eine ausreichende Wassertemperatur in erreichbaren Tiefen angenommen werden, wie z.B. das Vorhaben in Hamburg Wilhelmsburg zeigt. Dabei werden in 3.500 Metern Tiefe 120-130 Grad erwartet, was für eine Stromerzeugung ausreichend sein könnte. Die Technologie ist aufgrund des Risikos auf hohe Förderung sowie Risikobereitschaft des Projektentwicklers bzw. der Investoren angewiesen.

Die Stadt könnte das Potenzial erhöhen, indem sie grundsätzliche Bereitschaft bei der Zurverfügungstellung von Grundstücken für entsprechende Bohrungen signalisiert.

Dennoch setzen wir kein realistisches Potenzial von tiefengeothermisch erzeugtem Strom bis 2035 auf dem Stadtgebiet Buchholz an. Ein positives Ergebnis der noch nicht abgeschlossenen Bohrung im ca. 30 km entfernten Wilhelmsburg mag Investoren dazu bewegen, eine Bohrung in der Nordheide in Erwägung zu ziehen. In jedem Fall sollte eine fachliche Untersuchung des Potenzials in Abstimmung mit den Nachbargemeinden und des Landkreises erfolgen.

3.1.5. Effizienz

Wie bereits einleitend zu Kapitel 3.1 erläutert, ist neben dem Ausbau der Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien dessen effiziente Nutzung von großer Bedeutung für das Gelingen der Energiewende. Abbildung 2 zeigt, in welchen Bereichen in Buchholz im Jahr 2018 schwerpunktmäßig Strom verbraucht wurde, und damit auch, in welchen Bereichen Potenziale zur Effizienzsteigerung liegen.

Im Haushalt zählen derzeit Beleuchtung, Informations- und Kommunikationstechnik (IKT), Kühlgeräte sowie Herde und weiße Ware zu den größten elektrischen Verbrauchern (vgl. BfEE 2020).

Diese Anwendungen unterliegen nahezu vollständig der Ökodesignverordnung der Europäischen Union. Die Effizienz der Geräte im Bestand steigt somit automatisch durch den regulären Austausch der Geräte nach Ende der Lebensdauer. Mittelfristig soll der Ökodesign-Ansatz durch den Aktionsplan Kreislaufwirtschaft (Circular Economy Action Plan) weiterentwickelt werden. Die Wirkung von Suffizienzmaßnahmen wird gegenüber solchen Richtlinien im Haushalt als eher gering bewertet (vgl. UBA 2019).

Ein Großteil der Energie im Haushalt (etwa 85 %) entfällt auf die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Zukünftig werden auch diese Anwendungen elektrisch betrieben. Entsprechende Effizienz- und Suffizienz-Potenziale werden in Kapitel 3.2 angesprochen. Für die Effizienzpotenziale im Bereich Mobilität sei auf Kapitel 3.3 verwiesen.

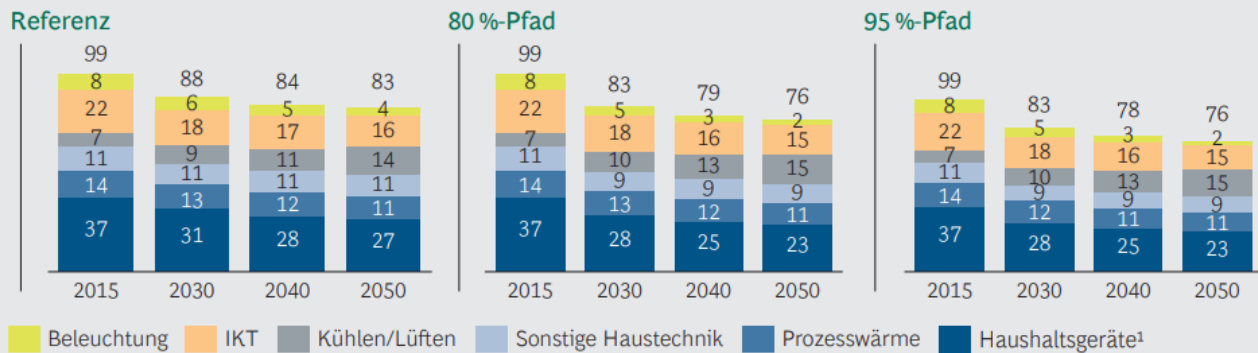
Im GHD-Sektor fällt der Anteil elektrischer Anwendungen mit 27 % schon heute etwas höher aus als in den Haushalten (vgl. BfEE 2020). Neben Beleuchtung und IKT spielt hier Gebäudetechnik (z.B. Aufzüge und Lüftungstechnik) eine Rolle.

Die BDI-Studie „Klimapfade für Deutschland“ zeigt auf, welche Entwicklungen des Energiebedarfs für Geräte und Prozesse in Privathaushalten und dem GHD-Sektor in Deutschland möglich erscheinen (vgl. BDI 2018). Abbildung 9 schlüsselt drei unterschiedlich ambitionierte Klimaschutz-Szenarien (Pfade) auf.

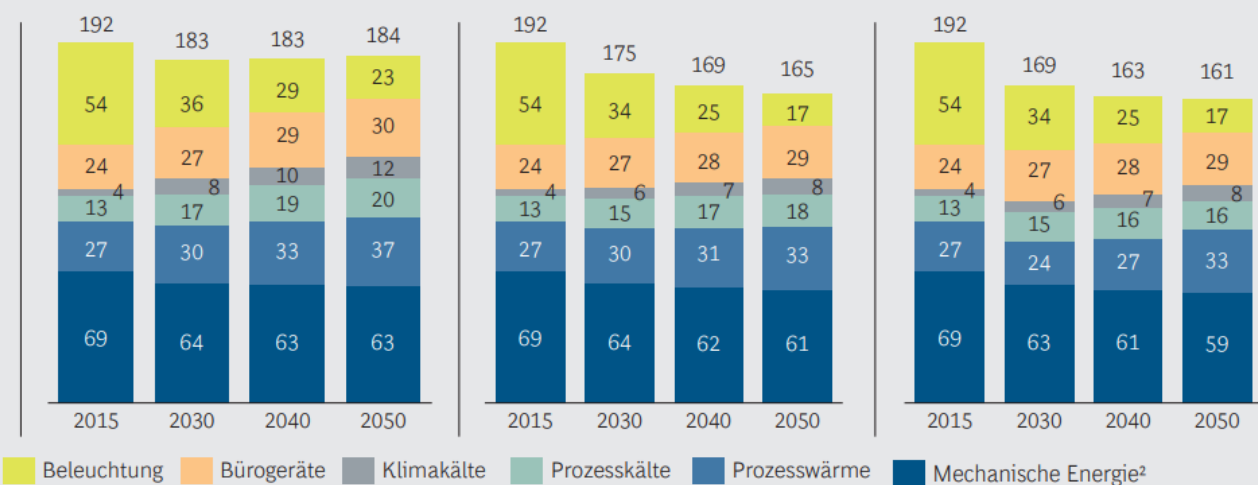
WEITERE EFFIZIENZGEWINNE BEI ANWENDUNGEN IN HAUSHALTEN UND GHD

ABBILDUNG 64 | Endenergieverbrauch von Geräten und Prozessen in Haushalten und GHD

PRIVATHAUSHALTE (TWh) – wesentliche Effizienzgewinne bereits in der Referenz enthalten



GEWERBE, HANDEL, DIENSTLEISTUNGEN (TWh) – wesentliche Effizienzgewinne im 80 %-Pfad



¹ Geräte zum Kühlen, Gefrieren, Waschen, Geschirrspülen ² Motoren für Materialfluss- und Fördertechnik: Aufzüge, Fließbänder, Hebezeuge, Warmwasserverteilung, Ventilatoren, Druckluft und Gebläse sowie Sonderverkehr (Landwirtschaft, Flughäfen, Baugewerbe)
Quelle: Prognos; BCG

Abbildung 9: Szenarien zur Entwicklung des Energiebedarfs von Geräten und Prozessen in Privathaushalten und GHD (Quelle: BDI 2018)

Im ambitioniertesten Szenario „95 %-Pfad“ wird in den Haushalten ein Reduktionspotenzial von 23 % zwischen 2015 und 2050 gesehen. Dabei berücksichtigt sind auch gegenläufige Trends. Bedingt durch mehr Hitzetage im Jahr wird erwartet, dass 20 % der Wohnflächen künftig klimatisiert werden. Damit einher geht ein höherer Strombedarf für Klimaanlageanlagen.

Für den GHD-Sektor ergibt sich in der BDI-Studie eine Reduktion des Energiebedarfs um 16 %. Das größte Potenzial liegt hier im Austausch von Beleuchtung.

Für beide Sektoren zeigt die nachfolgende Tabelle ein abflachendes Senkungspotenzial zwischen 2030 und 2040.

Zu ähnlichen Schlüssen kommt eine Studie im Auftrag der Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE). In nachfolgender Tabelle sind die jährlichen Einsparpotenziale bezogen auf das Jahr 2015 aufgeführt (vgl. BfEE 2020).

jährliches Einsparpotenzial je Sektor (bezogen auf 2015)				
	2020		2030	
	wirtschaftlich	technisch	wirtschaftlich	technisch
GHD	0,3 %	0,7 %	0,2 %	0,5 %
PRIVATE HAUSHALTE	0,2 %	1,3 %	0,4 %	0,9 %
GEBÄUDE	0,7 %	1,2 %	0,4 %	1,0 %

Übertragen auf Buchholz ergeben sich mit angenommenen Einsparungen in privaten Haushalten im Bereich von rund 20 % und im GHD-Sektor im Bereich von 15 % folgende Effizienzpotenziale:

EFFIZIENZPOTENZIALE RELATIV ZUM JAHR 2018	relativ	absolut
PRIVATE HAUSHALTE	- 20 %	- 14 GWh
GHD	- 15 %	- 10 GWh
SUMME		- 24 GWh

Diese Potenziale liegen jedoch nur im indirekten Einflussbereich der Stadt Buchholz. Dienstleistungs- und Beratungsangebote können die Marktdiffusion effizienter Technologie dennoch beschleunigen. Das BfEE (2020) zählt in diesem Kontext die nachfolgend aufgelisteten Möglichkeiten auf.

Energiemanagement	Contracting	Energieberatung	Analyse/Information
<ul style="list-style-type: none"> • Energiecontrolling • Einführung von Managementsystemen • Zertifizierung & Validierung 	<ul style="list-style-type: none"> • Pacht- und Betriebsführungsmodelle • Energie-Einsparcontracting • Energieliefer-Contracting 	<ul style="list-style-type: none"> • Vor-Ort-Energieberatung • Energiekonzepte • Energieaudit • Stationäre Energieberatung 	<ul style="list-style-type: none"> • Energiemonitoring/Visualisierung • Energiebedarfsausweise • Label

Der Strombedarf öffentlicher Einrichtungen ist mit 1,4 % des Gesamtbedarfs vergleichsweise gering, siehe Abbildung 2. Die Umstellung auf energieeffiziente (Straßen-)Beleuchtung und Geräte birgt jedoch auch hier Potenzial zur Stromeinsparung.

Mit fortschreitendem Ausbau der erneuerbaren Energien wird **Demand-Side-Management** relevant für die effiziente Nutzung von Strom. Der Betrieb von Anlagen im Gewerbe aber auch in privaten Haushalten richtet sich dann (intelligent gesteuert) nach dem momentanen Dargebot an Strom. Bei Engpässen werden die Anlagen entsprechend abgeregelt bzw. nicht angeschaltet.

3.1.6.Zusammenfassung der Potenziale

Insgesamt ergeben sich im Handlungsfeld Strom folgende technische Potenziale:

	Leistung [MW]	Stromertrag [GWh/a]
PV-DACHFLÄCHEN	70	60
PV-FREIFLÄCHEN	93	86
PV-INTEGRIERT	> 2	> 2
WINDENERGIE	10	20
BIOMASSE	7,5	28,7
GESAMT	182	197

Mit 197 GWh/a liegt das Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 43 % über dem Strombedarf aus dem Jahr 2018. Wie dargestellt, muss jedoch aufgrund der Elektrifizierung insbesondere in den Bereichen Mobilität und Wärme mit einer Steigerung des Strombedarfs in Buchholz gerechnet werden. Zudem ist das konkrete Potenzial für Dach- und Freiflächen-PV über die Erstellung eines Solarkataster bzw. einer strukturierten Flächenanalyse tiefergehend zu untersuchen.

Inwieweit die Potenziale (insbesondere der PV) ausreichen, um den Strombedarf in den kommenden Jahren u.a. unter der Berücksichtigung der Elektrifizierung des Wärme- und Stromsektors ausreichen, wird in der Szenarienrechnung näher ausgeführt (Kapitel 4).

Es muss an dieser Stelle bereits angemerkt werden, dass die Integration der Photovoltaik in das Stromnetz eine große Herausforderung darstellt, die neben Investitionen in das Netz selbst auch Investitionen in Speicher und Verbrauchssteuerung notwendig werden lässt.

In puncto Effizienz können aufgrund der Marktdiffusion von effizienter Geräte- und Beleuchtungstechnik gegenüber dem Jahr 2018 folgende Stromeinsparungen abgeschätzt werden:

	relativ	absolut
PRIVATE HAUSHALTE	- 20 %	- 14 GWh
GHD	- 15 %	- 10 GWh
SUMME		- 24 GWh

Zu beachten ist, dass der Strombedarf insgesamt aufgrund der Einführung elektrischer Wärmepumpen sowie des Übergangs zur Elektromobilität drastisch steigen wird.

3.2. Handlungsfeld Wärme

Mit 38 % Anteil an den Gesamtemissionen im Jahr 2018 hatte der Wärmesektor einen ähnlichen Einfluss auf die Klimabilanz wie der gesamte Verkehrssektor. Der hohe Anteil resultiert vor allem aus der Verwendung von Erdgas und Heizöl, die auch den größten Anteil in der Buchholzer Energiebilanz haben. Den größten Anteil am Endenergiebedarf haben die Sektoren der privaten Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Neben Biomasse (u.a. Holz) werden fast ausschließlich fossile Energieträger wie Öl und Erdgas eingesetzt (vgl. Krosigk 2019).

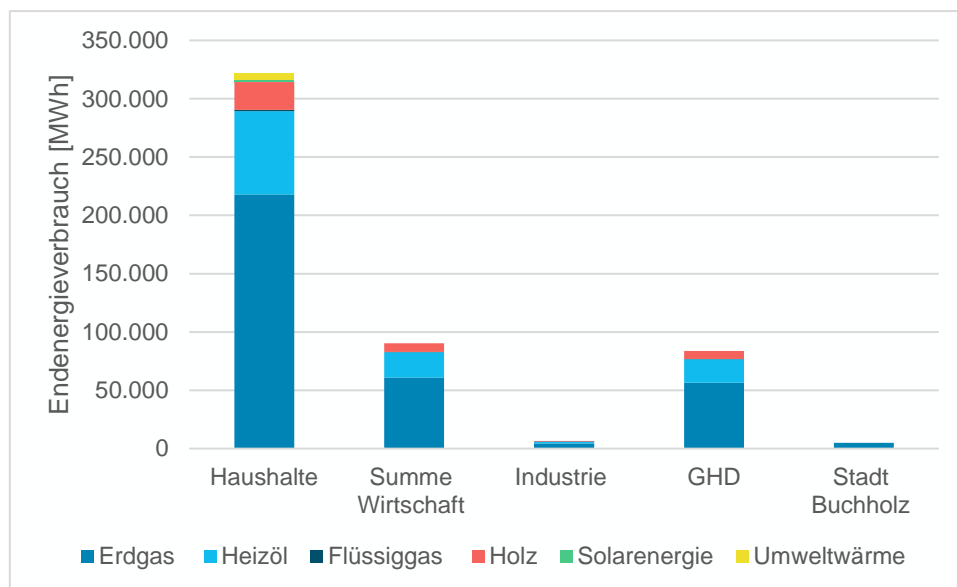


Abbildung 10: Verteilung der Wärmebereitstellung in 2018 (eigene Darstellung auf Basis von Krosigk 2019)

Laut Klimaschutzkonzept für die Stadt Buchholz aus dem Jahr 2011 liegt das bei weitem größte Potenzial zur Senkung der Emissionen im Wärmesektor in der Minderung des Wärmebedarfs der Gebäude. Bis zu 76 % Reduktion des Brennstoffbedarfs sollten im Bereich der Haushalte durch Steigerung der Energieeffizienz erreicht werden (vgl. Frauenholz et al. 2011).

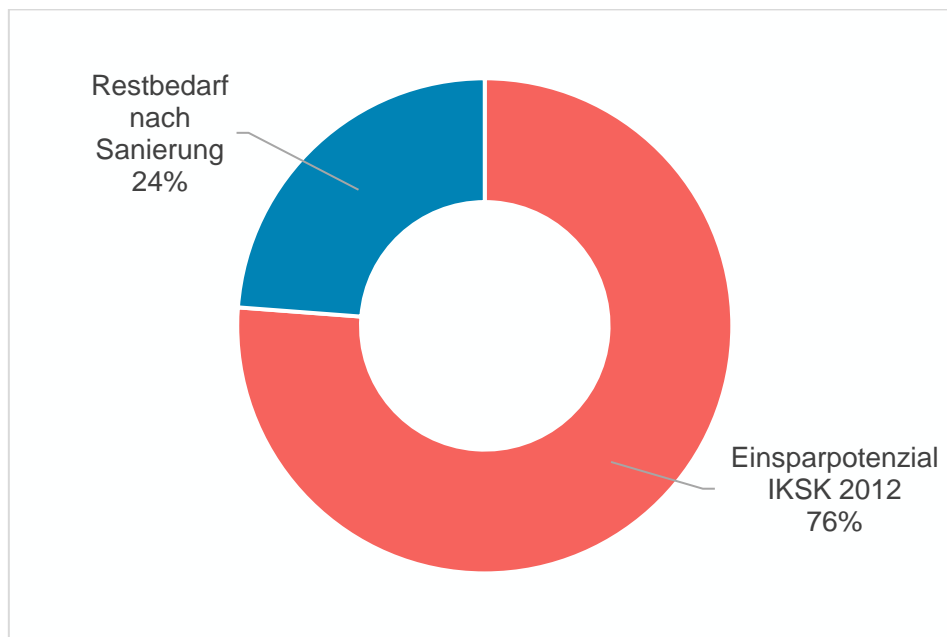


Abbildung 11: Heizenergiebedarf Privathaushalte Buchholz nach IKSK (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Frauenholz et al. 2011)

Im Endeffekt konnten bis 2018 (vor Witterungsbereinigung) nur 10 % Minderung gegenüber 2010 erreicht werden. Unter Einbezug der Klimafaktoren für 2010 und 2018 lässt sich für den absoluten Bedarf ein Anstieg von 15 % errechnen. Da 2010 im Vergleich ein eher kaltes Jahr war, konnten die Brennstoffeinsparungen unter anderem durch höhere Außentemperaturen erreicht werden. Wenn dieser Effekt herausgerechnet wird, ist deutlich erkennbar, dass die Effizienzmaßnahmen ihre Wirkung nicht im geplanten Ausmaß entfalten konnten. Das gleiche Bild ergibt sich bei einem Blick auf die bundesweite Entwicklung. Durch energetische Gebäudesanierung konnte der spezifische Endenergieverbrauch für Raumwärme im Wohngebäudebestand seit dem Jahr 2000 um fast 30 % gesenkt werden.

Seit etwa zehn Jahren stagniert jedoch der spezifische Wärmebedarf bei etwa 130 kWh/m² - trotz umfangreicher Förderprogramme für den Gebäudebestand.

Die Potenziale werden in diesem Kapitel für jedes Handlungsfeld einzeln angegeben. Wie sich die Potenziale quantitativ auf die zukünftige CO₂- und Energiebilanz auswirken, wird erst ausgewiesen, wenn der Verschnitt der verschiedenen Ansätze in der Szenarienrechnung erfolgt ist.

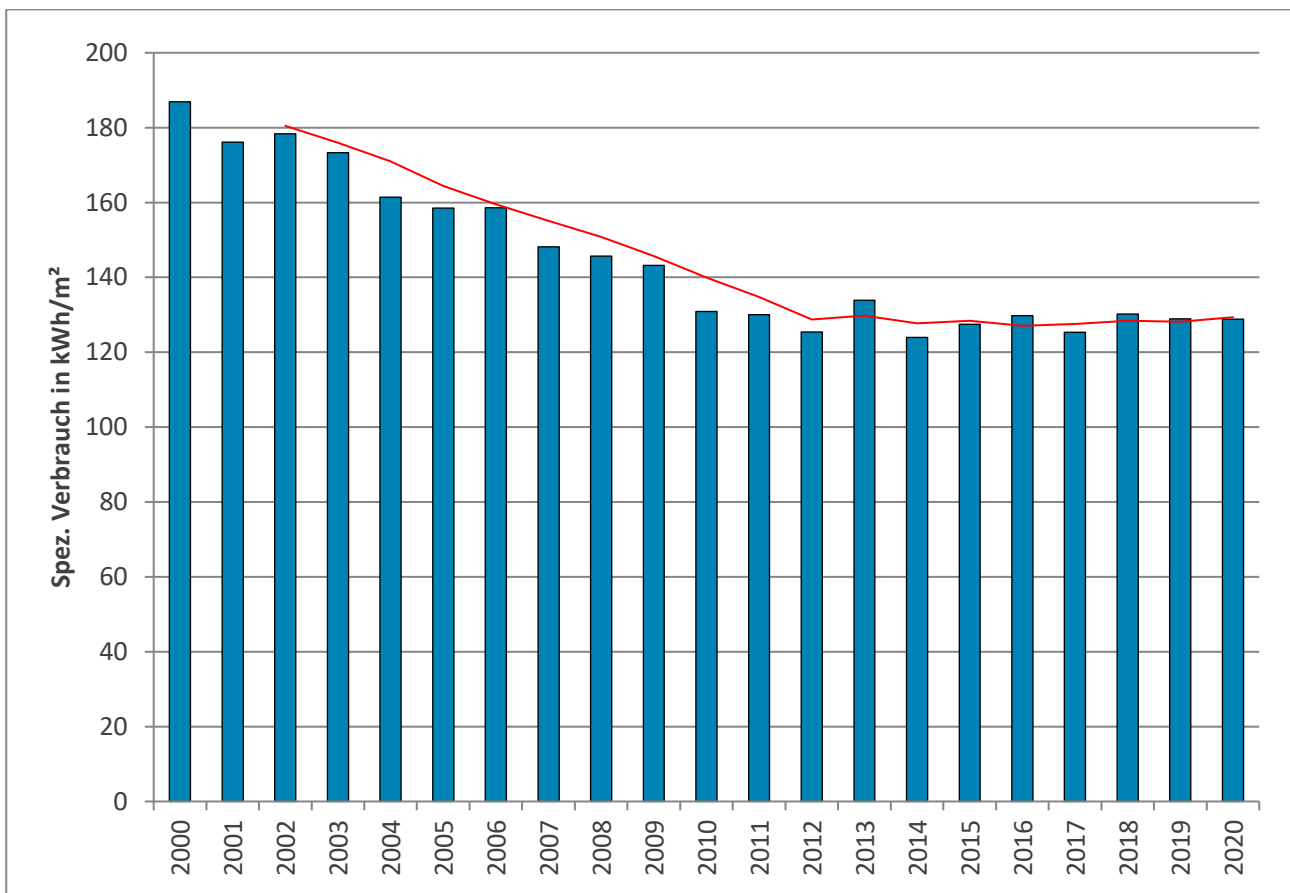


Abbildung 12: Spezifischer Endenergieverbrauch Raumwärme je m² Wohnfläche, (temperaturbereinigt)
 (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von BMWi 2021)

Da zusätzlich neue Wohnungen gebaut werden, um den steigenden Bedarf an Wohnraum zu decken, war in den letzten Jahren auch absolut betrachtet keine Reduktion möglich.

Im Ergebnis ist der Endenergieverbrauch an Wärme im Gebäudesektor in den letzten zehn Jahren nur sehr wenig gesunken. Gegenüber dem Jahr 2008 hat sich der Raumwärmebedarf im Jahr 2018 nur um etwa 5 % verringert (temperaturbereinigt). Der Warmwasserbedarf ist leicht angestiegen. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass Effizienzgewinne durchaus einen Effekt haben, aber nicht unbedingt die nötige Geschwindigkeit mit sich bringen, wenn das Ziel ist, die Emissionen so schnell wie möglich zu senken.

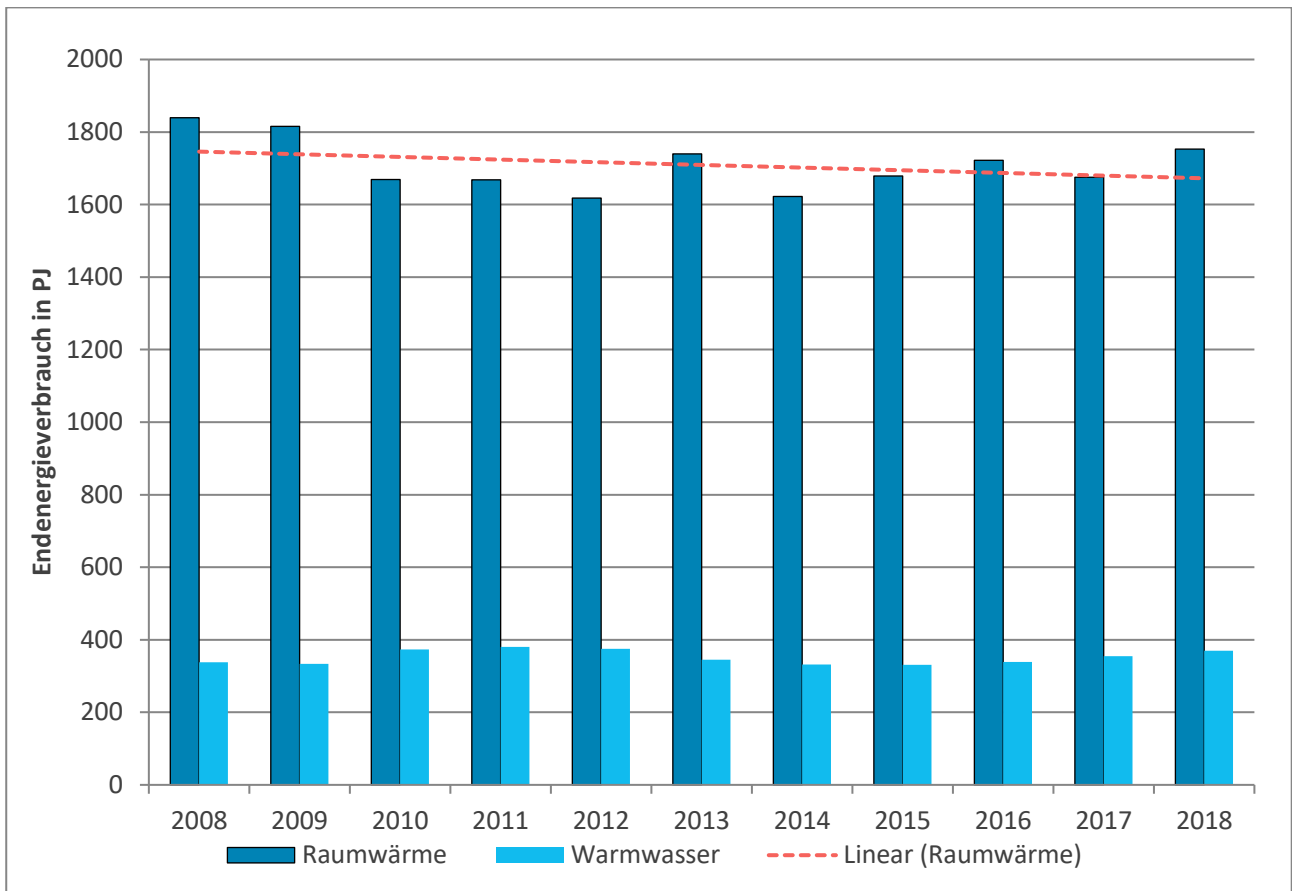


Abbildung 13: Absoluter Endenergieverbrauch Raumwärme und Warmwasser (eigene Darstellung auf Basis von BWMi 2020b)

Im bestehenden IKSK wurde das [Potenzial des Energieträgerwechsels](#) nicht näher untersucht. Auf Basis des historisch gestiegenen Bedarfs wird in der Potenzialanalyse vor allem darauf fokussiert, wie der Bedarf klimaneutral gedeckt werden kann und welche Rolle die Effizienzsteigerung bzw. Sanierung als ergänzende Maßnahme einnimmt, um diese Potenziale erschließen zu können. Eine reine Fokussierung auf die Effizienzsteigerung durch Sanierungserwartungen würde die Ziele sehr wahrscheinlich wieder verfehlen. Der Fokus muss dabei auf den Einfamilienhäusern (EFH) und Zweifamilienhäusern (ZFH) liegen, da die diese gemeinsam den größten Anteil am Gesamtbestand abdecken (vgl. Abbildung 14).

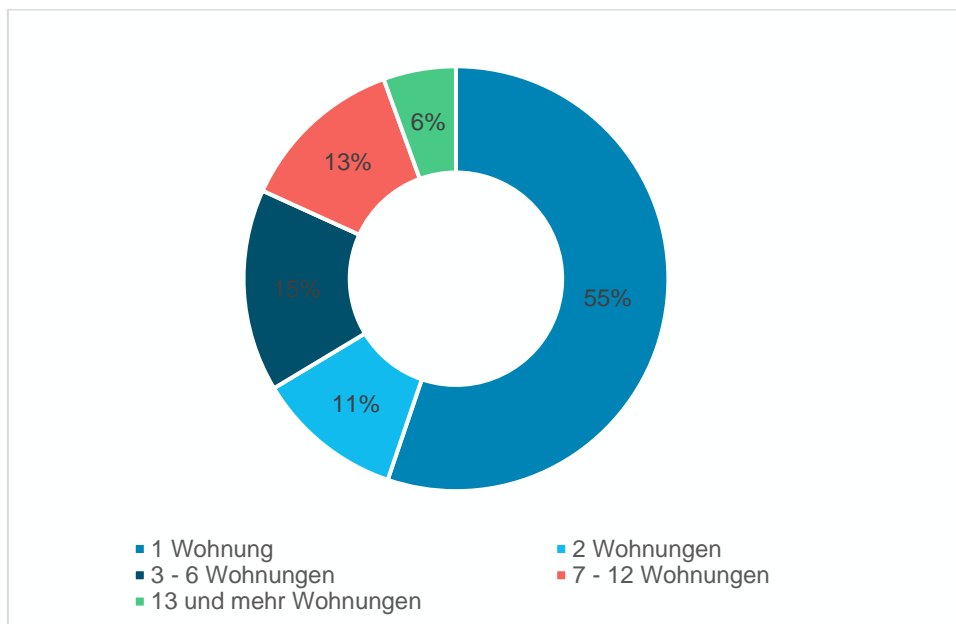


Abbildung 14: Verteilung der Wohnungen nach Gebäudetyp (eigene Darstellung auf Basis von Landesamt für Statistik Niedersachsen 2011a)

In einer ähnlichen Größenordnung liegt auch der Anteil an Wohnungen, die zwischen 1949 und 1986 gebaut wurden. Der Hebel im Gebäudesektor ist damit bei den EFH und ZFH anzusetzen, die mittlerweile 35-70 Jahre alt sind und in den meisten Fällen aktuell noch fossil versorgt werden. Um eine effektive Emissionsminderung im Gebäudesektor zu erreichen, müssen die Maßnahmen später vor allem auf diese Gebäudetypen abzielen.

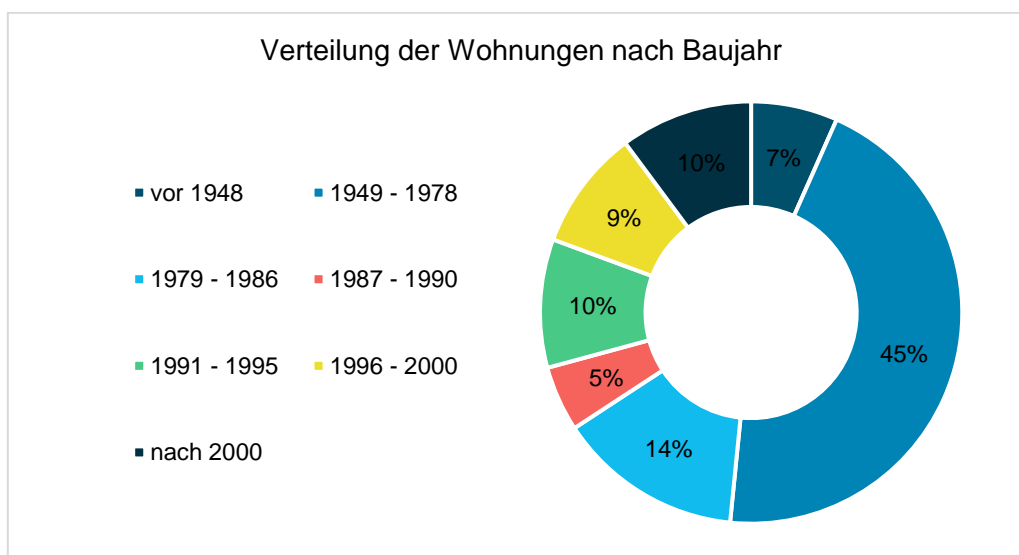


Abbildung 15: Verteilung der Wohnungen nach Baujahr (eigene Darstellung auf Basis von Landesamt für Statistik Niedersachsen 2011a)

3.2.1. Suffizienz

Eine wesentliche klimarelevante Maßnahme aus dem Bereich der Suffizienz ist die effiziente Nutzung der Wohnflächen. Je mehr Menschen sich Wohnraum teilen, desto weniger Fläche muss pro Kopf beheizt werden. Das Potenzial wird sich nur schwer in geregelter Weise heben lassen, da man Menschen nicht vorschreiben kann, wie viel Wohnraum je Person angemessen ist. Allerdings ist ein häufiges Phänomen, dass ältere Personen in großen Wohnungen und Häusern wohnen, die einst von der gesamten Familie bewohnt waren. Dies erfordert viel Wärmebedarf pro Kopf und behindert zudem Sanierungsmaßnahmen oder Heizungsaustausch. Durch die Schaffung von **seniorengerechtem Wohnraum** in der Innenstadt oder in Mehrgenerationenhäusern kann ein Teil dieses Potenzials gehoben und der notwendige Neubau für Zugezogene verringert werden, wenn einzelbewohnte Häuser frei werden, weil den Lebensumständen besser angepasste Wohnformen zur Verfügung stehen. Der Wechsel der Bewohner:innen von Älteren auf Jüngere schafft eine passende Gelegenheit zur Sanierung und zu einem Wechsel der Heizungstechnologie.

Individuelle Suffizienzpotenziale ergeben sich u.a. durch eine Anpassung bzw. Verringerung der Raumtemperatur, um Verluste an die Umgebung zu verringern, und die Optimierung und regelmäßige Kontrolle der Heizungsanlage.

Das umsetzbare Potenzial der Suffizienz wird in Bezug auf das verbleibende THG-Budget als gering eingeschätzt. Es lässt sich aufgrund der vielen Einflussparameter nicht quantifizieren und wird u.a. deswegen in vielen Systemstudien auch nicht quantifiziert. Das theoretische Potenzial, das unter anderem voraussetzt, dass die steigende Wohnfläche pro Person begrenzt wird und Rebound-Effekte eingedämmt werden, ist nach dem Kopernikus-Projekt Ariadne (2021) durchaus als relevant einzuschätzen. Die Grenzen einer spezifischen Wohnfläche pro Person werden beim zukünftigen Neubaubedarf berücksichtigt. Eine Übertragbarkeit bezüglich der Eindämmung von Rebound-Effekten auf Buchholz wird sich allerdings erst in den nächsten Jahren herausarbeiten lassen, wenn erste Pilotprojekte nach deren Umsetzung evaluiert werden können.

3.2.2. Neubau

Der zukünftige Bedarf an Wohnraum durch Neubauten wird über die Bevölkerungsentwicklung in Buchholz abgeschätzt. Laut dem aktuellen Demographiegutachten der Stadt wird die Bevölkerung bis 2035 um 8,6 % ansteigen (vgl. Böttcher et al. 2019).

Auf Grund der steigenden Anzahl an Einwohnenden sind bis 2030 2.140 bis 2.490 neue Wohnungen notwendig, bezogen auf 2012 (vgl. F+B 2014). Da die Daten aus dem Jahr 2014 überholt sind und sich bereits Differenzen zwischen damaliger Prognose und Realität gebildet haben, wird in Absprache mit der Verwaltung ein Verschnitt der vorliegenden Gutachten vorgenommen. Aus dem Demographiegutachten werden die Zahlen zur Bevölkerungsentwicklung genutzt und mit dem spezifischen Wohnraumbedarf aus 2014 verknüpft. Bis 2035 müssen auf Basis dieses Vorgehens bis 2035 3.833 neue Wohnungen zugebaut werden³. Für die Wohnfläche je Person wird ein Bedarf von 48 qm pro Kopf angesetzt (vgl. Prognos, Öko-institut, Wuppertal Institut 2021). In anderen Szenarien wird davon ausgegangen, dass sich die Wohnfläche pro Kopf bis 2050 durch Wohlstandseffekte bis 2050 um 15 % erhöhen wird (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-

³ Die mittlere Wohnfläche im Landkreis Harburg beträgt 105,9 m² je Wohnung (vgl. Landesamt für Statistik Niedersachsen 2011b). Unter der Annahme ausbleibender Veränderungen in der Wohnraumnutzung, wird dieser Wert bis 2035 fortgeschrieben.

Institut 2021)⁴. Um den Bau- und Energiesektor nicht stärker zu belasten als nötig, sollte seitens der Stadt darauf geachtet werden, dass der Wohnraum effizient genutzt werden kann. Im Beteiligungstermin kam dazu u.a. der Vorschlag, Neubaugebiete nur noch als Wohnkomplexe zu denken und keine weiteren EFH mehr zuzubauen. Zusätzlich könne man auch über die Aufstockung von Reihenhausquartieren nachdenken, um Bodenversiegelung und Wärmeverluste beim Zubau von Wohnraum einzudämmen.

Im Jahr 2035 müsste demnach eine Neubaufläche von 385.000 m² beheizt werden. Wird für alle Neubauten der KfW-Effizienzhausstandard 40 angelegt, kann von einem spezifischen Wärmebedarf von 32,4 kWh/m²a (inkl. Warmwasser) ausgegangen werden. Würden die Neubauten alle im Passivhausstandard gebaut, kann der Bedarf zusätzlich um 5 kWh/m²a gesenkt werden, in dem z.B. eine Lüftung mit Wärmerückgewinnung eingebaut wird (vgl. Kleinertz et al. 2021).

Im Bereich der **Gewerbebauten** befindet sich der TIP Innovationspark schon in der Umsetzung, der in den nächsten Jahren zusätzlich mit Wärme versorgt werden muss. Die Bedarfsprognose wurde aus dem Energiekonzept „TIP Buchholz“ abgeleitet (vgl. Hofmann 2019).

Daneben gibt es Ideen, an der A1 weitere Gewerbegebiete anzusiedeln. Die potenziellen zusätzlichen Wärmebedarfe werden überschlägig auf Basis der Bedarfsprognose des TIP Innovationsparks und den Gewerbeflächen abgeleitet.

Im Neubau birgt die Verwendung von Holz als Primärbaumaterial Potenziale zur langfristigen Kohlenstoffspeicherung und besitzt daher Potenzial, die Graue Energie bei Neubauten zu senken.

Eine Leichtbauweise in Holzständerbauweise (Skelettbauweise) mit Dämmung mit Zellulose weist deutlich geringere Graue-Emissionswerte auf als eine klassische Massivbauweise (vgl. Mahler et al. 2019). Mit Blick auf das Ziel der Klimaneutralität bietet es sich hier besonders bei Modulbauweisen an eine Versorgung mit Solarenergie vom Dach frühzeitig mitzudenken.

Auch die Bauweise mit Brettspertholz weist deutliche Reduktionspotenziale auf (vgl. Committee on Climate Change 2018). Mit einem Restanteil von 12 % für Stahlbeton für die Gebäudegründung führen alternative Holzbauweisen gegenüber einer Massivbauweise zu einer Reduktion von insgesamt 70 % der CO₂-Emissionen in der Herstellungsphase (vgl. Mahler et al. 2019).

Die Bestrebung, bei gleichzeitigem Wohnflächenbedarf die Flächeninanspruchnahme durch Versiegelung zu reduzieren, setzt eine Stadtverdichtung in Buchholz voraus. Die Aufstockung in Holzbauweise birgt dabei Potenzial, die im Bausektor anfallenden Emissionen zu reduzieren.

Eine Quantifizierung des Potenzials wäre nur sehr vage durchzuführen (unabhängig von dem Umstand, dass der Holzbau bzw. die Vorkette und indirekten Emissionen nicht Teil der Bilanzierungsmethodik BSKO sind). Allerdings sehen wir restriktive Rahmenbedingungen bzgl. der Verfügbarkeit von unter ökologisch vertäglichen Bedingungen eingeschlagenem Holz.

Für die quantitative Szenarienrechnung ist nur der Wärmebedarf der Neubauten entscheidend.

AUSWIRKUNG DES NEUBAUS BIS 2035	Zubau [m ²]	Wärmebedarf [kWh/m ² a]	Wärmebedarf [GWh/a]
PRIVATHAUSHALTE	170.700	32,4	5,5
GEWERBE	-	-	17,5

⁴ Aufgrund der abnehmenden mittleren Haushaltsgröße und von Wohlstandseffekten steigt die Pro-Kopf-Wohnfläche von 45 m² im Jahr 2018 auf 52 m² im Jahr 2050. Die Gesamtwohnfläche steigt von 3.885 Millionen m² im Jahr 2018 über 4.132 Millionen m² im Jahr 2030 auf 4.271 Millionen m² im Jahr 2050.

3.2.3. Sanierung

Konventionelle Sanierung

Durch die Dämmung der Außenwand, des Daches oder der Kellerdecke und dem Austausch der Fenster, lässt sich der Heizwärmebedarf der Gebäude senken. In den vergangenen Jahren überwogen die Ansätze, die Emissionen vor allem durch die Reduktion des Raumwärmebedarf zu verringern. Trotz der Förderprogramme konnte die Sanierungsrate in den letzten Jahren nicht merklich gesteigert werden und stagniert weiterhin auf einem Niveau von 1 % pro Jahr (vgl. Cischinsky und Diefenbach 2018). Der Bausektor und das Handwerk werden in den nächsten Jahren einen enormen Markthochlauf erfahren (müssen), wenn die angestrebten Sanierungsraten in unterschiedlichen Klimaszenarien erreicht werden sollen. Bis 2045 müssten sich laut Agora Energiewende die Kapazitäten auf 1,75 % pro Jahr steigern lassen, um Klimaneutralität zu erreichen (vgl. Prognos, Öko-institut, Wuppertal Institut 2021). Insofern ist die größte Herausforderung für die Wärmewende im Gebäudesektor, begrenzte Sanierungskapazitäten auf der Zeitachse bis 2045 klug zu verteilen und die Sanierung zusammen mit der Umrüstung auf erneuerbare Wärme zu kombinieren. Dies sollte auch in Buchholz mittels einer Progressivitätsanalyse so angegangen werden.

Aussagen darüber, wie viele Gebäude wie tief saniert wurden, lassen sich nur abschätzen, da die Sanierungsrate in Vollmodernisierungsäquivalenten angegeben ist und Teilsanierungen in entsprechender Gewichtung einbezieht.

Im weiteren Verlauf wird die Sanierungsrate als Prozentsatz der jährlichen Vollmodernisierungsäquivalente im Wohngebäudebestand nach Walberg und Gniechwitz (2016) bezeichnet. Sie ist das Produkt aus der Sanierungsquote in Zusammenspiel mit der Sanierungseffizienz bezogen auf eine Referenzsanierungstiefe. Über die Umrechnung in Vollmodernisierungsäquivalente lässt sich der Einfluss des Verhältnisses der Anteile zwischen Vollmodernisierungen und Teilsanierungen in einem Wert abbilden. Die aktuell realisierte Sanierungseffizienz in Deutschland wird bei 35 % angesetzt und gibt das Verhältnis zwischen Wärmebedarf vor der Sanierungsmaßnahme und dem Wärmebedarf nach erfolgter Sanierung an (vgl. BCG 2021). Bis 2040 sollte dieser Wert in Deutschland auf 50 % steigen (vgl. Tschimpke et al. 2011).

Um 2035 klimaneutral zu werden, wird eine Sanierungseffizienz von 50 % angesetzt. Dies entspricht in der Regel einer Sanierung auf das Niveau des Effizienzstandards KfW 55 bis KfW 70 (vgl. Luderer 2021).

Alle Gebäude, die aufgrund der Eigentümer:innenstruktur mittelfristig keine tiefgreifenden Sanierungen erfahren werden, sollten durch minimalinvasive und minimalinvestive Maßnahmen energetisch verbessert werden. Wenn durch das fortgeschrittene Alter der Bewohner:innen oder Eigentümer:innen keine großen Sanierungsmaßnahmen mehr finanzierbar sind und die Personen keine anderen Wohnformen wie z.B. senioren-gerechtes Wohnen wünschen, kann durch minimalinvestive Maßnahmen dennoch ein Reduktionspotenzial gehoben werden. Dazu zählt unter anderem der hydraulische Abgleich der Heizungsanlage oder Einbau von Heizungsventilen, die diesen Abgleich automatisch vornehmen können. Durch smarte Heizungsthermostate kann die Raumtemperatur komfortabel geregelt werden und durch die präzise Erfassung der Temperaturen und entsprechende Steuerung der Heizung zusätzlich Energie gespart werden.

Eine Quantifizierung dieses Potenzials in Bezug auf die Einspareffekte wird nicht vorgenommen, da ohne Daten auf Einzelgebäudeebene nicht erfassbar ist, wie viele Gebäude unter diese Maßnahme fallen.

Im Rahmen einer stadtweiten [Progressivitätsanalyse](#) sollte ermittelt werden, welche Gebäude den höchsten Anteil an den CO₂-Emissionen haben und damit unter begrenzten Sanierungskapazitäten zuerst saniert werden sollten. Durch die Clusterung in verschiedene Typengebäude nach Ausgangszustand, Gebäudetyp und

Gebäudealtersklasse können auf dieser Basis serielle Sanierungsfahrpläne entwickelt werden, die den effektivsten Weg zur Senkung des Nutzwärmebedarfs aufzeigen und das Potenzial vollständig heben lassen.

Da davon ausgegangen wird, dass in Buchholz keine deutlich höheren Sanierungsraten als im Rest von Deutschland umgesetzt werden können, werden die Sanierungsraten aus dem bereits genannten Szenario für ein klimaneutrales Deutschland 2045 verwendet (vgl. Prognos, Öko-institut, Wuppertal Institut 2021). Durch den Einsatz [serieller Sanierungspläne](#) lässt sich das Potenzial bei sinnvoller Umsetzung gegebenenfalls etwas steigern. Wie hoch das Steigerungspotenzial der Sanierungsquote durch serielle Sanierungsansätze über ein gesamtes Stadtgebiet ist, lässt sich nicht beziffern. Durch die Vorgabe von beispielhaften Zielzuständen kann allerdings auf eine höhere Sanierungstiefe hingewirkt werden. Statt von 35 % Minderung wird deswegen in der Potenzialanalyse von einer Minderung um 50 % ausgegangen, die in etwa dem Effizienzhaus 55-70 Standard entspricht (Luderer et al. 2021). Dass von keiner tiefergehenden Sanierung auf z.B. den Effizienzhaus 40 Standard ausgegangen wird, liegt daran, dass dieser Zielzustand aus Kosten-Nutzen-Sicht nicht zu präferieren ist (Luderer et al. 2021).

Auswirkungen der Sanierungsaktivitäten lassen sich nicht auf Gebäudeebene aufschlüsseln, da die entsprechenden Daten des Bestands nicht vorliegen. Die Sanierungsquote wird daher gemittelt über die Sanierungstiefe auf den Buchholzer Wärmebedarf angewandt. Werden im Rahmen der Progressivitätsanalyse Gebäude oder Gebäudecluster gefunden, die überproportionalen Anteil am Wärmebedarf haben, kann die entsprechende Reduktion auch dann erreicht werden, wenn in den ersten Jahren noch keine ausreichenden [Handwerkskapazitäten](#) zur Verfügung stehen. Für den gesamten Gebäudesektor werden die gleichen Sanierungsraten angenommen.

SANIERUNGSEFFEKTE HAUSHALTE & GEWERBE	Mittlere Sanierungs- quote [%/a]	Sanierungseffizienz
2022 - 2030	1,5	50 %
2030 - 2035	1,75	50 %

In Abbildung 16 ist veranschaulicht, wie groß das Potenzial durch Sanierungsaktivitäten bis 2035 ist. Auch wenn die Sanierungsrate in den nächsten Jahren deutlich gesteigert wird und die Sanierung nicht nur Teil-sanierungen umfasst, wird der sich der Wärmebedarf kaum unter 85 % des IST-Niveaus senken lassen.

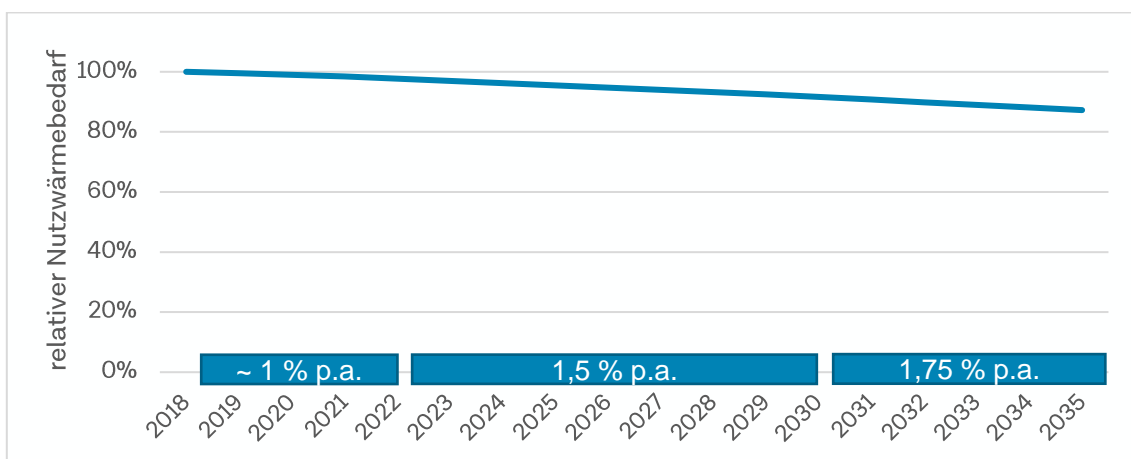


Abbildung 16: Relativer Einfluss der Sanierungsraten auf den Nutzwärmebedarf (eigene Darstellung)

3.2.4. Erzeugung

Welche **Potenziale zur Wärmeversorgung** genutzt werden können, hängt maßgeblich davon ab, ob die Wärme über ein Warmwassernetz an einen Quartiersverbund, bestehend aus mehreren Häusern, geliefert wird oder ob jedes Haus eine eigene Erzeugungseinheit besitzt.

Die leitungsgebundene Wärmeversorgung durch ein Wärmenetz bietet im Vergleich zur dezentralen Objektversorgung gleich mehrere Vorteile:

- Der Effekt der Gleichzeitigkeit führt zu geringerer Installation von Gesamtkapazitäten.
- Skaleneffekte sorgen zudem für eine bessere Wirtschaftlichkeit (wenige große Anlagen im Vergleich zu vielen dezentralen Wärmeerzeugern).
- Möglichkeiten der Diversifizierung der Erzeugungseinheiten und Nutzung von Synergien
- Raumgewinn in Gebäuden durch Ersatz der Erzeugungsanlagen durch eine kleinere Wärmeübergabestation
- Geringere Instandhaltungskosten und wartungsärmerer Betrieb
- Hoher Komfort für Verbraucher:innen

Der größte Vorteil ist jedoch, dass mit einem Wärmenetz eine größere Hebelwirkung bei der Umstellung hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung geschaffen wird.

Auch die Nachteile der leitungsgebundenen Wärmeversorgung sollten angesprochen werden:

- Zusätzliche Investitionen in den Trassenbau (der allerdings sehr gut gefördert wird)
- Baumaßnahmen im öffentlichen Raum
- Zusätzliche Wärmebedarfe durch Wärmetransportverluste
- Netze sind stets natürliche Monopole, so dass Monopolrenditen zu Lasten der Verbraucher:innen vermieden werden müssen.
- Wärmenetze sind vor allem dann wirtschaftlich, wenn möglichst viele Nutzer:innen angeschlossen werden.

Bei guten Rahmenbedingungen erzielen Wärmenetze gegenüber dezentraler Versorgung durch Skaleneffekte deutlich geringere Wärmeentstehungskosten. Zudem kann das System Erzeugungsanlagen mit hohen Leistungsdichten (z.B. Industrieabwärme oder Tiefengeothermie) einbinden, die in einer dezentralen Versorgung nicht eingesetzt werden können.

Entscheidender Faktor für die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes ist neben dem verfügbaren Potenzial an günstigen Wärmequellen die Wärmedichte in einem Gebiet. Die Wärmedichte gibt an, wie hoch der Wärmeabsatz auf einer bestimmten Fläche ist und bietet sich daher als erster Indikator dafür an, ob der Neubau eines Wärmenetzes näher geprüft werden sollte. Ist die Wärmedichte zu gering, steigen die Verluste aufgrund der langen Leitungen an und das Vorhaben wird eventuell unwirtschaftlich. Bei hohen Wärmedichten ist das Verhältnis von Leitungslänge zu Wärmeabsatz deutlich vorteilhafter und die Wärmeverluste sind nicht mehr so ausschlaggebend.

In Buchholz wurde das Potenzial von Wärmenetzen auf Basis eines Wärmeatlanten überschlägig abgeschätzt und eingeordnet. Neben den Gewerbegebieten könnte auch im Stadtkern eine ausreichende Wärmedichte vorliegen, um ein Wärmenetz wirtschaftlich zu realisieren.

In den auf Abbildung 17 lila eingefärbten Bereichen ist eine Wärmedichte von über 80 kWh/m² auf Basis von Bedarfsprognosen errechnet worden (vgl. sEEnergies 2021). Diese sind grob abgeschätzt und müssten

konkret überprüft bzw. ermittelt werden. Um ein Wärmenetz zu realisieren, ist eine minimale Wärmedichte von 70 kWh/m² notwendig, um die Leitungsverluste aufgrund der Streckenlänge einzudämmen (vgl. C.A.R.M.E.N. e.V. 2017). Durch einen Verschnitt des potenziellen Netzgebiets mit den Wohnflächen der Gebäude im Netzbereich, lässt sich das Potenzial einordnen. Es wird idealisiert davon ausgegangen, dass eine Anschlussquote von 100 % im gesamten Netzgebiet erreicht werden könnte.

Neben einem Gebiet im Stadtkern könnten sich in den Gewerbegebieten Wärmenetze wirtschaftlich umsetzen lassen (siehe Abbildung 17). Zusätzliches Potenzial ergibt sich im Bereich von Ankerkunden wie zum Beispiel Schulkomplexen, die sich auf Grund der hohen Belegungsdichte und der konzentrierten Eigentumsverhältnisse sehr gut für Netzlösungen eignen.

Auf dieser Basis wird in Buchholz die Hebelwirkung bei einer Umsetzung von Wärmenetzen in den potenziellen Netzgebieten als gering eingeschätzt, da sich im Stadtkern nur rund 6 % der Gebäude und 13 % der Bruttogeschossfläche Buchholz befinden⁵.

In den Gewerbegebieten, insbesondere am Trelder Berg unter Einbindung der BHWK Abwärme, und Neubaugebieten sollte das Potenzial für Wärmenetze detaillierter untersucht werden.

Der restliche Bereich der Gebäude, außerhalb der potenziellen Wärmenetzgebiete, wird auch in Zukunft sehr wahrscheinlich über Einzellösungen am Gebäude versorgt werden müssen.

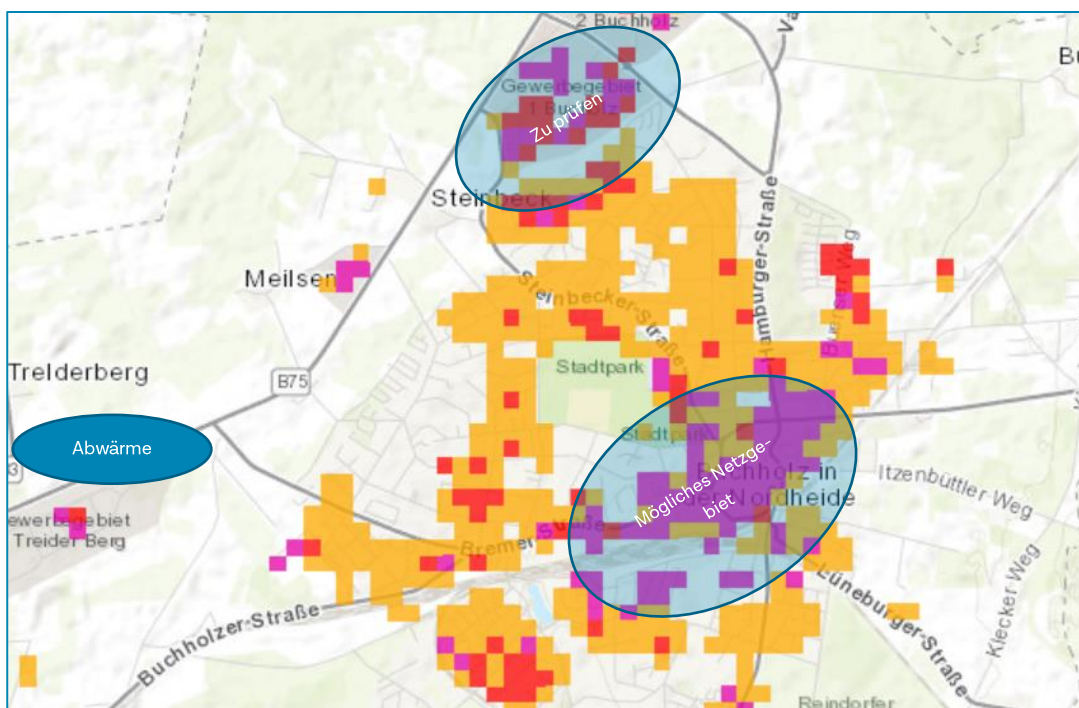


Abbildung 17: Karte der Wärmedichten und potenziellen Wärmenetzgebiete (Quellen: Hintergrundbild: GeoBasis-DE/BKG 2022, Overlay Wärmenetz: sEnergies 2020)

Abwärme

⁵ Überschlägige Auswertung auf Basis von Daten aus dem Liegenschaftskatasterinformationssystem

Neben konventionellen Wärmenetzen, die die Temperatur direkt auf dem Niveau der Vorlauftemperatur der Heizkörper ins Haus liefern, gibt es auch Niedertemperaturwärmenetze, die sehr gut in Verbindung mit Flächenheizkörpern funktionieren. Mit dem Hochlauf von Wärmepumpen ist in den letzten Jahren auch das Konzept der kalten Nahwärme immer öfter als Art der Wärmeversorgung umgesetzt worden, wobei sich die Umsetzung bisher vor allem auf Neubaugebiete konzentriert. Die kalte Nahwärme kann aufgrund der geringen Temperaturen (5-25°C) nicht direkt in den Heizkörpern genutzt werden, sondern muss erst über Wärmepumpen auf das entsprechende Niveau gehoben werden. Diese Art der Versorgung bietet den Vorteil, dass die Umweltwärmequellen (Luft oder Geothermie) nicht direkt am Haus erschlossen werden müssen, was im dichten Bestand aufgrund mangelnder Flächen nicht immer möglich ist. Durch den Einsatz kalter Nahwärme kann unter anderem die Wärme aus einem Erdkollektorenfeld in etwas Entfernung zum Quartier genutzt werden. Dem Wärmeträgermedium wird durch die Wärmepumpe Energie entzogen, wodurch es abkühlt. Durch die anschließende Zirkulation im Erdkollektor erwärmt sich das Medium wieder, indem es dem Boden die Umweltwärme entzieht. Kalte Nahwärme sollte individuell geprüft werden, wenn die Erschließung anderer Quellen aufgrund lokaler Gegebenheiten nicht möglich ist.

Gewerbliche Abwärme kann je nach Temperaturniveau entweder direkt ins Wärmenetz eingespeist werden oder muss bspw. durch eine elektrische Wärmepumpe auf ein entsprechendes Temperaturniveau angehoben werden. Eine sinnvolle Nutzung von Abwärme im Energiesystem lässt sich in der Regel am besten im Rahmen von **Quartierslösungen** realisieren. Für die wirtschaftliche Integration der Abwärme ist neben einem räumlichen Zusammenhang vor allem die zeitliche Verfügbarkeit der Abwärme relevant.

In Buchholz konnten bisher nur die BHKW am Trelder Berg als theoretisch erschließbare Abwärmepotenziale identifiziert werden. Wenn sich im Umkreis eine ausreichende Wärmeliniendichte nachweisen lässt, um ein Nahwärmenetz wirtschaftlich umzusetzen, kann das Abwärmepotenzial genutzt werden. Jährlich könnten durch den Anschluss an ein Wärmenetz 25 GWh Wärme ausgekoppelt und zur Deckung des Heizwärmebedarfs genutzt werden (vgl. Biogas Trelder Berg GmbH 2021).

Im Rahmen von Wärmenetzplanungen sollten umliegende Betriebe wie BHKW, Biogasanlage, Autolackierer und Schweißbetriebe auf ihr Abwärmepotenzial detailliert geprüft werden. Da die Anlagen am Trelder Berg zu weit entfernt von Wohnbebauung liegen, wird das ermittelte Potenzial an Abwärme dem Sektor GHD zugeschrieben. Voraussetzung dafür ist, dass das dafür notwendige Wärmenetz in den nächsten Jahren geplant und umgesetzt wird.

POTENZIAL ABWÄRME (GHD)			
	Leistung [kW_{el}]	Betrieb	Abwärme (nutzbar)
			[GWh/a]
TRELDER BERG	4.680 / 2.553	Flex / Dauerlast	10

Solarthermie

Mit Hilfe von Solarkollektoren kann aus der Sonnenenergie Wärme für eine Bereitstellung von Wärme- und Trinkwarmwasser verfügbar gemacht werden. Dabei zirkuliert Wasser in den Kollektoren, das über die an der Oberfläche absorbierte Solarstrahlung erwärmt und durch Pumpen in die Energieversorgung des Gebäudes eingebunden wird. Bei Solarthermie-Kollektoren wird je nach Anwendungsfall insbesondere zwischen Flach- und Vakuumröhrenkollektoren unterschieden.

Solarthermie-Kollektoren werden innerhalb von Quartieren auf Dachflächen vorgesehen. Neben Aufdachanlagen gibt es auch die Möglichkeit der Errichtung auf der Freifläche. Zudem sind weitere

Nutzungskombinationen z.B. in Verbindung mit Gewächshäusern denkbar, was ein interessantes Leuchtturmprojekt darstellen könnte. Dahinter steckt das vom Hamburg Institut entwickelte Konzept der solaren Nachbarschafts-Gewächshäuser. Es stellt darauf ab, Solarkollektoren in einem multi-funktionalen Kontext zu errichten. Dabei greift es aktuelle gesellschaftliche Entwicklungen – das sog. „Urban Gardening“ auf. Das Konzept verknüpft die Solarkollektoren bautechnisch mit eigens dafür konstruierten Gewächshäusern (Abbildung 18). Neben der solarthermisch erzeugten Wärme bietet es den Mehrwert, dass es Nachbarschaften zur nachhaltigen Nahrungsmittelproduktion aktiviert und den gesellschaftlichen Zusammenhalt in urbanen Räumen stärkt.



Abbildung 18: Solare Nachbarschafts-Gewächshäuser (Quelle: Hamburg Institut)

Solarthermieanlagen benötigen einen hohen Anteil direkter Strahlung zur Wärmeengewinnung, weshalb die Kollektoren in einem Neigungswinkel von 30° bis 45° zur Sonne ausgerichtet werden. Dies macht bei Flachdächern ein Aufständern der Kollektoren erforderlich.

In der Regel kann in der Einzelgebäudeversorgung ein Deckungsbeitrag zur Wärmeversorgung von bis zu 20 % erreicht werden. Höhere Deckungsbeiträge sind durch die saisonale Verteilung und den Tagesgang der Sonne meistens nicht wirtschaftlich darstellbar.

Bei der Belegung der Dachflächen ist darauf zu achten, dass durch die Solarthermie keine mögliche PV-Flächen verlorengehen. Mit Blick auf eine bevorstehende Elektrifizierung des Wärme- und Mobilitätssektors ist die Belegung mit PV-Modulen sinnvoller, um E-Autos zu laden und Wärmepumpen zu betreiben.

Im Einzelfall kann eine Unterstützung durch Solarthermie am Einzelgebäude sinnvoll sein, wenn z.B. auch auf lange Sicht noch mit (biogenen) Brennstoffen geheizt wird (bspw. Pellets oder Scheitholz). In den Sommermonaten kann dadurch Brennstoff gespart werden. Da das Potenzial an Biomasse zur Raumwärmenutzung sehr begrenzt ist und die Solarthermie nur rund 20 % des Wärmebedarfs decken kann, ist das

Potenzial im unteren einstelligen Prozentbereich anzusiedeln und wird in der vorliegenden Untersuchung für Buchholz daher vernachlässigt.

Wesentlich erfolgversprechender ist der Einsatz der Solarthermie in Wärmenetzen, weil durch die Skaleneffekte wirtschaftliche Vorteile gegenüber Einzellösungen genutzt werden können. Die Wärme aus **Freiflächensolarthermieanlagen** kann sehr günstig und vor allem zu sehr stabilen Preisen in den Netzen genutzt werden. In Kombination mit anderen Nutzungen (auch Multicodierung genannt), kann die Fläche neben der Energiegewinnung zum Beispiel auch für urbane Gärten genutzt werden (siehe Abbildung 18). Aber auch hier konkurriert die Solarthermie mit der PV. Letztere sollte in der Freifläche in Buchholz vorerst den Vorzug vor der Solarthermie bekommen, solange es noch keine konkreten Umsetzungspläne für Wärmenetze gibt.

Da es in Buchholz bisher noch keine Wärmenetze gibt und die PV-Freiflächenpotenziale, die theoretisch auch für Solarthermie genutzt werden könnten, nicht in direkter Nähe der potenziellen Netzgebiete liegen, wird kein Potenzial für Freiflächensolarthermie festgestellt bzw. ausgewiesen.

Falls die Prüfung für den Neubau von Wärmenetzen positiv verläuft, sollte die Nutzung von Solarthermie bei zukünftigen Flächennutzungen neu geprüft werden. Insbesondere im Kernbereich der Stadt kann im Rahmen von Neubaugebieten mit geeigneten Flächen in der Umgebung noch Potenzial gefunden werden, wie auf der ehemaligen Deponie nördlich des Gerstenkamps. Auf Flächen, die sich auch für eine EEG-Vergütung eignen, ist auch eine Doppelnutzung durch PVT-Kollektoren (Photovoltaik & Solarthermie) denkbar und die konkrete Umsetzung zu prüfen.

Geothermie

Tiefengeothermie bezeichnet die Nutzung von Erdwärme bei einer Tiefe von über 400 m. Sie zeichnet sich gegenüber der oberflächennahen Geothermie vor allem durch deutlich höhere Temperaturen aus und kann damit direkt, d.h. ohne vorherige Aufbereitung durch eine Wärmepumpe, zu Heizzwecken genutzt werden. Neben der Nutzung als Wärmequelle kann Tiefengeothermie auch bei der Stromerzeugung zum Einsatz kommen, erfordert hierfür aber Tiefen von 2.000 Metern und mehr, um realistisch auf über 100 Grad zu kommen.

Da der Ertrag der Tiefengeothermie nicht maßgeblich vom Wetter abhängig ist, weist diese erneuerbare Technologie eine sehr hohe Verfügbarkeit auf. Die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Tiefengeothermie hängt maßgeblich von der Beschaffenheit des Untergrundes ab, welche oftmals in den relevanten Tiefen von großer Unsicherheit gekennzeichnet ist.

Damit birgt die Nutzung von Tiefengeothermie große wirtschaftliche Risiken. Sinnvoll ist die Erschließung besonders, wenn es zu der Wärmequelle auch eine ausreichend große Senke in Form eines Wärmenetzes gibt, die eine ausreichend hohe und kontinuierliche Nachfrage bietet, um auch in den Sommermonaten die Wärme abzunehmen. Im Zuge von Potenzialstudien zu Quartiersnetzen sollte die Verfügbarkeit und Wirtschaftlichkeit von tiefer Geothermie in der Potenzialanalyse näher geprüft werden. Eine Quantifizierung und Einordnung der Daten in den Kontext eines möglichen Wärmenetzes ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich. Die Stadt Buchholz sollte sich zur näheren Prüfung des Potenzials unterstützend einbringen und zum Beispiel bei der Suche nach geeigneten Grundstücken Hilfestellung leisten.

Wasserstoff

Wasserstoff gilt als zukünftig wichtiger Baustein und bedeutender Energieträger für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende, sofern er mit erneuerbaren Energien erzeugt wird. Als gasförmiger Brennstoff lässt er sich gut, wenn auch aufwändiger als andere Gase, speichern, transportieren und soll überall dort Kohle

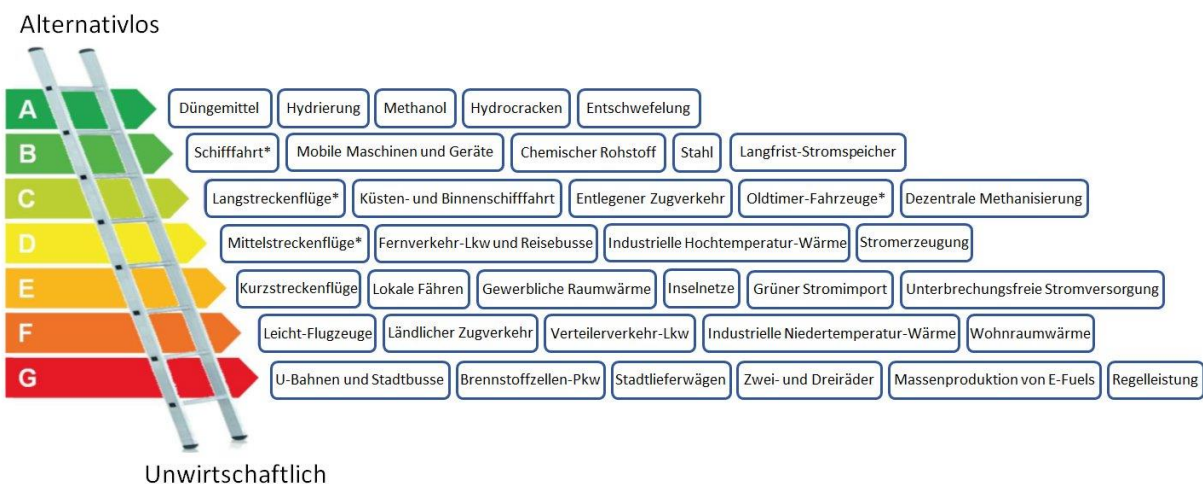
und Erdgas verdrängen, wo sehr hohe Temperaturen erzeugt werden müssen, die mit Hilfe anderer Technologien nicht erreichbar sind.

Um Wasserstoff für die Klimaneutralität zu qualifizieren, muss er mittels erneuerbarer Energien erzeugt worden sein. Das betrifft sowohl den Energieeinsatz im Elektrolyseur selbst als auch die vorgelagerten Prozesse wie z.B. Wasseraufbereitung und Entsalzung.

Der große Nachteil besteht in dem niedrigen Wirkungsgrad, also den hohen Verlusten bei der Umwandlung von Strom und Wasser in Wasserstoff und von dort wieder in Strom oder Wärme. Für 1 kg Wasserstoff mit einem Heizwert von 33 kWh müssen 50 kWh Strom eingesetzt werden. Deshalb erfordert der Einsatz von Wasserstoff einen umso höheren Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten, weshalb davon auszugehen ist, dass der benötigte Wasserstoffbedarf nur mit massiven Importen aus dem Ausland gedeckt werden kann. Wasserstoff wird in Pipelines vermutlich nur bis ca. 4.000 km wirtschaftlich vorteilhafter gegenüber dem Schiff transportiert werden können. Insofern werden große Mengen per Schiff nach Europa importiert, wofür der Wasserstoff teilweise zunächst in Ammoniak umgewandelt werden muss, um dann am Zielort wieder in Wasserstoff umgewandelt zu werden. Vielleicht setzt sich das Schiff auch auf kürzeren Strecken durch, weil der Pipelinebau, aber auch eine mögliche Umrüstung bestehender Erdgasleitungen sehr viel Zeit in Anspruch nehmen wird

Für den Zeitraum bis zur Klimaneutralität, ob in Buchholz 2035 oder bundesweit 2045, wird Wasserstoff ein sehr knappes Gut sein. Die Kapazitäten für Elektrolyseure sind noch nicht gebaut, die globale Transportlogistik fehlt ebenso wie die notwendigen erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten, um grünen Wasserstoff in großen Mengen zu erzeugen. Vor diesem Hintergrund wird der Einsatz von Wasserstoff einer strengen Priorisierung folgen, wo keine adäquaten Alternativen zur Verfügung stehen und der Infrastrukturbedarf für den Wasserstoffeinsatz zudem möglichst gering ist. Dazu gehören die industrielle Anwendung und Bereitstellung von Hochtemperatur-Prozesswärme, die Nutzung in Kraftwerken zur Gewährleistung der elektrischen Versorgungssicherheit, die Mobilität (insb. Schiffs- und Luftverkehr) sowie nicht-energetischer Verbrauch (siehe 19). Gerade im Bereich der Gebäudewärme gibt es mit Wärmepumpen deutlich effizientere Alternativen, die vorrangig genutzt werden sollten (siehe Abbildung 20).

Leiter der Einsatzbereiche sauberen Wasserstoffs



*Sehr wahrscheinlich in Form von Ammoniak oder E-Fuels, nicht als gasförmiger oder flüssiger Wasserstoff

Quelle: Liebreich Associates (concept credit: Adrian Hiel/Energy Cities) @mliebreich under a CC-BY 3.0 license; Übersetzung: Wolf-Peter Schill und Martin Kittel

Abbildung 19: Priorisierung der Einsatzbereiche grünen Wasserstoffs (Quelle: Liebreich Associates 2022)

Für die kommunale Ebene bedeutet dies den Vorzug der direkten Elektrifizierung von Anwendungen, weil die Umwandlungsverluste geringer sind und elektrische Lösungen wie die Wärmepumpe zunehmend günstiger werden (vgl. Ueckerdt et al. 2021). Dies gilt insbesondere im Bereich der Gebäudewärme, wo Wasserstoff – gäbe es ihn - heute schon der hocheffizienten Wärmepumpen unterlegen ist.

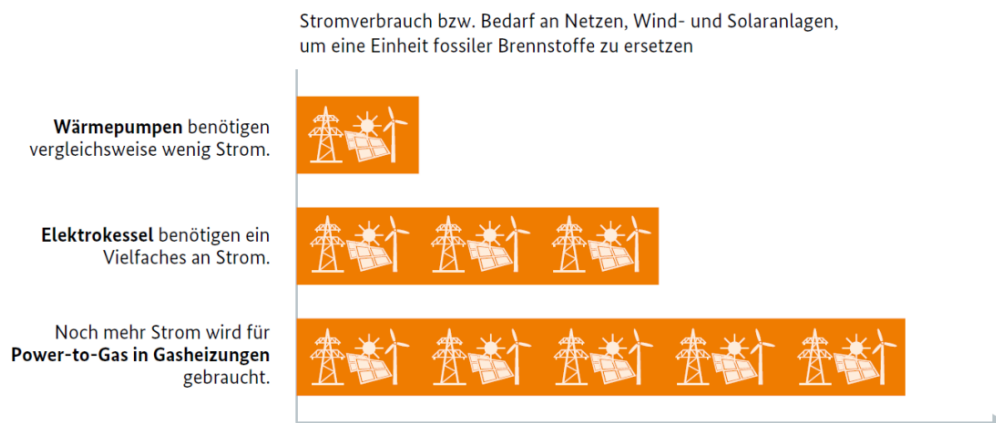


Abbildung 20: Vergleich des erneuerbaren Strombedarfs für verschiedene Technologien für die dezentrale Gebäudewärme (Quelle: Gerhardt et al. 2020)

Biomasse

Derzeit wird der maßgebliche Anteil der erneuerbaren Wärme (86,5 % in 2019) unter Einsatz von Biomasse erzeugt (vgl. BMWi 2020a). Durch vielfältige Einsatzmöglichkeiten kann Biomasse einen wichtigen Beitrag zur Treibhausgas-Reduktion in allen Energiesektoren liefern. Neben der aktuell dominierenden Bereitstellung von Niedertemperaturwärme zur Gebäudeheizung ist mittel- bis langfristig auch eine hohe Nachfrage in anderen Bereichen zu erwarten, wo Erdgas ersetzt werden muss. Dazu gehören vor allem biogene Grundstoffe in der chemischen Industrie, der Flug- und Luftverkehr sowie die Industrie zur Bereitstellung von Prozesswärme auf hohem Temperaturniveau (vgl. Bürger et al. 2021).

Demgegenüber steht ein begrenztes Potenzial an nachhaltig erzeugter Biomasse, welches – ähnlich wie beim Wasserstoff in der Zukunft - eine klare Priorisierung des Einsatzes unausweichlich macht. Die schlechte Flächeneffizienz beim Anbau von Biomasse erlaubt dabei keine nennenswerte Steigerung der verfügbaren Kapazitäten. Es ist daher wichtig zu entscheiden, in welchem Umfang und in welchen Anwendungen die Biomasse als knappe Ressource im Wärmesektor eingesetzt werden sollte (vgl. Bürger et al. 2021).

Die Ergebnisse verschiedener Energiesystemstudien zeigen, dass Biomasse aus systemischer Sicht am kostengünstigsten für die industrielle Prozesswärme oder Herstellung von Biogas eingesetzt werden sollte. Der effizienteste Wärmemarkt kommt dabei ohne die Nutzung von Biomasse für die dezentrale Wärmeversorgung aus (vgl. Hamburg Institut und Bodensee Stiftung 2021).

Falls Biomasse dezentral sowie auch in der Nahwärme zur Niedertemperatur-Wärmeversorgung eingesetzt wird, sollte sie vorrangig zur Abdeckung von Lastspitzen dienen, die nicht effizient durch Wärmepumpen oder andere erneuerbare Wärmeerzeuger abgedeckt werden können. Ein Einsatz in monovalenten Systemen, also als alleinstehende Wärmeerzeuger, sollte nach Möglichkeit vermieden werden. Dezentrale Biomasseheizungen sollten nur dort eingesetzt werden, wo andere erneuerbare Optionen wirtschaftlich nicht

vertretbar sind. Dazu können unter anderem ältere Gebäude im ländlichen Raum mit hohem Energiebedarf und hohen Sanierungskosten zählen.

Nach Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut (2021) sind bis 2045 bis zu 10 % der Gesamtwohnfläche über Biomasse beheizbar. Nach der letzten Energiebilanz der Stadt Buchholz machte die Biomasse bereits im Jahr 2018 einen Anteil von 7 % an der Nutzenergie aus (vgl. Krosigk 2019). Das Potenzial zur Umrüstung von bestehenden fossilen Versorgungseinheiten, wie Ölkessel oder Gasheizungen, auf Biomasse sollte daher nur im Einzelfall in Betracht gezogen werden, wenn aufgrund individueller Beschränkungen wie z.B. Denkmalschutz ein Einbau von Wärmepumpen nicht sinnvoll ist. Wird das Potenzial in Buchholz etwas eher als im Bundesdurchschnitt ausgeschöpft, könnten schon bis 2035 10 % der Wohnfläche bzw. des gemittelten Wärmebedarfs im Bereich der Privathaushalte (PHH) über Biomasse gedeckt werden. In Bezug auf den recht hohen Anteil an Biomasse von 7 % in 2018 ergibt sich kaum weiteres Potenzial in Buchholz im Wohnbereich.

Im Bereich GHD (Gewerbe, Handel und Dienstleistung) kann das Potenzial etwas höher angesetzt werden, da es im Gewerbe Prozesse geben kann, die sich wirtschaftlicher über Biomasse mit Wärme versorgen lassen als mit Hochtemperaturwärmepumpen. Bis 2045 sind bis zu 22 % der Gebäudefläche über Biomasse zu beheizen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut 2021). Auf Basis des vorgezogenen Ziels der Klimaneutralität 2035 in Buchholz wird angenommen, dass dieser Anteil durch entsprechende Maßnahmen schon 2035 erreicht werden kann. Es wird vereinfacht davon ausgegangen, dass sich der Wärmebedarf gleichmäßig über die Gebäudefläche verteilt. Ausgehend von 8 % Anteil in 2018, wird ein linearer Hochlauf angesetzt. Da wie bei den Wärmepumpen kein vorfälliger Austausch der Gasheizungen angenommen wird, teilt sich die Austauschquote bzw. Energieträgerwechselquote entsprechend zwischen Wärmepumpen und Biomasse auf.

Grundsätzlich sollte immer im Einzelfall entschieden werden, ob Biomasse die einzige Möglichkeit zur Versorgung ist, um das bundesweite Potenzial an Biomasse zu schonen und nicht unnötig im Bereich geringer Temperaturniveaus einzusetzen, wenn alternativ dazu vor allem auch Wärmepumpen eingesetzt werden können.

BIOMASSEPOTENZIAL	Anteil in 2035 [%]	Hochlauf
PHH	10	linear
GHD	22	linear

Wärmepumpen und Umweltwärme

Wärmepumpen, die mittels Strom die Wärme aus der Umgebungsluft oder dem Boden entziehen und komprimiert auf höhere Temperaturen bringen, haben das mit weitem Abstand größte Potenzial zur Klimaneutralität in Buchholz. Voraussetzung ist der Betrieb mit Ökostrom, wofür jedoch häufig die ebenso hohen Potenziale eigengenutzter Erzeugung von PV-Strom nutzbar sind.

Die Jahresarbeitszahl ist das Maß dafür, wie viele Einheiten Umweltwärme je eingesetzter Einheit Strom in das System gehoben werden können. Bei einer Jahresarbeitszahl von 3 können durch 1 kWh Strom 3 kWh Wärme zur Raumbeheizung verwendet werden. 2 kWh Energie werden dabei der Umgebung entzogen, in dem z.B. die Außenluft oder das Erdreich abgekühlt werden. Die Umweltwärme steht kostenlos und emissionsfrei zur Verfügung.

Im Szenario zur Klimaneutralität Deutschlands 2045 wird die Wärmepumpe neben dem Ausbau der Fernwärme als Schlüsseltechnologie zur Dekarbonisierung der Wärmeversorgung gesehen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal Institut 2021). In Kombination mit Wärmespeichern und Heizstäben können Spitzenlasten abgefangen und hohe Volllaststunden erreicht werden, um die Investitionskosten gering zu halten.

Wärmepumpen und oberflächennahe Geothermie

Unter den Begriff der oberflächennahen Geothermie fallen die energetischen Nutzungen des Erdreichs bei Temperaturen bis 25°C und einer Tiefe bis zu 400 m.

Üblicherweise wird zur Nutzung der Erdwärme auf Kollektorenfelder oder Erdsonden zurückgegriffen. Kollektorenfelder eignen sich vor allem in Neubaugebieten oder im Zuge von Umbaumaßnahmen, bei denen das Erdreich sowieso großflächig geöffnet wird.

Erdsonden haben einen geringeren Platzbedarf an der Oberfläche und entziehen dem Boden in vertikaler Ausdehnung die Wärme. Besonders gut eignen sich Grün- und Freiflächen für eine geothermische Erschließung, da unter anderem durch Regenwasser eine thermische Regeneration stattfinden kann. Über das [Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie](#) kann in Niedersachsen die Wärmeleitfähigkeit der Bodenzusammensetzung an verschiedenen Standorten ermittelt werden. Auf Basis der Wärmeleitfähigkeit, der maximalen Entzugszeiten und möglicher Bohrtiefen kann die benötigte Fläche ausgelegt werden.

Bei zu hoch angesetzten jährlichen Entzugszeiten wird dem Boden zu viel Wärme entzogen, so dass der Boden nicht ausreichend regenerieren kann. In vereinzelt Fällen kommt es zum Einfrieren der Erdwärmesonden und des umgebenden Erdreichs. Durch eine sorgfältige Planung kann dieses Problem umgangen werden. Steht nicht genügend Fläche zur Verfügung oder ist die Wärmeleitfähigkeit sehr gering, kann der Boden auch über die Einleitung von solarer Wärme durch Solarthermie oder Solarluftabsorber regeneriert werden, was vor allem in den Übergangszeiten dazu führt, dass der Boden früher wieder auftaut und der Bereich um die Sonden schneller regeneriert, da das Eis isolierend wirkt.

Wärmepumpen und Umgebungsluft (Luftwärmepumpen)

Neben der Geothermie kann die Außenluft als Wärmequelle durch Wärmepumpen nutzbar gemacht werden. Luftwärmepumpen entziehen der Umgebungsluft Wärme auf Außenlufttemperaturniveau und „pumpen“ diese Wärmeenergie auf ein für die Gebäudebeheizung und/oder Trinkwarmwasserbereitstellung nutzbares Temperaturniveau.

Nachteilig an einer Wärmeversorgung mit Luftwärmepumpen sind die niedrigeren Außentemperaturen während der Heizperiode in den Wintermonaten, da bei einem größeren Temperaturunterschied zwischen Ausgangsniveau und gewünschter Heiztemperatur mehr elektrische Energie notwendig ist. Dadurch ist die Effizienz von Luftwärmepumpen an kalten Tagen vermindert. Luftwärmepumpen werden daher häufig in einem Bivalenzbetrieb mit einem weiteren Wärmeversorger, wie z.B. einem Gaskessel oder einem Heizstab eingesetzt. In einem derartigen Bivalenzbetrieb werden die Luftwärmepumpen bis zu einer Außentemperatur z.B. zwischen 5 - 0°C betrieben. An den wenigen kälteren Tagen im Jahr übernimmt der Zweitwärmeerzeuger. Insgesamt würde die Wärmeversorgung zu einem großen Teil durch den Einsatz der Luftwärmepumpen erfolgen (vgl. Günther et al. 2020).

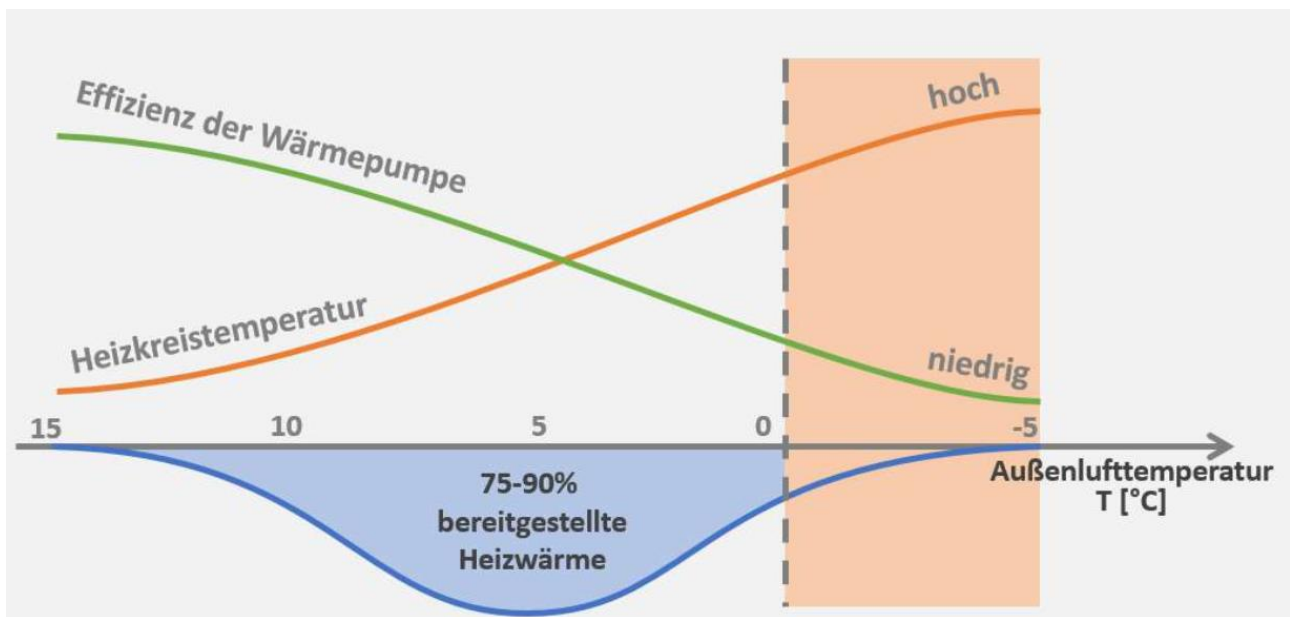


Abbildung 21: Verteilung des Heizwärmebedarfs über die Außentemperatur (Quelle: Günther et al. 2020)

Ferner bieten sich Wärmepumpen insbesondere bei niedrigen Ziel- bzw. Heiztemperaturen an, womit der Temperaturhub besonders gering ausfallen kann. Eine geringe Temperaturspreizung zwischen Quell- und Zieltemperatur wirkt sich positiv auf die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe aus und führt damit zu einem geringeren Stromeinsatz in der Wärmebereitstellung. Durch einen Abgleich der Heizkurve auf den Wärmepumpenbetrieb, also einen Abgleich der Heizungsvorlauftemperatur auf die Außentemperatur bzw. auf die Heizlast, kann die Effizienz der Wärmepumpe erhöht werden.

Einsatz im Bestand

Während Wärmepumpen im Neubau die am häufigsten eingebaute Heiztechnologie darstellt, fehlen zum Einsatz von Wärmepumpen im Bestand noch langfristige Erfahrungen. Die Sorge bestand bis vor Kurzem darin, dass Wärmepumpen die Heizkreisläufe nicht mit ausreichend hohen Temperaturen versorgen können. Aufgrund der technischen Weiterentwicklung der letzten Jahre und Bestätigung durch Feldtests auf Basis bestehender Anlagen können diese Zweifel ausgeräumt werden. Jedoch ist eine jeweilige Einzelfallprüfung notwendig.

Der Erfolgsschlüssel beim Rollout von Wärmepumpen im Bestand ist die Abstimmung zwischen Vorlauftemperaturen und individuellen Heizlasten in den Räumen eines jeden Gebäudes. Durch Teilsanierungen bzw. den Austausch einzelner Elemente wie Fenster oder Türen kann die Heizlast und folglich auch die Vorlauf-temperatur abgesenkt werden, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu ermöglichen.

Da die Heizkörperflächen in alten Systemen meistens überdimensioniert sind, kann die Wärmepumpe mit geringeren Vorlauftemperaturen betrieben werden als das alte Kesselsystem. In Einzelfällen müssen einige kritische Heizkörper getauscht werden, die die erforderliche Heizlast nicht mehr liefern können. Ein Austausch oder Umstellung des gesamten Heizkörpersystems kann in der Regel aber vermieden werden (vgl. Günther et al. 2020). Wenn aus bestimmten Gründen wie u.a. Denkmalschutz keine (Teil-)Sanierung oder Umstellung der Heizkörper möglich ist, kann auf [Hochtemperaturwärmepumpen](#) zurückgegriffen werden, die auch Vorlauftemperaturen über 65°C erreichen und damit wie konventionelle (fossile) Erzeuger im bestehenden Verteilsystem eingesetzt werden können.

Aus den Ergebnissen breit angelegter Feldtests von Wärmepumpen im Bestand lässt sich ableiten, dass es technisch wenig Begrenzungen für den Einsatz von Wärmepumpen im Bestand gibt. Auch in Gebäuden mit einem Heizenergieverbrauch von 140 kWh/m² (Baujahr 1981 unsaniert) konnte für die Luftwärmepumpe eine Jahresarbeitszahl von 2,7 ermittelt werden. Elektroheizstäbe werden oft als Leistungsreserven eingesetzt, die im Mittel in den betrachteten Praxisprojekten keinen relevanten Einfluss auf den Stromverbrauch hatten (<3 % bei Luft-WP; <1,2 % bei Sole-WP). Ein signifikanter Einsatz von Heizstäben fand in der Praxis nur statt, wenn das System falsch parametrierbar war oder der Einsatz im *Legionellenmodus* nötig war (vgl. Günther et al. 2020). Die Stromkosten, die durch den Einsatz des Heizstabs entstehen, wirken sich bei richtiger Parametrierung nur unwesentlich auf die jährlichen Kosten aus. Eine sorgfältige individuelle Planung des Systems ist auch hier der entscheidende Faktor, um die Heizkosten so gering wie möglich zu gestalten.

Da die Sanierungskapazitäten stark begrenzt sind, werden viele Gebäude erst die Art der Versorgung umstellen müssen und nachträglich zum Einbau einer Wärmepumpe sanieren. Auch wenn es in der Regel besser ist, zuerst zu sanieren und die Verluste im Haus und damit die Heizkreistemperaturen zu senken, ist ein vorgeschalteter Einbau nicht grundsätzlich auszuschließen. Findet die Sanierung nachträglich statt, können die Effizienz bzw. die Jahresarbeitszahl erhöht und Betriebskosten im Nachhinein weiter gesenkt werden.

Der Einbau von Wärmepumpen wird vor allem dann stattfinden, wenn die alte Heizungsanlage das Ende ihrer technischen Lebensdauer erreicht hat. Für Gas- und Ölheizungen wird üblicherweise ein Austausch nach 20 Jahren angesetzt. Da die Erdgas- und Erdölpreise schon heute auf einem historischen Hoch liegen und die CO₂-Preise bis 2030 sehr wahrscheinlich stark steigen werden, wird davon ausgegangen, dass der Austausch von Ölheizungen auch vorfällig (vor Ende der technischen Lebensdauer) stattfinden kann. Bis 2030 wären damit keine Ölheizungen mehr im Bestand, die aktuell in Buchholz noch 25 % der fossilen Brennstoffe im Wärmesektor stellen (vgl. Krosigk 2019). Ohne vorfälligen Austausch von fossilen Heizungen wird in Buchholz keine Klimaneutralität zu erreichen sein.

Bei gleichmäßiger Verteilung der Austauschrate über die Jahre bis 2035 legen wir für die Gasheizungen eine Austauschrate von 5 % pro Jahr zu Grunde.

Da in Buchholz im potenziellen Wärmenetz für Wohngebäude keine Wärmequellen identifiziert werden konnten, kann die Netzlösung vor allem als Multiplikator dienen und genutzt werden, um Flächen etwas abseits der dichten Bebauung zur energetischen Nutzung über Wärmepumpen zu erschließen, wenn in Gebieten wie der Innenstadt keine Flächen für Luftwärmepumpen oder Erdsonden zur Verfügung stehen.

Die Versorgung der Gebäude im Bereich GHD mit Wärme gestaltet sich ähnlich wie im Wohngebäudebereich.

Wärmepumpen im Bestand bieten das größte Potenzial, um die Emissionen zu mindern. Wie auch im Wohngebäudebereich wird davon ausgegangen, dass der vorfällige Austausch nur bei Ölheizungen bis 2030 stattfindet. Für Gasheizungen wird kein vorfälliger Austausch angenommen. Jeder Ausbau einer Heizung am Ende ihrer Lebensdauer führt potenziell daher zum Einbau einer Wärmepumpe, wenn aufgrund sehr hoher Temperaturen nicht zwingend Biomasse eingesetzt werden muss (restliche 1 % des jährlichen Austauschs). Es wird davon ausgegangen, dass sich die Abwärmenutzung der BHKW am Trelder Berg nicht auf die Austauschraten auswirkt, da bei günstiger Abwärme auch ein vorfälliger Austausch kein Problem darstellt und der Netzausbau daher unabhängig vom Heizungsaustausch als zusätzliches Austauschmoment laufen kann.

HOCHLAUF WP	Mittlere Einbaurrate PHH [%/a]	Mittlere Einbaurrate GHD [%/a]
2022 - 2030	6	5
2030 - 2035	3	2

Der Endenergiebedarf ergibt sich aus den zukünftigen Bedarfen und der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen. Ob Luft oder oberflächennahe Geothermie als Umweltwärme genutzt wird, hängt von den lokalen Gegebenheiten und der individuellen Entscheidung der jeweiligen Investitionsentscheider ab. Erdsonden bieten sich besonders in Quartieren an, die im Verbund gebaut sind und im Umkreis der Gebäude ausreichend Freiflächen bieten. Die höheren Investitionskosten im Vergleich zu Luft-WP können u.a. durch Contracting-Modelle gleichmäßig auf die Warmmiete verteilt werden, während die hohe Jahresarbeitszahl geringe verbrauchsgebundene Kosten sicherstellt.

Soll dieses Potenzial gehoben werden, bedeutet es ganz konkret, dass bis 2030 alle Ölheizungen durch Wärmepumpen ersetzt werden müssen und jede Gastherme, die das Ende ihrer technischen Lebensdauer erreicht, muss ebenso durch eine Wärmepumpe ersetzt werden. In den dicht bebauten Bereichen der Innenstadt müssen Wärmenetze zugebaut werden, um Umweltwärmequellen etwas abseits der Bebauung zu erschließen, wenn es direkt an den Gebäuden keine nutzbaren Flächen gibt.

Wie der Austausch von Heizungen und die Reduktion des Nutzwärmebedarfs durch Sanierungen auf den Endenergiebedarf und damit die CO₂-Bilanz wirken, wird im Rahmen der Szenarienrechnung errechnet.

Die Annahmen zur Umsetzbarkeit des schnellen Hochlaufs von Wärmepumpen basieren auf der Erwartung des Erreichens sogenannter Tipping Points in der Produktion in den kommenden Jahren. Wenn die Nachfrage hoch genug ist, der Einbau neuer fossiler Heizungen auf absehbare Zeit verboten wird und sich auch nicht mehr wirtschaftlich darstellen lässt, werden rasant neue Produktionskapazitäten geschaffen, die die beschleunigte Umstellung des Wärmesektors auf strombasierte Wärmezeugung ermöglichen werden. Aufgabe der Stadtwerke als Netzbetreiber ist es den Hochlauf der Wärmepumpen zu antizipieren und die Kapazitäten im Netz zielgerichtet auszubauen. Durch eine angepasste Steuerung oder Anreize zum netzdienlichen Heizen auf der Nachfrageseite ist dafür zu sorgen, dass Netzengpässe vermieden werden können.

3.2.5. Zusammenfassung der Potenziale

	PHH	GHD
2022 - 2030	Mittlere Sanierungsquote [%/a]	Mittlere Sanierungsquote [%/a]
	1,5 (50% Effizienz)	1,5 (50% Effizienz)
	Einbaurrate Wärmepumpen [%/a]	Einbaurrate Wärmepumpen [%/a]
	6	5
	Einbaurrate Biomasse [%/a]	Einbaurrate Biomasse [%/a]
	0,2	1
	Potenzial Abwärme [GWh/a]	
	15	
2030 - 2035	Mittlere Sanierungsquote [%/a]	Mittlere Sanierungsquote [%/a]
	1,75 (50% Effizienz)	1,75 (50% Effizienz)
	Einbaurrate Wärmepumpen [%/a]	Einbaurrate Wärmepumpen [%/a]
	3	2
	Einbaurrate Biomasse [%/a]	Einbaurrate Biomasse [%/a]
	0,2	1

Wie schon in Kapitel 3.2.3 erläutert, ist der Beitrag der Sanierung zur Klimaneutralität sehr begrenzt, da das Sanierungspotenzial an die Kapazitätsgrenzen des Baugewerbes und Handwerks gekoppelt ist. (Teil-)Sanierungen werden daher vor allem als begleitende Maßnahme zur Umstellung auf Wärmepumpen eingesetzt werden müssen. In der Umstellung auf Wärmepumpen bei Austausch der Gas- oder Ölheizung liegt daher das größte Potenzial. In ähnlicher Weise werden Wärmenetze sehr wahrscheinlich im Wohngebäudebereich auch vor allem als Wegbereiter der Wärmepumpen über Netzlösungen eingesetzt werden, da keine potenziellen Wärmequellen in der Nähe des Kernbereichs der Stadt identifiziert werden konnten.

3.3. Handlungsfeld Verkehr

Mit knapp 112.000 Tonnen CO₂e ist der Verkehrssektor für einen Anteil von 42 % an den Gesamtemissionen der Stadt Buchholz verantwortlich (vgl. Krosigk 2019). Um diesen Sektor klimaneutral zu gestalten, werden vor allem eine ambitionierte technologische Entwicklung hin zu emissionsfreien Antrieben, eine Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) zum öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) und zur aktiven Mobilität als Schlüsselfaktoren gesehen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021).

Die Stadt Buchholz liegt im Landkreis Harburg und wird als sogenannte Mittelstadt im städtischen Raum eingestuft (vgl. BMDV 2021a). Die Stadt liegt im Dreieck zwischen Hannover, Hamburg und Bremen und ist mit rund 35 Kilometern Entfernung Teil der Metropolregion Hamburg.

Die letzte Haushaltsbefragung zum Modal Split in Buchholz erfolgte im Jahr 2012, auf deren Basis anschließend das Mobilitätskonzept (2014) entwickelt wurde. Zudem liegen einige Daten zu aktuellen Verkehrserhebungen vor. So erfolgte im Jahr 2019 eine Verkehrsanalyse zur Auslastung der Hauptverkehrsachsen im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung zur Ostumfahrung (vgl. VU Ostumfahrung Buchholz 2021). Eine Aktualisierung der Befragung zum Modal Split wird weiterverfolgt, jedoch wurde das Vorhaben aufgrund der Corona-Pandemie und des als Folge nicht repräsentativen Verkehrsverhaltens zurückgestellt.

Die Haushaltsbefragung aus dem Jahr 2012 ergab einen Anteil des Kraftfahrzeugverkehrs von über 59 % an allen Wegen, die von Buchholzer:innen zurückgelegt werden (davon 49 % Fahrer:innen, 10 % Mitfahrer:innen) – siehe Abbildung 22. Der Anteil der öffentlichen Verkehrsmittel liegt bei 14 %, wovon der Zugverkehr 8 % ausmacht und dem Busverkehr 6 % zuzuordnen sind. Das Fahrrad wird für 14 % aller Wege genutzt und 12 % der Wege werden zu Fuß zurückgelegt. Hauptverkehrsziel ist mit fast 20 % aller Buchholzer Wege die Innenstadt (vgl. Mobilitätskonzept 2014).

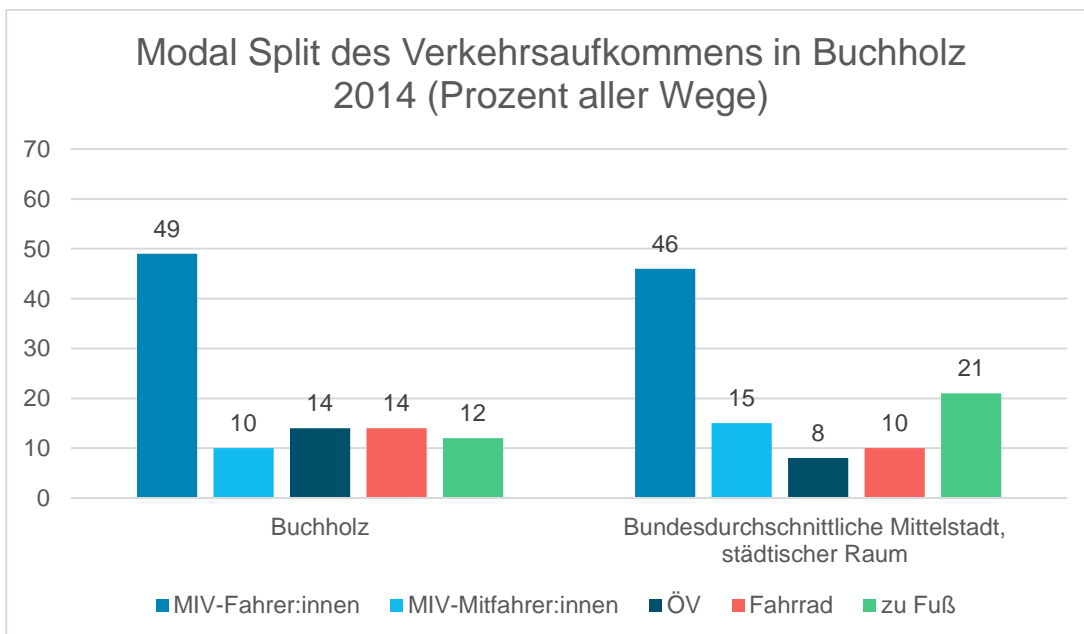


Abbildung 22: Modal Split des Verkehrsaufkommens in Wegen (eigene Darstellung nach Mobilitätskonzept (2014) und Mobilität in Deutschland (2017))

Der Modal Split nach Anteil an den Personenkilometern wird in Abbildung 23 dargestellt. Dieser errechnet sich durch den Anteil der Wege multipliziert mit der mittleren Wegelänge⁶ bezogen auf die Gesamtstrecke.

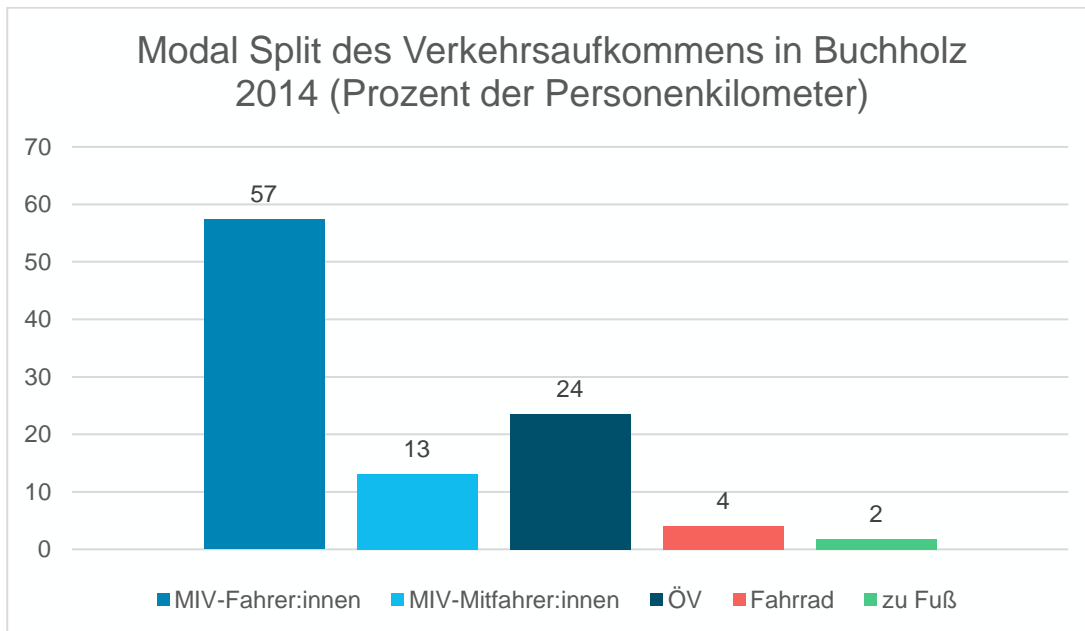


Abbildung 23: Modal Split des Verkehrsaufkommens in Personenkilometern (eigene Darstellung nach Mobilitätskonzept 2014 und Mobilität in Deutschland 2017)

Nach Verkehrszwecken gegliedert, entfallen ein Viertel aller Wege von und zur Arbeit bzw. Ausbildungsstätte, 23 % aller Wege auf das Einkaufen. Weitere wichtige Verkehrszwecke sind Freizeitbeschäftigungen (16 %) sowie das Bringen und Holen und Erledigungen (9 %) (vgl. Mobilitätskonzept 2014).

Durch die steigende Bevölkerungszahl der Stadt ist davon auszugehen, dass die Verkehrsbelastung in Buchholz zusätzlich ansteigt.

Aufgrund der teils veralteten Datengrundlage konnten die Potenziale im Folgenden teilweise nur grob eingeschätzt werden. Als Basis für die Umsetzung von Maßnahmen im Handlungsfeld Verkehr empfehlen wir die Aktualisierung des Modal Split. Die Potenziale für das Handlungsfeld Verkehr wurden in Bezug auf ihren Anteil am Modal Split sowie wo möglich bezogen auf den Energiebedarf quantifiziert.

3.3.1. Verkehrsvermeidung

Ein wesentliches Potenzial für eine klimafreundliche Mobilität liegt in der Strategie der Verkehrsvermeidung. Sie dient insbesondere der Reduktion der motorisiert zurückgelegten Kilometer.

Intelligente [Siedlungs- und Verkehrskonzepte](#) können zur Verkehrsvermeidung beitragen. Dies ist für Buchholz als wachsende Kommune von hoher Bedeutung. Als spezifische Potenziale für Buchholz wurden im

⁶ Laut der Studie Mobilität in Deutschland (2017) liegt die mittlere Wegelänge im MIV bei 16 km (Fahrer:innen) bzw. 18 km (Mitfahrer:innen), im Öffentlichen Verkehr (ÖV) bei 23 km, im Fahrradverkehr bei 4 km und im Fußverkehr bei 2 km.

Rahmen der Stakeholdereinbindung besonders die Verkürzung von Wegen durch die Verdichtung der Innenstadt und durch das Schaffen regionaler Bedarfsstrukturen identifiziert. Viele Angebote gäbe es derzeit vor allem außerhalb der Innenstadt in Gewerbegebieten. Weitere Erfolgsfaktoren lägen in der Verbesserung der Verkehrsführung etwa durch Einbahnstraßen und der Einbeziehung von Aufenthaltsqualität, zu der eine Verkehrsminderung beitrage. Kontrovers diskutiert wurde die geplante Ortsumfahrung (siehe Kapitel 2.3.5).

Ein weiteres Potenzial liegt in dem Ausbau **digitaler Infrastruktur** und der Verbreitung von mobilem Arbeiten sowie virtuellen Konferenzen und Veranstaltungen in diesem Kontext. So können Pendlerverkehr und Dienstreisen reduziert werden. Ein Großteil des Stadtgebiets von Buchholz ist bereits an das Glasfasernetz angeschlossen und verfügt so über eine gute digitale Infrastruktur. Weitere Ausbaugelände sind in Planung bzw. werden derzeit geprüft (vgl. Buchholz Digital 2022).

Sharing-Konzepte wie Carsharing, Ridesharing und Ridepooling vermeiden durch eine höhere Auslastung bzw. häufigere Nutzung der Fahrzeuge zusätzlichen Verkehr und reduzieren den Parkraumbedarf. Durch die Digitalisierung werden diese Modelle populärer – jedoch spielen sie für eine Mittelstadt wie Buchholz eine weniger wichtige Rolle als für Großstädte (vgl. Agora Verkehrswende, Agora Energiewende, Regulatory Assistance Project 2019).

In deutschlandweiten Szenarien wird nicht von einem allgemeinen Rückgang der Mobilität bis 2035 ausgegangen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Da in Buchholz keine außergewöhnliche Verkehrssituation gegeben ist, wird auch hier mit einer gleichbleibenden Verkehrsnachfrage gerechnet. Ein höheres Potenzial als die allgemeine Verkehrsvermeidung hat die Vermeidung von MIV in Buchholz. Diese wird in Kapitel 3.3.5 diskutiert.

3.3.2. Fußverkehr

Im Vergleich mit dem Bundesdurchschnitt werden in Buchholz deutlich weniger Wege zu Fuß zurückgelegt: Während in Buchholz 12 % aller Wege zu Fuß erfolgen, sind dies in einer Mittelstadt im städtischen Raum im Bundesdurchschnitt 21 % (vgl. Mobilität in Deutschland 2017). Über 60 % der Wege, die die Buchholzer Bürger:innen zu Fuß zurücklegen, sind kürzer als einen Kilometer. Über drei Kilometer lange Wege werden hingegen kaum zu Fuß zurückgelegt (vgl. Mobilitätskonzept 2014).

Attraktive Gehwege können als zentraler Erfolgsfaktor für die Steigerung des Anteils von Fußverkehr angesehen werden. Dies schließt bspw. eine ausreichende Breite der Wege ein, welche nicht durch auf dem Gehweg parkende Fahrzeuge eingeschränkt ist. Weitere zentrale Bestandteile von attraktiven Gehwegen sind Barrierefreiheit und Sicherheit – etwa durch Beleuchtung der Wege und Befreiung von Schnee und Eis durch den Winterdienst.

Als wesentliche Hemmnisse für eine Steigerung des Fußverkehrsanteils in Buchholz wurden durch die Stakeholder ebendiese unattraktiven Wege genannt: Die Gehwege seien allgemein nicht einladend, verschmutzt und oft mit Barrieren versehen. Zudem gebe es wenige Bänke und die Gehwege seien teilweise als Umwege geführt. Ein wichtiger Erfolgsfaktor sei eine auf den Fußverkehr ausgerichtete Stadtplanung (z.B. Förderung des Fußverkehrs durch Verdichtung).

In nachstehender Tabelle wird das Potenzial des Fußverkehrs für Buchholz in Bezug auf den Modal Split abgeschätzt. Studien prognostizieren eine durchschnittliche Erhöhung um 28 % des Fußverkehrsanteils am Modal Split bis 2050 in Deutschland (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Für die Stadt Buchholz wird jedoch ein höheres Potenzial angenommen – ein Angleichen an den für eine deutsche Mittelstadt

typischen Anteil von 21 % bis zum Jahr 2035. Dies kann in erster Linie durch eine Steigerung der Attraktivität der Gehwege erreicht werden. Zudem sorgt der demographische Wandel für einen Anstieg des Fußverkehrs, da bei höheren Altersgruppen typischerweise mehr Strecken zu Fuß zurückgelegt werden (vgl. Mobilität in Deutschland 2017). MIV-reduzierende Maßnahmen in der Buchholzer Innenstadt können zudem für eine Steigerung der Attraktivität des Fußverkehrs sorgen.

POTENZIAL FUßVERKEHR	
MODAL SPLIT	Anteil der Wege: <ul style="list-style-type: none"> • 2012: 12 % (vgl. Mobilitätskonzept 2014) • 2035: 21 % Anteil der Personenkilometer: <ul style="list-style-type: none"> • 2012: 2 % • 2035: 4 %

3.3.3. Fahrradverkehr

Das Fahrrad wird von den Buchholzer Bürger:innen hauptsächlich für Wegelängen zwischen einem und zwei Kilometern genutzt. 92 % der Wege, die per Fahrrad zurückgelegt werden, sind kürzer als vier Kilometer – für weitere Strecken wird das Fahrrad kaum genutzt (vgl. Mobilitätskonzept 2014). Neben Direkttrouten entlang der Hauptverkehrsstraßen gibt es sogenannte Bequem-und-Sicher-Routen, die abseits der Hauptverkehrsstraßen verlaufen und langfristig abschnittsweise zu Fahrradstraßen ausgebaut werden sollen (vgl. Radverkehrskonzept 2021). Wie auch im Bundestrend wächst in Buchholz die Zahl von E-Bikes und Pedelecs. Eine entsprechende Förderung der Stadt wurde schnell ausgeschöpft. Der Verein Buchholz fährt Rad e.V. bietet mit der „Heidschnucke“ einen kostenlosen Verleih von Lastenrädern in Buchholz an (vgl. Buchholz fährt Rad 2022). Die Buchholzer Innenstadt verfügt über etwa 500 Fahrradabstellplätze, der Buchholzer Bahnhof über rund 1.000 Stück, von denen die meisten überdacht sind. Bei knapp der Hälfte der Plätze handelt es sich um anzumietende B+R Abstellplätze. Die Fahrradstellplätze auf dem Stadtgebiet gelten als ausreichend. Einer der vier Bahnhöfe auf dem Stadtgebiet (siehe Kapitel 2.3.4) ist innerhalb von fünf Fahrradminuten von einem Großteil des Stadtgebiets aus zu erreichen (vgl. Radverkehrskonzept 2021).

Die Stadt Buchholz verfügt über ein Radverkehrskonzept „Fahrradmobilität 2030“ aus dem Jahr 2021, welches die örtlichen Potenziale ausführlich behandelt. Potenziale werden hier hauptsächlich in dem Ausbau eines attraktiven Radroutennetzes gesehen, für dessen Realisierung das Konzept detaillierte Maßnahmen aufzeigt. Im Folgenden wird nur in Kürze auf die Ergebnisse der Stakeholdereinbindung eingegangen.

Im Radverkehrskonzept werden als wesentliche Hemmnisse für den Fahrradverkehr die schwere Erkennbarkeit und fehlende Intuitivität des Radroutennetzes genannt. Zudem würden die Routen insbesondere entlang der Hauptverkehrsstraßen als unattraktiv und unsicher wahrgenommen.

Als Hemmnisse für eine Realisierung des Radverkehrspotenzials wurden in der Stakeholderbeteiligung enge oder verschmutzte Wege, schlechte Oberflächen, die Nähe zu stark durch Autos befahrenen Straßen und Hindernisse wie etwa auf dem Weg abgestellte Mülltonnen thematisiert. Der Platzmangel als Hemmnis wurde mehrfach hervorgehoben: Dieser führe zu Konflikten zwischen Fahrradfahrer:innen und Fußgänger:innen auf den Wegen und mache auf Hauptverkehrsstraßen die Einrichtung von Fahrradwegen gar nicht erst möglich. Zudem seien teilweise die Stellplätze nicht in ausreichender Anzahl vorhanden – wie etwa vor

Schulen. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor sei, laut den Stakeholdern, **attraktive Fahrradwege** in Buchholz einzurichten.

In nachfolgender Tabelle wird das Potenzial des Fahrradverkehrs für Buchholz in Bezug auf den Modal Split abgeschätzt. Dafür wurden die Ziele aus dem Mobilitätskonzept (2014) – 20 % Fahrradanteil am Modal Split der Wege im Jahr 2025 – und dem Radverkehrskonzept (2021) – 25 % Fahrradanteil im Jahr 2030 – verwendet und diese Ziele in einem linearen Trend auf 2035 bezogen. In Bezug auf die Personenkilometer ergibt sich ein Anteil von 12 % an den Gesamt-Personenkilometern im Jahr 2035 – darin einbezogen ist eine Steigerung der durchschnittlichen Wegelängen (siehe Kapitel 3.3.6).

Durch die steigende Beliebtheit von **E-Bikes/Pedelecs** entsteht im Bereich der Fahrradmobilität ein neuer Energiebedarf. In den vergangenen Jahren haben sich die E-Bike-Käufe deutschlandweit vervielfacht (ca. 1 Mio. 2018; ca. 2 Mio. 2020; vgl. Zweirad-Industrie-Verband 2021). Bei einem jährlichen Zuwachs von 10 % der E-Bike-Käufe in Deutschland und einer Lebensdauer von sieben Jahren pro Fahrrad, gäbe es im Jahr 2035 einen Bestand von 22 Mio. E-Bikes in Deutschland. Bezogen auf die Einwohnendenzahl wären 11.000 E-Bikes im Jahr 2035 in Buchholz vorhanden. Auch mit einer hoch angesetzten durchschnittlichen zurückgelegten Strecke von 2.500 km pro Jahr und damit rund 35 kWh benötigtem Strom (vgl. EKZ-Energieberatung 2020), läge der Gesamtstrombedarf für Buchholz im Jahr 2035 bei 385.000 kWh – was im Kontext des Gesamtenergiebedarfs vernachlässigbar ist.

POTENZIAL FAHRRADVERKEHR	
MODAL SPLIT	Anteil der Wege: <ul style="list-style-type: none"> • 2012: 14 % (vgl. Mobilitätskonzept 2014) • 2035: 30 % (lineare Fortsetzung des Zielrends 2025 bis 2030) Anteil der Personenkilometer: <ul style="list-style-type: none"> • 2012: 4 % • 2035: 12 %
ENERGIEBEDARF E-BIKES	Strom: <ul style="list-style-type: none"> • 2035: 385 MWh

3.3.4. Öffentlicher Personenverkehr

Potenziale zur Steigerung des ÖV-Anteils im Modal Split sind klassischerweise eine hohe Auslastung bzw. eine **höhere Taktung** der Verkehrsmittel. Dadurch und durch weitere Instrumente wie die Förderung von Intermodalität soll eine Verlagerung des MIV auf öffentliche Verkehrsmittel erfolgen.

Die Stadt Buchholz ist sowohl an den Schienenpersonennahverkehr (SPNV) als auch an ein Regionalsystem angebunden. Zudem verfügt die Stadt über ein eigenes Stadtbussystem. Eine besondere Priorität für den Klimaschutz liegt auf der Verlagerung des Pendelverkehrs nach Hamburg auf emissionsarme Verkehrsmittel. Zwar führen nur 15 % der Wege, die von Buchholzer Bürger:innen zurückgelegt werden, nach Hamburg (siehe Kapitel 2.3.5) – jedoch sind diese aufgrund der Entfernung insgesamt für einen höheren Anteil der Emissionen verantwortlich als der innergemeindliche Verkehr.

Schienenpersonennahverkehr (SPNV)

Buchholz ist mit seiner Lage an der Bahnstrecke Hamburg/Bremen/Hannover gut an den SPNV angebunden. Insgesamt gibt es auf dem Buchholzer Stadtgebiet vier Bahnhaltstellen. Am Bahnhof Buchholz verkehren im Halbstundentakt die Regionalbahnen RE4 und RB41 nach Hamburg. Der RB41 fährt auch die

Ortschaft Sprötze an. Die sogenannte Heidebahn, der RB38, fährt an den Stationen Bahnhof Buchholz, Suerhop und Holm-Seppensen im Stundentakt über Soltau nach Hannover und an den Wochenenden auch nach Hamburg-Harburg. Die Hauptpendlerstrecken bilden die Verbindung zwischen Buchholz und Hamburg (vgl. Mobilitätskonzept 2014) sowie die Verbindung nach Bremen. Die Kapazitätsengpässe, die vor der Corona-Pandemie auf beiden Strecken zu Hauptverkehrszeiten vorlagen, sind seit der Pandemie durch die insgesamt geringere Auslastung der Züge nicht mehr regelmäßig vorhanden (vgl. Fahrgastbeirat Landkreis Harburg 2021).

Buchholz liegt im Ring D der Tarifgemeinschaft des Hamburger Verkehrsverbundes (HVV). Um in die Hamburger Innenstadt zu gelangen, ist daher eine Fahrkarte für vier Tarifzonen notwendig. Einige Buchholzer:innen nutzen zum Pendeln den P+R-Parkplatz im etwa sechs Kilometer entfernten Klecken, um nach Hamburg zu gelangen. Klecken liegt im Tarifring B, daher ist von hier bis nach Hamburg nur eine Fahrkarte für zwei Tarifzonen notwendig.

Der Buchholzer Bahnhof dient sowohl als Umsteigepunkt zwischen verschiedenen Zügen als auch als zentraler Ort intermodaler Verknüpfungen.

In der Stakeholdereinbindung für diese Potenzialanalyse wurden in Bezug auf eine Erhöhung des Anteils des SPNV mehrere Hemmnisse genannt: Die Taktung mit insbesondere abends langen Wartezeiten mache die Nutzung unattraktiv, die Züge seien in schlechtem Zustand und fielen häufig aus und der Preis für die Tickets sei durch die unvorteilhafte Tarifzone in Buchholz zu hoch. Laut dem HVV (2021) müssten für eine Verbesserung der Tarifzone jährlich mehrere Millionen Euro aufgewendet werden, um die entstehenden Fahrgeldausfälle auszugleichen. Hier sei das Hemmnis demzufolge die Finanzierbarkeit der Anpassung. Den Flaschenhals während der Stoßzeiten stelle der Abschnitt zwischen Hamburg-Harburg und dem Hamburger Hauptbahnhof dar. Der Bau eines zusätzlichen Gleises, welches dem Engpass Abhilfe schaffen könnte, sei jedoch fraglich und würde, wenn überhaupt in den 30er Jahren umgesetzt werden (vgl. HVV 2021). Eine Erhöhung der Kapazitäten nach Hamburg-Harburg wird derzeit für die Heidebahn diskutiert und bisher am Wochenende umgesetzt – durch fehlende infrastrukturelle Voraussetzungen ist eine Erweiterung jedoch fraglich (vgl. HVV 2022). Zudem wird nach Auskunft der Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen (LNVG, 2021) eine Ausweitung des Halbstundentakts des RE4 bzw. RB41 in den Abendstunden angestrebt. Ob dies bis Betriebsschluss und über die gesamte Strecke möglich und sinnvoll ist, müssten weitere Planungen aufzeigen, so die Gesellschaft. Die zeitliche Perspektive für eine Umsetzung sei noch offen – es werde jedoch davon ausgegangen, dass diese Angebotsverbesserung bis spätestens Ende 2026 umgesetzt werden kann (vgl. LNVG 2021).

Als Erfolgsfaktoren für eine Erhöhung des SPNV wurde eine kostenlose Fahrradmitnahme sowie die Erhöhung der Aufenthaltsqualität am Buchholzer Bahnhof vonseiten der Stakeholder angesprochen. Beides sei laut dem Hamburger Verkehrsverbund eine Frage der Kosten.

Busverkehr

Das Stadtbussystem „Buchholz Bus“ mit sechs Linienästen prägt den Busverkehr innerhalb von Buchholz und wird von den hiesigen Stadtwerken betrieben. Der Buchholz Bus ist in der Stadtbevölkerung weit bekannt und wird rege genutzt. Seine Kapazitäten gelten als ausgeschöpft (vgl. Mobilitätskonzept 2014). Im Buchholzer Zentrum an der Haltestelle „Treffpunkt“ treffen alle Linien des Buchholz Bus im Halbstundentakt aufeinander. Die nicht durch den Stadtbus bedienten Stadtteile sind über Regionalbuslinien und ein Anrufsammeltaxi angebunden, welches auch den Buchholz Bus nach dessen Betriebsschluss ergänzt (vgl. Stadtwerke Buchholz 2021).

Die von der KVG Stade GmbH betriebenen Regionalbusse bedienen vier Routen von Buchholz aus: Es werden die Endpunkte Hollenstedt, Bahnhof Harburg, Winsen und Wesel angefahren. Die zentrale Haltestelle

im Regionalbusverkehr bildet der ZOB in der Lindenstraße. Eine direkte Umsteigemöglichkeit zum Buchholz Bus gibt es hier nicht.

Im Rahmen des Städtebauförderprogramms „Wachstum und nachhaltige Entwicklung“ ist der Bau eines neuen Zentralen Omnibusbahnhof (ZOB) für die Jahre 2026/27 geplant sowie ein weiteres P+R-Parkhaus inklusive Fahrradabstellanlagen am Bahnhof Buchholz und eine zentrale Radabstellanlage (vgl. Stadt Buchholz 2019).

Als Hemmnisse für eine Steigerung des Busverkehrsanteils wurden von den Stakeholdern die halbstündige Taktung des Buchholz Bus' sowie dessen teils lückenhaftes Netz (fehlende Anbindung des Holzwegs) thematisiert. Laut den Verkehrsbetrieben Buchholz (2021) sei ein Budget für eine 15-Minuten-Taktung des Stadtbusses derzeit nicht vorhanden.

Der SPNV kann zum Erreichen des Buchholzer Klimaziels nur einen relativ kleinen Beitrag leisten. Nach dem Abflauen der Corona-Pandemie ist mit einer Erholung der Fahrgastzahlen zu rechnen, welche sich dann wieder auf dem Niveau von 2018 bewegen könnten, aber nicht müssen. Durch die geplante Halbstundentaktung des RE4 und RB41 in den Abendstunden und eine potenziell erhöhte Kapazität der Heidebahn nach Hamburg-Harburg kann von einer leichten Erhöhung des Anteils des SPNV ab 2027 ausgegangen werden (siehe nachfolgende Tabelle). Dieses Potenzial wurde mit einer Erhöhung des SPNV-Anteils des Modal Splits der Wege um 1 % bis 2035 quantifiziert.

Da die Auslastung der Busse in Buchholz derzeit bereits hoch ist, kann das Potenzial nur mit einer höheren Taktung erweitert werden. Der Anteil des Busverkehrs am Modal Split kann weiterhin durch eine Erweiterung des Liniennetzes und der geplanten Verlegung des ZOB erhöht werden. Das Potenzial des Busverkehrs wurde mit einer Erhöhung des Anteils des Modal Splits der Wege um 1 % bis 2035 im Vergleich zu 2014 quantifiziert.

Im SPNV wird von einer vollständigen Elektrifizierung des Schienennetzes ausgegangen, da bundesweit eine weitestgehende Elektrifizierung des Schienennetzes geplant ist (vgl. BMDV 2021b). Im Busverkehr wird von einem Austausch der Dieselsebusse durch E-Fahrzeuge ausgegangen. Bei einer angenommenen Lebensdauer von zwölf Jahren würden im Jahr 2026 die erste Hälfte der Stadtbusse und im Jahr 2032 die zweite Hälfte der Stadtbusse auf den batterieelektrischen Betrieb umgestellt. Derzeit besteht die Flotte aus acht Euro-6-Dieselsebussen (vgl. Buchholz Bus 2022). Auch für die Regionalbusflotte der KVG Stade sind derzeit noch keine BEV-Busse im Einsatz. Hier wird ebenfalls von einer vollständigen Umstellung der Flotte auf E-Fahrzeuge bis 2035 ausgegangen.

Das Potenzial des ÖV insgesamt wird auf eine Zunahme der Fahrleistung des ÖV gesamt um 24 % bis 2035 im Vergleich zu 2014 geschätzt. Die zusätzlichen Strecken, die per Bus oder Bahn zurückgelegt werden, ersetzen hauptsächlich derzeit noch per Pkw zurückgelegte Strecken. Der Anteil des ÖPNV am Modal Split der Personenkilometer läge damit bei 29 %.

POTENZIAL ÖV

MODAL SPLIT

Wege:

SPNV:

- 2014: 8 % (vgl. Mobilitätskonzept 2014)
- 2035: 9 %

Busverkehr:

- 2014: 6 % (vgl. Mobilitätskonzept 2014)
- 2035: 7 %

Personenkilometer:

ÖV Gesamt:

- 2014: 24 %
- 2035: 29 % (Darstellung siehe Kapitel 3.3.6)

Der Energiebedarf des ÖV im Jahr 2035 wird im Rahmen der Szenarienrechnung abgeschätzt.

Der **Personenfernverkehr** wird aufgrund der sehr eingeschränkten kommunalen Einflussmöglichkeiten in der Potenzialanalyse nicht näher beleuchtet.

3.3.5. Motorisierter Individualverkehr

Die Stadt Buchholz verfügt über eine gute Anbindung an das überregionale Straßennetz und das Bundesfernstraßennetz. Eine wichtige Rolle spielen besonders die nördlich verlaufenden Autobahnen A 1 Hamburg/Bremen und die A 261, die eine Verbindung zur A 7 Flensburg/Hamburg/Hannover darstellt. Die nordwestlich verlaufenden Bundesstraßen B 75 und B 3 sind an die oben genannten Autobahnen angebunden. Das Buchholzer Stadtgebiet wird von einem flächendeckenden Straßennetz erschlossen, welches auch angrenzende Gemeinden verbindet. Mehr als zwei Drittel der Wege mit dem Kraftfahrzeug werden innerhalb der Stadtgrenzen zurückgelegt. Außerhalb der Stadtgrenzen ist die Verbindung zwischen Buchholz und Hamburg mit einem Anteil von 15 % die am stärksten frequentierte Route. Die mittlere Wegelänge, die innerhalb der Stadtgrenzen von Buchholz mit dem Auto zurückgelegt wird, liegt bei 2,6 Kilometern. Die Hälfte aller Wege im Kraftfahrzeugverkehr ist kürzer als fünf Kilometer (vgl. Mobilitätskonzept 2014). Das innerstädtische Verkehrsnetz ist laut einer Verkehrsuntersuchung aus dem Jahr 2019 als hochbelastet anzusehen (vgl. VU Ostumfahrung Buchholz 2021).

In Buchholz sind knapp 25.000 PKW, über 2.000 Krafträder und knapp 1.200 LKW gemeldet (Stand Januar 2021, vgl. Kraftfahrtbundesamt 2021). Hinsichtlich der PKW liegt die Stadt damit leicht über dem Durchschnitt für westdeutsche Mittelstädte im städtischen Raum (574 PKW pro 1.000 Einwohner:innen; vgl. Mobilität in Deutschland 2017). In Buchholz sind derzeit 478 batterieelektrische PKW zugelassen (Stand Januar 2022, vgl. Landkreis Harburg 2022). In der Buchholzer Innenstadt gibt es etwa 3.000 Stellplätze, von denen rund 800 öffentlich sind (vgl. Mobilitätskonzept 2014).

Mit dem Ziel, die hohe innerstädtische Verkehrsauslastung zu entspannen, wurde in den vergangenen Jahren die Umsetzung einer östlichen Ortsumfahrung diskutiert. Auf der Basis einer Machbarkeitsstudie aus dem Jahr 2020 befürwortete der Buchholzer Rat die weitere Planung der Straße. Auf Basis von Abstimmungsgesprächen der Stadt mit dem Landkreis Harburg werden die Kosten der Planung nachzeitigem Stand hälftig geteilt.

Erfolgsfaktoren für die Ausweitung des Umweltverbunds sind laut den eingebundenen Stakeholdern die Förderung von Intermodalität (B&R, P&R). Als Potenziale wurden von den Stakeholdern in Bezug auf Buchholz besonders die Verlagerung von Einkaufswegen und Bring- und Holddiensten (insbesondere in Bezug auf Schüler:innen) vom Auto auf den Fuß- oder Fahrradverkehr genannt.

E-Mobilität

Wo eine Vermeidung (siehe Kapitel 3.2.1) oder Verlagerung zum Umweltverbund (siehe Kapitel 3.2.2-3.2.4) des MIV nicht möglich ist, sollte dieser sich nach Klimaschutzgesichtspunkten weg von Verbrennern hin zu emissionsfreien Fahrzeugen entwickeln. Durch eine weitgehend klimaneutrale Stromerzeugung im Jahr 2035 fahren elektrisch betriebene Fahrzeuge zu diesem Zeitpunkt emissionsfrei. Nichtsdestotrotz steht aufgrund anderer Nachhaltigkeitsaspekte (bspw. Luftverschmutzung, Gesundheit, Verkehrssicherheit) der Umstieg auf den Umweltverbund – sofern möglich – an erster Stelle.

Um Klimaneutralität im Jahr 2045 zu erreichen, sollten in Deutschland aufgrund der durchschnittlichen Lebensdauer von Pkw von rund 14 Jahren laut Fachstudien ab 2032 nur noch batterieelektrische Fahrzeuge zugelassen werden (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Will Buchholz das gesetzte Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2035 erreichen, ist eine Durchdringung mit E-Pkw hier deutlich früher notwendig (siehe Abbildung 24). Hohes Potenzial für die überdurchschnittliche Verbreitung von E-Mobilität in Buchholz könnte die Installation von Ladeinfrastruktur an den in Buchholz stark vertretenen Einfamilienhäusern darstellen.

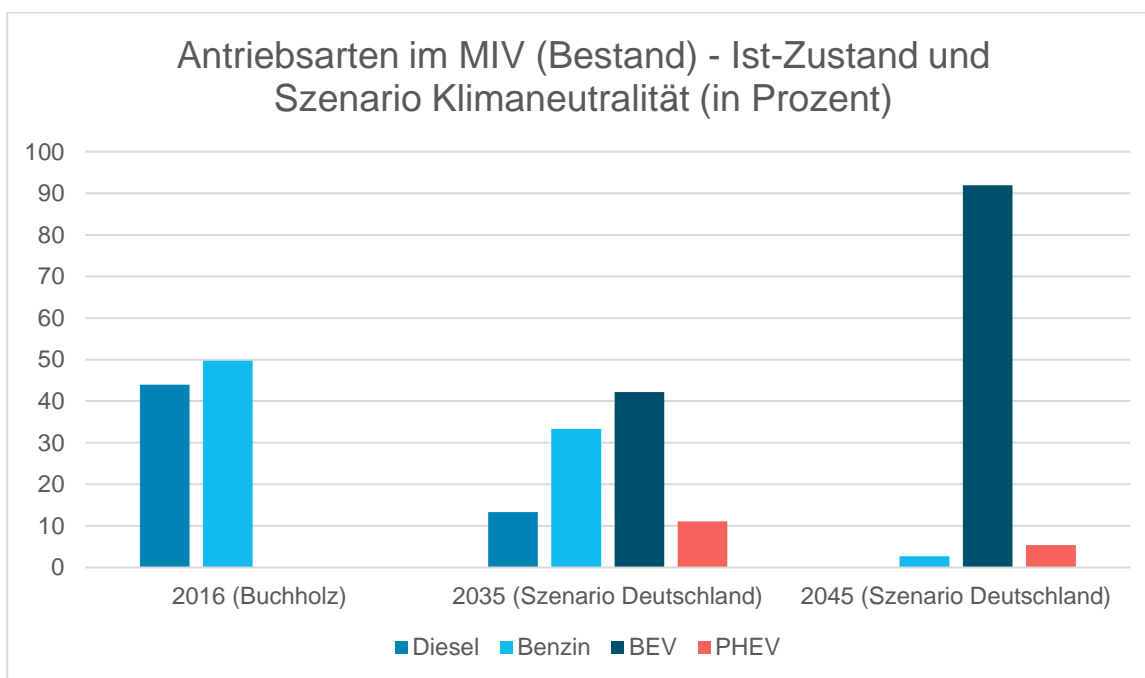


Abbildung 24: Antriebsarten MIV – Ist-Zustand und Szenario Klimaneutralität (Quellen: Stadt Buchholz 2018; Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021)

Aus den gestiegenen Anteilen des Umweltverbunds am Modal Split in Bezug auf das Zieljahr 2035 ergibt sich ein geringerer Anteil des MIV am Modal Split. Bzgl. des Modal Splits der Wege wurde von einem Rückgang des Anteils der Fahrer:innen und der Mitfahrer:innen zu gleichen Anteilen ausgegangen. Besonders für kürzere Wege besteht das Potenzial, dass diese statt mit dem Auto zu Fuß oder mit dem Fahrrad

zurückgelegt werden. In Bezug auf den Modal Split der Personenkilometer ergibt sich ein Rückgang des MIV von 4 % bis 2035.

Bundesweit wird in Klimaschutzszenarien eine Abnahme der Verkehrsnachfrage im Pkw-Segment um knapp 17 % bis 2030 im Vergleich zu 2016 zu Gunsten des Umweltverbands prognostiziert (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Für die Stadt Buchholz ergibt sich aus der Neuverteilung des Modal Split und den erhöhten durchschnittlichen Wegelängen ein ambitionierterer Rückgang von rund 20 % im Vergleich zu 2014. Dieser stellt unter den derzeitigen Rahmenbedingungen ein maximales Potenzial dar, welches nur durch die konsequente Förderung von Fahrrad- und Fußverkehr sowie durch MIV-reduzierende Maßnahmen erreicht werden kann. Eine regelmäßige Neubewertung des Potenzials erscheint aufgrund der sich rasch ändernden Rahmenbedingungen sinnvoll. Der demografische Wandel mit einem ansteigenden Anteil von Rentner:innen führt in Buchholz zu einer Glättung der Verkehrsspitzen. Zudem nimmt die Motorisierung junger Menschen (unter 30 Jahre) laut Prognosen ab. Dies führt mittel- bis langfristig zu einer Verschiebung der Verkehrsmittelwahl hin zum Umweltverbund (vgl. Mobilitätskonzept 2014). Eine Erhöhung der Fahrzeugauslastung wird für Buchholz nicht als wesentliches Potenzial eingestuft, da Sharing-Modelle in Mittelstädten derzeit eine weniger wichtige Rolle spielen werden als in Großstädten (siehe Kapitel 3.3.1). Für die Quantifizierung des Energiebedarfs des MIV im Jahr 2035 wurden die in „Klimaneutrales Deutschland 2045“ prognostizierten Anteile je Antriebsart verwendet:

- 13 % Diesel,
- 33 % Benzin,
- 42 % BEV und
- 5 % Hybrid (PHEV) (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021).

Andere Energieträger wie Gase und Biotreibstoffe spielen in Zukunft eine untergeordnete Rolle und werden erst in der Szenarienanalyse (AP 4) betrachtet.

POTENZIAL MOTORISIERTER INDIVIDUALVERKEHR	
MODAL SPLIT	<p>Wege:</p> <p><i>MIV-Fahrer:innen:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• 2014: 49 % (vgl. Mobilitätskonzept 2014)• 2035: 27 % <p><i>MIV-Mitfahrer:innen:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• 2014: 10 % (vgl. Mobilitätskonzept 2014)• 2035: 6 % <p>Personenkilometer:</p> <p><i>MIV Gesamt:</i></p> <ul style="list-style-type: none">• 2014: 59 % (vgl. Mobilitätskonzept 2014)• 2035: 55 %
ENERGIEBEDARF (VORLÄUFIGE AB- SCHÄTZUNG)	<p>Benzin:</p> <ul style="list-style-type: none">• 2016: 105.003 MWh (vgl. Ecoinvent-Datenbank der Stadt Buchholz 2022)• 2035: 62.167 MWh (inkl. PHEV) <p>Diesel:</p> <ul style="list-style-type: none">• 2016: 92.758 MWh (vgl. Ecoinvent-Datenbank der Stadt Buchholz 2022)• 2035: 23.404 MWh <p>Strom:</p> <ul style="list-style-type: none">• 2016: 61 MWh (vgl. Ecoinvent-Datenbank der Stadt Buchholz 2022)• 2035: 16.699 MWh (BEV & PHEV)

Die aus dem reduzierten Energiebedarf resultierende Einsparung von THG-Emissionen wird in der Szenarienanalyse verdeutlicht.

Für den Bereich des **Güterverkehrs** werden in der Szenarioanalyse (AP 4) des Klimaaktionsplans Annahmen getroffen – an dieser Stelle soll der Güterverkehr aufgrund von sehr geringen kommunalen Einflussmöglichkeiten in diesem Bereich nicht weiter diskutiert werden. Laut bundesweiten Szenarien erhöht sich der Güterverkehr analog zum prognostizierten wachsenden Bruttoinlandsprodukt. Es ist daher von einer moderaten Zunahme des Straßengüterverkehrs und einer deutlichen Zunahme des Schienengüterverkehrs auszugehen (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021).

3.3.6. Zusammenfassung der Potenziale

Zusammenfassend lässt sich folgendes Fazit aus der Abschätzung der Potenziale im Handlungsfeld Verkehr für die Stadt Buchholz ziehen:

- Potenzial für Buchholz als Kommune besteht hauptsächlich in der Steigerung von Fahrrad- und Fußverkehr durch Bereitstellung attraktiver Infrastruktur, um den MIV in der Kurzstrecke bis 5 km zu ersetzen.
 - Da die Potenziale des ÖPNV begrenzt sind, liegt der Fokus des Umstiegs von MIV auf Umweltverbund auf dem Fuß- und Fahrradverkehr in Buchholz.
- ÖPNV: Potenzialsteigerung über höhere Taktung möglich; Auslastung bereits weitgehend ausgeschöpft
 - Bei der Bahn nach Hamburg ist dies absehbar nicht möglich, weshalb z.B. ein Konzept mit Direktbussen nach Hamburg geprüft werden sollte (siehe Arbeitspaket 5). Der Umstieg vom MIV auf den ÖPNV ist für weite Strecken (hier vor allem Pendlerverkehr nach Hamburg) besonders wichtig, aufgrund des hohen Anteils am Modal Split der Personenkilometer.
 - Im Busverkehr besteht Potenzial für eine erhöhte Taktung, eine Ausweitung des Netzes sowie eine Elektrifizierung der Flotten.
- E-Mobilität wird den Verbrennermotor verdrängen. Eine vollständige Klimaneutralität bis 2035 erscheint im Verkehrssektor nicht realistisch, weil in 2035 noch ca. rund 46% der Fahrzeuge Verbrenner sein werden (13 % Diesel, 33 % Benziner, 42 % BEV und 5 % Hybrid (PHEV)).

Abbildung 25 zeigt das Potenzial für den Modal Split der Personenkilometer für Buchholz für das Jahr 2035.⁷ Abbildung 26 zeigt das Potenzial für den Modal Split der Wege für Buchholz für das Jahr 2035.

⁷ Da davon ausgegangen wird, dass sich die Gesamtanzahl der Personenkilometer nicht wesentlich ändert (siehe Kapitel 3.3.1), wird durch den veränderten Modal Split der Wege (siehe Quantifizierungen in Kapitel 3.3.2-3.3.5) eine Anpassung der mittleren Wegelängen aus Mobilität in Deutschland (2017) von einem Zuwachs um 40 % für alle individuellen Fortbewegungsarten (Fuß-, Fahrradverkehr, MIV) und einem Zuwachs um 10 % für den ÖPNV vorgenommen.

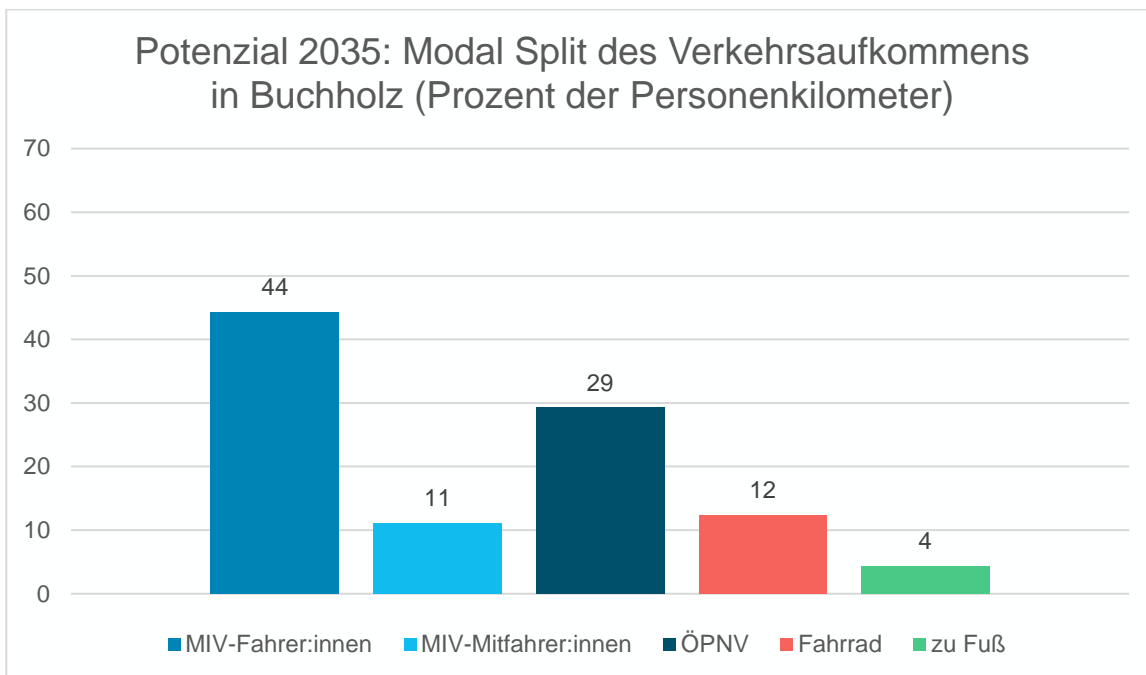


Abbildung 25: Potenzial 2035: Modal Split des Verkehrsaufkommens in Buchholz in Personenkilometern (Eigene Darstellung)

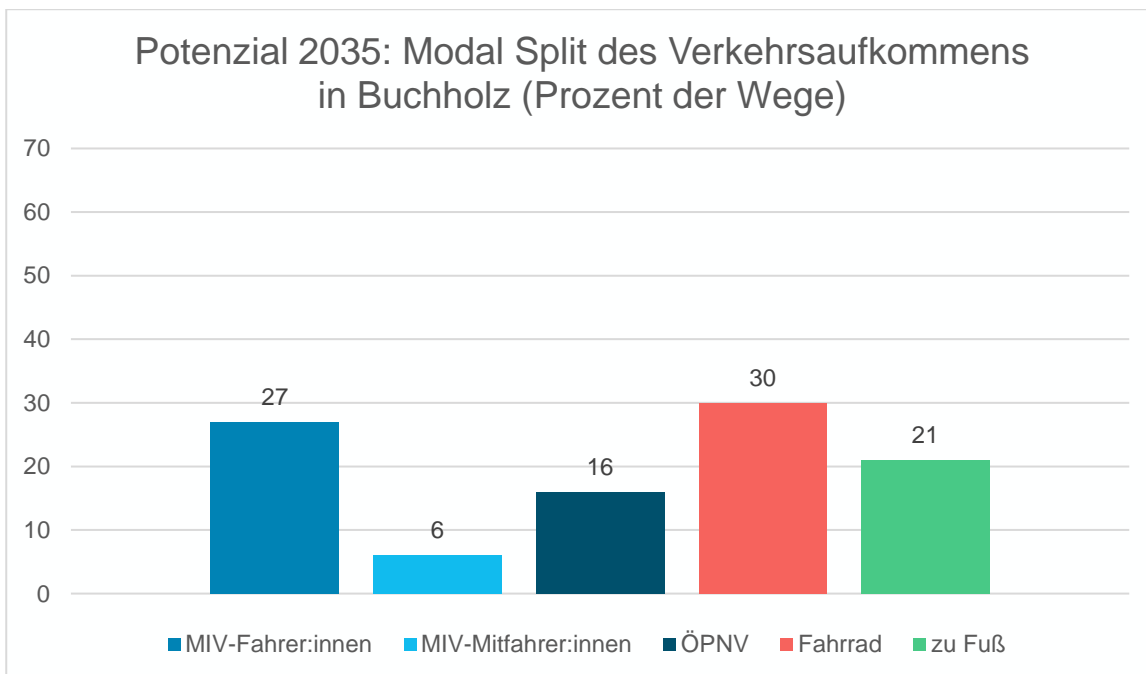


Abbildung 26: Potenzial 2035: Modal Split des Verkehrsaufkommens in Buchholz in Wegen (eigene Darstellung)

3.4. Handlungsfeld Wirtschaft

Die Stadt Buchholz verfügt über knapp 11.300 Arbeitsplätze (Stand 2018) und konnte in den vergangenen Jahren eine stetige Zunahme der Wirtschaftskraft verzeichnen (vgl. Stadt Buchholz 2022b). Die Stadt ist wirtschaftlich von Dienstleistungsgewerbe sowie Unternehmen aus den Bereichen Handel, Logistik und mittelständischer Industrie geprägt. Die Unternehmen sind überwiegend in vier Gewerbegebieten angesiedelt. Im Norden der Stadt und in der Stadtmitte befinden sich mit dem Fachmarktzentrum im Gewerbegebiet Vaenser Heide und der Innenstadt auch größere Einzelhandelsstandorte, u.a. mit zwei Einkaufszentren. In Bezug auf den Energieverbrauch dominiert der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) den Wirtschaftsbereich mit 16 % des gesamten Endenergieverbrauchs der Stadt deutlich (vgl. Krosigk 2019).

Für das Handlungsfeld Wirtschaft wurden Potenziale in den fünf Bereichen Strom, Wärme/Gebäude, Mobilität, Beschaffung sowie Unternehmenskultur und -organisation beleuchtet. Aufgrund des hier gewählten akteursbezogenen Handlungsfeldes überlappen sich die definierten Bereiche inhaltlich erheblich mit den anderen Handlungsfeldern, was so weitgehend wie möglich an den entsprechenden Textstellen vermerkt wird.

Eine Quantifizierung der Potenziale wird für dieses Handlungsfeld nicht vorgenommen, da die entsprechenden Werte bereits in andere Handlungsfelder einfließen.

3.4.1. Strom

Ein wesentliches Potenzial im Handlungsfeld Wirtschaft im Bereich Strom liegt in der [Stromeffizienz](#). Die Umsetzung von Stromeffizienzmaßnahmen im Betrieb wie etwa der Einsatz von LED-Beleuchtung in Gebäuden oder der Austausch von Altgeräten gegen neue effizientere Geräte führt zu einem geringeren Energieverbrauch und erzeugt damit einen Klimaschutznutzen.

Die [Eigenerzeugung](#) von erneuerbarem Strom ist für die Wirtschaft eines der höchsten Klimaschutzpotenziale, welches auch im Rahmen der Stakeholdereinbindung zum Handlungsfeld Wirtschaft hervorgehoben wurde. So können vor allem PV-Anlagen auf den Gewerbedächern zur Eigenstromversorgung beitragen. Für neue Gewerbebauten [gilt in Niedersachsen ab 2023 eine Solarpflicht](#) (vgl. Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen 2021). In Buchholz steht mit „Buchholz Photovoltaik“ bereits ein Pachtmodell der Stadtwerke u.a. für Unternehmen zur Verfügung, die an der Eigenerzeugung von Strom mithilfe von PV-Anlagen interessiert sind (vgl. Stadtwerke Buchholz 2022). Mithilfe eines Speichers kann die Eigenverbrauchsquote des Stroms erhöht werden. Einzelne Unternehmen, wie etwa *Beisner Druck* (mit einer 500 m² PV-Anlage), *IN-TIME Transport* und *MDS Messebau und Service* sind Vorreiter in diesem Gebiet.

Weiteres Klimaschutzpotenzial für die Wirtschaft im Bereich Strom liegt in der [Ökostrombeschaffung](#). Durch den Bezug von zertifiziertem Ökostrom können Unternehmen einen Klimaschutznutzen und gleichzeitig einen Imagegewinn für den Betrieb erzeugen. Aufgrund der Bilanzierungsmethodik des BSKO-Standards für Kommunen, hat eine Realisierung dieses Potenzials keine Auswirkung auf die Klimabilanz der Stadt Buchholz, kann jedoch ergänzend ausgewiesen werden.

In der Stakeholdereinbindung wurden als wesentliche Hemmnisse für die Realisierung von Klimaschutzpotenzialen im Bereich Strom die schlechte Verfügbarkeit von Informationen zu Energieeffizienzmaßnahmen, die komplizierte Förderlandschaft für die Installation von PV-Anlagen und das Fehlen einer zentralen Anlaufstelle für diese Fragestellungen genannt. Diese Rückmeldung wird in den Maßnahmenkatalog einfließen.

3.4.2. Wärme & Gebäude

Im Bereich Wärme und Gebäude bieten die erneuerbare Wärmeversorgung und die energetische Gebäudesanierung die größten Potenziale für die Wirtschaft.

Im Bereich der [erneuerbaren Wärmeversorgung](#) stellen Quartierslösungen wie Wärmenetze für Gewerbegebiete und die Innenstadt ein größeres Potenzial dar als für Wohngebäude (siehe Kapitel 2.2).

Zudem bietet die Nutzung von Umweltwärme über Wärmepumpen und die Nutzung eigener Abwärme (z.B. von Servern) für die Wirtschaft ein theoretisches Potenzial. Allerdings sind die Prognosen des Energiebedarfs für Gewerbe ungenau schätzbar, da der zeitliche Verlauf der Ansiedlung und die Entwicklung des Geschäfts schwer vorhersagbar sind.

Das Potenzial der Wärmeeffizienz kann über energetische [Gebäudesanierung](#) (Gebäudesanierung des Bestands auf Effizienzhaus (EH)-55/70-Standard) bzw. über die Errichtung effizienter Neubauten nach EH 40 bzw. EH 40+ realisiert werden. Im Gebäudebereich ist zudem die effiziente Nutzung vorhandener Flächen und damit die Reduktion des Neubaubedarfs entscheidend bspw. für den Erhalt von Grünland als Kohlenstoffsinken (siehe Kapitel 3.5). Zwischen den Sektoren PHH und GHD wird keine Differenzierung der Sanierungsrate angesetzt, da beide Sektoren auf die gleichen Kapazitäten im Baugewerbe angewiesen sind. Eine Steigerung des Potenzials lässt sich auch hier ggfs. durch serielle Sanierungskonzepte bei ähnlichen Gebäudetypen erreichen.

Die [Wärmeversorgung](#) der Gebäude gestaltet sich ähnlich wie im Wohngebäudebereich. Wärmepumpen im Bestand bieten das größte Potenzial, die THG-Emissionen zu mindern (siehe Kapitel 3.2.4). Wie schon in Kapitel 3.2.4 erläutert, wird auch der Einsatz von Abwärme zur Dekarbonisierung des Wärmesektors beitragen. Voraussetzung dafür ist, dass das dafür notwendige Wärmenetz in den nächsten Jahren geplant und umgesetzt wird. Die Rolle und Sinnhaftigkeit der Biomasse zur Bereitstellung von Raumwärme im Gebäudesektor wurden auch bereits in Kapitel 3.2.4 beleuchtet.

Ein weiteres Klimaschutzpotenzial stellt die Kombination von Gründächern und PV-Anlagen dar, die gleichzeitig der Dämmung, der Klimaanpassung und der erneuerbaren Stromerzeugung dient. Eine Verwendung der Holzbauweise wird in Kapitel 2.2.2 diskutiert. Dieses Potenzial ist auch für die Wirtschaft relevant. In diesem Zusammenhang wurden von den Stakeholdern aus dem Handlungsfeld Wirtschaft Hemmnisse wie etwa die Mehrkosten für Holzgebäude und begrenzte Traglasten thematisiert.

Als Erfolgsfaktoren für die Realisierung der Klimaschutzpotenziale im Bereich Wärme und Gebäude wurden von den Stakeholdern ein Vorantreiben der Gebäudedämmung in der Wirtschaft genannt. Für eine Umsetzung sei eine Kopplung von Fördermittelberatung und Netzwerkfunktion wünschenswert. Diese könne bspw. durch eine ganzheitliche Beratung und Informationsbereitstellung vonseiten der Stadtwerke gewährleistet werden.

3.4.3. Mobilität

Auch im Bereich Mobilität bestehen für Unternehmen Klimaschutzpotenziale. So können für kürzere Strecken anstelle von motorisierten Fahrzeugen für den Wirtschaftsverkehr Pedelecs und Lastenpedelecs eingesetzt werden. Das [Mobilitätsverhalten](#) der Mitarbeitenden kann zudem über Anreize wie ein Job-Ticket oder Fahrradleasing weg vom MIV und hin zum Umweltverbund gelenkt werden.

Sind motorisierte Fahrzeuge im Bereich des **Fuhrparks** notwendig, können Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor auf Fahrzeuge mit klimafreundlichen oder klimaneutralen Energieträgern umgestellt werden. Für Dienstwagen liegt ein besonders hohes Potenzial in der E-Mobilität (siehe Kapitel 2.3.5). Um dieses Potenzial zu realisieren, ist die Bereitstellung von Ladeinfrastruktur entscheidend. Diese kann nicht nur für den unternehmenseigenen Fuhrpark, sondern auch für die Fahrzeuge der Mitarbeitenden genutzt werden. BEV tagsüber zu laden ist auch im Sinne der effizienten Stromnutzung im Gesamtsystem (durch die Überschneidung von Solarstromerzeugung und -verbrauch) sinnvoll. Zudem können Sharing-Modelle im Fuhrpark eingesetzt werden. Als Hemmnisse insbesondere zur E-Mobilität wurden in der Stakeholdereinbindung die teilweise noch fehlende Infrastruktur an Ladesäulen genannt. Zudem sei das Angebot an Sharing-Angeboten begrenzt. Als Positivbeispiele für die Umstellung des Fuhrparks in Buchholz können bspw. die Stadtwerke und McDonalds genannt werden, die E-Pkw und (E-)Bike-Sharing für Mitarbeitende bereitstellen. Hier sei die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Stadtwerken sehr gut und Sorge für einen Imagegewinn gegenüber Kund:innen und Mitarbeitenden.

Im Bereich der **Logistik** stellen innovative Projekte wie etwa E-Logistik, Wasserstoff-Lkw und die kooperative Umsetzung von Logistikaufträgen Potenziale dar.

3.4.4. Beschaffung

Über die Beschaffung von Gütern und Material mit niedrigem CO₂-Fußabdruck können Unternehmen einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Dies gilt sowohl für die Rohstoffe und Vorprodukte eigener Güter als auch für Investitionsgüter, Bürobedarf oder z.B. Kantinenessen. Die lokale Beschaffung trägt über eine Reduktion von Transportwegen ebenfalls zum Klimaschutz bei. Dies gilt auch für die Reduktion von Verpackungsmaterial.

Ein wichtiger Gesichtspunkt ist auch die **Kreislaufwirtschaft**: Güter mit hoher Recyclingfähigkeit belasten das Klima üblicherweise weniger als andere Produkte. Ein Instrument zur Realisierung der Klimaschutzpotenziale im Bereich Beschaffung ist die Erstellung von Beschaffungsleitlinien, bei denen Klimafreundlichkeit und Recyclingfähigkeit im Fokus stehen.

Zentrale Grundlage einer THG-Reduktion in Unternehmen ist die Erstellung einer THG-Bilanz. Mit ihr wird deutlich, wo im Unternehmen die höchsten Emissionen entstehen bzw. zugeordnet werden müssen. Daraus lassen sich Maßnahmenpläne ableiten, die – ähnlich denen des hier vorbereitenden Klimaaktionsplans für Buchholz – auf konkrete Maßnahmen zur THG-Reduktion abstellen.

3.4.5. Unternehmenskultur und -organisation

Auf übergeordneter Ebene stellt die Integration von Klimaschutz in die Unternehmensstrategie ein wesentliches Potenzial dar. So können Unternehmen ein Angebot von Schulungen für Energie, Klima- und Nachhaltigkeitsmanager bereitstellen und ihre Mitarbeitenden zu klimafreundlichem Verhalten motivieren. Hier nehmen Unternehmen eine Rolle als **Multiplikatoren** ein.

Kooperative Maßnahmen bieten ein weiteres übergeordnetes Potenzial. Wissensaustausch zum Klimaschutz, Beschaffung von Ökostrom und gemeinsame Projekte zur Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen sind Beispiele für solche Maßnahmen. Auf Kreisebene stellt die Initiative „Ökoprofit“ ein solches Netzwerk dar. In Arbeitspaket 5 wird die Umsetzung eines gemeinsamen **Bündnisses der Buchholzer Wirtschaft** geprüft. In einem solchen Bündnis, welches von der Stadt mit initiiert werden könnte, würden gezielt Synergien bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen erzielt werden, indem sich viele Unternehmen und

Gewerbetreibende zusammenschließen. Das kann bei der gemeinsamen Erstellung von THG-Bilanzen beginnen und über die gemeinschaftliche Erschließung der Dachflächen für Photovoltaik reichen.

3.4.6.Zusammenfassung der Potenziale

Die Potenziale des Handlungsfeldes Wirtschaft überschneiden sich aufgrund des hier gewählten akteursbezogenen Fokus inhaltlich teilweise mit den anderen Handlungsfeldern – so liegen die größten Potenziale der Wirtschaft u.a. in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität.

- Mit einer Eigenerzeugung von PV-Strom können Unternehmen wesentlich zum Erreichen des Buchholzer Klimaziels beitragen. Auch Energieeffizienzmaßnahmen bieten ein Klimaschutzpotenzial.
- Der Umstieg auf erneuerbare Wärmeversorgung ist auch im Bereich Wirtschaft ein wesentliches Potenzial auf dem Weg zur Klimaneutralität. In den Gewerbegebieten sollte das Potenzial von Wärmenetzen genauer untersucht werden.
- Im Bereich Mobilität können Unternehmen ihre Logistik klimafreundlich ausrichten, ihren eigenen Fuhrpark bspw. auf Lastenräder und E-Pkw umstellen und die Mitarbeitenden zu klimafreundlicher Mobilität motivieren, indem entsprechende Infrastruktur (Fahrradstellplätze, Ladesäulen) bereitgestellt werden.
- Eine klimafreundliche Beschaffung wirkt sich nicht direkt auf die gemessene Buchholzer Klimabilanz aus, jedoch auf die Klimabilanz der Unternehmen. Mit entsprechenden Leitlinien kann eine Orientierung für den Einkauf von bspw. kreislauffähigen Materialien geschaffen werden.
- Eine wichtige Rolle können Unternehmen auch in ihrer Rolle als Multiplikatoren und Kooperationspartner spielen, in welcher sie Mitarbeitende und Geschäftspartner zu klimafreundlichem Verhalten motivieren.

3.5. Handlungsfeld Landnutzung & Ernährung

In diesem Handlungsfeld werden die Bereiche Landwirtschaft sowie Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land Use Change, and Forestry, LULUCF) beleuchtet. Dieses Handlungsfeld steht damit für die oft wenig beachteten, **nicht-energetischen THG-Emissionen** und für mögliche Potenziale von **Kohlenstoffsinken**. Energetische THG-Emissionen landwirtschaftlicher Betriebe werden nach dem BSKO-Standard dem Bereich GHD zugeordnet.

Zudem wird das Thema Ernährung analysiert, deren Emissionen zwar größtenteils außerhalb der Buchholzer Bilanzgrenzen entstehen, welches jedoch in Arbeitspaket 5 auch mit Maßnahmenvorschlägen adressiert werden soll.

3.5.1. Landwirtschaft

Etwa ein Drittel der Gesamtbodenfläche der Stadt Buchholz wird landwirtschaftlich genutzt. Für die Bewirtschaftung der rund 1.825 Hektar Acker- und Grünlandflächen sind 34 Betriebe verantwortlich. Im Durchschnitt bewirtschaften diese Betriebe 50 Hektar landwirtschaftliche Fläche. Mit einer Bewirtschaftung von 1.400 Hektar ist der Ackerbau in Buchholz die dominierende Landwirtschaftsform. Auf 11 % dieser ackerbaulichen Flächen wird derzeit ökologische Landwirtschaft betrieben (vgl. Landwirtschaftskammer Harburg 2021). Rund 79 Hektar (4.3 %) der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden als Pachtflächen von der Stadt Buchholz verwaltet. Auf 8 % dieser Flächen wird Ökolandbau betrieben (vgl. Stadt Buchholz i.d.N 2022c; Landwirtschaftskammer Niedersachsen 2021).

Der Bereich Landwirtschaft ist maßgeblich mitverantwortlich für das Erreichen von Klimaneutralität. In diesem Sektor entsteht ein Großteil der THG-Emissionen üblicherweise im Bereich der landwirtschaftlichen Erzeugung, etwa durch die Produktion von mineralischen Dünge- und Pflanzenschutzmitteln. Ebenfalls stark ins Gewicht fallen die Lachgasemissionen, die in der konventionellen Landwirtschaft beim Stickstoffeintrag in den Boden entstehen. Daneben lassen sich erhebliche THG Emissionen auf die Verdauung der Wiederkäuer und die Lagerung des anfallenden Wirtschaftsdüngers zurückführen. Die Veränderung des Bodenkohlenstoffs in Folge intensiver Bewirtschaftung ist ebenfalls eine bedeutende Größe in der THG-Bilanz. (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021; Hülsbergen et al. 2022). Die Landwirtschaft spielt neben der direkten Emissionsreduktion eine wichtige Rolle für die Stärkung und den Ausbau natürlicher Kohlenstoffsinken (vgl. UBA 2018).

Für die Bewertung der Potenziale im Bereich Landwirtschaft ist entscheidend, dass sich die Agrarproduktion im Wesentlichen an der Nachfrage orientiert. Die Reduktion der THG-Emissionen im Agrarsektor (bspw. durch geringere Tierbestände) wird daher nur über eine gleichzeitige Transformation des Ernährungsverhaltens zu erreichen sein. Eine isolierte Betrachtung würde zu Verlagerungs- und Verdrängungseffekten führen (vgl. UBA 2021b; Streffer et al. 2021).

Tierhaltung: Reduktion der Nutztierbestände

Den größten Klimaschutzeffekt im Bereich Landwirtschaft hätte eine Reduktion der Nutztierbestände. Für Buchholz wird ein Rückgang der Tierbestände als Potenzial angenommen, welcher in gesamtdeutschen Klimaschutzszenarien ebenfalls verwendet wird. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021) gehen durch eine veränderte Nachfrage von tierischen Produkten von einem Rückgang der Nutztierbestände von 27 % (Kühe), 24 % (Schweine) bzw. 3 % (Geflügel) bis 2045 im Vergleich zu 2018 aus, was einer Reduktion der THG-Emissionen (vor allem durch weniger Methanemissionen aus der Verdauung von Wiederkäuern) von 9 % im gleichen Zeitraum entspricht (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Bezogen auf 2035 bedeutet dies bei linearem Rückgang eine Reduktion von 5 % im Vergleich zu 2018 (siehe Tabelle 7). Durch

verringerte Tierhaltung gehen auch die Wirtschaftsdüngermengen zurück, was ebenfalls im Jahr 2045 auf einen Rückgang der THG-Emissionen um 9 % im Vergleich zu 2018 prognostiziert wird (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Bezogen auf 2035 bedeutet dies bei linearem Rückgang eine Reduktion von 5 % im Vergleich zu 2018 (siehe Tabelle am Kapitelende).

Im Bereich **Ackerbau** ist eine Bindung von Kohlenstoff in organischer Bodensubstanz (Humus) eine Grundvoraussetzung für Emissionsvermeidung und -reduktion (vgl. Streffler et al. 2021). Bei der Bodenbewirtschaftung sollte der Humusaufbau bzw. -erhalt beachtet werden, da die Böden ansonsten zur Kohlenstoffquelle werden (vgl. Chen et al. 2019).

Ökolandbau

Der Ökolandbau verbindet mehrere Klimaschutzpotenziale in der Landwirtschaft und wurde in den Stakeholdergesprächen zur Potenzialanalyse als wesentliches Instrument zur Realisierung der Klimaschutzpotenziale in der Landwirtschaft identifiziert. Entscheidend sind dabei die Förderung geschlossener Nährstoffkreisläufe (möglich durch Flächenbindung der Tierhaltung und Verzicht auf leicht lösliche mineralische Düngemittel) und der Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität sowie die Zufuhr von organischer Substanz (vgl. Sykes et al. 2020; Thünen Institut für Agrarklimaschutz 2018; UBA 2018) durch:

- den Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten für eine nahezu ganzjährige Bodenbedeckung,
- den Anbau von mehrjährigen Kulturen wie z.B. Klee gras,
- die organische Düngung und zielgerichtete Ausbringung mit Effizienzsteigerungseffekten und
- den Verbleib von Ernteresten auf dem Acker.

Die Potenziale zur Steigerung der Bodenkohlenstoffvorräte im Ökolandbau liegen bei rund 11 bis 15 t CO₂ pro Hektar im Vergleich zu konventionell genutzten Ackerflächen (vgl. Gattinger et al. 2012). Dabei wird über organischen Dünger Kohlenstoff im Boden gebunden (vgl. Rumpel et al. 2020). Es ist jedoch zu betonen, dass die Senkenleistung organischer Böden nur solange anhält, bis sich das Fließgleichgewicht aus Kohlenstoffeintrag und Kohlenstoffaustrag aufgrund angepasster landwirtschaftlicher Praktiken auf ein höheres Niveau stabilisiert hat und damit eine Sättigung erreicht ist. Der langfristige Erhalt der dazugewonnenen Bodenkohlestoffs setzt voraus, dass die Praktiken beibehalten werden. Ein Abziehen der Praktiken würde den Boden erneut zur CO₂-Quelle werden lassen (vgl. Streffler et al. 2021)

Insgesamt sind flächenbezogen gegenüber konventionellen Betrieben wesentlich niedrigere Gesamt-THG Emissionen im Ökolandbau zu erwarten (vgl. Hülsbergen et al. 2022). Auch unter Berücksichtigung geringerer Erträge stellen sich verringerte produktbezogene THG-Emissionen ein (bezogen auf Energiebindung und auf Getreideeinheit). Insgesamt würde die weitere Umstellung auf Ökolandbau zu einer Einsparung fossiler Energie und THG-Emissionen führen, jedoch einhergehend mit einem deutlichen Rückgang der pflanzlichen und tierischen Produktion (vgl. Tilman et al. 2002; Banwart, 2011).

Bis zum Jahr 2030 sollen auf 20 % der landwirtschaftlichen Flächen in Deutschland Ökolandbau betrieben werden (vgl. BMEL 2019). Die Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ geht davon aus, dass eine Reduktion der THG-Emissionen in der Landwirtschaft bis zum Jahr 2045 durch die Ausweitung des Ökolandbaus und effiziente GÜllenutzung um 11 % im Vergleich zu 2018 möglich ist (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). In einem linearen Verlauf auf das Jahr 2035 übertragen, bedeutet dies einen möglichen Rückgang um 7 % (siehe nachfolgende Tabelle).

Die THG-Emissionen aus der Landwirtschaft werden für Buchholz derzeit noch nicht erhoben. Für die Abschätzung der Emissionen wurden Daten des Landkreises Harburg für das Jahr 2018 verwendet und auf die Einwohnerzahl von Buchholz heruntergerechnet.

Aufgrund der nur im geringen Ausmaß vorliegenden Daten ist eine Abschätzung der Minderungspotenziale im Bereich der Landwirtschaft derzeit nur unter verschiedenen Annahmen möglich. Laut Angaben des Landkreises Harburg trug der Landwirtschaftssektor eine Last von 0,68 t CO₂e pro Einwohner im Jahr 2018. Auf die Einwohnerzahl der Stadt Buchholz (Stand 2018) und unter Annahme der in den vorherigen Abschnitten aufgeführten Reduktionspotenziale durch die Reduzierung der Tierbestände und dem Ausbau des Ökolandbaus, ergibt sich ein Minderungspotenzial von rund 4.600 t CO₂e bis zum Jahr 2035.

POTENZIAL LANDWIRTSCHAFT

THG-Emission in der Landwirtschaft

- 2018: 27.200 t CO₂e (bei 40.000 Einwohnenden; 0,68 t CO₂e/EW; vgl. Landkreis Harburg 2021)

Annahmen laut bundesweiten Szenarien (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021):

- Bis 2035: - 7 % Reduzierung der THG Emissionen im LW Bereich durch Ökolandbau im Vergleich zu 2018 (1.904 t CO₂e)
- Bis 2035: - 5% Reduzierung der THG Emissionen im LW Bereich durch Reduzierung Tierbestand im Vergleich zu 2018 (1.360 t CO₂e)
- Bis 2035: -5% Reduzierung der THG Emissionen im LW Bereich durch Reduzierung Wirtschaftsdünger im Vergleich zu 2018 (1.360 t CO₂e)

Gesamtreduktion: 4.624 t CO₂e bis 2035

THG-Emissionen in der Landwirtschaft

- 2035: 22.576 t CO₂e

Agroforstsysteme

Ein weiteres Potenzial zum Bodenkohlenstoffaufbau bieten sogenannte Agroforstsysteme – die Anlage von Gehölzen in Kombination mit Ackerkulturen oder Tierhaltung. Die Integration von Gehölzen (Hecken- und Strauchflächen, Feldgehölze sowie Bäumen) in landwirtschaftliche Flächen dient neben weiteren ökologischen Zwecken der Anreicherung des Bodenkohlenstoffs (bis zu 18 % mehr Kohlenstoff im Vergleich zu Ackerböden ohne Agroforst) sowie der CO₂-Bindung in der oberirdischen Biomasse. Untersuchungen zeigen, dass der durch Agroforstgehölze beanspruchte Flächenanteil oftmals durch höhere Ackerfruchterträge teilweise oder sogar vollständig kompensiert werden kann (vgl. Böhm et al. 2020).

Derzeit sind im auf dem Stadtgebiet von Buchholz keine Agroforstsysteme im größeren Maßstab bekannt (vgl. Landwirtschaftskammer Niedersachsen 2021). Die Ausweitung von Agroforstsystemen und die Umwandlung und Nutzung der verfügbaren Holzbiomasse in Form von [Pflanzkohle](#) wurde in den Stakeholder-Gesprächen zur Potenzialanalyse als potenzielles Instrument für Klimaschutz genannt. Alternativ bietet sich eine energetische Verwertung der festen Biomasse an (vgl. Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut 2021). Im Vergleich zur Kohlenstoffspeicherung in langlebigen Holzprodukten oder der Umwandlung in Pflanzkohle, fällt die energetische Nutzung aus Sicht des Klimaschutzes jedoch schlechter aus (vgl. Tsonkova & Böhm 2020).

Wissenschaftliche Studien quantifizieren das Potenzial für Kohlenstoffspeicherung im Boden durch Agroforstsysteme auf 2,5 bis 5 t CO₂ pro Hektar pro Jahr (vgl. Tsonkova & Böhm 2020; Wiesmeier et al. 2020). Das Sequestrierungspotenzial der oberirdischen Holzbiomasse wird mit 2 bis 12 t CO₂ pro Hektar pro Jahr

im europäischen Raum angegeben (vgl. Cardinael et al. 2018; Tsonkova & Böhm 2020). Die Werte variieren in Abhängigkeit von der Baumart, der Baumdichte und der Umtriebszeit.

Ein hohes Potenzial zur Vermeidung von Emissionen auf landwirtschaftlichen Flächen bietet die **Wiedervernässung von landwirtschaftlich genutzten Moorflächen** (siehe Kapitel 2.5.2). Ebenfalls einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz bietet die duale Flächennutzung durch Landwirtschaft und erneuerbarer Stromerzeugung in sogenannten **Agri-PV-Systemen**, wie in Kapitel 2.1.1 erläutert. Darüber hinaus bietet die Ausbringung von Pflanzenkohle in landwirtschaftlichen Böden hohes Potenzial zur Speicherung von Kohlenstoff (siehe Kapitel 2.5.4).

Als allgemeine Hemmnisse für Klimaschutzmaßnahmen im Landwirtschaftssektor wurde von den Stakeholdern Abhängigkeit der Kommunen von Gesetzgebungen auf nationaler und europäischer Ebene genannt. U.a. bestehe hier Anpassungsbedarf bei den Förderprogrammen (bspw. von Agroforstsystemen). Als allgemeiner Erfolgsfaktor wurde die Bedeutung der Bildungs- und Öffentlichkeitsarbeit für Konsument:innen herausgestellt, um die Stellung der Landwirtschaft in der Gesellschaft zu stärken und damit auch den Fokus auf Klimaschutzpotenziale in diesem Kontext zu lenken.

3.5.2. Landnutzung und Landnutzungsänderung

Die Art der Bewirtschaftung von Flächen (intensiv oder extensiv) bestimmt darüber, ob Wälder, Böden und Vegetation Kohlenstoff speichern oder diesen abgeben (vgl. UBA 2021). Durch intensive Bewirtschaftung sowie bestimmte Landnutzungsänderungen (z.B. Umwandlung von Grünland zu Ackerland) werden THG-Emissionen freigesetzt. Der Bereich Landnutzung nimmt daher eine bedeutende Rolle im Klimaschutz ein.

Ein übergeordnetes Potenzial im Bereich der Landnutzung und Landnutzungsänderung liegt in der **Reduktion der Flächeninanspruchnahme durch Versiegelung**. Werden Grünland- oder Waldflächen durch Siedlungserweiterungen und Infrastrukturprojekte versiegelt, verlieren diese Flächen ihre Senkenwirkung und der im Boden gespeicherte Kohlenstoff wird in Form von CO₂ freigesetzt. Ein weiteres Potenzial birgt der **Erhalt von Dauergrünland**. Generell weisen Grünlandflächen deutlich höhere Kohlenstoffvorräte auf als Ackerflächen. Die Umwandlung von Grünland zu Ackerland führt daher zum Kohlenstoffabbau und zur Freisetzung von CO₂-Emissionen. Die Umwandlung von Grünland zu Ackerland führt im Schnitt zu einer CO₂-Emission von 4,89 t CO₂e je Hektar und Jahr (vgl. dena 2021). Gleichzeitig können bis zu 4,33 t CO₂e pro Hektar und Jahr aufgenommen werden, sollte Ackerland zu Grünland umgewandelt werden.

Auf dem Gebiet der Stadt Buchholz liegen verschiedene Naturschutz- und Landschaftsschutzgebiete. Der Erhalt dieser wurde im Rahmen des Stakeholder-Gesprächs zur Potenzialanalyse betont. Darüber hinaus wurden der Schutz der vorhandenen Grünlandflächen sowie die Verhinderung weiterer Flächenversiegelungen als wesentliche Erfolgsfaktoren festgestellt. Dagegen wurde der zunehmende Flächenbedarf für zukünftige Stadtgebietsentwicklungen als Hemmnis identifiziert. Um dem entgegenzuwirken, wurde die Bedeutung des flächensparenden Bauens sowie der Städteverdichtung betont.

Für Buchholz als wachsende Stadt ist die Reduktion der Flächenversiegelung ein besonders wichtiger Faktor für den Klimaschutz im Landnutzungsbereich. Durch die Versiegelung von Flächen entstehen neue Kohlenstoffquellen. Der Schutz der vorhandenen Grünlandflächen sowie der Natur- und Landschaftsschutzflächen trägt zum Klimaschutz bei. Ein realistisches Potenzial einer Umwandlung von Ackerland zu Dauergrünland besteht aufgrund der derzeitigen Flächenkonkurrenz in Buchholz nicht.

Renaturierung von Mooren

Die Renaturierung von trockengelegten Moorböden besitzt ein hohes Minderungspotenzial (vgl. Tanneberger et al. 2021). Bei der künstlichen Entwässerung von Mooren (bspw. für die landwirtschaftliche Nutzung) entweicht neben CO₂ auch Lachgas (Stickstoffoxid, N₂O) (vgl. Myhre et al. 2014). Eine Wiedervernässung der Moorflächen trägt zur Vermeidung von Kohlenstoffverlusten bei (vgl. Abel et al. 2019; NABU 2012). Je nach Bewirtschaftung und Tiefe des Wasserstandes können Emissionen im Bereich von 14-32 t CO₂e pro Hektar eingespart werden. Die höchsten THG-Einsparungen können bei der Wiedervernässung von Ackerland erzielt werden. Ein damit verbundenes Potenzial liegt auch in der Nutzung der auf Mooren aufwachsenden Biomasse (Paludikultur) und der damit verbundenen Bindung von Kohlenstoff (vgl. Dahms et al. 2017).

Aufgrund weniger trockengelegter Moorflächen bzw. ihrer Nähe zu Wohngebieten sind auf dem Stadtgebiet von Buchholz keine erwähnenswerten Potenziale für eine mögliche Moorrenaturierung vorhanden (vgl. Untere Naturschutzbehörde Landkreis Harburg 2021). Auf dem Gebiet des Landkreises Harburg - insbesondere im Südwesten auf dem Gebiet der Samtgemeinde Tostedt befinden sich jedoch größere Flächen von Hoch- und Niedermooren (vgl. NUMIS-Portal 2022). [Gemeinsame Renaturierungsprojekte](#) mit umliegenden Städten und Gemeinden im Landkreis Harburg könnten genutzt werden, um über die Stadtgrenze Buchholz hinaus den Klimaschutz voranzutreiben. Da dies außerhalb des Stadtgebiets von Buchholz geschehen würde, könnte die Stadt ein solches Projekt als Klimafinanzierungsmaßnahme deklarieren (siehe Arbeitspaket 5).

3.5.3. Forstwirtschaft

Mit dem Wachstum der Bäume binden Wälder große Mengen an CO₂, sowohl in lebender Biomasse als auch im Boden. Mit zunehmendem Alter der Bäume nimmt jedoch das CO₂-Entnahmepotenzial der Wälder ab. Zwar sind die deutschen Wälder aktuell durch eine verhältnismäßig junge Altersstruktur gekennzeichnet, jedoch wird eine deutliche Abnahme dieser CO₂-Senke bei Trendfortschreibung der aktuellen Nutzung in Deutschland prognostiziert (vgl. Böttcher et al. 2018, Oehmichen et al. 2018).

Mit 2.737 Hektar (Stand 2001) und einem Waldflächenanteil von etwa 36 % gehört das Stadtgebiet Buchholz zu den walddreichen Gebieten in der Region (vgl. Erläuterung zum Flächennutzungsplan 2020). Der Großteil der Waldflächen liegt in privater Hand. 129 Hektar der Waldfläche (4.7%) werden als Pachtflächen von der Stadt verwaltet.

Die Intensität der Holzentnahme hat einen wesentlichen Einfluss auf die Kohlenstoffspeicherung im Wald (vgl. Pilli et al. 2016). Übersteigt die jährliche Netto-Zunahme (Zuwachs minus natürlicher Mortalität) des Waldes die jährliche Holzentnahme und kommt es darüber hinaus zu keinen einschneidenden Waldschäden, kann sich der Kohlenstoffspeicher im Wald kontinuierlich erhöhen (vgl. dena 2021). Um die Senkenleistung des Waldes zu erhalten, bedarf es einer [Extensivierung der Holzentnahme](#) und Renaturierung der Waldstruktur (vgl. Böttcher et al. 2018, Oehmichen et al. 2018). Die Bedeutung einer extensivierten Holzentnahme wurde im Rahmen der Stakeholdereinbindung betont. Als Hemmnis wurde identifiziert, dass der direkte Einfluss der Stadt auf die Umsetzung begrenzt ist, da nur ein geringer Anteil der gesamten Waldfläche der Stadt gehört. Das Potenzial für Waldflächen in privater Hand zur Stärkung der Waldsenke durch eine Extensivierung der Holzentnahme und Förderung natürlicher Strukturen ist wesentlich größer. Darüber hinaus wurde von den Stakeholdern die Konkurrenz zwischen extensiver Waldnutzung und dem Holzbau (siehe Kapitel 2.2.2) betont.

Eine Erhöhung der Senkenleistung über das aktuelle Maß hinaus, bedarf wiederum der Bereitstellung weiterer Flächen zur **(Wieder)-Aufforstung**. Das CO₂-Abscheidungs potenzial neu gepflanzter und junger Wälder im gemäßigten Klima liegt bei etwa 7,3 t CO₂ pro Hektar und Jahr (vgl. Doelman et al. 2020). Zusätzlich werden mit einer Aufforstung die Bodenkohlenstoffvorräte erhöht (vgl. dena 2021). Besonders effektiv bei der CO₂-Sequestrierung sind Laub- und Mischwälder (vgl. Seidl et al. 2017; IPCC 2019). Dies wurde auch im Stakeholdergespräch als wesentlicher Erfolgsfaktor – besonders für stark vom Borkenkäfer befallene Waldflächen – identifiziert. Für Buchholz als wachsende Stadt ist die Bereitstellung neuer Flächen zur Aufforstung unrealistisch. Somit besteht über die Wiederaufforstung der vom Borkenkäfer befallenen Flächen kein weiteres Potenzial zur Erhöhung der Senkenleistung durch Neuaufforstung. Das Anpflanzen von Stadtbäumen ist aus Sicht von Klimaschutz und Klimaanpassung zu befürworten, jedoch birgt dieses kein wesentliches quantifizierbares Potenzial.

Pflanzenkohle

Bei der Umwandlung pflanzlicher Biomasse in sogenannte Pflanzenkohle (engl. Biochar) wird pflanzliche Biomasse mittels Pyrolyse-Verfahren thermisch zersetzt. Dabei werden 30-50 % des Kohlenstoffgehalts der Biomasse in Form stabiler Pflanzenkohle abgeschieden und damit langfristig (bei konservativer Berechnung ca. 0,3% Abbaurate pro Jahr; ca. 230 Jahre) im Boden gespeichert (vgl. Schmidt et al. 2019). Verschiedene Arten von Biomasse können dabei als Ausgangsstoffe für die Herstellung von Pflanzenkohle dienen. Zur Erlangung des European Biochar Certificates (EBC)⁸ dürfen ausschließlich organische Reststoffe für die Herstellung von Pflanzenkohle verwendet werden. Der Einsatz von Grünabfällen der Stadt wird als für Buchholz besonders geeignet eingeschätzt, um Pflanzenkohle herzustellen.

Über eine gezielte Kaskadennutzung der Pflanzenkohle in der Landwirtschaft können große Mengen an Kohlenstoff langfristig im Boden gespeichert werden. Daneben hat die Pflanzenkohle zahlreiche weitere Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. im urbanen Bereich, der Umwelttechnik und als Zusatz in Werkstoffen (vgl. Schmidt et al. 2021). Vor allem der Einsatz von Pflanzenkohle in Substraten für Stadtbäume findet vermehrt Anwendung (vgl. Schmidt et al. 2021). In der Praxis gibt es bereits erste Anwendungen von Pflanzenkohle in Baums substraten. Bei Baumpflanzungen und Standortsanierungen in Stockholm wird Pflanzenkohle schon seit 2009 als Substratbestandteil eingesetzt (vgl. Embren, 2016). Aber auch in Freiburg wird die lokal hergestellte Pflanzenkohle unter anderem für Stadtbäume genutzt. In Darmstadt plant der städtische Betrieb EAD pflanzenkohlehaltige Bodensubstrate herzustellen, um damit die Stadtbäume zu versorgen. Insgesamt reagieren Bäume positiv auf die Einbringung von Pflanzenkohle in den Boden. Eine Metaanalyse von Thomas und Gale (2015) zeigt eine mittlere Zunahme des Baumwachstums von 41% in den Varianten mit Pflanzenkohle im Vergleich zu Varianten ohne Pflanzenkohle. Neben der langfristigen Kohlenstoffspeicherung durch die Umwandlung von pflanzlicher Biomasse in Pflanzenkohle führt die Zunahme des Baumwachstums gleichzeitig zu einer zusätzlichen CO₂-Entnahme und Speicherung in der Holzbiomasse.

Generell wurde die Nutzung von städtischen Grünabfällen und der Holzbiomasse aus Agroforstsystemen zur Herstellung von Pflanzenkohle im Rahmen des Stakeholder-Gesprächs als möglicher Erfolgsfaktor identifiziert. Mit der Nutzung von Holzbiomasse aus dem Ausbau von Agroforstsystemen (siehe Kapitel 2.5.1) und der Nutzung der städtischen Grünabfälle könnte Pflanzenkohle produziert und damit Kohlenstoff langfristig

⁸ Dies ist ein freiwilliger Industriestandard in Europa. Das EBC wird vom Ithaka Institut ausgestellt. Durch das EBC-Kontrollzertifikat soll die nachhaltige Produktion von Pflanzenkohle sichergestellt werden und die Produzenten gegenüber Anwender:innen und Behörden die Möglichkeit erhalten, die Qualität der Pflanzenkohle nachweisbar zu garantieren.

gespeichert werden. Da bisher keine größeren Agroforstsysteme auf dem Stadtgebiet existieren, wird das Potenzial auf die Nutzung von städtischen Grünabfällen bezogen.

Im Landkreis Harburg werden jährlich durchschnittlich etwa 31.500 Tonnen Grünabfälle angeliefert. Auf die Einwohnerzahl der Stadt Buchholz heruntergerechnet, fallen auf dem Stadtgebiet Buchholz knapp 5.000 Tonnen private Grünabfälle an. Hinzu kommen öffentliche Grünabfälle (z.B. Baum- und Heckenschnitt, Laub), welche bisher jedoch nicht quantifiziert werden konnten und somit bisher nicht Eingang in die Abschätzung der Potenziale gefunden haben.

Eine Möglichkeit zur pyrolytischen Umwandlung der auf dem Stadtgebiet anfallenden Grünabfälle bietet die in Hanstedt (Landkreis Harburg) errichtete Pyrolyseanlage. Eine Prüfung der Kooperationsmöglichkeiten wird in AP 5 vorgenommen.

3.5.4. Ernährung

Bei einem durchschnittlichen jährlichen Lebensmittelverbrauch von 500 kg pro Kopf und Jahr werden THG-Emissionen in Höhe von rund 2 t THG-Emissionen freigesetzt. Damit entfallen etwa ein Fünftel der gesamten jährlichen Pro-Kopf-Emissionen auf den Bereich der Ernährung (vgl. Bzfe 2020). Wie in Kapitel 2.5.1 diskutiert, sind bspw. der Rückgang der Tierbestände oder der ökologische Landbau wesentliche Stellschrauben für die Reduktion der landwirtschaftlichen THG-Emissionen, welche sich jedoch im Wesentlichen an der Nachfrage orientieren. Daher ist die Umstellung auf eine klimafreundliche Ernährung die Voraussetzung für eine klimafreundliche Landwirtschaft.

Ein wesentliches Potenzial im Bereich Ernährung stellt die [Vermeidung von Lebensmittelverschwendung](#) dar. Jährlich werden mehr als 2,6 Mio. Hektar in Deutschland „für die Tonne“ bewirtschaftet, was für rund 48 Mio. t THG-Emissionen (bspw. für Anbau, Transport und Produktion der Lebensmittel) verantwortlich ist (vgl. WWF 2015). Rund 70 % der THG-Emissionen im Bereich der Ernährung entfallen auf die Produktion von tierischen Lebensmitteln (vgl. WWF 2012). Eine [pflanzenbasierte Ernährung](#) trägt somit erheblich zum Klimaschutz bei (vgl. Öko-Institut 2021). Wissenschaftliche Untersuchungen ergeben eine Reduktion der THG-Emissionen im Bereich Ernährung pro Person und Jahr von 28,2 % bei deutlich reduziertem Fleischkonsum, von 47,7 % bei vegetarischer Ernährung und von 70,1 % bei veganer Ernährung (vgl. Schlatter & Lindenthal 2020). Der [Konsum saisonaler, regionaler und ökologischer Lebensmittel](#) birgt ebenfalls ein Potenzial zur Emissionsreduktion – etwa durch Verkürzung von Lagerzeiten und Transportwegen. Die Vorteile ökologischer Lebensmittel für den Klimaschutz werden in Kapitel 2.5.1 dargestellt. Die positiven Klimaeffekte einer weitgehend pflanzenbasierten Ernährung werden durch den Konsum ökologischer Lebensmittel gesteigert: Die THG-Emissionen pro Person und Jahr gehen bei veganer Bio-Ernährung um 76 % zurück, bei vegetarischer Bio-Ernährung um 57 %, und bei Bio-Ernährung mit reduziertem Fleischkonsum um 41 % im Vergleich zur gegenwärtigen Ernährung (vgl. Schlatter & Lindenthal 2020).

Um das hohe Potenzial der klimafreundlichen Ernährung zu ermitteln, wird das Potenzial an dieser Stelle quantifiziert, obwohl es sich nicht auf die THG-Bilanz der Stadt Buchholz auswirkt. Durch den territorialen Ansatz des BSKO-Standards werden Emissionen dort bilanziert, wo sie entstehen (siehe AP 2). Diese Quantifizierung fließt daher nicht in die Szenarienanalyse ein.

Das Bewusstsein für umwelt- und klimafreundliche Ernährung in Deutschland wächst (vgl. BMEL 2021). So nimmt auch die Zahl der Vegetarier:innen und Veganer:innen stetig zu. Im Zeitraum von 2016 bis 2020 wuchs die Zahl der Vegetarierinnen um 23 % auf 6,5 Mio. und die Anzahl der Veganer:innen um 38 % auf 1,1 Mio. in Deutschland (vgl. IfD Allensbach 2021). Von 2016 bis 2019 wuchs der Marktanteil der Bio-Lebensmittel von 5 % auf 6,4 %, noch bevor die Branche während der Corona-Pandemie einen Boom erlebte

(vgl. BÖLW 2022). Für das Jahr 2035 wird ein Potenzial von 20 % Marktanteil von Bio-Lebensmitteln angesetzt.

Nachfolgende Tabelle veranschaulicht das Gesamtpotenzial zur Emissionsreduktion im Bereich Ernährung.

POTENZIAL ERNÄHRUNG	
	<p>THG-Emissionen aus der Ernährung (Annahmen: bundesweiter Trend bezogen auf 40.000 Buchholzer:innen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2020: 80.000 t CO₂e (Bundesdurchschnitt: 2 t CO₂e pro Person pro Jahr)
REDUKTION LEBENS- MITTELVERSCHWEN- DUNG	<p>Annahme: Reduktion um 10 % bis 2035:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsparung von 8.000 t CO₂e
PFLANZENBASIERTE UND FLEISCHREDU- ZIERTE ERNÄHRUNG	<p>Annahme: Anstieg bis 2035 auf 13,4 % Vegetarier:innen, 2,7 % Veganer:innen; fleischreduzierte Lebensweise (s.o.) von 50 % der Verbleibenden):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsparung von 13.200 t CO₂e
ÖKOLOGISCHE ERNÄH- RUNG	<p>Annahme: Anstieg bis 2035 auf 20 % Biolebensmittel; Reduktion im Vergleich zu konventioneller Ernährung um 10 % (vgl. Schlatzer & Lindenthal 2020):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einsparung von 1.600 t CO₂e
GESAMT	<ul style="list-style-type: none"> • 2035: 57.200 t CO₂e

3.5.5. Zusammenfassung der Potenziale

Im Folgenden werden die zentralen Erkenntnisse der Potenzialanalyse im Handlungsfeld Landnutzung und Ernährung zusammengefasst:

- Landwirtschaft: Rückgang der Tierbestände mit größtem Einfluss – allerdings gesteuert durch Nachfrage. Erhöhung des Anteils von Ökolandbau und Einsatz von Agroforstsystemen als weitere Potenziale.
- Landnutzung: Potenzial zur Wiedervernässung von Mooren auf dem Buchholzer Stadtgebiet kaum vorhanden, außerhalb in Kooperation mit anderen Kommunen im LK Harburg möglich. Reduktion der Flächenversiegelung (durch Siedlungs- und Infrastrukturbau) zentral für den Erhalt von Bodenkohlenstoff.
- Forstwirtschaft: Erhalt von Waldflächen, extensive Bewirtschaftung und ggf. Waldumbau hin zu resilienter Struktur als wesentliche Potenziale. Herstellung von Pflanzenkohle als Kohlenstoffsенke als weiteres Potenzial; ggf. Nutzung von Grünschnitt der Stadt/des Landkreises
- Ernährung: Hauptpotenziale: pflanzenbasierte, ökologische, saisonale und regionale Ernährung

LITERATUR

- Abel, S., Barthelmes, A., Gaudig, G., Joosten, H., Nordt, A. & Peters, J. 2019. Klimaschutz auf Moorböden: Lösungsansätze und Best-Practice-Beispiele. Greifswald Moor Centrum. URL: https://greifswald-moor.de/files/dokumente/GMC%20Schriften/201908_Broschuere_Klimaschutz%20auf%20Moorb%C3%B6den_2019.pdf (abgerufen am 29.11.2021).
- Aertsens J, De Nocker L, Gobin A, 2013. Valuing the carbon sequestration Potential for European agriculture. Land Use Policy, 31:584–594 URL: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.09.003> (abgerufen am 29.11.2021).
- Agora Energiewende 2022. Photovoltaik- und Windflächenrechner. URL: <https://www.agora-energie-wende.de/service/pv-und-windflaechenrechner/> (abgerufen am 31.01.2022).
- Agora Verkehrswende, Agora Energiewende, Regulatory Assistance Project (RAP). 2019. Verteilnetzausbau für die Energiewende – Elektromobilität im Fokus. URL: https://static.agora-energie-wende.de/fileadmin/Projekte/2018/Netzausbau_Elektromobilitaet/Agora-Verkehrswende_Agora-Energiewende_EV-Grid_WEB.pdf (abgerufen am 05.01.2022).
- Ahrens, S. 2022. Umsatz mit Bio-Lebensmitteln in Deutschland in den Jahren 2000 bis 2021. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/4109/umfrage/bio-lebensmittel-umsatz-zeitreihe/>
- Banwart, S. (2011) Save our soils. *Nature* 474:151-152. URL: <https://www.nature.com/articles/474151a> (abgerufen am 29.04.2022).
- Boston Consulting Group im Auftrag des BDI. 2021 „Klimapfade 2.0 - Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft“; 10/202.
- Biogas Trelder Berg GmbH. 2021. Auskunft von Herrn D. Homann, Geschäftsführer der Biogas Trelder Berg GmbH am 07.12.2021.
- BMEL 2016. Der Wald in Deutschland, Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. URL: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/bundeswaldinventur3.html> (abgerufen am 13.12.2021).
- BMWK 2022. Eröffnungsbilanz Klimaschutz. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111_eroeffnungsbilanz_klimaschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=22 (abgerufen am 31.02.2022).
- BMWK 2022a. Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen im Einklang mit landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Landwirtschaft/Klimaschutz/eckpunktepapier-photovoltaik-freiflaechen.pdf;jsessionid=2A2477CA1BF1B3CD1600A7E4CDF25C15.live921?__blob=publicationFile&v=3 (abgerufen am 16.02.2022).
- BMWK 2022b. Überblickspapier Osterpaket. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/0406_ueberblickspapier_osterpaket.html (abgerufen am 08.04.2022).
- Böhm, C., Kanzler, M. & Pecenka, R. 2020. Untersuchungen zur Ertragsleistung (Land Equivalent Ratio) von Agroforstsystemen. Loseblatt 35. URL: <https://agroforst-info.de/fachinformationen/loseblattsammlung/> (abgerufen am 21.12.2021).
- Böttcher, F., Vandrey, S., Nolte, E. 2019. Demographie-Gutachten Landkreis Harburg. CIMA Institut für Regionalwirtschaft GmbH. Hannover.

- Buchholz Bus. 2022. Informationen zum Buchholz Bus. URL: <https://buchholz-bus.de/bus-infos.html> (abgerufen am 22.02.2022).
- Buchholz Digital 2022. Netzgebiete. URL: <https://buchholz-digital.de/netzgebiete.html#netzgebiete> (abgerufen am 05.01.2022).
- Buchholz fährt Rad e.V. 2022. Heidschnucke – Lastenrad für Buchholz. <http://lastenrad-buchholz.de/> (abgerufen am 05.01.2022).
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) 2021a. Regionalstatistische Raumtypologie (RegioStaR). URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/regionalstatistische-raumtypologie.html> (abgerufen am 14.01.2022).
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) 2021b. Mit der Elektrobahn klimaschonend in die Zukunft – Das Bahn-Elektrifizierungsprogramm des Bundes. URL: <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/E/schiene-aktuell/elektrobahn-klimaschonend-zukunft-bahn-elektrifizierungsprogramm.html> (abgerufen am 04.02.2022).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). 2019. Zukunftsstrategie Ökologischer Landbau. URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/oekologischer-landbau/zukunftsstrategie-oekologischer-landbau.html#:~:text=%2220%20Prozent%20%C3%96ko%2DLandbau%20bis,res-sourcenschonende%2C%20umweltvertr%C3%A4gliche%20und%20nachhaltige%20Wirtschaftsform> (abgerufen am 8.12.2021).
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). 2021. Deutschland, wie es isst - der BMEL-Ernährungsreport 2021. URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/ernaehrung/ernaehrungsreport2021.html> (abgerufen am 09.02.2022).
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) 2020. Klimaschutz in Zahlen. URL: <https://www.bmu.de/publikation/klimaschutz-in-zahlen-2020> (abgerufen am 29.11.2021).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2020a. Erneuerbare Energien in Zahlen: Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2019. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/erneuerbare-energien-in-zahlen-2019.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (abgerufen am 31.01.2022).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2020b. Energieeffizienz in Zahlen Entwicklungen und Trends in Deutschland 2020. URL: https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/energieeffizienz-in-zahlen-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=20 (abgerufen am 10.11.2021).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2021. Gesamtausgabe der Energiedaten - Datensammlung des BMWi. URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Binaer/Energiedaten/energiedaten-gesamt-xls.html> (abgerufen am 10.11.2021).
- Bundesstelle für Energieeffizienz (BfEE). 2020. Grundsatzstudie Energieeffizienz. URL: https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/grundsatzstudie_energieeffizienz.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (abgerufen am 02.02.2022).
- Bundesverband der Deutschen Industrie (BDI). 2018. Klimapfade für Deutschland. URL: <https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-fuer-deutschland/> (abgerufen am 02.02.2022).
- Bundesverband WindEnergie (BWE) 2017. Möglichkeiten zur Wiederverwertung von Rotorblättern von Onshore-Windenergieanlagen. Hintergrundpapier. URL: https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/hintergrundpapiere-oeffentlich/themen/Technik/20171221_hintergrundpapier_moeglichkeiten_des_recyclings_von_rotorblaetter.pdf (abgerufen am 31.01.2022).

- Bundeszentrum für Ernährung (Bzfe, Hrsg.) (2020): Ernährung und Klimaschutz. Klima schützen im Alltag. URL: <https://www.bzfe.de/nachhaltiger-konsum/orientierung-beim-einkauf/ernaehrungund-klimaschutz/> (abgerufen am 06.12.2021).
- Bürger, V., Braungardt, S., Maaß, C., Sandrock, M. und Möhring, P. 2021. Agenda Wärmewende 2021. Studie im Auftrag der Stiftung Klimaneutralität und Agora Energiewende. URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Partnerpublikationen/2021/Agenda_Waermewende_2021/2021-06-10_Waermewende_2021.pdf (abgerufen am 31.01.2022).
- Bürger-Solkraftwerke Rosengarten. 2022. Historie. URL: <https://rosengartenenergie.de/historie> (abgerufen am 03.02.2022).
- BWE 2022. Windenergie in Deutschland - Zahlen und Fakten. URL: <https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/deutschland/> (abgerufen am 31.01.2022).
- C.A.R.M.E.N. e.V. 2017 Nahwärmenetze und Bioenergieanlagen. Ein Beitrag zur effizienten Wärmenutzung und zum Klimaschutz. URL: https://www.energiesystemtechnik.de/images/pdf/Merkblatt_Nahwaerme_CARMEN.pdf (abgerufen am 10.11.2022).
- C.A.R.M.E.N. e.V. 2021. Kleinwindenergieanlagen – Hintergrundinformationen und Handlungsempfehlungen. URL: <https://www.carmen-ev.de/wp-content/uploads/2021/12/Kleinwindenergieanlagen.pdf> (abgerufen am 31.01.2022).
- Campbell, J., Alberti, G., Martin, J. & Law, B.E. 2009. Carbon dynamics of a ponderosa pine plantation following a thinning treatment in the northern Sierra Nevada. *Forest Ecology and Management*, 257 (2), 453-463. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.09.021> (abgerufen am 03.02.2022).
- Cardinael, R., Umulisa, V., Toudert, A., Olivier, A., Bockel, L. & Bernoux M. 2018. Revisiting IPCC Tier 1 coefficients for soil organic and biomass carbon storage in agroforestry systems. *Environ Research Letter*, 13(12):124020. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aab5f> (abgerufen am 15.12.2021).
- Chen, S., Arrouays, D., Angers, D. A., Martin, M. P. & Walter, C. 2019. Soil carbon stocks under different land uses and the applicability of the soil carbon saturation concept. In: *Soil and Tillage Research* 188, S. 53–58. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198718308493> (abgerufen am 29.11.2021).
- Cischinsky, H. und Diefenbach, N. 2018. Datenerhebung Wohngebäudebestand 2016: Datenerhebung zu den energetischen Merkmalen und Modernisierungsraten im deutschen und hessischen Wohngebäudebestand. Institut für Wohnen und Umwelt (IWU). URL: https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/gebaeudebestand/2018_IWU_CischinskyEtDiefenbach_Datenerhebung-Wohngeb%C3%A4udebestand-2016.pdf (abgerufen am 31.01.2022).
- Claußner, M., Brinkhaus, M., Troost, C. 2020. Chancen einer Verdreifachung des PV-Kleinanlagenanteils am Strommix bis 2030. URL: <https://www.ews-schoenau.de/export/sites/ews/ews/presse/.files/energy-brainpool-studie-pv-kleinanlagen-ews.pdf> (abgerufen am 02.02.2022).
- Dahms, T., Oehmke, C., Kowatsch, A., Abel, S., Wichmann, S., Wichtmann, W. & Schröder, C. 2017. Paludi-Pellets-Broschüre: Halmgutartige Festbrennstoffe aus nassen Mooren. 68 S. Greifswald: Universität Greifswald. URL: [https://www.moorwissen.de/doc/publikationen/paludi_pellets_broschuere/downloads/Dahms%20et%20al.%20\(2017\)%20Paludi-Pellets-Brosch%C3%BCre.pdf](https://www.moorwissen.de/doc/publikationen/paludi_pellets_broschuere/downloads/Dahms%20et%20al.%20(2017)%20Paludi-Pellets-Brosch%C3%BCre.pdf) (abgerufen am 29.11.2021).
- Deutsche Energie-Agentur (dena) 2022. Private Haushalte: Mehr Komfort mit weniger Kilowatt. URL: <https://www.dena.de/themen-projekte/energieeffizienz/private-haushalte/> (abgerufen am 31.01.2022).

- Deutsche Energie-Agentur (Hrsg.) (dena) 2021. „Natürliche Senken –Kurzgutachten im Rahmen der dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität“, erstellt vom Ökoinstitut e. V. URL: <https://www.dena.de/news-room/publikationsdetailansicht/pub/kurzgutachten-im-rahmen-der-dena-leitstudie-aufbruch-kli-manneutralitaet-oeko-institut-e-v/> (abgerufen am 29.11.2021).
- Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUE). 2021. Lebensmittelverschwendung. URL: <https://www.duh.de/projekte/lebensmittelverschwendung/> (abgerufen am 06.12.2021).
- DKV Mobility. 2022. Wie sind die Kosten eines Elektroautos einzuschätzen? URL: <https://www.dkv-mobility.com/de/elektromobilitaet/ratgeber/kosten-elektroauto-pro-100km/#:~:text=Grunds%C3%A4tzlich%20wird%20der%20durchschnittliche%20Verbrauch,kWh%20Strom%20auf%20100%20km> (abgerufen am 04.02.2022).
- Doelman JC., Stehfest E., Vuuren DP van., Tabeau A., Hof AF., Braakhekke MC., Gernaat DEHJ., Berg M van den., Zeist W-J van., Daioglou V, et al., 2020. Afforestation for climate change mitigation: Potentials, risks and trade-offs. *Global Change Biology*, 26(3):1576–1591. URL: <https://doi.org/10.1111/gcb.14887> (abgerufen am 29.11.2021).
- Domke, G.M., Woodall, C.W. & Smith, J.E. 2011. Accounting for density reduction and structural loss in standing dead trees: Implications for forest biomass and carbon stock estimates in the United States. *Carbon Balance Manage* 6, 14. <https://doi.org/10.1186/1750-0680-6-14> (abgerufen am 03.02.2022).
- Don, A., Flessa, H., Marx, K., Poeplau, C., Tiemeyer, B., Osterburg, B. 2018. Die 4-Promille-Initiative "Böden für Ernährungssicherung und Klima" - Wissenschaftliche Bewertung und Diskussion möglicher Beiträge in Deutschland. (Thünen Working Paper, 112). Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig. URL: https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060523.pdf (abgerufen am 29.11.2021).
- Döpel, U. und Stein, B. 2012. Windpotenzialstudie für den Landkreis Harburg, Niedersachsen. Erläuterungsbericht. URL: <https://www.landkreis-harburg.de/downloads/datei/OTAxMDA3MzE0Oy07L3Vzci9sb2NhbC9odHR-wZC92aHRkb2NzL2Ntcy9oYXJidXJnL21lZGllbi9kb2t1bWVudGUvd2lu-ZHBvdGVuemlhbHN0dWRpZVsyXS5wZGY%3D> (abgerufen am 31.01.2022).
- Ecoinvent Datenbank der Stadt Buchholz. 2022. Energieverbrauch nach Verkehrskategorie und Energieträger für das Jahr 2016.
- EKZ Energieberatung. 2020. E-Bikes übernehmen die Strasse. URL: <https://www.energie-experten.ch/de/mobilitaet/detail/e-bikes-uebernehmen-die-strasse.html> (abgerufen am 04.02.2022).
- Elamri Y, Cheviron B, Lopez J-M, Dejean C, Belaud G. 2018. Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: application to irrigated lettuces. *Agric Water Manag* 208:440–453. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.001> (abgerufen am 29.11.2021).
- F+B Forschung und Beratung für Wohnen, Immobilien & Umwelt (F+B). 2014. Wohnungsmarktkonzept für die Stadt Buchholz in der Nordheide. Teil 1: Analysen und Prognosen. URL: https://www.buchholz.de/downloads/datei/OTEzMDAzMjQzOy07L3Vzci9sb2NhbC9odHR-wZC92aHRkb2NzL2Ntcy9idWN0aG9sei9tZWRpZW4vZG9rdW1lbnRIL3dvaG51bmdzbWFya3Rrb256ZXB0X3RlaWxfMS5wZGY%3D/wohnungsmarktkonzept_teil_1.pdf (abgerufen am 31.01.2022).
- F+B Forschung und Beratung für Wohnen, Immobilien und Umwelt GmbH (F&B). 2014. Wohnungsmarktkonzept für die Stadt Buchholz in der Nordheide. Hamburg.
- Fahrgastbeirat Landkreis Harburg. 2021. Aussage des Sprechers des Fahrgastbeirats, S. Kindermann in der Stakeholdereinbindung am 26.10.2021.

- Frauenholz, D., Hanebeck, K., Mädler, H., Thieleking, K., Wurr, A-S., Knieling, J. und Krosigk, v. D. 2011. Integriertes Kommunales Klimaschutzkonzept der Stadt Buchholz in der Nordheide. Kommunikative Stadt- und Regionalentwicklung (KoRiS), e4-Consult. Studie im Auftrag der Stadt Buchholz i.d.N. URL: <https://www.buchholz.de/portal/seiten/integriertes-klimaschutzkonzept-903000622-20101.html> (abgerufen am 31.01.2022).
- Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE). 2020. Abschlussbericht Wärmepumpen in Bestandsgebäuden. URL: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf (abgerufen am 10.11.2021).
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE). 2022. Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende. URL: <https://www.agri-pv.org/de/> (abgerufen am 03.02.2022).
- Gattinger, A., Muller, A., Haeni, M., Skinner, C., Fliessbach, A., Buchmann, N., Mäder, P., Stolze, M., Smith, P., Scialabba, N. E.-H., Niggli, U. 2012. Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. In: *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 109 (44), S. 18226–18231. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.1209429109> (abgerufen am 29.11.2021).
- Gerhardt, N., Bard, J., Schmitz, R., Beil, M., Pfennig, M und Kneiske, T. 2020. Wasserstoff im zukünftigen Energiesystem: Fokus Gebäudewärme, 2020. URL: https://www.iee.fraunhofer.de/content/dam/iee/energiesystemtechnik/de/Dokumente/Studien-Reports/FraunhoferIEE_Kurzstudie_H2_Gebaeudewaerme_Final_20200529.pdf (abgerufen am 31.01.2022).
- German Zero, 2021. Maßnahmen für ein 1.5°C Gesetzespaket. German Zero e.V. URL: https://german-zero.de/media/pages/assets/fcd6e7bfe9-1635864183/GermanZero_Massnahmenkata-log_210907.pdf (abgerufen am 29.11.2021).
- Grünkorn,, T., Rönn, J. v. Blew, J., Nehls, G., Weitekamp, S., Timmermann, H., Reichenbach., Coppack, T., Potiek, A. und Krüger, O. 2016. Ermittlung der Kollisionsraten von (Greif-)Vögeln und Schaffung planungsbezogener Grundlagen für die Prognose und Bewertung des Kollisionsrisikos durch Windenergieanlagen (PROGRESS). Schlussbericht zum durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Rahmen des 6. Energieforschungsprogrammes der Bundesregierung geförderten Verbundvorhaben PROGRESS, FKZ 0325300A-D. URL: <https://bioconsult-sh.de/site/assets/files/1561/1561-1.pdf> (abgerufen am 31.01.2022).
- Günther, D., Wapler, J., Langner, R., Helmling, S., Miara, M., Fischer, D., Zimmermann, D., Wolf, T. und Wille-Hausmann, B. 2020. Wärmepumpen in Bestandsgebäuden. Abschlussbericht. URL: https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/downloads/pdf/Forschungsprojekte/BMWi-03ET1272A-WPsmart_im_Bestand-Schlussbericht.pdf (abgerufen am 31.01.2022).
- Hamburg Institut, Bodensee Stiftung 2021. Naturschutzaspekte bei zukünftigen Regelungen zur Wärme- und Kälteerzeugung. Zweiter Zwischenbericht.
- Hamburger Verkehrsverband (HVV). 2021. Persönliche Korrespondenz per E-Mail mit T. Langpap, Mitarbeiter des Bereichs Schienenverkehr/Planung des HVV am 17.01.2022.
- Hamburger Verkehrsverband (HVV). 2022. Persönliche Korrespondenz per E-Mail mit T. Langpap, Mitarbeiter des Bereichs Schienenverkehr/Planung des HVV am 17.11.2021.
- Hengstler, J., Russ, M., Stoffregen, A., Hendrich, A., Weidner, S., Held, M. und Briem, A-K. 2021. Aktualisierung und Bewertung der Ökobilanzen von Windenergie- und Photovoltaikanlagen unter Berücksichtigung aktueller Technologieentwicklungen. Abschlussbericht. Umweltbundesamt (UBA). URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-06_cc_35-2021_oekobilanzen_windenergie_photovoltaik.pdf (abgerufen am 31.01.2022).
- Hoffmann, M., Burchard, H., 2019. Energiekonzept TIP Buchholz. Arcadis Germany GmbH. Berlin.

- Hülsbergen K-J, Schmid H, Paulsen HM (Hrsg.) (2022) Steigerung der Ressourceneffizienz durch gesamtbetriebliche Optimierung der Pflanzen- und Milchproduktion unter Einbindung von Tierwohlaspekten – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 540 p, Thünen Rep 92. URL: <http://www.pilotbetriebe.de/> (abgerufen am 29.04.2022).
- IfD Allensbach. 2021. Rund 8 Millionen Deutsche essen kein Fleisch. URL: <https://de.statista.com/infografik/24000/anzahl-der-vegetarier-und-veganer-in-deutschland/> (abgerufen am 22.02.2022).
- Jacobs, A.; Flessa, H., Don, A., Heidkamp, A., Prietz, R., Dechow, R., Gensior, A., Poeplau, C., Riggers, C., Schneider, F., Tiemeyer, B., Vos, C., Wittnebel, M. et al. 2018. Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland - Ergebnisse der Bodenzustandserhebung (Thünen Rep 64). Johann Heinrich von Thünen Institut (Hrsg.). Braunschweig, 2018. URL: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/bodenzustandserhebung.html;jsessionid=40FB5C4A8D76A66BB15FB801BEED18BD.live852> (abgerufen am 29.11.2021).
- Kleinertz, B. von Roon, S., Djamali, A., Ferstl, J., Freiburger, L., Greif, S., Harper, R., Portune, M. Schmidt, T., Timpe, C., Bürger, V., Cludius, J., Wingenbach, M., 2021. Klimaneutrale Wärme München 2035. Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH, Öko-Institut e. V. München. URL: https://www.ffe.de/wp-content/uploads/2020/05/280921_Klimaneutrale-Waerme-Muenchen-1.pdf (abgerufen am 10.11.2021).
- Klimaschutz- und Energieagentur Niedersachsen. 2021. Solarpflicht für neue Nichtwohngebäude beschlossen. URL: <https://www.klimaschutz-niedersachsen.de/aktuelles/Solarpflicht-fuer-neue-Nichtwohngebäude-beschlossen-2069> (abgerufen am 20.01.2022).
- Kopernikus-Projekt Ariadne. 2021. Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 - Szenarien und Pfade im Modellvergleich. URL: <https://ariadneprojekt.de/publikation/deutschland-auf-dem-weg-zur-klimaneutralitaet-2045-szenarienreport/> (abgerufen am 03.02.2022).
- Kords, M. 2022. Durchschnittlicher Kraftstoffverbrauch der in Deutschland zugelassenen Pkw in den Jahren von 2011 bis 2020. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/484054/umfrage/durchschnittsverbrauch-pkw-in-privaten-haushalten-in-deutschland/> (abgerufen am 04.02.2022).
- Koscher, R. 2021. Photovoltaik-Freiflächenanlagen in der Raumplanung. Diplomarbeit. Fakultät für Architektur und Raumplanung an der Technischen Universität Wien. URL: <https://repositum.tu-wien.at/bitstream/20.500.12708/17107/1/Koscher%20Raffael%20-%202021%20-%20Photovoltaik%20Freiflaechenanlagen%20in%20der%20Raumplanung.pdf> (abgerufen am 31.01.2022).
- Krosigk, v. D. 2019: Energie- und Treibhausgasbilanz 2010-2018 für die Stadt Buchholz in der Nordheide. e4 Consult. Studie im Auftrag von Stadt Buchholz i.d.N. URL: <https://klimaforum.buchholz.de/buchholz/de/home/file/fileId/35/name/Energie-%20und%20CO2-Bilanz%20Buchholz%202010-2018.pdf> (abgerufen am 31.01.2022).
- Landesamt für Statistik Niedersachsen. 2011a. Zensus 2011 – Gebäude und Wohnungen, Gemeinde Buchholz in der Nordheide.
- Landesamt für Statistik Niedersachsen. 2011b. Zensus 2011 – Gebäude und Wohnungen, Kreis Harburg.
- Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen (LNVG). 2021. Persönliche Korrespondenz per E-Mail über T. Langpap, Mitarbeiter des Bereichs Schienenverkehr/Planung des Hamburger Verkehrsverbands (HVV) am 17.11.2021.
- Landkreis Harburg. 2021. Treibhausgasbilanz LKH 2015-2019. Landvolk Lüneburger Heide. November 2021.

- Landkreis Harburg. 2022. Persönliche Korrespondenz mit S. Wermuth, Abteilungsleitung Bürgerservice/Verkehr Landkreis Harburg am 13.01.2022.
- Landwirtschaftskammer Niedersachsen. 2021. Persönliche Korrespondenz per E-Mail mit U. Peper am 06.12.2021.
- Luderer, G., Günther, C., Sörgel, D., Kost, C., Blesl, M., Haun, M., Kattelman, F., Pietzcker, R., Rottoli, M., Schreyer, F., Sehn, V. und Sievers, L. 2021. Gesamtsystemtransformation und Emissionspfade zur Klimaneutralität. In: Luderer, G., Kost, C. & Sörgel, D. 2021 (Hrsg.): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 Szenarien und Pfade im Modellvergleich. Kopernikus-Projekt Ariadne. URL: https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_lowres.pdf (abgerufen am 31.01.2022).
- Mahler, B., Idler, S., Nusser, T. & Gantner, J. 2019. Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus. Abschlussbericht. Umweltbundesamt (UBA). URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-10-29_texte_132-2019_energieaufwand-gebaeudekonzepte.pdf (abgerufen am 05.10.2021).
- Martin, A.R., Domke, G.M., Doraisami, M. et al. 2018. Carbon fractions in the world's dead wood. Nat Commun 12, 889. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-21149-9> (abgerufen am 03.02.2022).
- Martin, A.R., Doraisami, M. & Thomas, S.C. 2018. Global patterns in wood carbon concentration across the world's trees and forests. Nature Geosci 11, 915–920. <https://doi.org.ezproxy.is.ed.ac.uk/10.1038/s41561-018-0246-x> (abgerufen am 03.02.2022).
- Mausolf, K., Härdtle, W., Jansen, K., Benjamin M. Delory, Hertel, D., Leuschner, C., Temperton, V.-M., Goddert von Oheimb, Fichtner, F. 2018. Legacy effects of land-use modulate tree growth responses to climate extremes. In: Oecologia 187 (3), S. 825–837. URL: <https://doi.org/10.1007/s00442-018-4156-9> (abgerufen am 13.12.2021).
- Mobilität in Deutschland 2017. Nobis, C., Kuhnimhof, T. 2018. Mobilität in Deutschland– MiD: Ergebnisbericht. URL: http://www.mobilitaet-in-deutschland.de/pdf/MiD2017_Ergebnisbericht.pdf (abgerufen am 14.01.2022).
- Mobilitätskonzept 2014. SHP Ingenieure. 2014. Haller, W., Bytzeck, C., Gerstenberger, T. Buchholz in der Nordheide – Mobilitätskonzept 2025. URL: <https://www.buchholz.de/portal/seiten/mobilitaet-903001003-20101.html> (abgerufen am 30.11.2021).
- Myhre, G., Shindell, D., Bréon F.-M. et al. 2013. Anthropogenic and natural radiative forcing. In Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, ed. T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. Cambridge, UK: Cambridge University Press, pp. 659 – 740.
- NABU 2012. Entwicklung und Schutz unserer Moore. Zum Nutzen von Mensch, Natur und Klima. URL: <https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/naturschutz/moorschutz/190502-broschuere-moorschutz-2017.pdf> (abgerufen am 29.11.2021).
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (NMU) 2016. Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050. URL: https://www.umwelt.niedersachsen.de/download/106468/Szenarien_zur_Energieversorgung_in_Niedersachsen_im_Jahr_2050_-_Gutachten_-_April_2016_.pdf (abgerufen am 08.04.2022).
- Niedersächsische Umweltinformationssystem (NUMIS-Portal) 2022. BHK50 . Böden mit hohem Kohlenstoffgehalt. URL: https://numis.niedersachsen.de/kartendienste?lang=de&topic=naturlandschaft&E=1057060.45&N=7010596.55&zoom=9&bgLayer=maps_omniscale_net_osm_webmercator_1 (abgerufen am 31.01.2022).

- Oehmichen K, Klatt S, Gerber K, 2018. Die alternativen WEHAM-Szenarien: Holzpräferenz, Naturschutzpräferenz und Trendfortschreibung - Szenarientwicklung, Ergebnisse und Analyse. Johann Heinrich von Thünen-Institut, URL: <https://doi.org/10.3220/REP1527686002000> (abgerufen am 19.05.2022).
- Oehmichen, K., Klatt, S., Gerber, K., Polley, H., Röhling, S. & Dunger, K. 2018. Die alternativen WEHAM Szenarien: Holzpräferenz, Naturschutzpräferenz und Trendfortschreibung. Szenarientwicklung, Ergebnisse und Analyse (Thünen report 59). Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig. URL: https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/ThuenenReport_59.pdf (abgerufen am 29.11.2021).
- Öko-Institut. 2021. Nachhaltige Ernährung oder: wer isst Erdbeeren im Winter? URL: <https://www.oeko.de/forschung-beratung/themen/konsum-und-unternehmen/nachhaltigeernaehrung-oder-wer-isst-erdbeeren-im-winter/> (abgerufen am 06.12.2021).
- Öko-Institut. 2021. Vorschlag für ein „Windenergie-an-Land“-Gesetz URL: <https://www.oeko.de/presse/archiv-presse-meldungen/presse-detailseite/2021/vorschlag-fuer-ein-windenergie-an-land-gesetz> (abgerufen am 02.02.2022).
- Pilli, R., Grassi, G., Kurz, W., A., Jose V.M, Abad Viñas, R. 2016. Modelling forest carbon stock changes as affected by harvest and natural disturbances. II. EU-level analysis. In: Carbon Balance Manage 11 (1), S. 1–19. URL: <https://cbmjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13021-016-0059-4> (abgerufen am 29.11.2021).
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut. 2021. Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Langfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende. URL: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB_2.pdf (abgerufen am 30.11.2021).
- Radverkehrskonzept Buchholz i.d.N. 2021. Fahrradmobilität 2030. URL: <https://www.buchholz.de/portal/seiten/radverkehrskonzept-fahrradmobilitaet-2030-903001042-20101.html> (abgerufen am 30.11.2021).
- Rumpel, C., Amiraslan, F., Chenu, C. et al. 2020. The 4p1000 initiative: Opportunities, limitations and challenges for implementing soil organic carbon sequestration as a sustainable development strategy. In: *Ambio* 49 (1), S. 350–360. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13280-019-01165-2> (abgerufen am 29.11.2021).
- Schlatter, M., Lindenthal, T. 2020. Großes Einsparpotential durch Ernährung für den Klimawandel. URL: <https://science.apa.at/power-search/18166524119958158225> (abgerufen am 09.02.2022).
- Schmidt, H.-P., Anca-Couce, A., Hagemann, N., Werner, C., Gerten, D., Lucht, W., Kammann, C. 2019. Pyrogenic carbon capture and storage. *GCB Bioenergy* 11(4), 573-591. URL: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12553> (abgerufen am 29.11.2021).
- Schmidt, H-P., Hagemann, N., Abächerli, F., Leifeld, J. & Bucheli, T. 2021. Pflanzenkohle in der Landwirtschaft: Hintergründe zur Düngertilassung und Potenzialabklärung für die Schaffung von Kohlenstoff-Senken. *Agroscope Science*. URL: <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/46567> (abgerufen am 29.11.2021).
- sEEnergies 2021. Pan european thermal atlas. URL: <https://www.seenergies.eu/peta5/> (abgerufen am 10.11.2021).
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D. et al. 2017. Forest disturbances under climate change. In: *nature climate change* 7, S. 395–402. URL: <https://doi.org/10.1038/nclimate3303> (abgerufen am 13.12.2021).

- Stadt Buchholz i.d.N. 2019. Förderprogramm Stadtumbau West. URL: <https://www.buchholz.de/portal/seiten/foerderprogramm-stadtumbau-west-903000665-20101.html> (abgerufen am 14.01.2022).
- Stadt Buchholz i.d.N. 2022c. Kommunale Pachtverträge der Stadt Buchholz. Persönliche Korrespondenz mit N. Wiesmann am 10.05.2022.
- Stadt Buchholz i.d.N. 2022a. Ortsumfahrung Buchholz. URL: <https://www.buchholz.de/portal/seiten/ortsum-fahrung-buchholz-903001069-20101.html> (abgerufen am 04.01.2022).
- Stadt Buchholz i.d.N. 2022b. Wirtschaft in Buchholz. URL: <https://www.buchholz.de/wirtschaft/> (abgerufen am 20.01.2022).
- Stadt Buchholz i.d.N. 2022c. Städtebauliches Konzept zum Bebauungsplan "Kakenstorfer Straße / Hannoverische Straße". URL: <https://www.buchholz.de/regional/bauleitplanung/kakenstorfer-strasse-hannoversche-strasse-903000026-20101.html?plantyp=b&titel=Kakenstorfer+Stra%C3%9Fe+%2F+Hannoversche+Stra%C3%9Fe> (abgerufen am 31.01.2021).
- Stadtwerke Buchholz. 2022. Machen Sie sich unabhängig: mit Buchholz Photovoltaik. URL: <https://buchholz-stadtwerke.de/photovoltaik.html> (abgerufen am 20.01.2022).
- Strefler, J., Merfort, A., Fuss, S. & Kalkuhl, M. 2021. CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre. In: Luderer, G., Kost, C. & Sörgel, D. 2021 (Hrsg.): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 Szenarien und Pfade im Modellvergleich. Kopernikus-Projekt Ariadne-Report. URL: https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_lowres.pdf (abgerufen am 13.10.2021).
- Strefler, J., Merfort, A., Fuss, S. & Kalkuhl, M. 2021. CO₂-Entnahme aus der Atmosphäre. In: Luderer, G., Kost, C. & Sörgel, D. 2021 (Hrsg.): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 Szenarien und Pfade im Modellvergleich. URL: https://ariadneprojekt.de/media/2021/10/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_lowres.pdf (abgerufen am 13.10.2021).
- Sykes, A. J., Macleod, M., Eory, V., Rees, R. M., Payen, F., Myrgeiotis, V., Williams, M., Sohi, S., Hillier, J., Moran, D., Manning, D. A. C., Goglio, P. & Segheta, M. 2020. Characterising the biophysical, economic and social impacts of soil carbon sequestration as a greenhouse gas removal technology. In: *Global change biology* 26 (3), S. 1085–1108. URL: <https://online-library.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14844> (abgerufen am 29.11.2021).
- Thomas, S.C. & Gale, N., 2015. Biochar and forest restoration: a review and meta-analysis of tree growth responses. *New For.* 46, 931–946. URL: <https://doi.org/10.1007/s11056-015-9491-7> (abgerufen am 29.11.2021).
- Thomas, S.C.; Martin, A.R. Carbon Content of Tree Tissues: A Synthesis. 2012. *Forests*, 3, 332-352. <https://doi.org/10.3390/f3020332> (abgerufen am 19.05.2022).
- Thünen Institut für Agrarklimaschutz, 2018. Humus in landwirtschaftlich genutzten Böden Deutschlands, Ausgewählte Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. BMEL (Hrsg.). Bonn, 2018. URL: <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/Bodenzustandserhebung.html> (abgerufen am 29.11.2021).
- Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R., Polasky, S. (2002) Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418:671-677. URL: <https://www.nature.com/articles/nature01014> (abgerufen am 29.04.2022).
- Trommsdorff, M., Gruber, S., Keinath, T., Hopf, M., Herman, C., Schönberger, F., Högy, P., Zikeli, S., Ehmann, A., Weselek, A., Bodmer, U., Rösch, C., Ketzer, D., Weinberger, N., Schindele, S., Vollprecht, J. & Büttner Held Rechtsanwälte. 2020. Agri-Photovoltaik: Chancen für Landwirtschaft und

- Energiewende. URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/agri-photovoltaik-chance-fuer-landwirtschaft-und-energiewende.html> (abgerufen am 29.11.2021).
- Tschimpke, O., Seefeldt, F., Thamling, N., Kemmler, A., Claasen, T., Gaßner, H., Neusüß, P., Linde, E.. 2011. Anforderungen an einen Sanierungsfahrplan. NABU. Berlin.
- Tsonkova, P. und Böhm, C. 2020. CO₂-Bindung durch Agroforst-Gehölze als Beitrag zum Klimaschutz, "Innovationsgruppe AUFWERTEN – Agroforstliche Umweltleistungen für Wertschöpfung und Energie". Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Sanftleben (Hrsg.). Cottbus, 2020. URL: https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2021/02/06_CO2-Bindung.pdf (abgerufen am 15.12.2021).
- Ueckerdt, F., Bauer, C., Dirnaichner, A., Everall, J., Sacchi, R. und Luderer, G. 2021. Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation. nature climate change. 11, 384–393. URL: <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01032-7> (abgerufen am 31.01.2022).
- Umweltbundesamt (UBA) 2016. Umweltschutz, Wald und nachhaltige Holznutzung in Deutschland. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/umweltschutz_wald_und_nachhaltige_holznutzung_in_deutschland_web.pdf (abgerufen am 29.11.2021).
- Umweltbundesamt (UBA) 2019. Stromverbrauch senken URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-09-05_texte_103-2019_energieverbrauchsreduktion_ap1_strom_final.pdf (abgerufen am 02.02.2022).
- Umweltbundesamt (UBA) 2021. Treibhausgasminderung um 70 Prozent bis 2030: So kann es gehen! URL: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgasminderung-um-70-prozent-bis-2030> (abgerufen am 29.11.2021).
- Umweltbundesamt (UBA), Transport Emission Model (TREMOD). 2021. Vergleich der durchschnittlichen Emissionen einzelner Verkehrsmittel im Personenverkehr in Deutschland. URL: https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsdaten#verkehrsmittelvergleich_personenverkehr_grafik (abgerufen am 04.01.2022).
- Umweltbundesamt (UBA). 2018. Umwelt und Landwirtschaft. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/uba_dzu2018_umwelt_und_landwirtschaft_web_bf_v7.pdf (abgerufen am 08.12.2021).
- Untere Naturschutzbehörde Landkreis Harburg. 2021. Persönliches Telefonat mit D. Gumz am 14.12.2021.
- Verbraucherzentrale (VZBV) 2021. Kleinwindkraftanlagen: Das sollten Sie wissen. URL: <https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/energie/erneuerbare-energien/kleinwindkraftanlagen-das-sollten-sie-wissen-10857> (abgerufen am 31.01.2022).
- Verkehrsbetriebe Buchholz. 2021. Aussage von M. Knöfel in der Stakeholdereinbindung am 26.10.2021
- Vollprecht, J., Reichelt, S., Rühr, C., Holzhammer, U., Stelzer, M. und Hahn, H. 2015. Fördervorschläge für Biogas-Bestandsanlagen im EEG Status-quo-Analyse, Reformmodellanalyse und Fördervorschlag. URL: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_89_2015_foerdervorschlaege_fuer_biogas-bestandsanlagen_im_eeg.pdf# (abgerufen am 31.01.2022).
- VU Ostumfahrung Buchholz. PGT Umwelt und Verkehr GmbH. 2021. Lostert, R., Haasler, B. Verkehrliche Bewertung der Varianten zur Ostumfahrung Stadt Buchholz i.d.N. 18.01.2021. URL: <https://www.buchholz.de/portal/seiten/ortsumfahrung-buchholz-903001069-20101.html> (abgerufen am 30.11.2021)

- Walberg, D. und Gniechwitz, T. (2016). Wohngebäude- Fakten 2016: Eine Analyse des Wohngebäudebestandes in Deutschland. URL: <https://docplayer.org/38142867-Wohngebaeude-fakten-2016.html> (abgerufen am 31.01.2022).
- Wiesmeier, M., Mayer, S., Burmeister, J., Hübner, R., Kögel-Knabner, I. 2020. Feasibility of the 4 per 1000 initiative in Bavaria, A reality check of agricultural soil management and carbon sequestration scenarios. In: *Geoderma* 369, S. 114333. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016706119324450> (abgerufen am 29.11.2021).
- Willett W., Rockström J., Loken B. et al. 2019. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems, *Lancet* 2019; 393: 447-492. URL: [https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736\(18\)31788-4.pdf](https://www.thelancet.com/pdfs/journals/lancet/PIIS0140-6736(18)31788-4.pdf) (abgerufen am 19.05.2022).
- Wirth, H. 2021. Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fraunhofer ISE. Fassung vom 16.12.2021 URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html> (abgerufen am 31.01.2022).
- WWF. 2012. Klimawandel auf dem Teller. Studie. URL: https://www.wwf.de/fileadmin/fmwwf/Publikationen-PDF/Klimawandel_auf_dem_Teller.pdf (abgerufen am 06.12.2021).
- WWF. 2015. Das Große Wegschmeißen: Vom Acker bis zum Verbraucher: Ausmaß und Umwelteffekte der Lebensmittelverschwendung in Deutschland. URL: https://www.wwf.de/fileadmin/user_upload/WWF_Studie_Das_grosse_Wegschmeissen.pdf (abgerufen am 06.12.2021).
- Zweirad-Industrie-Verband (ZIV). 2021. Zahlen, Daten, Fakten zum Fahrradmarkt in Deutschland 2020. URL: https://www.ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten/PM_2021_10.03._ZIV-Praesentation_10.03.2021_mit_Text.pdf (abgerufen am 04.02.2022).

ANHANG

A. ERGEBNISSE DER STAKEHOLDEREINBINDUNG ZUR POTENZIALANALYSE

Handlungsfeld Strom

Photovoltaik

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• Handwerkerangel: verzögerte Angebote (Voraussetzung für Förderung: 3 Angebote), Installation und Lieferung• Nachwuchsmangel im Handwerk• Agri-PV: potenzielle Behinderung der (automatisierten) landwirtschaftlichen Bewirtschaftung durch aufgestellte Anlagen• Unzureichende Beratung: unklar, welche Leistung ausschlaggebend für Genehmigung ist• Teilweise unzureichende Dachlast von Gewerbegebäuden• Nur kurzfristiges Interesse von überregionalen Projektentwicklern• Hohe Netzauslastung durch mehr Verbraucher
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none">• Doppelte Nutzung von Flächen durch Kombinationen: Agri-PV oder PV auf Parkplätzen• Agri-PV: Kombination von Beregnungsanlagen mit PV-Anlagen• Bürgerbeteiligung zu Agri-PV zur Akzeptanzsteigerung• Leuchtturmprojekt: große PV-Anlage auf Gewerbegebäude (Edeka Schreiber): Anzeige im Laden über erzeugte Leistung• Weiterverbreitung von Erfolgsgeschichten, Positiv-Beispielen und Erfahrungsberichten von Gewerbetreibenden (z.B. von Anlage auf dem Dach der Balance Erneuerbare Energien GmbH am Trelder Berg)• Stadtwerke als Informationsträger
Instrumente	<ul style="list-style-type: none">• Informationen zur Genehmigung von PV-Anlagen auf der Website der Stadtwerke• PV-Pflicht in Neubaugebieten• Solarflächenkataster• Flächenanalyse für Eigentumsflächen der Stadt• Genossenschaftsmodelle für PV-Projekte• Finanzielles Beteiligungsmodell der Stadtwerke für Bürger:innen am PV-Ausbau• PV-Verein zur Vernetzung: Austausch mit Nachbar:innen, Leuchtturmprojekte verbreiten, Erfahrungen austauschen• Potenzielle Leuchtturmprojekte für PV: Feuerwehrgebäude, Parkplätze, Buchholz Galerie

Windkraft

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• Windkraft im Wald: Gefahr für Biodiversität und Senkenwirkung durch Flächenbedarf• Komplexität des Repowering (langwieriger Prozess durch Bürger:innenbeteiligung)• Repowering durch Nähe zum Segelflugplatz und zur Bebauung kritisch• Keine Unterstützung des Repowering vonseiten der Stadt Buchholz und des Landkreises• Recycling der Rotorblätter
Instrumente	<ul style="list-style-type: none">• Machbarkeitsprüfung Kleinwindanlagen für Gewerbe (bspw. Möbel Kraft)

Kraft-Wärme-Kopplung

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• Potenzial der Balance Erneuerbare Energien GmbH am Trelder Berg bereits ausgeschöpft
------------------	--

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Lösung für Spitzenlast
------------------------	--

Stromeffizienz

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Steuerung Smart Grid: intelligentes Laden von E-Autos etc. • Engpass Netzausbau (Anträge für Wallboxen werden nicht genehmigt)
------------------	--

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Sharing-Angebote für Elektrogeräte, die selten genutzt werden • Einsatz energieeffizienter Geräte • Ungenutzte Speicherkapazität der privaten E-Autos der Gemeinde zur Verfügung stellen („vehicle to grid“) • Mobile Wallboxen mit Drehstrom • Berücksichtigung des Suffizienzgedankens • Ziel: Smart Grid
------------------------	--

Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Straßenbeleuchtung effizienter gestalten: LED-Einsatz (aktuell 20%)
--------------------	---

Weitere Potenziale

- Geothermie zur Stromerzeugung
- Bezug von Ökostrom über PPA durch die Stadtwerke
- Angebot „echter Ökostrom“ durch die Stadtwerke: zertifiziert durch Label, das Zusätzlichkeit der Ökostromerzeugung ausweist

Handlungsfeld Wärme

Sanierung & Bedarfsreduktion

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Infos über Handwerksbetriebe, Handwerkerangel • Veränderungsunwillige ältere Bevölkerung • Energieberater sind nur sehr begrenzt verfügbar, erste Ansprechpersonen sind meist die Schornsteinfeger:innen • Oftmals großer Neubau, hoher Flächenbedarf • Mitfreiheit als Argument gegen Umzug in kleinere Wohnungen, schwieriger Übergang für ältere Menschen • Zuständigkeiten schwierig herauszufinden • Sanierungen lohnen sich finanziell nicht
------------------	---

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Seniorengerechte kompakte Wohnungen in Neubaugebieten (alte Häuser / Wohnungen werden saniert und neu bezogen) • Einbeziehung Stadtentwicklung, demographischer Wandel & Suffizienz-Gedanke • Flächensparendes Bauen (MFH vor EFH bevorzugen) • Sozialwohnungen/gemietete Objekte der Stadt als Vorzeigeprojekte für private Gebäudeeigentümer:innen • Vorgaben in Neubaugebieten auf Buchholzer Klimaziele ausrichten • Aufsuchende Beratung anstoßen: Anlaufstelle/„Kümmerer“, die Klimaschutzmaßnahmen leichter macht • Typengebäudesanierung umsetzen und über Nachbarschaften veranschaulichen (wie sieht mein Haus nach der Sanierung aus bzw. was passiert am Haus?) • Kombination PV & Wärmepumpe bei der Sanierung direkt mitdenken • Bedarfsenkung vor der Inanspruchnahme einer Förderung für EE-Wärmeerzeuger • International Wasserstoff erzeugen und zur Wärmeversorgung in Deutschland nutzen • Einbeziehung des Handwerks
------------------------	---

Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Grunderwerbsteuer senken, um es jungen Familien zu vereinfachen, alte Häuser zu erwerben und dort energetisch zu investieren • Stadtwerke könnten ähnlich „Buchholz Digital“ ein flächendeckendes Projekt im Bereich der Wärmeberatung /-versorgung aufziehen • Sanierung/Effizienzsteigerung als Punkt in Daseinsvorsorge aufnehmen • Wenn die Stadt Gebäude anmietet, sollten Vorgaben zum energetischen Zustand gemacht werden • Erstellung Kataster Wärmepumpe & PV • Förderung von Beratungsleistungen
--------------------	--

Holzbau & Grünfassaden

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Vorhandene Förderung für Dachbegrünung wird bisher nicht ausreichend in Anspruch genommen • Bisher Einsatz von Zement/Beton ohne Beachtung der Grauen Energie • Buchholzer Fassaden zu schick für Begrünung • Dächer eignen sich teilweise nicht als Gründach • Bei Neubauprojekten wie dem TIP keine alternative Bauweise vorgeschrieben
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Beachtung des Cradle-to-Cradle-Prinzips • Ansprache von Gewerbebetrieben für Dachbegrünung • Klimaanlage werden durch Dachbegrünung nicht notwendig • Kombination Gründach und PV • Adressierung von Neubau und Bestand

Wärmenetze

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlender Input der Verwaltung, Skepsis gegenüber neuen Technologien • Kein lukratives Geschäftsfeld für Stadtwerke • Schlechte Rahmenbedingungen vom Bund • Keine kommunale Wärmeplanung vorhanden • Fehlende finanzielle und personelle Kapazitäten der Stadt • Stadtwerke sind wichtiger Akteur, aber Wille ist dort nicht vorhanden • BHKW Abwärme und Biogas zu teuer bzw. ineffizient
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Geothermiekraftwerk in Kooperation Stadtwerke sollte geprüft werden • Abwasserkanäle, BHKW, Biogasanlage, Autolackierer, Schweißbetriebe prüfen auf Abwärme • Bundesfördertöpfe für Wärmenetze sollten genutzt werden • Gasnetz nutzen für Wasserstofftransport
Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Potenzial für Wärmenetze und kalte Fernwärme prüfen (insbesondere Reiherrstiegviertel und andere verdichtete Quartiere sowie Neubaugebiete: Buchholz 2025+ und Rütgersfläche) • Umsetzung einer (langfristigen) kommunalen Wärmeplanung

Einzelgebäuelösungen

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Handwerksbetriebe/Heizungsinstallateure empfehlen Heizkessel (vom Lobbyismus beeinflusst) • Skepsis gegenüber neuen Technologien • Aufsuchende Beratung nicht vorhanden • Fehlende finanzielle und personelle Kapazitäten der Stadt, um Wärmewende einzuleiten • Verschattung von Modulen und ggf. nachfolgende Baumfällung • PV-Ertrag korreliert nicht mit dem Verbrauchsprofil einer Wärmepumpe zur Wärmebereitstellung
------------------	---

- Ausbildungsinhalte für relevante Berufe können von Kommune nicht beeinflusst werden

Erfolgsfaktoren

- Kombination Wärmepumpe + Sanierung Gebäudehülle
- Genossenschaft für PV Dächer, Kollektive Nutzung von Speicher und Dachflächen
- Ggf. Nutzung von Biogas aus Netzeinspeisung
- Grüner Wasserstoff aus Ländern mit hoher Sonneneinstrahlung könnte perspektivisch im Gasnetz genutzt werden
- Genossenschaftsmodell für Energiegewinnung und -speicherung (Initiative Rosengarten)
- Betrachtung von mehrgeschossigen Gebäuden
- Im Neubau Vorgaben zu Wohnkomplexen statt EFH
- Aufstockung von Reihenhausquartieren
- Aufklärung über teure Heizkessel (CO2-Preis)
- Ausbildungsoffensive für entsprechender Berufe an berufsbildenden Schulen in Buchholz
- Zusammenarbeit mit Handwerkskammer und Land Niedersachsen

Instrumente

- Ziele setzen: z.B. Reduktion von Ölheizungen
- Heizungskataster erstellen
- Personelle Ressourcen schaffen, um Wärmewende umzusetzen
- Contracting-Modell der Stadtwerke oder anderer Anbieter
- Ordnungsrechtliche Festsetzungen in Neubaugebieten

Handlungsfeld Verkehr

Verkehrsvermeidung

Erfolgsfaktoren

- Kurze Wege durch regionalere Bedarfsstrukturen (Angebote in der Stadt statt außerhalb in Gewerbegebieten)
- Verdichtung der Innenstadt
- Ausweitung Carsharing Angebote
- Verbesserung der Verkehrsführung (z.B. durch Einbahnstraßen)
- Vermeidung von Autoverkehr vor Schulen
- Weg vom Auto bei Hol- und Bringdiensten
- Stadtplanung: Verdichtung führt zu Verkehrsvermeidung

Instrumente

- Ausweitung Fahrradstellplätze an Bahnhof, Schulen, Kindergärten
- Zubau von Parkhäusern für den Pendelverkehr nach HH am BHF sollte überdacht werden
- Schulkampagne gegen Autoverkehr
- Schulstraßen nach Wiener Modell: Autoverkehr vor Schulen (zeitweise) verbannen
- Parkplätze in der Innenstadt abbauen (Autoverkehr unattraktiv machen nach dem Beispiel von Kopenhagen)
- Nur Anwohnendenverkehr in bestimmten Quartieren erlauben
- Stellplätze kostenpflichtig machen

Fußverkehr

Hemmnisse

- Wege oft nicht einladend, mit Barrieren versehen, Umwege, zu wenig Bänke, keine Lobby für Fußgänger
- Einkaufswege werden mit dem Auto zurückgelegt
- Unzureichende Gehwegreinigung

Erfolgsfaktoren

- Einbeziehung von Aufenthaltsqualität
- Stadtplanung: Verdichtung führt zu mehr Fußverkehr

Instrumente

- Parkraum systematisch abbauen

- Öffentlichkeitsarbeit für mehr Fußverkehr
- Erstellung Fußverkehrskonzept (analog zu Fahrradkonzept)
- Verhinderung des Durchgangsverkehrs durch Erschwerung durch Einbahnstraßen

Fahrradverkehr

Hemmnisse

- Keine echten Fahrradstraßen vorhanden
- Radwege zu eng oder schlechte Oberflächen
- Verkehrsversuche (Tempo 30) werden nicht in Erwägung gezogen
- Möglichkeiten des Fahrradverkehrs werden in der Öffentlichkeit kleingeredet
- fehlender politischer Wille zur Verkehrswende
- Fördergelder als Hemmnis zur Umsetzung des Fahrradkonzepts: 50.000 € jährlich als fortlaufender Topf
- Platzmangel auf Hauptverkehrsstraßen
- Zu wenig Platz für Fahrräder vor den Schulen
- Hindernisse auf Fahrradwegen: Mülltonnen
- Konflikte auf Fußwegen zwischen Fahrradfahrer:innen und Fußgänger:innen
- Unzureichende Gehwegreinigung

Erfolgsfaktoren

- Öffentlichkeitsarbeit dazu, welchen großen Beitrag man leistet, wenn man das Auto häufiger stehen lässt
- Einbeziehung von Aufenthaltsqualität
- Bequem & sicher noch „größer denken“: Platz für Autos reduzieren, rechtlichen Rahmen setzen
- Straßen für Fahrradfahrer:innen attraktiver machen, um Konflikte auf Fußwegen zu vermeiden

Instrumente

- Verkehrskonzept für die gesamte Stadt erstellen lassen
- Parkraum systematisch abbauen
- Öffentlichkeitsarbeit gegenüber Bevölkerung zur Verhaltensänderung: Rücksichtnahme auf Fahrradverkehr
- Besorgungsfahrten und Lieferdienste per Lastenrad

ÖPNV

Hemmnisse

- ÖPNV nicht angebotsorientiert, Taktung mit langen Wartezeiten macht ÖPNV-Nutzung ins Umland unattraktiv, abends sehr schlechte Anbindung um z.B. zurück nach Buchholz zu fahren
- 3. Gleis nach Hamburg fehlt (und damit eine dichtere Taktung und Anreiz, nicht mit dem Auto nach HH zu fahren) -> Flaschenhals HH-Harburg/HH-Hbf
- ÖPNV-Anbindung Holzweg fehlt
- Fahrradmitnahme zu teuer für Pendelverkehr
- Verbesserung der Aufenthaltsqualität schwierig umzusetzen, da eine Refinanzierung durch DB Service notwendig ist
- Unvorteilhafte Tarifzone in Buchholz
- Bau von zusätzlichem Gleis zwischen HH-Harburg und HH-Hbf äußerst fraglich, wenn überhaupt umgesetzt in 30er Jahren
- Schlechter Zustand und häufiger Ausfall des Metronoms
- Kostenlose Firmenwagen bei vielen Privatpersonen
- Fehlendes Budget für 15-Minuten-Taktung des Stadtbusses
- Kostenpflichtige Fahrradmitnahme
- Teure Abos (Buchholz 118 €, Klecken 59 €)

Erfolgsfaktoren

- In Reiseketten denken: kleine Verspätung kann zu großer Verspätung durch Verpassen des Anschlusses führen
- Einbeziehung von Aufenthaltsqualität
- Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen
- Finanzierungskonzept im ÖPNV grundlegend neu denken

	<ul style="list-style-type: none"> • Durch Heidebahn demnächst höhere Kapazitäten nach HH-Harburg
Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Verdichtung Stadtbusverkehr • Höhere Taktung der Züge von HH nach Buchholz, um Wartezeiten zu verringern (insbesondere abends) • Verbesserung der Aufenthaltsmöglichkeiten am Bahnhof • Öffentlichkeitsarbeit dazu, welchen großen Beitrag man leistet, wenn man das Auto häufiger stehen lässt • ÖPNV-Tarif senken • Switch-App • ÖPNV-Begrüßungsticket einführen • Tarifverschiebung zwischen Klecken und Buchholz • Implementierung eines Stadttarifs wie in anderen Städten • 10er-Karte für 90 Tage anstatt für 30 Tage gelten lassen

MIV: E-Mobilität

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Schnellademöglichkeiten im öffentlichen Raum • Planung Ortsumfahrung als Faktor für mehr Verkehr • Skepsis gegenüber Elektromobilität • Unternehmen scheuen sich vor Investitionen im Fuhrpark o.ä. • Keine Schnellladestationen in Buchholz vorhanden • Installation von Wallboxen in manchen Häusern durch Netzauslastung nicht möglich
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Kostenpflichtiges Anwohnerparken & kostenpflichtiger Parkraum • Verlagerung des Lieferverkehrs auf Fahrräder

Handlungsfeld Wirtschaft

Strom

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Fehlende Informationen: Was kann ich im Unternehmen einsparen? An wen kann ich mich wenden? Welche Maßnahmen können umgesetzt werden? • Komplizierte Förderlandschaft für PV
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Solarpotenziale auf Dächern ausschöpfen • Fokus erst auf Effizienz, danach auf Ökostrombeschaffung • Kooperationen zwischen Unternehmen zur Stromerzeugung
Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Informationsstelle für Unternehmen zu möglichen EE-Maßnahmen mit Kostenabschätzung und Förderberatung • Förderberatung auf Landkreis-Ebene

Wärme und Gebäude

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Energiebedarfe für Gewerbegebiete im Voraus schwierig abzuschätzen (erschwert Planung von Wärmenetzen) • Keine Förderung des Landes für Nutzung eigener Abwärme (Bsp. Beisner Druck) • Kosten für Holzbau • Begrenzte Traglasten des Holzbaus, Mehrgeschossigkeit ggf. nicht umsetzbar • Bei ordnungsrechtlichen Vorgaben zum Holzbau könnten Investoren abspringen
------------------	---

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Dämmung als Priorität • Kopplung von Fördermittelberatung mit Handwerksberatung und Netzwerkfunktion • Nutzung eigener Abwärme (Positivbeispiel Beisner Druck) • Kooperation zwischen Kommunen (gemeinsame Planung und Reduktion von Flächenversiegelung)
------------------------	--

Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Abwärmenutzung Verpackungsunternehmen Linder am Trelder Berg • Abwärmenutzung von Servern • Ganzheitliche Beratung und Informationsbereitstellung vonseiten der Stadtwerke • Holzbau ordnungsrechtlich für Neubaugebiete verankern
--------------------	---

Mobilität

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Ladeinfrastruktur und Sharing-Angebote noch nicht ausreichend im Landkreis Harburg
------------------	--

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Dienstwagen ersetzen; falls Pkw notwendig durch E-Pkw • Positivbeispiele: Stadtwerke und McDonalds für Umstellung des Fuhrparks auf E-Pkw und Einrichtung von (E-)Bike-Sharing für Mitarbeitende (gute Zusammenarbeit zwischen Unternehmen und Stadtwerken, Imagegewinn gegenüber Kund:innen und Mitarbeitenden)
------------------------	---

Beschaffung

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Klimafreundliches Kantinenessen • Reduktion von Verpackungsmaterial
------------------------	--

Unternehmenskultur und -organisation

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Siegel für Buchholzer Unternehmensbündnis für Klimaschutz in Konkurrenz mit weiteren Siegeln (auf Landesebene)
------------------	--

Handlungsfeld Landnutzung & Ernährung

Landwirtschaft

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaft dient Ernährungserzeugung (Abhängigkeit von Nachfrage) • Wenige kommunale Kompetenzen: abhängig von Gesetzgebung von EU, Bund und Land • Agroforst: Nutzungskonkurrenz um Wasser zwischen Gehölzen und angebauten Nahrungsmitteln
------------------	--

Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none"> • Agroforstsysteme: Nutzung der Holzbiomasse für die Herstellung von Pflanzenkohle anstatt für die Energiegewinnung • Fruchtfolgenoptimierung im Ökolandbau -> aber nicht unendlich, Potenzial für wenige Jahre • Nährstoffeinbringung durch Biogasanlage • Öffentlichkeitsarbeit in der Bevölkerung zur Bedeutung der Landwirtschaft (siehe Ernährung) -> Frage: Was leistet die Landwirtschaft für die Bewohner der Stadt? Zusammenarbeit und Dialog sind entscheidend
------------------------	---

Instrumente	<ul style="list-style-type: none"> • Erhebung THG-Fußabdruck für Betriebe durch Landwirtschaftskammer Harburg • „Niedersächsischer Weg“ – betriebliche Beratung zu Ökolandbau • Festsetzung nachhaltiger Bewirtschaftung auf Pachtflächen der Stadt Buchholz (Ökolandbau)
--------------------	--

Landnutzung

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• Flächenbedarf Stadtgebietsentwicklung• Steigerung der Flächenkonkurrenz durch Wiedervernässung, Ökolandbau, Stadtentwicklung, etc.• Wasserknappheit bei der Wiedervernässung von Mooren
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none">• Schutz von Grünland und Bäumen• Maßnahmen gegen Flächenversiegelung und flächensparendes Bauen• Erhalt und Ausbau Biotope

Forstwirtschaft

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• Konkurrenz zwischen extensiver Waldnutzung und Holzbau
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none">• Aufforstung Mischwälder• Naturverjüngung des Waldes• Einbeziehung von Biodiversität• Nutzung von Borkenkäfer-Holz

Weitere Kohlenstoffsinken

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• Konkurrenz zwischen extensiver Waldnutzung und Holzbau
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none">• Verwendung nachhaltiger Baustoffe• Nachverdichtung (und Aufstockung) der Stadt mit Holzbaukonstruktionen

Ernährung

Hemmnisse	<ul style="list-style-type: none">• Verpackungsgesetzgebung von EU und Bund nicht auf Verpackungsreduktion und -vermeidung ausgerichtet• Einsparungen Emissionen nur schwer messbar• Kosten pflanzenbasierter Ernährung (u.a. in Schulen und Kitas)
Erfolgsfaktoren	<ul style="list-style-type: none">• Erhöhung des Anteils ökologischer Produkte an der Mittagsverpflegung in städtischen Kindergärten, Kitas, Schulen und anderen öffentlichen Einrichtungen• Aufklärungsarbeit, Austausch und Beratung
Instrumente	<ul style="list-style-type: none">• Anpassung der Vergabekriterien mit schrittweiser Erhöhung des Anteils ökologischer Produkte• Umstellung der Stadtkantine auf klimafreundliche Ernährung• Verbindung der Menschen zur Landwirtschaft schaffen: bspw. durch Hoffeste und Informationsveranstaltungen• Zusammenarbeit mit Ackerdemia• Buchholz zur „Biostadt“ machen, analog zu Hamburg

Weitere Potenziale

- Agri-PV
- Urban Gardening in Neubaugebieten

KONTAKT

Jana Kapfer

HIC Hamburg Institut Consulting GmbH
Paul-Neumann-Platz 5
22765 Hamburg

Tel.: +49 (0)40-39106989-46
kapfer@hamburg-institut.com
www.hamburg-institut.com