



Die Luft klären: Gaskochen und Umweltverschmutzung in europäischen Haushalten

November 2023

AUTORIN

Nicole Kearney, CLASP Europe

KONTAKT

Info@clasp.ngo

DANK

Großen Dank spricht die Autorin Piet Jacobs und seinem Team von der Niederländischen Organisation für Angewandte Wissenschaftliche Forschung ([TNO](#)) für ihre Forschungsarbeit aus, auf der dieser Bericht basiert. Ebenso gedankt sei Lorien Perryfrost und ihrem Team von Opinium Research für ihre Arbeit im Rahmen der Rekrutierung von Haushalten für die Teilnahme an dieser Studie. Die Autorin dankt Michael Scholand, der das Team bei der Festlegung und Umsetzung der Projektmethodik unterstützte, für seine Beiträge. CLASP dankt allen Mitgliedern des Peer-Review-Gremiums, insbesondere Cristina Pricop von der European Public Health Alliance, Dr. Juana María Delgado Saborit, Dr. Brett Singer, Dr Steffen Loft, Dr. Gaetano Settimo, Brady Seals von RMI, Dr. Laura Reali und Professor Frank Kelly für ihre Überprüfungen, Beiträge und Unterstützung über den gesamten Verlauf der Studie hinweg. Auch unsere nationalen Kampagnenpartner haben während der gesamten Feldstudie wertvolle Unterstützung bei der Kommunikation geleistet und wichtige Erkenntnisse beigetragen. Zu diesen gehören Tony Renucci von Respire, Soledad Montero von CECU, Ben Hudson von Global Action Plan, Anita Fiaschetti und Simonetta Lombardo von Silverback. CLASP möchte zudem auch Femke de Jong, Insa Hoste und dem übrigen Team der [European Climate Foundation](#) für ihre Unterstützung und Beratung während des gesamten Projekts einen herzlichen Dank aussprechen.

Schließlich möchte die Autorin Marie Baton, Sara Demartini, Pailine Caroni, Poppy Gale, Aoibheann O'Sullivan, Sarah Wesseler, Hannah Blair und Corinne Schneider von [CLASP](#) für ihre Unterstützung, Überprüfungen, Recherchen und zusätzlichen Erkenntnisse danken.

GRAFISCHE GESTALTUNG

Bev MacDonald

Kerry Nash

LEKTORAT

Ilana Koegelenberg

QUELLENANGABE UND URHEBERRECHT

Die Luft klären: Gaskochen und Umweltverschmutzung in europäischen Haushalten, CLASP, November 2023. <https://www.clasp.ngo/cook-cleaner-europe/>

© CLASP, November 2023.

Dieser Inhalt ist unter der Creative Commons Attribution-ShareAlike4.0 International License lizenziert. Das Einsehen dieser Lizenz ist möglich auf <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> oder durch ein entsprechendes Schreiben an Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA

HAFTUNGSAUSSCHLUSS

Die Autoren haben sich nach bestem Wissen und Gewissen bemüht, die Richtigkeit und Verlässlichkeit der hier präsentierten Daten zu gewährleisten. Weder sie selbst noch die Mitglieder des Peer-Review-Gremiums oder die European Climate Foundation übernehmen jedoch eine Garantie für die Richtigkeit der hier präsentierten Daten oder haften für Maßnahmen oder Entscheidungen, die auf der

Grundlage des Inhalts dieses Berichts getroffen werden. Die Leser dieses Berichts werden darauf hingewiesen, dass sie die volle Verantwortung für alle Verbindlichkeiten übernehmen, die ihnen oder Dritten dadurch entstehen, dass sie sich auf den Bericht oder die darin enthaltenen Daten, Informationen, Erkenntnisse und Meinungen verlassen.

Inhalt

1. EINLEITUNG	5
2. ANSATZ DER FELDSTUDIE	9
2.1. HAUSHALTE-STICHPROBENUMFANG UND MONITORING-ZEITPLÄNE	10
2.2. REKRUTIERUNG VON HAUSHALTEN FÜR DIE ÜBERWACHUNG DER RAUMLUFTQUALITÄT	10
2.3. ÜBERWACHUNG DER INNENRAUMLUFTQUALITÄT	12
3. ERGEBNISSE DER FELDSTUDIE	17
3.1. NO ₂ -BELASTUNG IN MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN HAUSHALTEN	17
3.2. FAKTOREN, DIE ZU EINER HÖHEREN INNENRAUM-LUFTVERSCHMUTZUNG BEI MIT GAS KOCHENDEN HAUSHALTEN BEITRAGEN.....	20
3.3. SCHADSTOFFWERTE IM VERGLEICH ZU INTERNATIONALEN UND EUROPÄISCHEN STANDARDS.....	22
3.4. AUSWIRKUNGEN DER WOHNUNGSBELÜFTUNG AUF DIE LUFTQUALITÄT IN INNENRÄUMEN	30
4. ERKENNTNISSE AUF LÄNDEREBENE	35
4.1. NIEDERLANDE	35
4.2. ITALIEN	38
4.3. SPANIEN.....	42
4.4. FRANKREICH	46
4.5. SLOWAKEI	49
4.6. RUMÄNIEN	52
4.7. VEREINIGTES KÖNIGREICH.....	56
5. WICHTIGSTE ERKENNTNISSE	59
6. EMPFEHLUNGEN	62
7. SCHLUSSFOLGERUNG	65

1. Einleitung

Tag für Tag bereiten Menschen in ganz Europa ihre Mahlzeiten im häuslichen Umfeld mithilfe gasbetriebener Geräte zu und handeln dabei im festen¹ Glauben, dass Gaskochfelder die schnellste und beste Art zu kochen darstellen und den Geschmack auf ideale Weise zur Wirkung bringen.² Sie sind sich jedoch nicht bewusst, dass diese Geräte schädliche, unsichtbare, die Umwelt verunreinigende Stoffe an die Luft abgeben. Oft wird die Dunstabzugshaube erst dann eingeschaltet, wenn das Essen anzubrennen beginnt,³ obwohl die Luftverschmutzung, um die man sich Sorgen machen sollte, bereits beim Einschalten des Herdes im Raum auftritt.⁴

Zahlreiche Forschungsarbeiten⁵ haben gezeigt, dass Gaskochfelder und Gasbacköfen in Wohnbereichen Schadstoffe wie Stickstoffdioxid (NO₂), Kohlenmonoxid (CO) und Benzol^{6,7} freisetzen und damit das Risiko der Bewohner erhöhen, dass sich bei ihnen ernsthafte Gesundheitsprobleme wie Atemwegserkrankungen (z. B. Asthma), Demenz und Krebs entwickeln. Dennoch wurde in der EU und im Vereinigten Königreich bisher wenig gegen die Luftverschmutzung in Innenräumen unternommen, die durch Gaskochfelder und Gasbacköfen entsteht. Die Grenzwerte für die Luftverschmutzung gelten sowohl in der EU⁸ als auch im Vereinigten Königreich⁹ nur für die Außenluft, während bestehende Verordnungen, die die Luftverschmutzung direkt an der Quelle begrenzen könnten (z. B. die Verordnung über Geräte zur Verbrennung gasförmiger Brennstoffe¹⁰ⁱ sowie die Ökodesign-Verordnung¹¹ und die Energiekennzeichnungsverordnung¹² für die Geräteeffizienzⁱⁱ) dies nicht tun.

Um herauszufinden, ob die Luftverschmutzung in Innenräumen durch Gaskochfelder und Gasbacköfen in Europa schwerwiegend genug ist, um ein Eingreifen seitens der Regierungen zu rechtfertigen, ging CLASP Ende 2022 eine Partnerschaft mit der Niederländischen Organisation für Angewandte Wissenschaftliche Forschung (TNO) und Opinium Research, einem Markt- und Meinungsforschungsunternehmen mit Sitz im Vereinigten Königreich, ein. Die daraus resultierende europaweite Studie zur Situation in Haushalten ist die erste groß angelegte Untersuchung der Luftverschmutzung in Innenräumen durch Gas- und Elektroherde, bei der minütlich Daten aufgezeichnet werden, um festzustellen, wie die Schadstoffwerte in den Haushalten im Vergleich zu den offiziellen Grenzwerten für die Außenluft und den WHO-Luftqualitätsrichtlinien ausfallen.

Die Ergebnisse waren eindeutig: Gas-Kochgeräte geben in ganz Europa gesundheitsschädliche Schadstoffe in die Raumluft der Haushalte ab, die die etablierten Richtwerte der WHO-Leitlinien¹³ sowie die verbindlichen Grenzwerte der EU¹⁴ und des Vereinigten Königreichs¹⁵ für die Luftverschmutzung im Freien überschreiten. Die Höhe der Luftverschmutzung durch diese Quelle variiert zwar von Land zu Land, jedoch das Gesamtbild ist überall gleich.

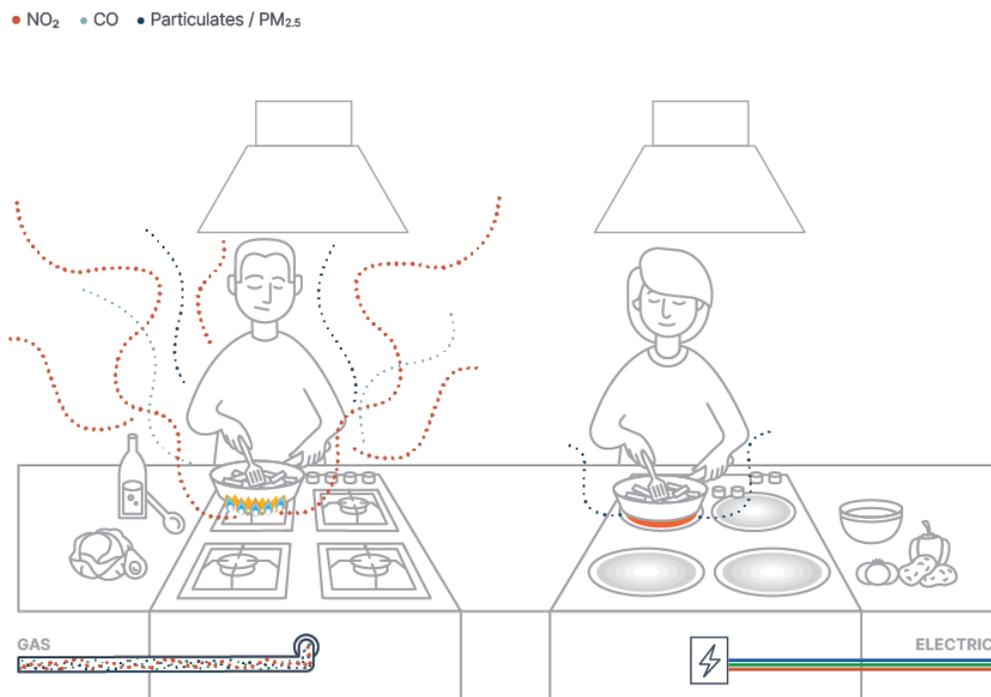
ⁱ Die Verordnung (EU) 2016/426 über Geräte zur Verbrennung gasförmiger Brennstoffe legt grundlegende Anforderungen fest, die erfüllt werden müssen, bevor derartige Geräte in der EU oder im Vereinigten Königreich in Verkehr gebracht werden können.

ⁱⁱ Ökodesign legt gemeinsame EU-weite Mindeststandards fest, damit die am schwächsten abschneidenden Produkte vom Markt genommen werden können. Die Energiekennzeichnung gibt gleich beim Kauf einen klaren, einfachen Hinweis auf die Energieeffizienz sowie andere wichtige Merkmale.

Insbesondere bestätigte die Studie, dass NO_2 in europäischen Haushalten, die mit Gas kochen, eine Rolle als besorgniserregender Schadstoff spielt. Stickstoffdioxid ($^{16}\text{NO}_2$) entsteht durch die Wechselwirkung zwischen der Gasflamme und dem natürlich vorkommenden Stickstoff in der Luft, und es ist von der WHO als gesundheitsschädlicher Luftschadstoff eingestuft, der zu schweren Atemwegsproblemen führen kann.¹⁷ Die Organisation schätzt, dass Kinder in Haushalten mit Gas-Kochgeräten ein um 20 % erhöhtes Risiko bezüglich Erkrankungen der unteren Atemwege haben.¹⁸

Die Untersuchung ergab zudem, dass in vielen Küchen auf dem gesamten europäischen Kontinent gesundheitsschädlicher Feinstaub ($\text{PM}_{2,5}$) erzeugt wird. $\text{PM}_{2,5}$ wurde jedoch sowohl in Küchen mit Gas- als auch mit Elektronutzung gemessen, da es hauptsächlich durch das Garen von Lebensmitteln und nicht durch die Verbrennung von fossilem Gas entsteht. Die Studie zeigte, dass die $\text{PM}_{2,5}$ -Werte je nach Dauer und Art des Garvorgangs (z. B. beim Anbrennen von Lebensmitteln) steigen oder sinken.

ABBILDUNG 1. GAS-KOCHGERÄTE EMITTIEREN UNMITTELBAR SCHÄDLICHE, DIE UMWELT VERUNREINIGENDE STOFFE, WÄHREND $\text{PM}_{2,5}$ DURCH DEN VORGANG DES GARENS VON LEBENSMITTELN ENTSTEHT UND EMITTIERT WIRD.¹⁹



Feinstaub und Ultrafeinstaub ROHR MIT METHANGAS

Die Untersuchung, die im Jahr 2023 stattfand, umfasste folgende Schritte:

- Rekrutierung von demografisch unterschiedlichen Haushalten aus der gesamten EU und dem Vereinigten Königreich für die Teilnahme an der Feldstudie. Um eine Änderung des typischen Kochverhaltens (z. B. das Öffnen von Fenstern oder das Einschalten von Dunstabzugshauben) während der Studie zu verhindern, informierte das Forschungsteam die teilnehmenden Haushalte nicht über den Untersuchungsschwerpunkt des Zusammenhangs zwischen Kochen mit Gas und schädlicher Luftverschmutzung in Innenräumen.
- Monitoring des Koch- und Lüftungsverhaltens und der daraus resultierenden Innenraumluftqualität in über 250 Haushalten in sieben europäischen Ländern: Niederlande, Italien, Spanien, Frankreich, Slowakei, Rumänien und Vereinigtes Königreich. Die teilnehmenden Haushalte erhielten den Auftrag, Geräte zur Überwachung der Luftqualität in Innenräumen aufzustellen und ihre täglichen Kochaktivitäten und Verhaltensweisen über einen Zeitraum von zwei Wochen zu protokollieren. Die Geräte überwachten die Konzentrationen von NO₂, CO und PM_{2,5} sowie die Temperaturen von Kochfeldern und Gasbacköfen, durch die eine Kochtätigkeit angezeigt wurde. Das Monitoring der Haushalte begann im Januar 2023 und endete im Mai desselben Jahres.
- Analyse der Daten aus dem häuslichen Monitoring für den Erhalt folgender Informationen:
 - Die Schadstoffkonzentrationen, die von Gas-Kochgeräten emittiert werden, und wie der Vergleich zu den Werten bei Elektrogeräten ohne offene Flamme ausfällt;
 - Ob europäische Haushalte die von der WHO und der EU bzw. dem Vereinigten Königreich festgelegten Grenzwerte für Luftschadstoffe überschreiten und wie sich dies bei Haushalten mit Gas- und Elektrogeräten unterscheidet; und
 - Wie sich Belüftung, insbesondere mithilfe von Dunstabzugshauben, auf die Schadstoffkonzentration auswirkt.

Die Studie konzentrierte sich in erster Linie auf Haushalte, in denen mit gasbetriebenen Geräten gekocht wird, welche bekanntermaßen eine Quelle für Luftverschmutzung in Innenräumen sind, wobei es darum ging, den Grad der Luftbelastung in der Küche und im übrigen Wohnbereich zu ermitteln. Haushalte, in denen mit Strom gekocht wird, wurden als Ausgangswert mit einbezogen, um die Auswirkungen anderer Verschmutzungsquellen in Innenräumen sowie das Eindringen von verschmutzter Außenluft zu ermitteln, da frühere Untersuchungen die Annahme bestätigten, dass elektrische Kochfelder und Backöfen keine Luftverschmutzung in der Küche erzeugen.

Im vorliegenden Bericht werden die Studie und ihre Ergebnisse vorgestellt, die das Ausmaß der durch das Kochen mit Gas in unseren Haushalten entstehenden Luftverschmutzung in Innenräumen verdeutlichen und die dringende Notwendigkeit von Sensibilisierung, Gegenmaßnahmen und Veränderungen erörtern.

Gas-Kochgeräte setzen nicht nur schädliche, die Umwelt verunreinigende Stoffe frei, sondern verbrauchen und emittieren auch Methan²⁰ – ein starkes Treibhausgas. Diese Geräte tragen in erheblichem Maße zum Klimawandel bei, der die öffentliche Gesundheit in Europa und auf der ganzen Welt vor große Herausforderungen stellt. Laut WHO bedroht der Klimawandel „die wesentlichen Grundlagen guter Gesundheit – saubere Luft, sicheres Trinkwasser, nahrhafte

Lebensmittel und sichere Unterkünfte – und hat das Potenzial, jahrzehntelange Fortschritte in der globalen Gesundheit zu untergraben“.

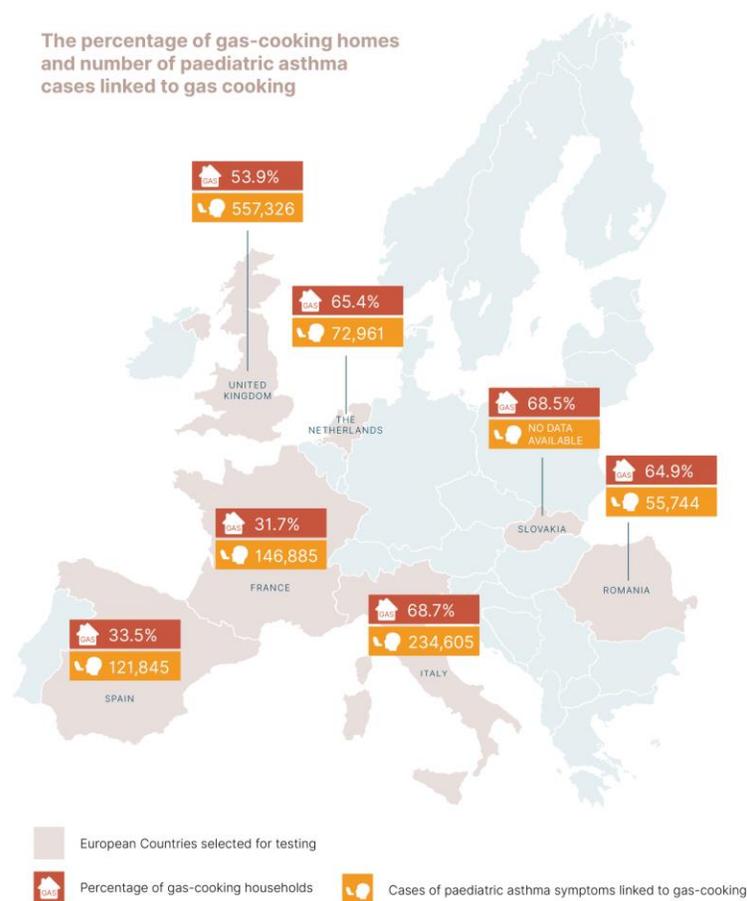
(Quelle: https://www.who.int/health-topics/climate-change#tab=tab_1)

2. Ansatz der Feldstudie

CLASP arbeitete mit TNO und Experten für Luftqualität und Gesundheit in Innenräumenⁱⁱⁱ zusammen, um eine Methodik für eine Feldstudie zur Messung des Ausmaßes der Luftverschmutzung in Innenräumen durch Gas-Kochgeräte in Europa zu entwickeln.

Die Forscher führten in den Niederlanden, Italien, Spanien, Frankreich, der Slowakei, Rumänien und dem Vereinigten Königreich Messungen bei Haushalten durch. Diese Länder zählen zu denen mit dem höchsten Anteil an mit Gas kochenden Haushalten in der Region²¹, und sie sind daher dem größten Gesundheitsrisiko ausgesetzt, das von dieser Quelle ausgeht (wie die derzeitigen nationalen Zahlenwerte bezüglich Asthma bei Kindern im Zusammenhang mit dem Kochen mit Gas zeigen).²²

ABBILDUNG 2. KRITERIEN FÜR DIE AUSWAHL BEIM HAUSHALTE-MONITORING: ANZAHL DER HAUSHALTE, IN DENEN MIT GAS GEKOCHT WIRD, UND ANZAHL DER FÄLLE VON PÄDIATRISCHEM ASTHMA, DIE MIT DEM KOCHEN MIT GAS IN ZUSAMMENHANG STEHEN, BASIEREND AUF FRÜHEREN UNTERSUCHUNGEN VON CLASP UND TNO



ⁱⁱⁱ CLASP beauftragte ein Expertengremium mit der Mitarbeit am Forschungsdesign. Die vorgeschlagene Methodik wurde auf der 17. internationalen Konferenz der International Society of Indoor Air Quality & Climate im Juni 2022 in Finnland erörtert.

Prozentsatz der mit Gas kochenden Haushalte in verschiedenen europäischen Ländern (links) und Zahl der aktuellen Fälle von pädiatrischem Asthma, die mit dem Kochen mit Gas zusammenhängen (rechts).

2.1. Haushalte-Stichprobenumfang und Monitoring-Zeitpläne

In Zusammenarbeit mit Experten entschied sich CLASP für einen Stichprobenumfang von rund 280 Haushalten, jeweils 40 in jedem Zielland. Um eine ausreichende Menge von Daten für die Bewertung der Auswirkungen von Gas-Kochgeräten auf die Luftqualität in Innenräumen sammeln zu können, legte das Team fest, dass etwa 80 % der ausgewählten Haushalte mit Gas kochen sollten. Da elektrisch betriebene Geräte keine Quelle für Luftverschmutzung in Innenräumen²³ sind, beschlossen die Forscher, dass die verbleibenden Haushalte Elektro-Kochgeräte verwenden und damit als Vergleichsgrundlage dienen sollten.

Das Monitoring der Haushalte fand über einen Zeitraum von fünf Monaten zwischen Januar und Mai 2023 statt. Das Forschungsteam wählte diesen Zeitraum, weil die Haushalte in den kühleren Monaten eher dazu neigen, die Fenster geschlossen zu halten, und so das Eindringen von Außenluftverschmutzung (aus Quellen wie Benzin- und Dieselfahrzeugen), die sich auf die Messungen der Luftqualität in Innenräumen auswirken könnte, minimiert wird. Jede Monitoring-Phase erstreckte sich über zwei Wochen, wobei die Messungen jeweils in höchstens zwei Ländern gleichzeitig durchgeführt wurden. Das Forschungslabor hatte zwischen den Testrunden drei Wochen Zeit, um die Ausrüstung zu den Haushalten zu transportieren, die Daten herunterzuladen und die Testgeräte neu zu kalibrieren.

TABELLE 1. ZEITPLAN, STANDORTE UND ANZAHL DER FÜR JEDE FELDTTESTRUNDE EINGESETZTEN AUSTRÜSTUNGSKISTEN

Runde	1	2	3	4
Ablieferung	27. Januar 2023	3. März 2023	7. April 2023	12. Mai 2023
Abholung	13. Februar 2023	17. März 2023	21. April 2023	26. Mai 2023
Satz #1				
Land	Niederlande*	Italien	Frankreich	UK
Anzahl Haushalte	40	40	40	40
Satz #2				
Land	-	Spanien	Slowakei	Rumänien
Anzahl Haushalte	-	35	41	40

*Die Tests wurden in der ersten Runde nur in einem Land durchgeführt, wodurch die Forschenden Probleme angehen und gewonnene Erkenntnisse für die nachfolgenden Runden nutzen konnten

2.2. Rekrutierung von Haushalten für die Überwachung der Raumluftqualität

Das Projektteam wählte die Haushalte anhand von Kriterien aus, die sicherstellen sollten, dass die erfassten Daten die demografischen Gegebenheiten, die Kochbedingungen und die Wohnformen in den einzelnen Ländern widerspiegeln. Andere Faktoren, die sich auf die Raumluftqualität auswirken, wie z. B. die Belüftung, wurden ebenfalls berücksichtigt. Prioritätskriterien waren unter anderem:

- Alle Haushalte sollten Nichtraucherhaushalte sein und keine holzbefeuerten Kaminöfen besitzen oder benutzen (um eine Kontaminierung der Innenraum-Luftverschmutzung auszuschließen).
- Die Teilnehmer sollten mindestens drei- bis viermal pro Woche in ihrer Küche kochen (damit genügend Daten erfassbar sind).
- Die Haushalte sollten nicht in der Nähe einer stark befahrenen Straße oder eines Industriegebiets ansässig sein (um eine Kontaminierung durch äußere Luftverschmutzung auszuschließen).

Der Rahmen für die Stichprobenrekrutierung ist in Tabelle 2 dargestellt.

TABELLE 2. RAHMEN FÜR DIE HAUSHALTE-STICHPROBENREKRUTIERUNG

Markt	Pro Land
Gesamtzahl der Haushalte	40
# mit einem Gaskochfeld (und Gasbackofen, wenn möglich)	32
# mit Elektrokochfeldern und -backöfen	8
# mit Abzugshaube	mind. 15
# ohne Abzugshaube	mind. 15
# in Sozialwohnung oder Vergleichbarem	mind. 15
# in Mietwohnungen	mind. 10
# mit Kindern unter 16 J.	mind. 10
Einkommensniveau der Haushalte	Breiter Mix

Opinium Research arbeitete mit lokalen Partnern zusammen, um die Rekrutierung der Haushalte zu koordinieren und die Haushalte während des gesamten Monitoring-Zeitraums zu unterstützen. Um das Risiko von Ausfällen zu minimieren, wurde den Haushalten für die Teilnahme ein finanzieller Anreiz geboten. Es gab jedoch trotzdem einige Abbrecher. (In einigen Fällen war dies auf Krankheit oder persönliche Konflikte zurückzuführen; in einigen anderen Fällen installierten die Haushalte die Geräte nicht richtig oder gar nicht oder beschlossen, nicht mehr teilzunehmen, nachdem sie die Geräte aufgestellt hatten.) Alle Daten von Abbrecher-Haushalten wurden von der Studie ausgeschlossen.

Haushalte in der engeren Wahl füllten einen Online-Rekrutierungs-Screener²⁴ aus, um ihre Eignung nachzuweisen und die Anforderungen der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) zu erfüllen. Wenn sie für die Studie ausgewählt wurden, füllten die Haushalte einen detaillierten „Welcome Activity“-Fragebogen²⁵ aus, in dem Informationen über ihr Zuhause, ihre Küche und ihre Kochgewohnheiten (z. B. Größe der Küche, Kochausrüstung und Lüftungsgewohnheiten sowie Alter und Luftdichtheit der Wohnung) erfasst wurden. Diese Informationen wurden teilweise durch Fotos belegt.^{iv} Um zu verhindern, dass die Haushalte ihr Kochverhalten während der Studie ändern und

^{iv} Diese Daten werden gesammelt und im Jahr 2024 der Öffentlichkeit zugänglich gemacht.

damit die Ergebnisse beeinflussen, wurden ihnen keine spezifischen Einzelheiten über die Ziele der Untersuchung mitgeteilt.

TABELLE 3. SELBST ANGEGEBENE MERKMALE TEILNEHMENDER HAUSHALTE

	Niederlande (n=37)	Italien (n=36)	Spanien (n=34)	Frankreich (n=35)	Slowakei (n=36)	UK (n=35)	Rumänien (n=34)
Merkmale der Wohnungsinhaber							
Durchschnittsalter (Jahre)	47,1	41,1	47,3	43,3	39,2	42,7	42,5
Alleinlebend (%)	21,6	13,9	26,5	17,1	13,9	2,9	17,6
Mit Partner/in (%)	24,3	33,3	23,5	20,0	33,3	57,1	35,3
Kinder über 16 J. (%)	8,1	8,3	8,8	20,0	11,1	-	-
Kinder unter 16 J. (%)	45,9	44,4	41,2	42,9	41,7	40,0	50,0
Wohnungsmerkmale							
Freistehendes Haus (%)	8,1	22,2	5,9	51,4	27,8	22,9	38,2
Reihenhaus (%)	64,9	13,9	-	8,6	5,6	34,4	-
Etagenwohnung (%)	27	63,9	94,1	40,0	66,7	42,9	61,8
Merkmale der Küche							
Offene Küche (%)	75,7	55,6	20,6	37,1	38,9	20,0	5,9
Küchengröße (m ³)	57	59	38	64	51	40	35
Gaskochfeld (%)	78,4	86,1	44,1	68,6	83,3	80,0	85,3
Gasbackofen (%)	0	5,6	0	5,7	25,0	60,0	55,9
Elektrokochfeld und -backofen (%)	21,6	13,9	55,9	31,4	16,7	20,0	14,7
Abzugshaube verwendet (%)	43,2	97,2	85,3	60,0	52,8	57,1	58,8
Umlufthaube (%)	14,3	48,6	3,4	38,1	26,3	22,2	5,0
Abzugshaube nach außen (%)	85,7	51,4	96,6	61,9	73,7	77,8	95,0
Abluftventilator nach außen (%)	-	-	2,9	-	-	5,7	-
Wohnstatus							
Eigenheim (%)	24,3	91,7	76,5	48,6	58,3	28,6	76,5
Sozialer Wohnungsbau (%)	40,5	-	2,9	22,9	13,9	51,4	-
Bei privatem Vermieter gemietet (%)	35,1	8,3	20,6	28,6	27,8	20,0	23,5

2.3. Überwachung der Innenraumluftqualität

Aufbauend auf Forschungsarbeiten, die von TNO durchgeführt und von CLASP und der European Public Health Alliance im Jahr 2022²⁶ veröffentlicht wurden, wurden in der Studie mehrere bedenkliche Schadstoffe überwacht, die mit dem gasbetriebenen Kochen in Verbindung gebracht werden – insbesondere NO₂, CO und Feinstaub (PM_{2,5}). Zwar ist bekannt, dass bei der Verbrennung von Gas auch Ultrafeinstaub (PM_{0,1}) freigesetzt wird,²⁷ jedoch gibt es keine von der EU, dem Vereinigten Königreich oder der WHO vorgegebenen Werte, mit denen die Schadstoffkonzentrationen verglichen werden könnten. Zudem ist das für die Untersuchung dieses

Schadstoffs erforderliche Verfahren umfangreicher, sodass es den Rahmen dieses Projekts gesprengt hätte.

Die für diese Studie ausgewählte Ausrüstung, die in Tabelle 4 beschrieben ist,²⁸ war mit Absicht kompakt und für die Haushalte einfach zu installieren und zu benutzen. Das Forschungsteam gab den Teilnehmenden eine ausführliche schriftliche²⁹ und videogestützte³⁰ Anleitung zum korrekten Anbringen der Geräte und deren Einpacken am Ende des Monitoring-Zeitraums. Es wurden nationale Helpdesks eingerichtet und das Personal im Beantworten von Fragen geschult. Die Teilnehmenden wurden gebeten, Fotos von der Anbringung ihrer Ausrüstung zu übermitteln. Während des Monitoring-Zeitraums führten die Haushalte ein „tägliches Logbuch“, in dem sie die zubereiteten Speisen und die verwendeten Lüftungsmöglichkeiten dokumentierten.³¹ Diese Informationen wurden dazu verwendet, die Messdaten besser zu verstehen.

Sobald die Feldmessungen in jedem Land abgeschlossen waren, wurden die Geräte an TNO zurückgeschickt. Die Forschenden kalibrierten die Überwachungsgeräte, um Veränderungen in der Messempfindlichkeit oder -genauigkeit festzustellen, führten dann eine gründliche Analyse aller Messdaten durch und bereiteten die Ergebnisse auf.³²

TABELLE 4. GEMESSENE SCHADSTOFFE, GRUND FÜR DIE MESSUNG UND ÜBERWACHUNGSMETHODE

Schadstoff	Gesundheitsbedenken	Wie überwacht	Foto
Stickstoffdioxid (NO ₂)	NO ₂ hat eine Reihe schädlicher Auswirkungen auf die Lunge, unter anderem gehäufte Entzündungen der Atemwege, Husten und pfeifende Atmung, verminderte Lungenfunktion und gehäufte Asthmaanfälle, insbesondere bei Kindern.	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aktive Überwachung in der Küche mit einminütigen Dauermessungen mit dem ENVEA Cairsens® NO₂-Mikrosensor, um festzustellen, ob die Schadstoffkonzentrationen die stündlichen und täglichen Werte der WHO-Richtlinien und/oder die EU-/UK-Normen überschritten. ■ Passive^v Überwachung in Küche, Wohnzimmer, Schlafzimmer und im Freien mit Gradko NO₂-Diffusionsröhrchen. Es wurden Messungen in Innenräumen durchgeführt, um festzustellen, ob und wie sich die Luftverschmutzung durch das Kochen mit Gas in der Wohnung ausbreitet. An einer Wand außerhalb der Wohnung wurde ein Röhrchen angebracht, um die äußere Luftverschmutzung (d. h. die Verschmutzung im Freien) und ihre Auswirkungen auf die Luftqualität in den Innenräumen zu überwachen. 	 
Kohlenmonoxid (CO)	Bei niedrigen Konzentrationen kann Kohlenmonoxid Kopfschmerzen, Übelkeit, Schwindel und Verwirrung verursachen. Eine langfristige Exposition kann zu dauerhaften geistigen oder körperlichen Problemen führen und das Risiko von Demenz	<ul style="list-style-type: none"> ■ Aktive Überwachung in der Küche mit einminütigen Dauermessungen mit dem ENVEA Cairsens® CO Mikrosensor, um festzustellen, ob die Schadstoffkonzentrationen die stündlichen und täglichen Werte der WHO-Richtlinien und/oder die EU-/UK-Normen überschritten. 	

^v Sammlung längerfristiger Informationen zur Ermittlung indikativer Durchschnittswerte der Schadstoffkonzentrationen.

und möglicherweise einem Parkinsonsyndrom erhöhen. Bei hohen Konzentrationen kann eine CO-Vergiftung tödlich sein.

Feinstaub (PM_{2,5})

Feinstaub PM_{2,5} kann tief in die Lunge und in den Blutkreislauf eindringen sowie eine verminderte Lungenfunktion und Herzinfarkte verursachen. Ein kurzfristiger Anstieg der Feinstaub-Luftverschmutzung kann die Sterblichkeitsrate bei Säuglingen erhöhen und in allen Altersgruppen zu Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Asthmaanfällen führen.

- Echtzeitüberwachung in der Küche mit dem [Luftqualitätssensor AirVisual Pro](#).
- Messung von PM_{2,5} sowie CO₂ und Temperatur.



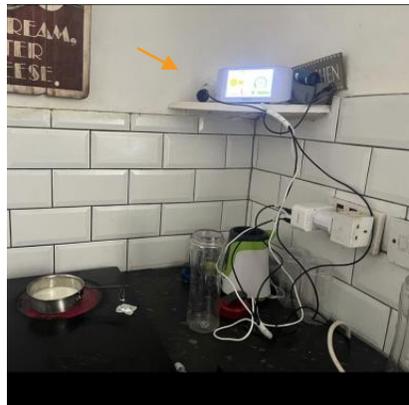
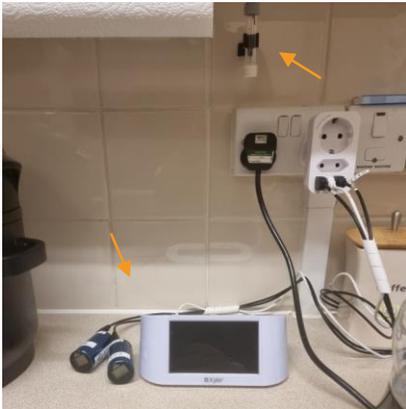
ABBILDUNG 3. EINSATZ DER IBUTTONS AUF DEM KOCHFELD UND AM BACKOFEN



Ein Sensor zur Überwachung der Herdnutzung: Der [iButton DS1922-L](#) wurde verwendet, um die Nutzung von Herd und Gasbackofen zu erfassen. Der iButton überwacht Zeit und Temperatur, um

festzustellen, wann im Haushalt gekocht wird. Auf dem Gas- bzw. Elektrokochfeld wurden zwei Sensoren angebracht. Ein Sensor wurde am Gasbackofen angebracht.

ABBILDUNG 4. TYPISCHE PLATZIERUNG VON NO_2 - UND CO -SENSOREN, DEM $\text{PM}_{2,5}$ -/ CO_2 -SENSOR UND PASSIVEN NO_2 -SENSOREN.



Die passiven NO_2 -Sensoren wurden an eine Wand in der Küche (s. o. im ersten Bild) und in anderen Räumen des Hauses sowie an eine Wand oder Fläche im Freien geklebt, idealerweise außen vor der Küche und nicht neben einem Lüftungsschacht, wie im Bild rechts zu sehen. Die anderen Sensoren wurden in der Küche in einem Abstand von 1 bis 3 Metern zum Kochbereich (aber nicht darüber oder darunter) und nicht in der Nähe eines offenen Fensters oder einer Tür angebracht.

3. Ergebnisse der Feldstudie

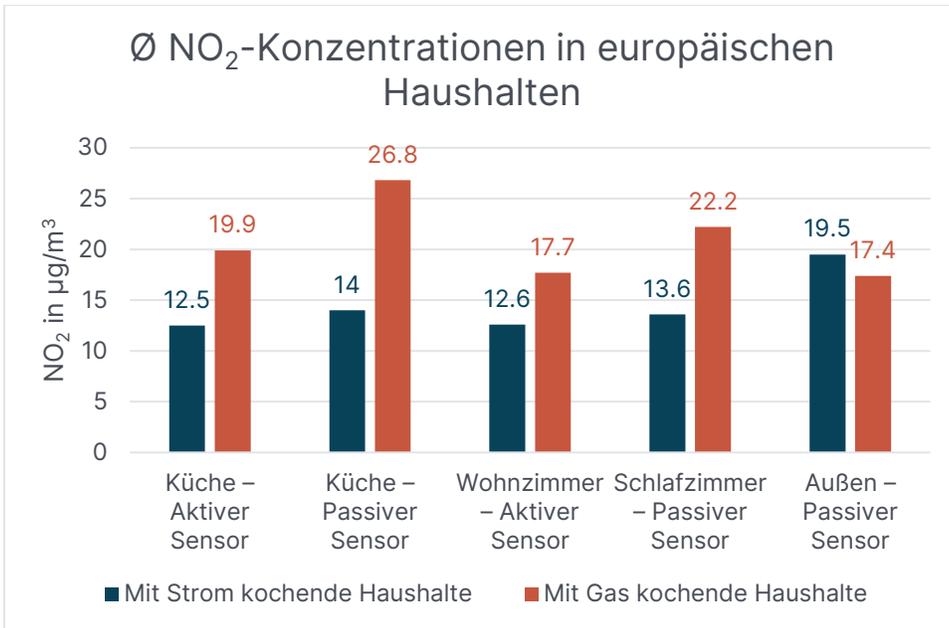
3.1. NO₂-Belastung in mit Gas bzw. Strom kochenden Haushalten

Messdaten zur Luftqualität, die über den Verlauf von zwei Wochen in jedem Land erhoben wurden, ergaben, dass Haushalte, in denen mit Gas gekocht wurde, einer etwa doppelt so hohen NO₂-Belastung ausgesetzt waren wie Haushalte, die mit Elektrogeräten kochten.³³ Von der Küche bis zum Schlafzimmer waren die NO₂-Konzentrationen in Wohnungen mit Gas-Kochgeräten immer höher.

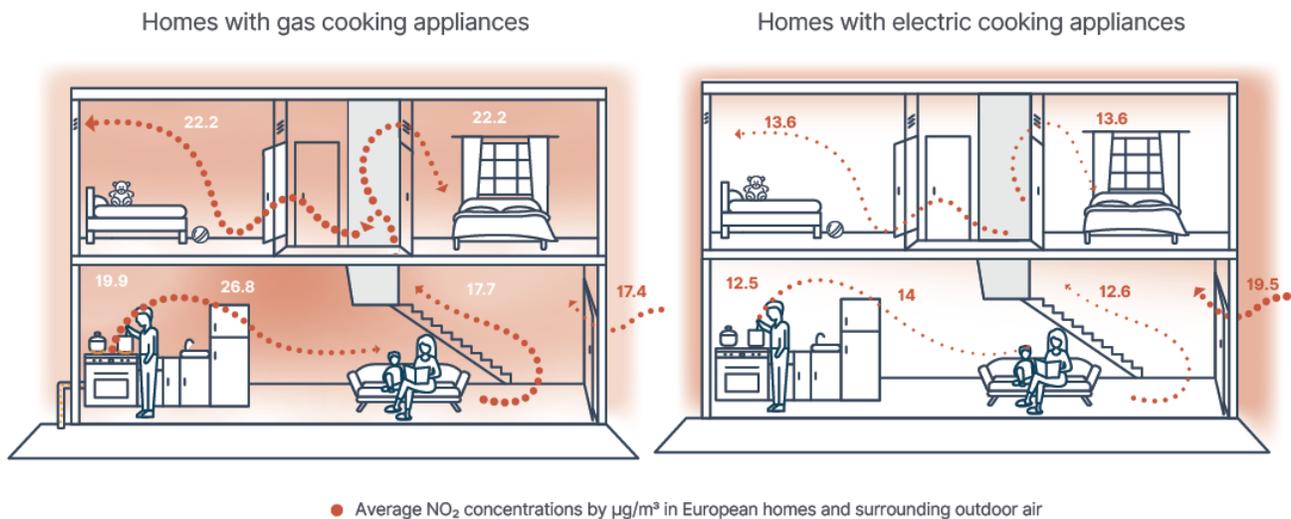
Die Auswertung aller Länderdaten zusammen (s. Abbildung 5) zeigt, wie sich die durchschnittlichen NO₂-Werte in den einzelnen Räumen und im Freien bei Haushalten mit Elektro- und Gaskochgeräten unterscheiden. In Haushalten mit Elektrokochfeld und Elektrobackofen waren die durchschnittlichen NO₂-Konzentrationen in Innenräumen niedriger und erreichten in der Küche einen Höchstwert von 14 µg/m³. Die NO₂-Konzentration im Freien war häufig höher, was wahrscheinlich auf die Verbrennung von Kraftstoffen zum Antrieb von Autos oder Industrieanlagen zurückzuführen ist,³⁴ wobei die Ergebnisse hier eine durchschnittliche Konzentration von 19,5 µg/m³ zeigen.

In Haushalten, in denen mit Gas gekocht wird, war das Gegenteil der Fall: Die Durchschnittswerte in der Küche lagen bei 26,8 µg/m³, während die Schadstoffkonzentration im Freien bei 17,4 µg/m³ lag.³⁵ Bei einigen Haushalten überstiegen die Innenraumwerte die oberen Messgrenzen des Sensors und erreichten Spitzenwerte von etwa 478 µg/m³.

ABBILDUNG 5. DURCHSCHNITTLICHE NO₂-KONZENTRATIONEN JE NACH KOCHTECHNOLOGIE IN KÜCHE, WOHNZIMMER, SCHLAFZIMMER UND IM FREIEN, FÜR ALLE LÄNDER



VERGLEICH DER DURCHSCHNITTLICHEN NO₂-KONZENTRATIONEN IN MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN HAUSHALTEN IN ALLEN LÄNDERN DER FELDDSTUDIE

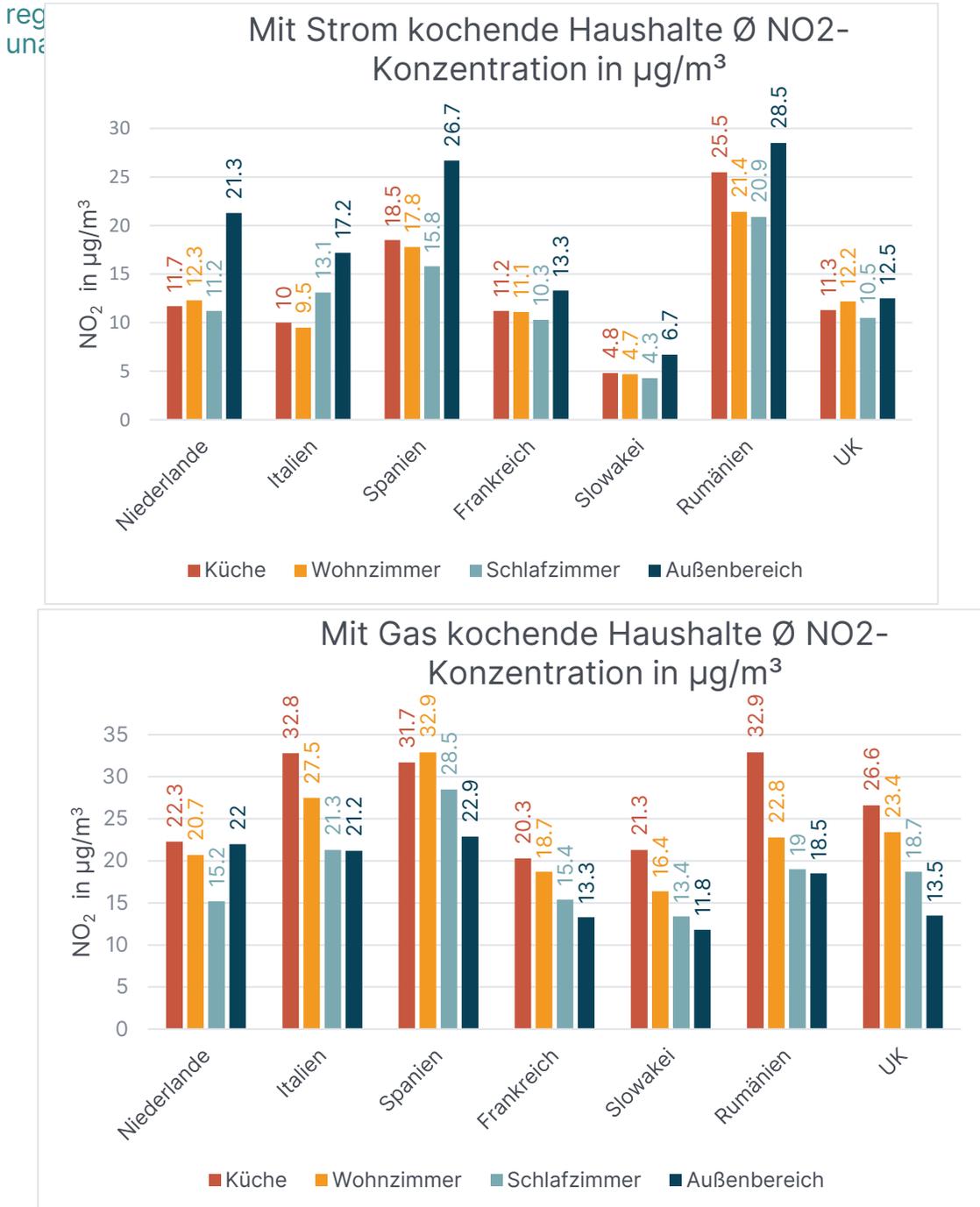


In Haushalten mit Elektro-Kochgeräten war die Innenraum-Luftverschmutzung in der gesamten Wohnung deutlich geringer als in Haushalten, die mit Gas kochten.

Diese Ergebnisse werden noch deutlicher, wenn man sie nach Ländern aufschlüsselt. Abbildung 6 zeigt die durchschnittlichen Werte der NO₂-Konzentration pro Land, die von den passiven Sensoren in der Küche, im Wohnzimmer, im Schlafzimmer und im Freien gemessen wurden. In allen Ländern

war die Luftreinheit in mit Strom kochenden Haushalten in den Innenräumen besser, wobei hier die höchsten NO₂-Konzentrationen im Freien festgestellt wurden. In Haushalten, in denen mit Gas gekocht wird, waren dagegen die NO₂-Werte in der Küche im Durchschnitt höher.

ABBILDUNG 6. DURCHSCHNITTLICHE NO₂-KONZENTRATIONEN JE LAND UND JE KOCHMETHODE IN VERSCHIEDENEN RÄUMEN
 Die Luftverschmutzung durch gasbetriebene Kochgeräte überstieg



Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass mit Strom kochende Haushalte, die eine höhere Luftverschmutzung in Innenräumen aufweisen, wahrscheinlich eher unter der Luftverschmutzung von draußen als unter der Luftverschmutzung durch Kochgeräte leiden. In Rumänien beispielsweise befanden sich die mit Strom kochenden Haushalte in Gebieten mit hoher Luftverschmutzung, wodurch die Werte der NO₂-Konzentration in Innenräumen dort höher waren als in anderen Ländern.³⁶

3.2. Faktoren, die zu einer höheren Innenraum-Luftverschmutzung bei mit Gas kochenden Haushalten beitragen

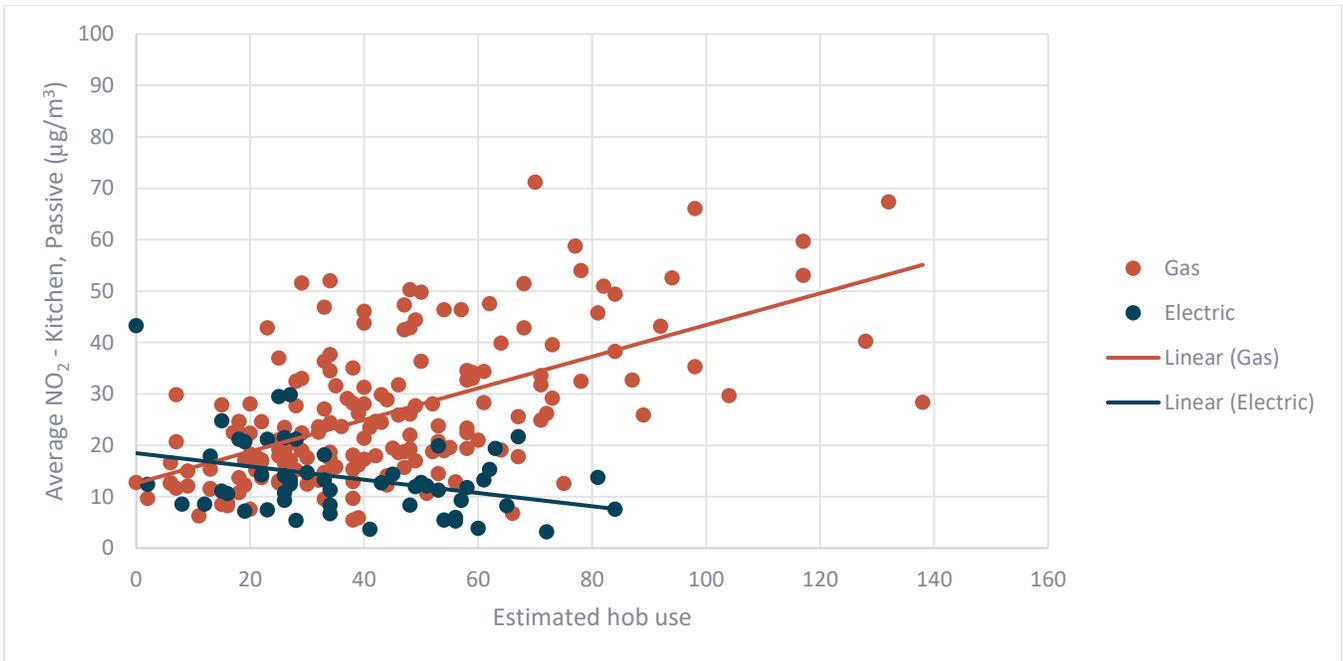
In der Studie wurden mehrere Faktoren ermittelt, die zu einer höheren Innenraum-Luftverschmutzung in mit Gas kochenden Haushalten beitragen. Diese Faktoren hatten keinen Einfluss auf die Schadstoffbelastung in mit Strom kochenden Haushalten.

Dauer des Kochens

Wenn in Haushalten, die mit Gas kochen, länger gekocht wurde, stiegen die NO₂-Konzentrationen in Innenräumen weiter an, solange das Kochfeld bzw. der Backofen in Betrieb war. In Haushalten, die Elektrokochfelder und -backöfen nutzen, war dies nicht der Fall.

Längeres Kochen mit Gas führt zu höheren NO₂-Werten. Das trifft auf Kochen mit Elektrogeräten nicht zu.

ABBILDUNG 7. INNEN ENTSTANDENE NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE VON MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN HAUSHALTEN, BASIEREND AUF DURCHSCHNITTLICHEN KOCHZEITEN



Bildtext: In Haushalten mit Elektro-Kochgeräten bleibt die NO₂-Belastung unabhängig von der Kochdauer gleich, während in Haushalten mit Gas-Kochgeräten eine viel größere Streuung zu beobachten ist, wobei ein Zusammenhang zwischen längerer Kochdauer und höherer NO₂-Belastung sichtbar wird.

Auswirkungen von Backöfen auf die Luftqualität in Innenräumen: Eine Fallstudie zum Vereinigten Königreich

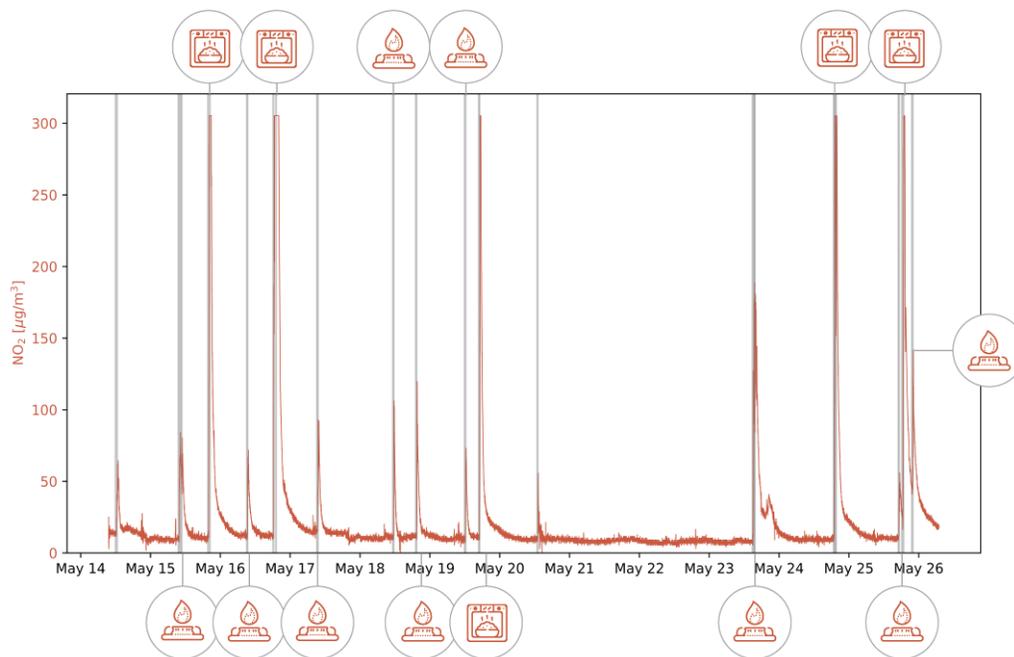
Der Absatz von Gasbacköfen ist in ganz Europa zugunsten effizienterer und benutzerfreundlicherer Elektrobacköfen zurückgegangen. Bei der Rekrutierung von Haushalten für diese Studie wurden im Vereinigten Königreich mehr Gasbacköfen gefunden als in anderen Ländern. Diese Haushalte wiesen im Durchschnitt etwas höhere NO₂-Konzentrationen in der Küche auf. Eine britische Küche, die in die Studie einbezogen wurde, ist ein hilfreiches Beispiel dafür, wie Gasbacköfen die Luftqualität in Innenräumen beeinträchtigen können.



Dieser Haushalt lebte in einem gemieteten Reihenhaus mit einer 32 m³ großen Küche ohne Dunstabzugshaube. Sie verwendeten einen Gasherd mit einem Gaskochfeld oben und darunter einem gasbetriebenen Grill und Backofen. Während der Feldstudie führten die Mitglieder des Haushalts Protokoll darüber, was sie auf welche Art kochten, und diese Muster wurden von den iButton-Temperatursensoren bestätigt. Abbildung 8 zeigt die Messungen des aktiven NO₂-Mikrosensors (rote Linien) und die Messwerte des iButtons (graue Linien). Der Gasbackofen wurde durchschnittlich 32 Minuten pro Tag benutzt, das Gaskochfeld 40 Minuten.

Wie Abbildung 8 zeigt, registrierten die aktiven NO₂-Mikrosensoren immer dann, wenn der Gasbackofen verwendet wurde, sehr hohe Spitzenwerte, die oft über dem maximalen Messbereich des Sensors lagen und die Grenzwerte der WHO und der EU / des Vereinigten Königreichs überstiegen. Die passiven NO₂-Sensoren registrierten im Vergleich dazu deutlich höhere Schadstoffwerte (46,1 µg/m³ mit den passiven Sensoren und 22,1 µg/m³ mit den aktiven Sensoren), was darauf hindeutet, dass die tatsächliche Konzentration die Grenzwerte der WHO und der EU / des Vereinigten Königreichs sogar noch stärker überschritt.

ABBILDUNG 8. LUFTQUALITÄT-TENDENZEN BEIM KOCHEN MIT GASKOCHFELDERN UND GASBACKÖFEN ANHAND EINES BEISPIELS AUS DEM VEREINIGTEN KÖNIGREICH



In der obigen Grafik zeigen die grauen Linien an, wann, auf der Grundlage der iButton-Messungen, Essen zubereitet wurde. Die roten Linien zeigen die NO₂-Werte, die auf den Messungen der aktiven Sensoren basieren. Das Forschungsteam konnte feststellen, ob der Backofen oder das Kochfeld benutzt wurde, indem es die mit Zeitstempeln versehenen Fotos überprüfte, die der Haushalt seinem täglichen Logbuch beigefügt hatte. Immer wenn der Gasbackofen verwendet wurde, erreichten die NO₂-Konzentrationen Spitzenwerte, die oft über dem maximalen Messbereich des Sensors lagen und die Grenzwerte der WHO und der EU / des Vereinigten Königreichs überstiegen.

3.3. Schadstoffwerte im Vergleich zu internationalen und europäischen Standards

Um das Ausmaß der Luftverschmutzung in Innenräumen durch Gas- und Elektrokochgeräte in europäischen Haushalten zu beurteilen, verglich TNO die Ergebnisse des Innenraum-Monitorings mit den Schadstoffgrenzwerten, die in der europäischen Richtlinie über die Luftqualität von 2010³⁷ und den britischen Air Quality Standards Regulations³⁸ für die Luftverschmutzung im Außenbereich vorgeschrieben sind, sowie mit den empfohlenen Werten für Außenbereiche und Innenräume in den

WHO-Luftqualitätsrichtlinien von 2021.³⁹ Die von den Küchensensoren gesammelten Daten wurden für den Vergleich mit den WHO-Richtlinien und den EU-/UK-Grenzwerten herangezogen, da sie Messwerte sowohl von den aktiven als auch von den passiven Sensoren enthielten. Die Messwerte der Sensoren im Rest des Hauses konnten nicht sinnvoll mit internationalen oder europäischen Standards verglichen werden, da von diesen nur passive Sensordaten erfasst wurden.

Internationale und europäische Grenzwerte für verschiedene Schadstoffe

Die WHO-Leitlinien geben empfohlene Schadstoffwerte an, die die Länder in ihren lokalen Vorschriften zum Schutz der öffentlichen Gesundheit anwenden können. Sie spiegeln die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse wider und setzen Verschmutzungswerte an, bei deren Überschreitung nachweislich erhebliche negative Auswirkungen auf die Gesundheit zu erwarten sind.⁴⁰

Die Tabellen 5, 6 und 7 zeigen die empfohlenen Werte für NO₂, CO und PM_{2,5}.

TABELLE 5. EU-/UK-GRENZWERTE UND WHO-LEITLINIEN FÜR NO₂ (1 µg/M³ = 0,523 PPB)

Werte	Innen/ Außen	Pro Jahr [µg/m ³]	24 Std. [µg/m ³]	1 Std. [µg/m ³]
EU und UK NO ₂ - Grenzwerte	Außen	40	-	200*
WHO-Leitlinien	Beides	10	25	200

**Darf innerhalb eines Kalenderjahres nicht mehr als 18 Mal überschritten werden*

TABELLE 6. EU-/UK-GRENZWERTE UND WHO-LEITLINIEN FÜR CO (1 µg/M³ = 0,858 PPB)

Werte	Innen/ Außen	24 Std. [µg/m ³]	8 Std. [µg/m ³]	1 Std. [µg/m ³]	15 Min. µg/m ³
EU und UK CO- Grenzwerte	Außen	-	10	-	-
WHO-Leitlinien	Beides	4	10	35	100

TABELLE 7. EU-/UK-GRENZWERTE UND WHO-LEITLINIEN FÜR PM_{2,5}

Werte	Innen/ Außen	Pro Jahr [µg/m ³]	24 Std. [µg/m ³]
EU und UK PM _{2,5} - Grenzwerte	Außen	25	-
WHO-Leitlinien	Beides	5	15

Im Jahr 2021 überarbeitete die WHO die Leitlinien von 2005 und senkte den Jahreswert für die NO₂-Konzentration von 40 µg/m³ auf 10 µg/m³.⁴¹ Der Zielwert von 40 µg/m³ aus dem Jahr 2005 gilt zwar in vielen Teilen der Welt als erreichbar, er wird jedoch mit erheblichen negativen Auswirkungen auf die Atemwege wie z. B. Asthma und vermehrten Atemwegsinfektionen in Verbindung gebracht, insbesondere bei gefährdeten Bevölkerungsgruppen wie Kindern und älteren Menschen.⁴²

Trotz dieser Änderung auf internationaler Ebene gelten die in den Luftqualitätsnormen der EU und des Vereinigten Königreichs 2010 festgelegten verbindlichen Grenzwerte für die NO₂-Konzentration

(40 µg/m³) weiterhin.⁴³ Es gibt positive Anzeichen dafür, dass die Grenzwerte an die WHO-Leitlinien angepasst werden, da das Europäische Parlament im September 2023 beschlossen hat, die Luftqualität zu verbessern und die Grenzwerte für die Luftqualität zu verschärfen, um eine saubere und gesunde Umwelt für die Bürger der EU zu schaffen.⁴⁴

NO₂-Grenzwert-Überschreitung in mit Gas bzw. Strom kochenden Haushalten

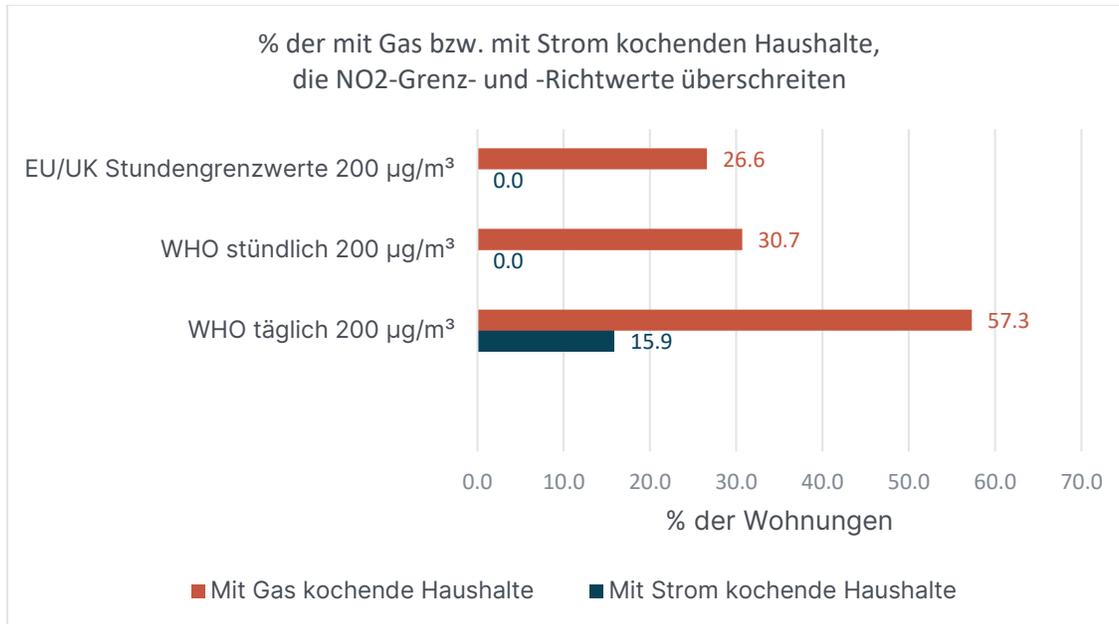
Von den ins Monitoring einbezogenen Haushalten wurden minutengenaue Daten zu den NO₂-Konzentrationen erfasst und die Ergebnisse wurden verwendet, um zu beurteilen, ob in Haushalten mit Gas- und Elektrokochgeräten die NO₂-Belastung die von der WHO sowie den Regierungen der EU und des Vereinigten Königreichs festgelegten Grenzwerte übersteigt. Überschreitungen in Bezug auf die Jahreswerte wurden nicht berechnet, da das Monitoring in jedem Land an 13 Tagen stattfand. Es kann nicht repräsentativ für das ganze Jahr sein, weil sich die Koch- und Lüftungspraktiken in den verschiedenen Jahreszeiten ändern können.

In Haushalten, in denen mit Gas gekocht wurde, wurden die WHO-Leitlinien sowie die Luftqualitätsnormen der EU und des Vereinigten Königreichs für NO₂ regelmäßig überschritten.

Abbildung 9 zeigt, dass die mit Gas kochenden Haushalte im Durchschnitt sowohl die Stunden-^{vi} als auch die Tagesgrenzwerte überschritten, während hier der Anteil der mit Strom kochenden Haushalte deutlich geringer war. Wie oben erläutert, sind die Überschreitungen bei Elektrokochgeräten wahrscheinlich auf die NO₂-Belastung im Freien zurückzuführen, die durch das Öffnen der Fenster in die Wohnungen gelangt.

^{vi} Die stündlichen Grenzwerte der WHO und der EU / des Vereinigten Königreichs wurden wie folgt festgelegt: Die stündlichen Grenzwerte der EU und des Vereinigten Königreichs basieren auf den durchschnittlichen Konzentrationen pro Stunde (z. B. zwischen 9:00 und 10:00 Uhr), während die stündlichen Grenzwerte der WHO auf dem Zeitpunkt basieren, an dem die Spitzenwerte der Luftverschmutzung ermittelt wurden. Wenn beispielsweise beim Kochen zwischen 9:15 und 10:15 Uhr Spitzenkonzentrationen auftreten, wurde dieses Zeitintervall zur Berechnung des Stundenmittelwerts herangezogen. Da die WHO-Grenzwerte für die NO₂-Exposition niedriger sind, wird die Anzahl der Stunden, in denen die stündlichen WHO-Leitlinien überschritten werden, immer gleich oder höher sein als die stündlichen EU-/UK-Grenzwerte.

ABBILDUNG 9. DURCHSCHNITTLICHE ÜBERSCHREITUNG DER WHO- UND EU/UK NO₂-GRENZWERTE IN MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN HAUSHALTEN.



Dieses Ergebnis wird auch in Tabelle 8 deutlich, in der die Überschreitungswerte nach Ländern aufgelistet sind.

TABELLE 8. ÜBERSCHREITUNGEN DER NO₂-GRENZWERTE UND RICHTWERTE FÜR ÜBERWACHTE KÜCHEN IN ALLEN LÄNDERN

NO ₂ -Grenz-/Richtwert	% der Haushalte über dem Grenzwert													
	Niederlande		Italien		Spanien		Frankreich		Slowakei		UK		Rumänien	
Land	El.	Gas	El.	Gas	El.	Gas	El.	Gas	El.	Gas	El.	Gas	El.	Gas
Elektro- vs. Gaskochgeräte														
EU stündlich 200 µg/m ³	0	27*	0	24*	0	69*	0	29*	0	15*	0	25	0	19*
WHO täglich 25 µg/m ³	17	54	0	72	50	85	0	53	0	44	0	55	0	52
WHO stündlich 200 µg/m ³	0	31	0	28	0	77	0	29	0	22	0	25	0	24

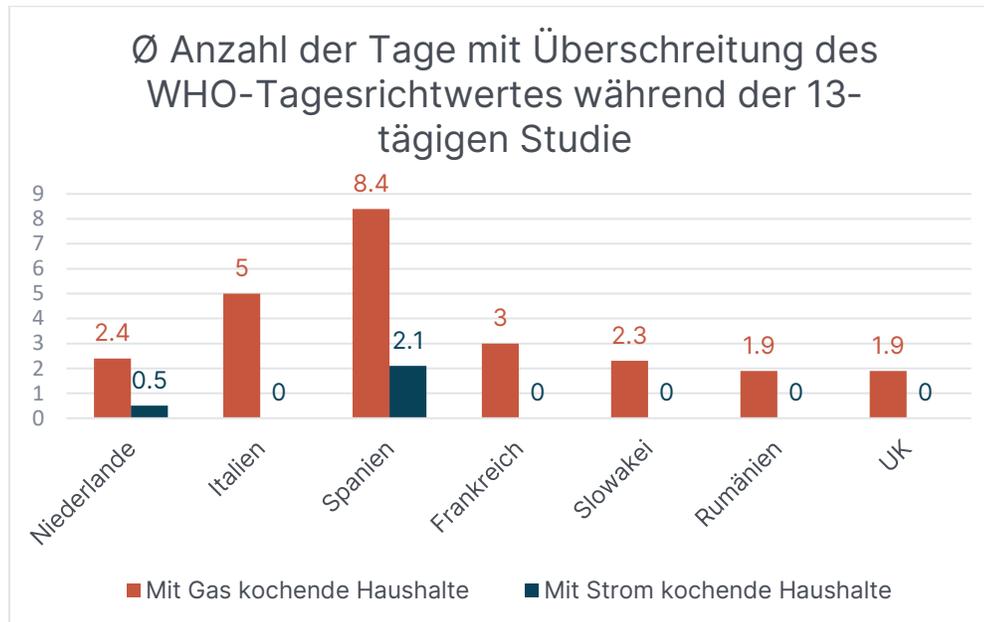
*Extrapolation der Messdaten von 13 Tagen auf die jährliche Überschreitung

Die Daten der Studien zeigten Folgendes:

- In allen sieben Ländern überschritt die Mehrheit der Haushalte, in denen mit Gas gekocht wurde, die von der WHO festgelegten Tagesgrenzwerte für NO₂. Im Durchschnitt überschritten die spanischen Haushalte diese Grenzwerte an 8 von 13 Messtagen, während die italienischen Haushalte sie an 5 von 13 Tagen überschritten. In den Niederlanden und in Spanien überschritten auch mehrere Haushalte mit Elektrokochgeräten diese Grenzwerte. Da die außen gemessenen NO₂-Werte höher waren als die NO₂-Werte in den Innenräumen dieser Haushalte mit Elektrokochgeräten, kam das Forschungsteam zu dem Schluss, dass die Messwerte zur

Innenraum-Luftverschmutzung durch das Eindringen der Außenluftverschmutzung in die Gebäude beeinflusst worden sein könnten.^{vii}

ABBILDUNG 10. DURCHSCHNITTliche ANZAHL VON TAGEN MIT ÜBERSCHREITUNG DES WHO-TAGESRICHTWERTS WÄHREND DES 13-TÄGIGEN MESSZEITRAUMS



- Die verbindlichen stündlichen NO₂-Grenzwerte der EU und des Vereinigten Königreichs wurden je nach Land von 15 % bis 69 % der mit Gas kochenden Haushalte überschritten.^{viii} Das bedeutet, dass die NO₂-Belastung in Innenräumen bei Einsatz von Gas-Kochgeräten häufig die vorgeschriebenen Grenzwerte für die Luftverschmutzung im Freien überschreitet – in Innenräumen werden die Werte jedoch nicht überwacht, und es wurden auch keine Grenzwerte für die Innenraum-Luftverschmutzung festgelegt. Mit Strom kochende Haushalte haben die Grenzwerte für den Außenbereich nicht überschritten.
- Die in den WHO-Leitlinien festgelegten stündlichen NO₂-Grenzwerte wurden von 22 % bis 77 % aller teilnehmenden Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten. Mit Strom kochende Haushalte haben diese Grenzwerte nicht überschritten.

^{vii} Gemäß den WHO-Luftqualitätsrichtlinien von 2021 wird die Luftverschmutzung in Innenräumen nicht nur durch Innenraumquellen, sondern auch durch Außenluftschadstoffe verursacht, die durch die Belüftung und das Eindringen durch die Gebäudehülle in die Innenräume gelangen. In Innenräumen, in denen es keine Luftverschmutzungsquellen gibt, sind Schadstoffe aus dem Freien die Hauptursache für die Luftverschmutzung.

^{viii} Ausgehend von der Anzahl der Stunden, in denen mit Gas kochende Haushalte die stündlichen NO₂-Grenzwerte der EU und des Vereinigten Königreichs während des Monitoring-Zeitraums überschritten haben, kann davon ausgegangen werden, dass diese Haushalte die in den Richtlinien und Normen zur Luftqualität festgelegten 18 Stunden pro Jahr überschreiten werden.

Demnach sind die Bewohner von Haushalten, in denen mit Gas gekocht wird, regelmäßig kurzfristig höheren NO₂-Konzentrationen ausgesetzt, wobei eine stündliche Konzentration von 200 µg/m³ überschritten wird. Angesichts der hohen Zahl von Tagen, an denen die Haushalte die Tagesrichtwerte der WHO überschritten haben, handelt es sich hierbei nicht um einmalig auftretende Situationen. Infolgedessen können Menschen, die mit Gasgeräten kochen, insbesondere solche, die anfälliger sind oder Vorerkrankungen haben, einem höheren Risiko unmittelbarer Gesundheitsprobleme ausgesetzt sein, wie z. B. einer Verschlimmerung von Asthmasymptomen und anderen Erkrankungen der Atemwege.

Zur Erläuterung der Auswirkungen dieser Ergebnisse:

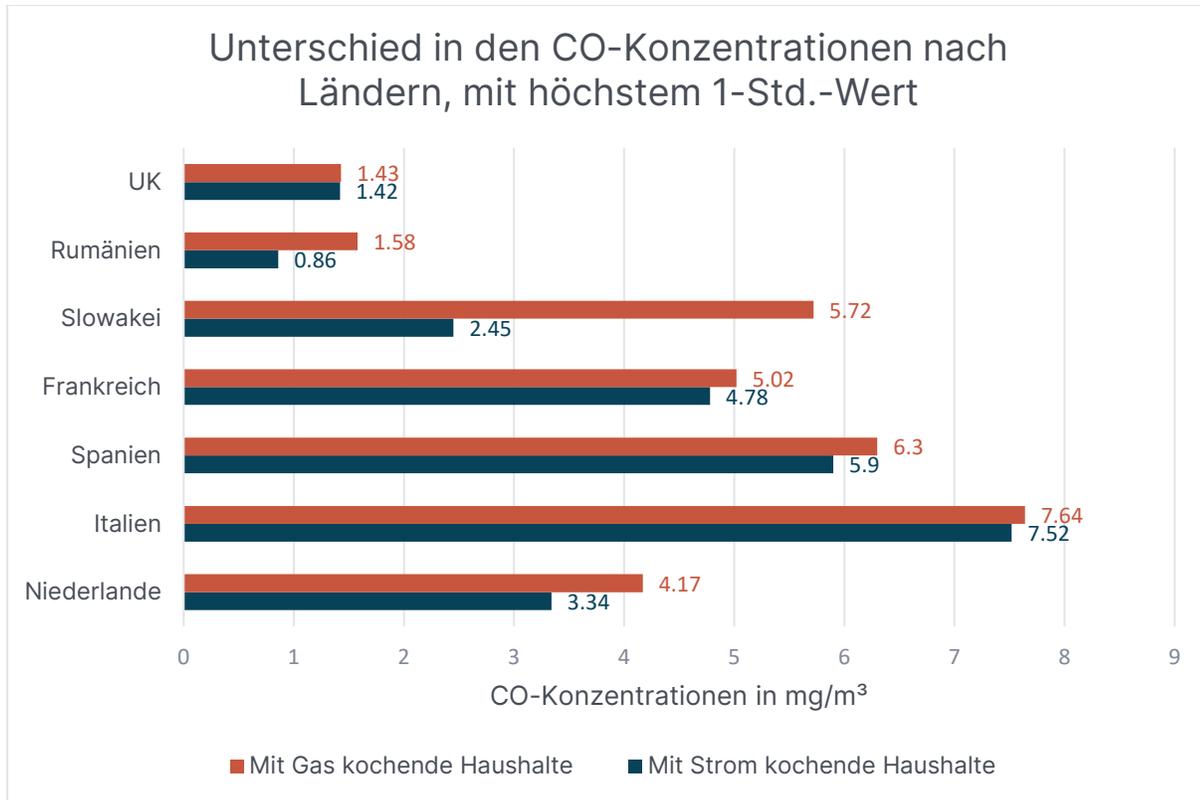
Eine kurzzeitige Exposition gegenüber höheren NO₂-Konzentrationen, insbesondere solchen, die eine stündliche Konzentration von 200 µg/m³ überschreiten, kann unmittelbare Gesundheitsprobleme verursachen, indem sie Atemwegssymptome wie Husten, pfeifende Atmung und Atembeschwerden verschlimmert oder hervorruft, was zu vermehrten Krankenhausaufenthalten führt.⁴⁵

Problemstellungen bei der Überwachung von Kohlenmonoxid

Das Innenraum-Monitoring deckte einen kleinen, aber signifikanten Unterschied zwischen den CO-Werten in Haushalten, die mit Gas und solchen, die mit Strom kochen, auf. In Haushalten, die mit Gas kochen, war die CO-Belastung tendenziell höher. Die Unterschiede waren jedoch nicht in allen Ländern signifikant. Für alle Länder waren es insgesamt vier mit Gas kochende Haushalte, bei denen die täglichen CO-Grenzwerte der WHO-Leitlinien möglicherweise überschritten wurden. Mit Strom kochende Haushalte haben diese Grenzwerte nicht überschritten.

Die Ergebnisse wurden jedoch durch die Empfindlichkeit des CO-Sensors beeinflusst, der zur Überwachung des Schadstoffs verwendet wurde.⁴⁶ Bei der Prüfung der endgültigen Ergebnisse wurde festgestellt, dass der CO-Sensor auf Ethanol und andere flüchtige organische Verbindungen reagierte. Die CO-Daten der Haushalte können daher durch Alkohol oder Reinigungsmittel in den Küchen kontaminiert worden sein.⁴⁷ Weitere Untersuchungen der tatsächlichen CO-Konzentration beim Kochen sind erforderlich, um festzustellen, ob dieser Schadstoff in den Küchen Europas ein Problem darstellt.

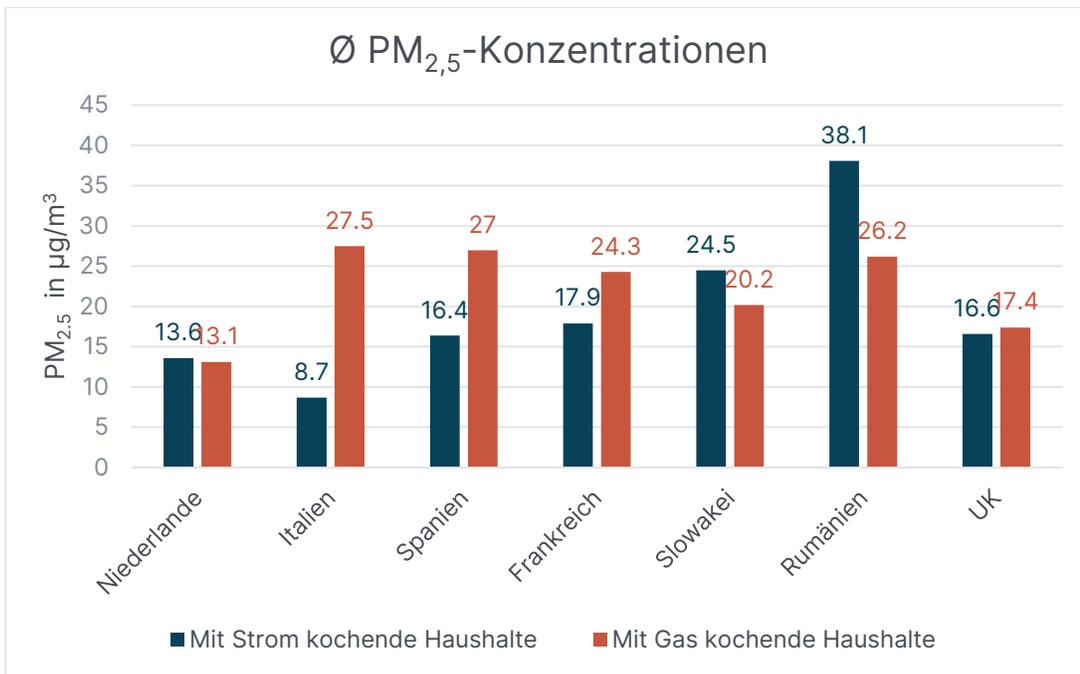
ABBILDUNG 11. HÖCHSTE STÜNDLICHE CO-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE, JE LAND UND JE KOCHMETHODE



Feinstaub PM_{2,5} durch Kochvorgänge und nicht durch das Kochgerät verursacht

Sowohl in Haushalten, die mit Gas kochen, als auch solchen, die mit Strom kochen, wurden vergleichsweise hohe PM_{2,5}-Feinstaubwerte gemessen, von denen die überwiegende Mehrheit den WHO-Tagesrichtwert von 15 µg/m³ überschritten. Da außen keine Feinstaub PM_{2,5}-Sensoren angebracht wurden, konnte nicht festgestellt werden, ob die Konzentrationen in Innenräumen durch Luftverschmutzung im Freien beeinflusst wurden. Aufgrund der Ergebnisse anderer Studien⁴⁸ und der für einige Haushalte ermittelten NO₂-Belastung der Außenluft ist es möglich, dass die PM_{2,5}-Belastung in Innenräumen durch hohe Konzentrationen im Freien beeinflusst wurden.

ABBILDUNG 12. DURCHSCHNITTLICHE PM_{2,5}-FEINSTAUBKONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE, JE LAND UND JE KOCHTECHNOLOGIE



PM_{2,5}-Konzentrationen werden durch den Vorgang des Kochens von Lebensmitteln und nicht das Kochgerät selbst emittiert.

PM_{2,5}-Feinstaub in Innenräumen entsteht durch die Verdunstung von Öl und Zutaten in Pfanne oder Topf, und die emittierte Menge hängt von der Garmethode und -temperatur, dem verwendeten Öl und dem Fettgehalt der Lebensmittel ab.⁴⁹⁵⁰ Die Teilnehmer wurden gebeten, im Verlauf der Studie Informationen über die von ihnen zubereiteten Lebensmittel und die von ihnen verwendete Lüftung aufzuzeichnen und Fotos zu machen. In Haushalten mit höheren PM_{2,5}-Feinstaubwerten machten die Teilnehmer Fotos oder gaben Erklärungen, aus denen hervorging, dass Lebensmittel anbrannten oder dass beim Kochen übermäßiger Rauch entstand (Abbildung 13). Diese Ergebnisse verdeutlichen, wie wichtig es ist, Dunstabzugshauben mit hoher Schadstoffabscheidungseffizienz zu verwenden, die die Luft aus der Küche ins Freie leiten.

ABBILDUNG 13. BELEGE ZU AUSWIRKUNGEN VON KOCHMETHODEN AUF DIE PM_{2,5}-WERTE

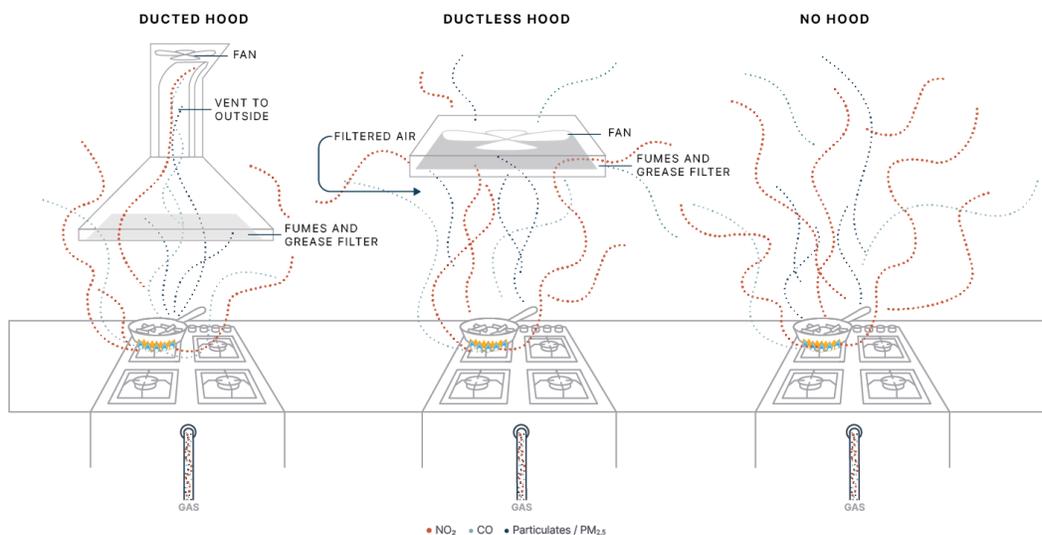


Fotos von teilnehmenden Haushalten in Frankreich zeigen leicht angebrannte Lebensmittel, die zu höheren PM_{2,5}-Werten führen.

3.4. Auswirkungen der Wohnungsbelüftung auf die Luftqualität in Innenräumen

Ein Ziel der Studie bestand darin, die möglichen Auswirkungen der Belüftung auf die Luftqualität in Innenräumen zu ermitteln. Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass eine angemessene Belüftung die Luftverschmutzung in der Küche wirksam verringern kann.^{51,52} Bei der Rekrutierung der Haushalte gaben die potenziellen Teilnehmenden Auskunft über die Belüftung in ihrem Wohnbereich. Das Forschungsteam fragte speziell danach, ob sie über eine Belüftungsanlage für die ganze Wohnung, nach außen geführte Dunstabzugshauben, keine Belüftung oder Umlufthauben verfügen, die die Kochluft filtern und wieder in die Küche zurückführen. Die Mehrheit der Haushalte (104) gab an, Dunstabzugshauben mit externem Abzug zu verwenden, während 68 Haushalte angaben, keine Dunstabzugshaube zu verwenden oder zu besitzen. 30 Haushalte gaben an, eine Umlufthaube zu besitzen. Das Projektteam gab den Teilnehmern Hilfestellung bei der Erläuterung der verschiedenen Belüftungsarten und forderte Fotos ihrer Geräte an, aber es wurden keine Hausbesuche durchgeführt, um die Richtigkeit der Angaben zu überprüfen.

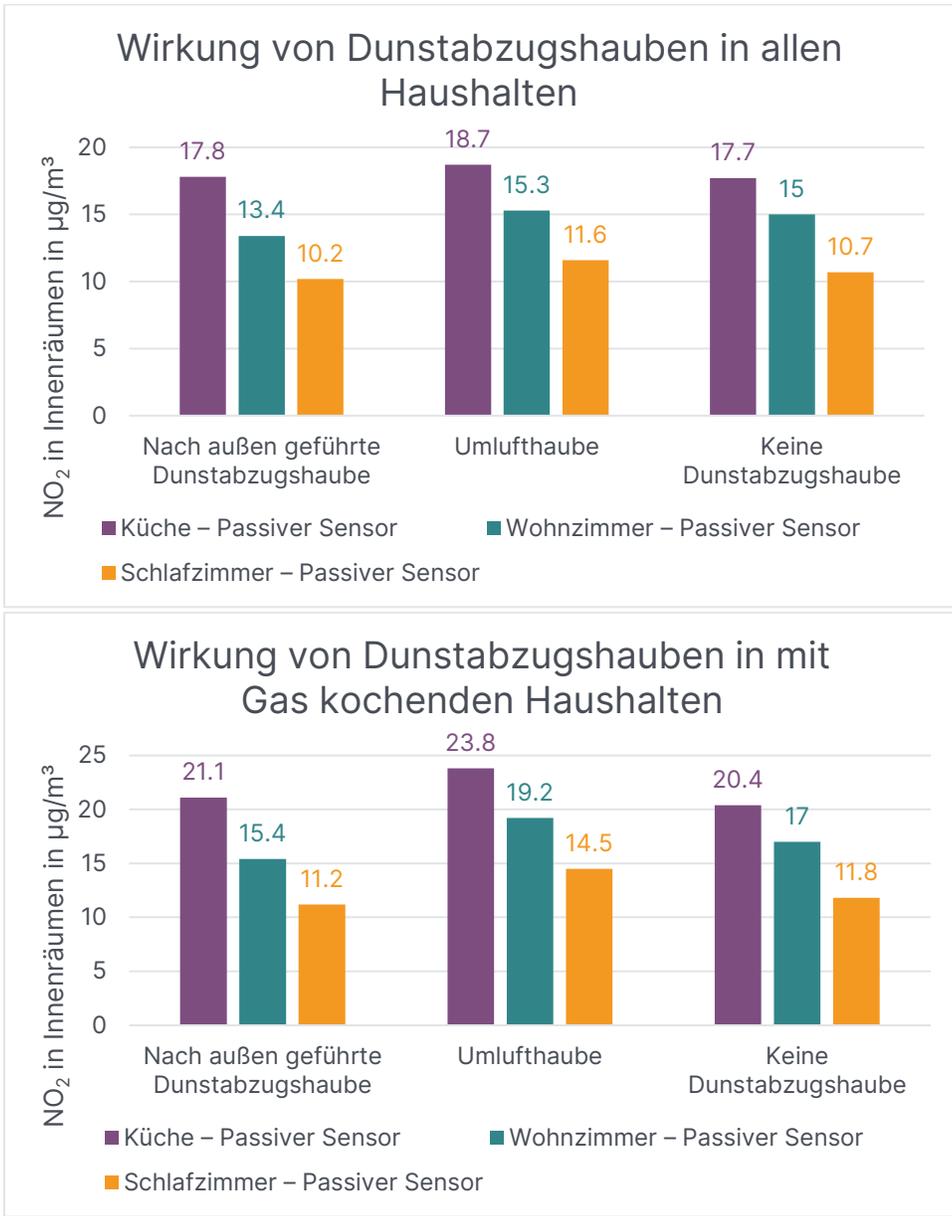
ABBILDUNG 14. ÜBERBLICK ÜBER DIE IN DER STUDIE ERFASSTEN BELÜFTUNGSTYPEN



Die Ergebnisse über Dunstabzugshauben im Schnitt wiesen die Haushalte, die angaben, über Dunstabzugshauben mit externem Abzug in der Küche zu verfügen, keine signifikant niedrigeren NO₂- oder PM_{2,5}-Werte auf, als die Haushalte, die angaben, keine Belüftungsanlage zu besitzen.⁵³

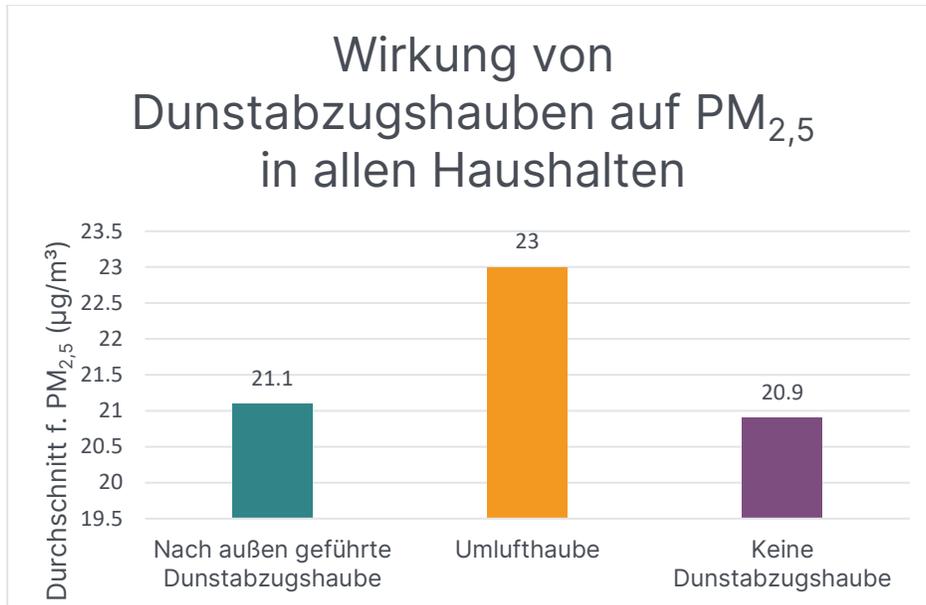
Wie aus Abbildung 15 hervorgeht, waren Dunstabzugshauben mit externem Abzug bei der Verringerung der NO₂-Belastung in Innenräumen etwas wirksamer als Umlufthauben. Umlufthauben zeigten bei der Reduzierung der NO₂-Werte in Innenräumen die geringste Wirkung. Dennoch: Unter allen Lüftungsbedingungen lagen die Schadstoffkonzentrationen in Haushalten, die mit Gas kochten, höher.

ABBILDUNG 15. VERGLEICH DER DURCHSCHNITTLICHEN NO₂-KONZENTRATION IN INNENRÄUMEN IN DER GESAMTEN WOHNUNG, AUFGESCHLÜSSELT NACH DUNSTABZUGSHAUBEN-TYP, FÜR ALLE HAUSHALTE UND FÜR MIT GAS KOCHENDE HAUSHALTE



Die gleiche Tendenz wurde für die Konzentration von PM_{2,5} in der Küche beobachtet, wie in Abbildung 16 zu sehen ist.

ABBILDUNG 16. DURCHSCHNITTLICHE PM_{2,5}-KONZENTRATION IN DER KÜCHE FÜR ALLE HAUSHALTE, DIE AUF GAS- UND ELEKTROKOCHFELDERN KOCHEN



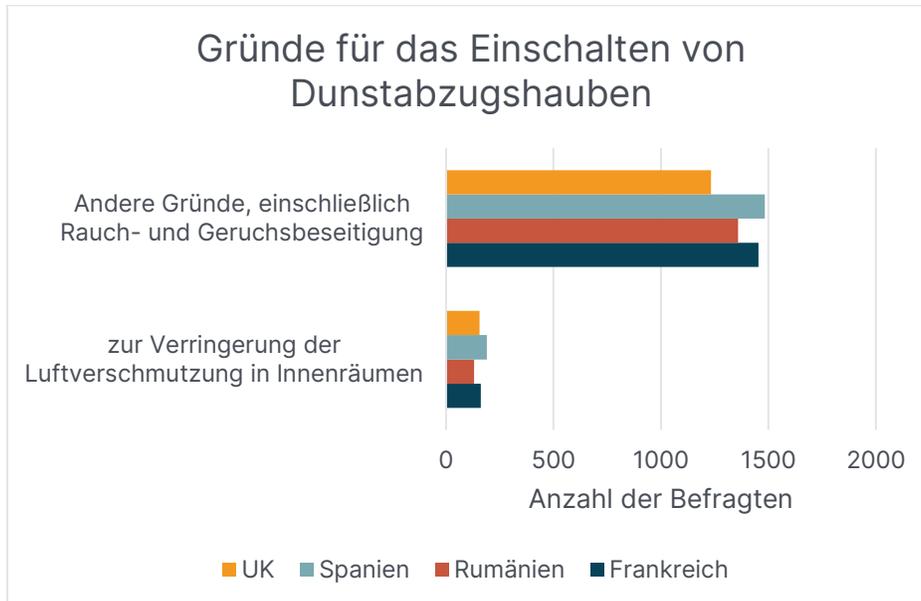
Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Umlufthauben, die häufig in Etagenwohnungen zu finden sind, die am wenigsten wirksame Lüftungsmethode sind. Die Effizienz der Umlufthaube und des Filters nimmt im Verlauf der Zeit unglaublich schnell ab.⁵⁴ Da sich diese Technologie in erster Linie auf die Beseitigung von Gerüchen aus dem Kochprozess (im Gegensatz zu Schadstoffen) mithilfe des Aktivkohlefilters konzentriert, verwenden die Nutzer die Haube möglicherweise seltener, schalten sie aus, um den Geräuschpegel zu verringern, und/oder lassen die Fenster geschlossen, sobald die Gerüche beseitigt sind. Dies sind Verhaltensweisen, die zu höheren NO₂⁵⁵-Werten führen.^[OBJ]

Vor dem Monitoring-Zeitraum teilten die Haushalte mit, ob sie eine Dunstabzugshaube besitzen und benutzen. Möglich wäre, dass die Teilnehmer ihr Nutzungsverhalten im Vergleich zu ihren ursprünglichen Angaben geändert haben, was erklären könnte, warum es keine signifikanten Unterschiede in der Wirkung der verwendeten Dunstabzugshauben gab. (Die Forscher hatten keinen Einblick in die Benutzung der verwendeten Dunstabzugshauben oder in die Leistungsstufe, mit der sie während der Erhebung betrieben wurden) Um die NO₂ und PM_{2,5}-Belastung in Innenräumen zu verringern, muss sichergestellt werden, dass die Haushalte Zugriff auf eine angemessene Belüftung haben und diese nutzen.

Bereits vorliegende Untersuchungen bestätigen, dass Dunstabzugshauben, selbst wenn sie vorhanden sind, nicht immer genutzt werden⁵⁶ oder auch nicht funktionsfähig sind und dass viele Belüftungsstrategien nicht hinreichend wirken.⁵⁷ Anfang 2023 führte CLASP eine Umfrage im Vereinigten Königreich, in Spanien, Rumänien und Frankreich durch, die ergab, dass vor allem gelüftet wird, um Kochgerüche zu beseitigen und Dunst zu reduzieren, und nur 20 % der Befragten lüften, um die Luftverschmutzung in Innenräumen zu verringern.⁵⁸ Dies bedeutet, dass

Dunstabzugshauben meist erst dann eingeschaltet werden, wenn der Bedarf durch Rauch oder Dunstschwaden ausgelöst wird, und nicht, wie in den Best-Practice-Empfehlungen vorgesehen, vom Beginn des Kochens bis etwa zehn Minuten nach Beendigung des Kochvorgangs laufen.^{ix59}

ABBILDUNG 17. GRÜNDE FÜR DIE VERWENDUNG VON BELÜFTUNGSANLAGEN IN DER KÜCHE: ERGEBNISSE EINER 2023 DURCHFÜHRTEN CLASP-VERBRAUCHERUMFRAGE IN GROßBRITANNIEN, SPANIEN, RUMÄNIEN UND FRANKREICH



Belüftung, insbesondere durch Dunstabzugshauben, kann ein wirksames Mittel sein, um die NO₂-Belastung durch Gaskochgeräte und die durch das Kochen von Lebensmitteln entstehende PM_{2,5}-Luftverschmutzung zu verringern – unter dem Vorbehalt, dass es keine „sicheren“ Verschmutzungswerte gibt. Die Hersteller müssen Dunstabzugshauben so konstruieren, dass sie die Schadstoffe wirksam auffangen und gleichzeitig keinen Lärm verursachen, der von der Nutzung abhält, und die Haushalte müssen sie einschalten und ordnungsgemäß während und nach dem Kochvorgang nutzen.

TIPPS FÜR ANGEMESSENE BELÜFTUNG IN DER KÜCHE BEIM KOCHEN

1. Verwenden Sie nach Möglichkeit eine Dunstabzugshaube, schalten Sie diese ein, sobald das Kochfeld eingeschaltet wird, und lassen Sie sie nach dem Ausschalten des Kochfeldes zehn Minuten lang weiterlaufen.
2. Befolgen Sie die Anweisungen des Herstellers zum Auswechseln/Reinigen der Fettfilter in der Dunstabzugshaube.
3. Wenn der Ventilator der Dunstabzugshaube nicht funktioniert, reparieren oder ersetzen Sie diesen so schnell wie möglich.
4. Achten Sie beim Ersetzen einer Dunstabzugshaube oder der Installation einer neuen Anlage darauf, dass die Abluft nach außen geführt wird. Informieren Sie sich über den Schadstoffabscheidegrad und den Luftdurchsatz des Produkts, um sicherzustellen, dass es ausreichend geeignet ist, Luftverschmutzung zu beseitigen.

^{ix} Eine Anleitung zur Verringerung der NO₂-Emissionen beim Kochen mit Gas und des PM_{2,5}-Feinstaubes beim Kochen insgesamt finden Sie in der CLASP-Ressource „How to Improve Air Quality in Your Home When You Have a Gas Hob or Oven“ (Wie Sie die Luftqualität in Ihrer Wohnung verbessern können, wenn Sie einen Gasherd oder -backofen haben), die unter <https://www.clasp.ngo/cook-cleaner-europe> abrufbar ist.

5. Wenn eine Dunstabzugshaube nicht in Frage kommt, sollten Sie während und nach dem Kochen die Fenster öffnen, damit die NO_2 -Belastung vom Gasherd sowie der $\text{PM}_{2,5}$ -Feinstaub vom Kochvorgang so schnell wie möglich den Raum verlassen können.

4. Erkenntnisse auf Länderebene

4.1. Niederlande

Überblick über die Landesergebnisse^x

Im Rahmen der Feldstudie wurden erfolgreich Daten von insgesamt 37 niederländischen Haushalten erhoben:

- 29 mit Gaskochfeld und Elektrobackofen. Keine Haushalte mit Gasbacköfen.
- 8 mit Elektrokochfeldern und -backöfen.

Die Raumluftqualität war in Haushalten, die mit Gas kochten, deutlich schlechter:

- Die NO₂-Werte waren in den Küchen und Wohnzimmern von Haushalten, die mit Gas kochten, sehr viel höher. Mehr als die Hälfte der niederländischen Haushalte, die mit Gas kochten, überschritten die WHO-Tagesrichtwerte, gegenüber nur einem mit Strom kochenden Haushalt. Nur Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten die WHO-Stundenrichtwerte und die stündlichen EU-Grenzwerte.
- Bei den CO-Werten gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen.
- Es gab keinen signifikanten Unterschied bei den PM_{2,5}-Feinstaubkonzentrationen zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen. Sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solche, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO für PM_{2,5}.

65,4 % DER HAUSHALTE KOCHEN MIT GAS
72.961 KINDER MIT AKTUELLEM ASTHMA, WELCHES MIT
GASKOCHVORGÄNGEN IN ZUSAMMENHANG GEBRACHT
WIRD

**CLASP UND EPHA (EUROPEAN PUBLIC HEALTH ALLIANCE), 2023*

ABBILDUNG 18. KARTE DER MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN NIEDERLÄNDISCHEN HAUSHALTE, MIT NO₂-WERTEN

^x Alle Einzelheiten finden Sie im TNO-Bericht 2023: Health Effects in Europe from Cooking on Gas — Phase II Field Study (Gesundheitliche Auswirkungen des Kochens mit Gas in Europa – Phase II Feldstudie)



NO₂-Schadstoffkonzentrationen

Die NO₂-Werte waren in den meisten Haushalten, die mit Gas kochen, deutlich höher. In einem Haushalt mit Elektrokochgeräten wurden höhere NO₂-Werte gemessen, was wahrscheinlich auf hohe NO₂-Werte im Außenbereich zurückzuführen war.

ABBILDUNG 19. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN DEN NIEDERLANDEN IN DER KÜCHE, IM WOHNZIMMER, IM SCHLAFZIMMER UND IM FREIEN FÜR MIT STROM KOCHENDE GEGENÜBER MIT GAS KOCHENDEN HAUSHALTEN

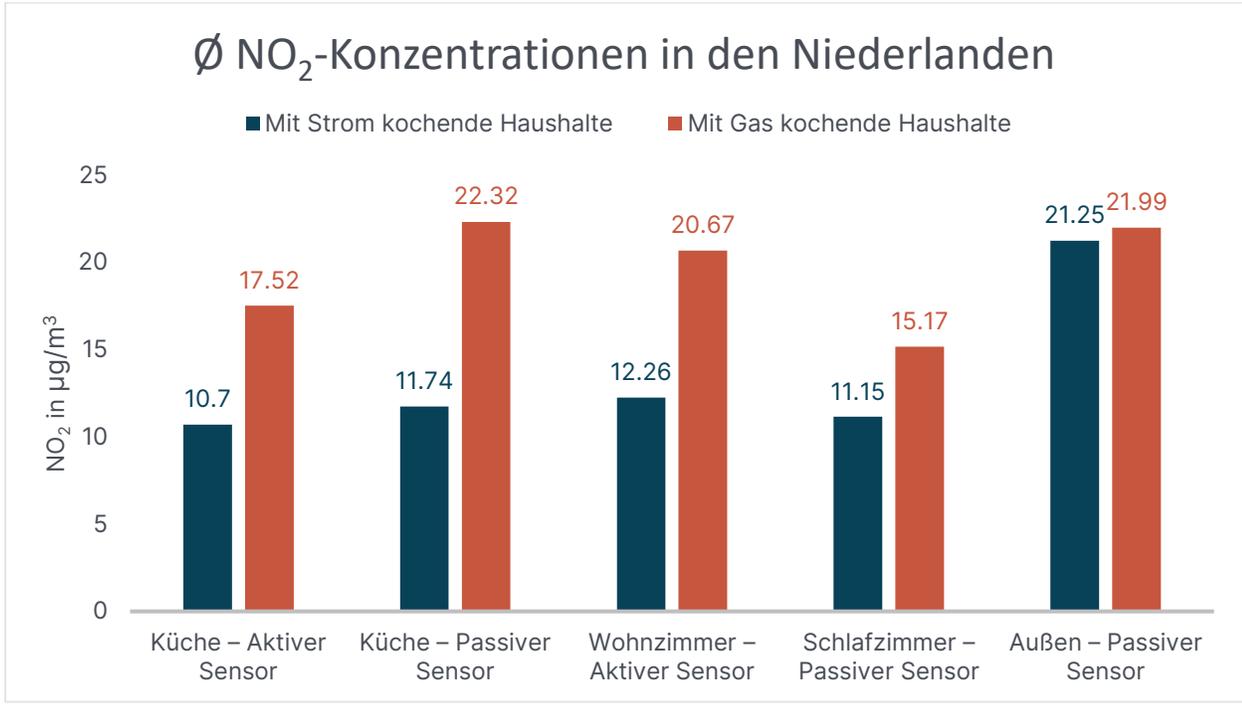
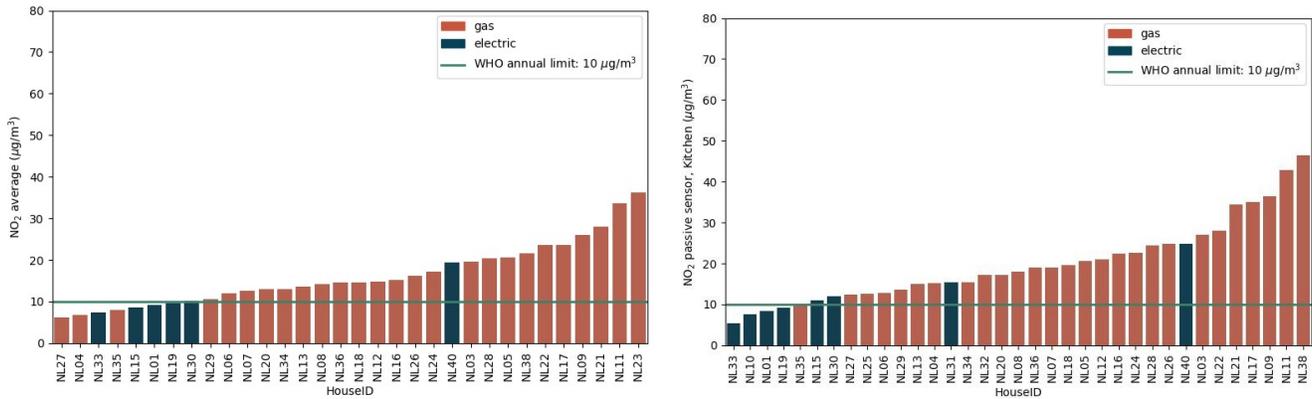


ABBILDUNG 20. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE IN DEN EINZELNEN NIEDERLÄNDISCHEN HAUSHALTEN, BASIEREND AUF AKTIVEN SENSOREN (LINKS) UND PASSIVEN SENSOREN (RECHTS), ALS BEZUGSWERT DER WHO-JAHRESGRENZWERT VON 10 µG/M³⁶⁰



Überschreitungen der WHO- und EU-Schadstoffgrenzwerte

Nur Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten die NO₂-Stundengrenzwerte der WHO-Leitlinien und die NO₂-Stundengrenzwerte der EU. In einem elektrisch kochenden Haushalt wurden die NO₂-Tagesgrenzwerte der WHO überschritten, was, wie oben erläutert, wahrscheinlich auf andere Einflussfaktoren zurückzuführen ist.

TABELLE 9. NO₂-GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN DURCH MIT GAS BZW. STROM KOCHENDE HAUSHALTE IN DEN

NO ₂ -Normen	Überschreitungen für mit Gas kochende Haushalte	Überschreitungen für mit Strom kochende Haushalte
WHO Tagesrichtwerte	54 %	17 %
WHO Stundenrichtwerte	31 %	0 %
EU Stundengrenzwerte	27 %	0 %

NIEDERLANDEN

*Extrapolation der Messdaten von 13 Tagen auf die jährliche Überschreitung

Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den CO- oder PM_{2,5}-Schadstoffwerten zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen, festgestellt. In den meisten Haushalten wurden die Tagesrichtwerte der WHO für PM_{2,5} überschritten, was auf das Eindringen von PM_{2,5} aus dem Außenbereich, die Art der zubereiteten Lebensmittel und die angewandte Kochmethode sowie auf das Fehlen einer angemessenen Belüftung zum Auffangen der Schadstoffe zurückzuführen ist.

4.2. Italien

68,7 % DER HAUSHALTE KOCHEN MIT GAS
234.605 KINDER MIT AKTUELLEM ASTHMA, WELCHES MIT
GASKOCHVORGÄNGEN IN ZUSAMMENHANG GEBRACHT
WIRD

**CLASP UND EPHA, 2023*

Überblick über die Landesergebnisse^{xi}

Im Rahmen der Feldstudie wurden erfolgreich Daten von insgesamt 36 italienischen Haushalten erhoben:

- 31 mit Gaskochfeld und Elektrobackofen; ein Haushalt mit Gasbackofen.
- 5 mit Elektrokochfeldern und -backöfen.

Die Luftqualität in Innenräumen war in Haushalten, die mit Gas kochten, deutlich schlechter als in Haushalten mit ausschließlich elektrischen Kochgeräten:

- Die NO₂-Werte waren in den Küchen und Wohnzimmern von mit Gas kochenden Haushalten sehr viel höher. Über 70 % der italienischen Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, wobei nur die mit Gas kochenden Haushalte die stündlichen Richtwerte der WHO und die stündlichen Grenzwerte der EU überschritten. In keinem der mit Strom kochenden Haushalte wurden die WHO- oder EU-Grenzwerte überschritten.
- Die CO-Werte in Haushalten, die mit Gas kochen, waren deutlich höher als in Haushalten, die mit Strom kochen. Allerdings war die Stichprobe der Haushalte, in denen mit Strom gekocht wurde, zu klein, um eine Tendenz erkennen zu können.
- Haushalte, die mit Gas kochen, wiesen im Vergleich zu Haushalten, die mit Strom kochen, höhere PM_{2,5}-Werte auf, was wahrscheinlich auf längere Kochzeiten zurückzuführen ist. Allerdings überschritten sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solche, in denen mit Strom gekocht wurde, die Tagesrichtwerte der WHO für PM_{2,5}.

^{xi} Alle Einzelheiten finden Sie im TNO-Bericht 2023: Health Effects in Europe from Cooking on Gas — Phase II Field Study (Gesundheitliche Auswirkungen des Kochens mit Gas in Europa – Phase II Feldstudie)

ABBILDUNG 21. KARTE DER MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN ITALIENISCHEN HAUSHALTE, NACH SCHWEREGRAD DER NO₂-BELASTUNG



NO₂-Schadstoffkonzentrationen

Die NO₂-Werte waren in den meisten Haushalten, in denen mit Gas gekocht wurde, deutlich höher, wobei die Schadstoffwerte in Innenräumen höher waren als im Freien.

ABBILDUNG 22. DURCHSCHNITTLICHE NO₂-KONZENTRATIONEN IN ITALIEN IN DER KÜCHE, IM WOHNZIMMER, IM SCHLAFZIMMER UND IM FREIEN FÜR MIT STROM KOCHENDE GEGENÜBER MIT GAS KOCHENDEN HAUSHALTEN

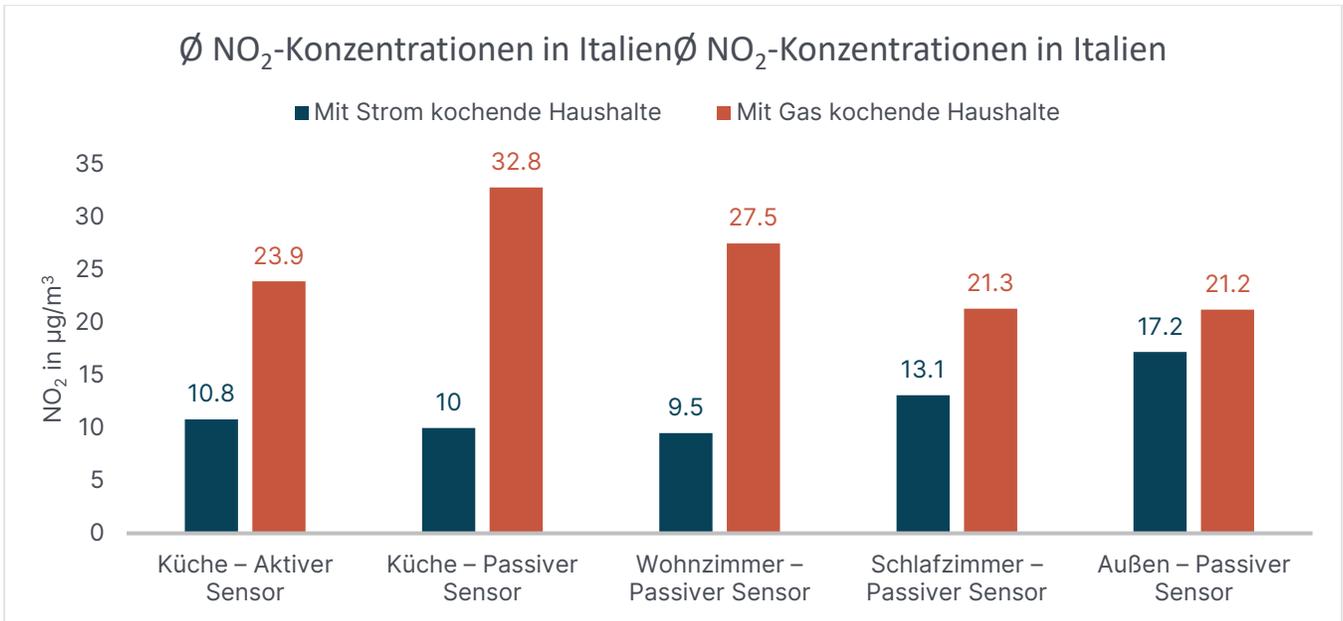
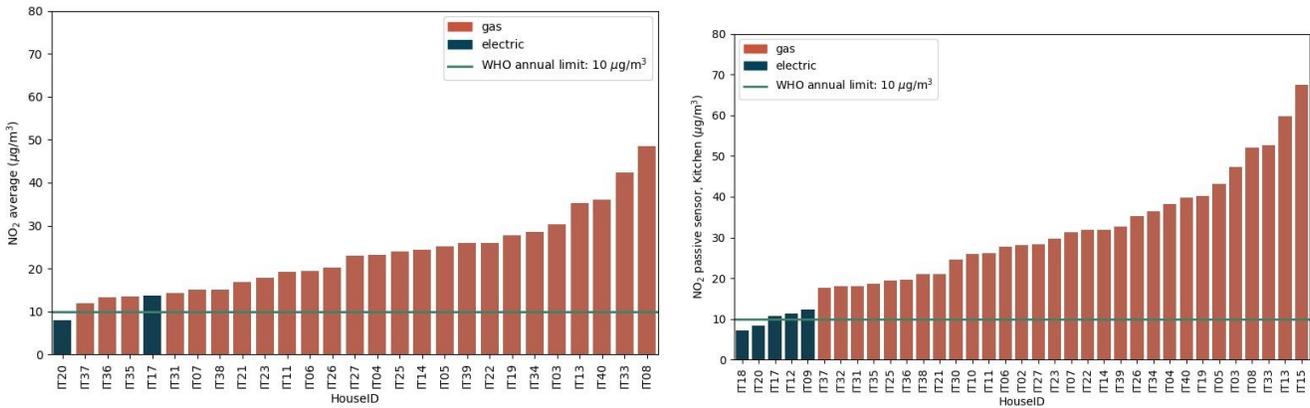


ABBILDUNG 23. DURCHSCHNITTLICHE NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE IN DEN EINZELNEN ITALIENISCHEN HAUSHALTEN, BASIEREND AUF AKTIVEN SENSOREN (LINKS) UND PASSIVEN SENSOREN (RECHTS), ALS BEZUGSWERT DER WHO-JAHRESGRENZWERT VON 10 µG/M³⁶¹



Überschreitungen der WHO- und EU-Schadstoffgrenzwerte

Nur Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten die NO₂-Stundengrenzwerte der WHO-Leitlinien und die NO₂-Stundengrenzwerte der EU.

NO ₂ -Normen	Überschreitungen für mit Gas kochende Haushalte	Überschreitungen für mit Strom kochende Haushalte
WHO Tagesrichtwerte	72 %	0 %
WHO Stundenrichtwerte	28 %	0 %

EU Stundengrenzwerte	24 %	0 %
-------------------------	------	-----

TABELLE 10. NO₂-GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN DURCH MIT MIT GAS BZW. STROM KOCHENDE HAUSHALTE IN ITALIEN

**Extrapolation der Messdaten von 13 Tagen auf die jährliche Überschreitung*

Obwohl die CO-Werte in Haushalten, die mit Gas kochen, höher waren, wurden keine Überschreitungen festgestellt. Die PM_{2,5}-Schadstoffwerte waren in Haushalten, die mit Gas kochen, generell höher, was wahrscheinlich auf längere Kochzeiten zurückzuführen ist. Sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solchen, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten jedoch die Tagesrichtwerte der WHO, was auf das Eindringen von PM_{2,5} aus dem Außenbereich, die Art der zubereiteten Speisen und die verwendete Kochmethode sowie auf das Fehlen einer angemessenen Belüftung zurückzuführen ist.

4.3. Spanien

33,5 % DER HAUSHALTE KOCHEN MIT GAS
121.845 KINDER MIT AKTUELLEM ASTHMA, WELCHES MIT
GASKOCHVORGÄNGEN IN ZUSAMMENHANG GEBRACHT
WIRD

**CLASP UND EPHA, 2023*

Überblick über die Landesergebnisse^{xii}

Im Rahmen der Feldstudie wurden erfolgreich Daten von insgesamt 34 spanischen Haushalten erhoben:

- 15 mit Gaskochfeld und Elektrobackofen. Keine Haushalte mit Gasbacköfen. Das Rekrutierungsteam stieß auf logistische Schwierigkeiten beim Auffinden von genügend Haushalten, die die Kriterien der Studie erfüllten.
- 19 Haushalte mit Elektrokochfeldern und Elektrobacköfen, die größte nationale Stichprobe von mit Strom kochenden Haushalten, die im Rahmen der Studie erfasst wurde.

Die Luftqualität in Innenräumen war in Haushalten, die mit Gas kochten, deutlich schlechter als in solchen mit ausschließlich elektrischen Kochgeräten:

- Die NO₂-Werte waren in den Küchen und Wohnzimmern von mit Gas kochenden Haushalten erheblich höher. 85 % der spanischen Haushalte, in denen mit Gas gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, verglichen mit 50 % der Haushalte, in denen mit Strom gekocht wurde, wobei hier die Daten hohe NO₂-Werte im Freien ausweisen. 77 % der Haushalte, in denen mit Gas gekocht wurde, überschritten die WHO-Stundenrichtwerte und 69 % die EU-Stundengrenzwerte. In keinem der mit Strom kochenden Haushalte wurden diese überschritten.
- Bei den CO-Werten gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen.
- Es gab keinen signifikanten Unterschied bei den PM_{2,5}-Feinstaubkonzentrationen zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen. Sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solche, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO für PM_{2,5}.

^{xii} Alle Einzelheiten finden Sie im TNO-Bericht 2023: Health Effects in Europe from Cooking on Gas — Phase II Field Study (Gesundheitliche Auswirkungen des Kochens mit Gas in Europa – Phase II Feldstudie)

ABBILDUNG 24. KARTE DER MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN SPANISCHEN HAUSHALTE, NACH NO₂-BELASTUNG



NO₂-Schadstoffkonzentrationen

Die NO₂-Werte waren in den meisten Haushalten, die mit Gas kochen, deutlich höher. In einer Reihe von elektrisch kochenden Haushalten wurden überdurchschnittlich hohe NO₂-Werte gemessen. Es wurden bei elektrisch kochenden Haushalten hohe NO₂-Werte im Außenbereich gemessen, wie dargestellt in Error! Reference source not found., wodurch die NO₂-Messungen in der Küche kontaminiert worden sein könnten. Im Vergleich dazu wiesen Haushalte, die mit Gas kochen, eine höhere NO₂-Belastung in Innenräumen auf.

ABBILDUNG 25. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN SPANIEN IN DER KÜCHE, IM WOHNZIMMER, IM SCHLAFZIMMER UND IM FREIEN FÜR MIT STROM KOCHENDE GEGENÜBER MIT GAS KOCHENDEN HAUSHALTEN

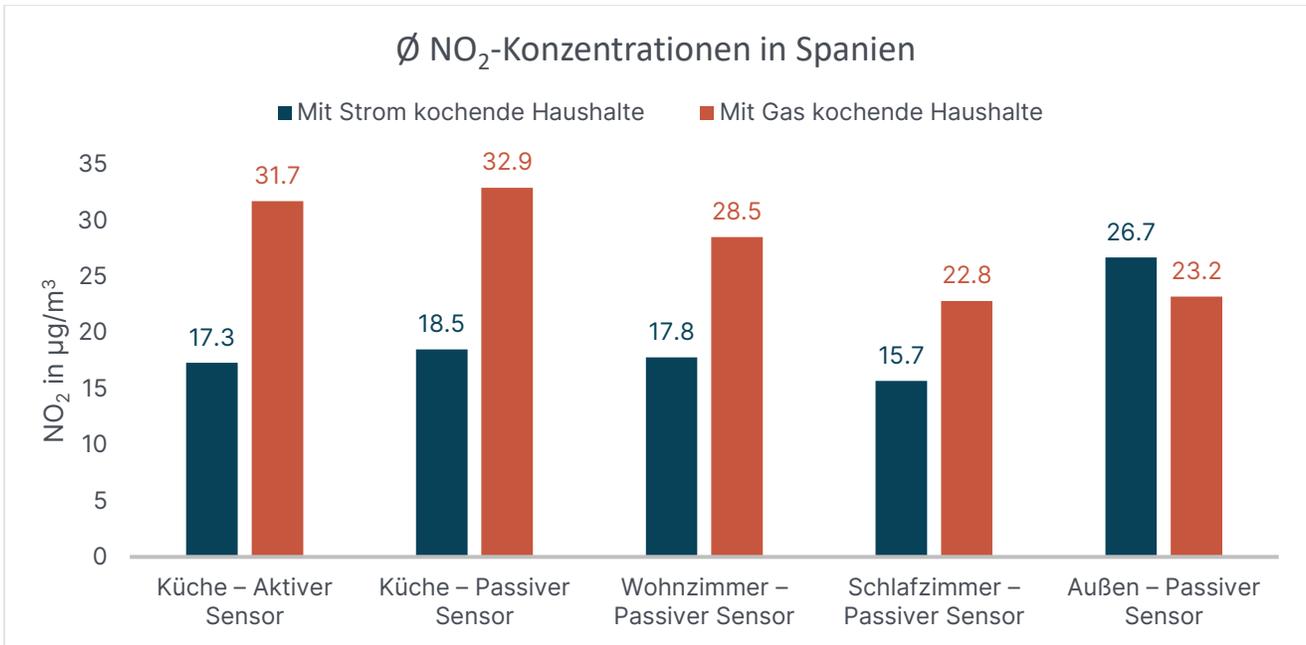
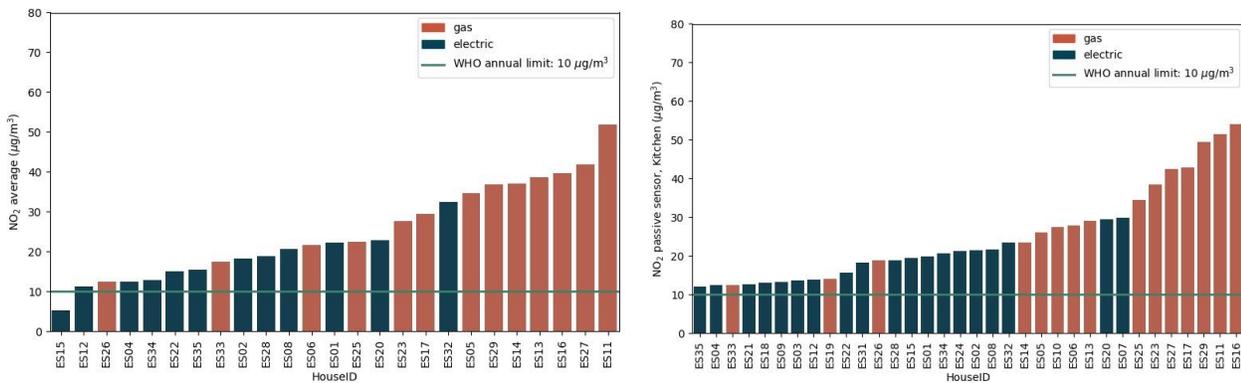


ABBILDUNG 26. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE IN DEN EINZELNEN SPANISCHEN HAUSHALTEN, BASIEREND AUF AKTIVEN SENSOREN (LINKS) UND PASSIVEN SENSOREN (RECHTS), ALS BEZUGSWERT DER WHO-JAHRESGRENZWERT VON 10 µg/M³⁶²



Überschreitungen der WHO- und EU NO₂-Grenzwerte

Nur Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten die NO₂-Stundengrenzwerte der WHO-Leitlinien und die NO₂-Stundengrenzwerte der EU. Insgesamt 50 % der Haushalte, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten die NO₂-Tagesgrenzwerte der WHO-Leitlinie, was, wie oben erläutert, auf eine höhere NO₂-Belastung zurückzuführen sein könnte, die von außen in die Küche gelangt.

NO ₂ -Normen	Überschreitungen für mit Gas kochende Haushalte	Überschreitungen für mit Strom kochende Haushalte
WHO Tagesrichtwerte	85 %	50 %

WHO Stundenrichtwerte	77 %	0 %
EU Stundengrenzwerte	69 %	0 %

TABELLE 11. NO₂-GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN DURCH MIT GAS BZW. STROM KOCHENDE HAUSHALTE IN SPANIEN

**Extrapolation der Messdaten von 13 Tagen auf die jährliche Überschreitung*

Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den CO- oder PM_{2,5}-Schadstoffwerten zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen, festgestellt. Sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solchen, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, was auf das Eindringen von PM_{2,5} aus dem Außenbereich, die Art der zubereiteten Speisen und die verwendete Kochmethode sowie auf das Fehlen einer angemessenen Belüftung zurückzuführen ist.

4.4. Frankreich

31,7 % DER HAUSHALTE KOCHEN MIT GAS
146.885 KINDER MIT AKTUELLEM ASTHMA, WELCHES MIT
GASKOCHVORGÄNGEN IN ZUSAMMENHANG GEBRACHT WIRD
**CLASP UND EPHA, 2023*

Überblick über die Landesergebnisse^{xiii}

Im Rahmen der Feldstudie wurden erfolgreich Daten von insgesamt 35 französischen Haushalten erhoben:

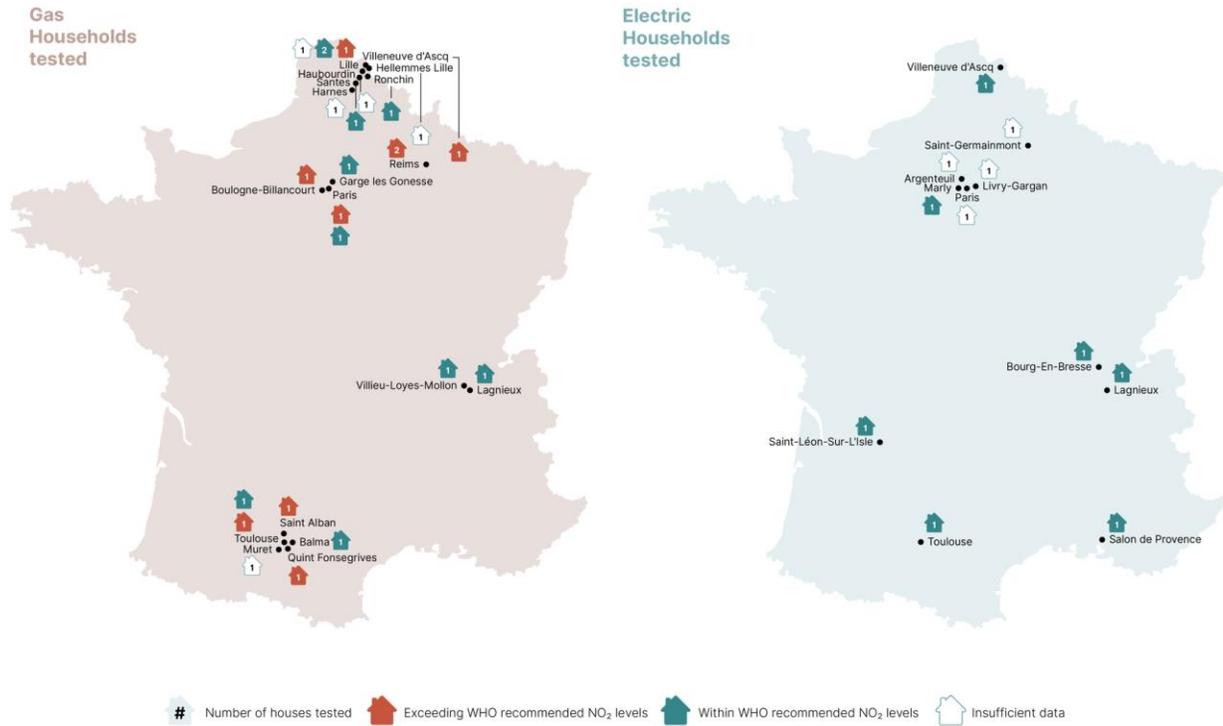
- 24 mit Gaskochfeld und überwiegend Elektrobackofen. 2 Haushalte mit Gasbackofen
- 11 mit Elektrokochfeldern und -backöfen.

Die Luftqualität in Innenräumen war in Haushalten, die mit Gas kochten, deutlich schlechter als in solchen mit ausschließlich elektrischen Kochgeräten:

- Die NO₂-Werte waren in den Küchen und Wohnzimmern von mit Gas kochenden Haushalten erheblich höher. Mehr als die Hälfte der mit Gas kochenden französischen Haushalte überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, während 29 % sowohl die Stundenrichtwerte der WHO als auch die Stundengrenzwerte der EU überschritten. Mit Strom kochende Haushalte haben keine WHO- oder EU-Grenzwerte überschritten.
- Bei den CO-Werten gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen.
- Es gab keinen signifikanten Unterschied bei den PM_{2,5}-Feinstaubkonzentrationen zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen. In beiden Fällen wurden die Tagesrichtwerte der WHO für PM_{2,5} überschritten.

^{xiii} Alle Einzelheiten finden Sie im TNO-Bericht 2023: Health Effects in Europe from Cooking on Gas — Phase II Field Study (Gesundheitliche Auswirkungen des Kochens mit Gas in Europa – Phase II Feldstudie)

ABBILDUNG 27. KARTE DER MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN FRANZÖSISCHEN HAUSHALTE, NACH SCHWEREGRAD DER NO₂-BELASTUNG



NO₂-Schadstoffkonzentrationen

Die NO₂-Werte waren in Haushalten, die mit Gas kochen, deutlich höher. Die NO₂-Werte waren in den meisten Haushalten, die mit Gas kochen, in Innenräumen deutlich höher als im Freien.

ABBILDUNG 28. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN FRANKREICH IN DER KÜCHE, IM WOHNZIMMER, IM SCHLAFZIMMER UND IM FREIEN FÜR MIT STROM KOCHENDE VS. MIT GAS KOCHENDE HAUSHALTE

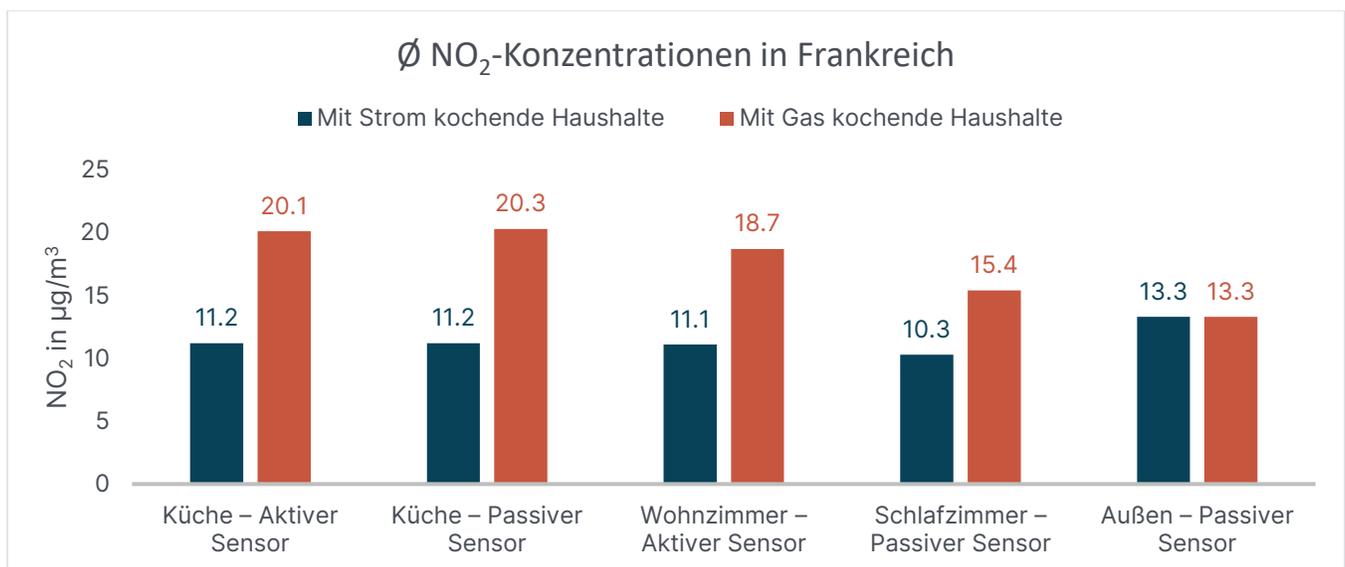
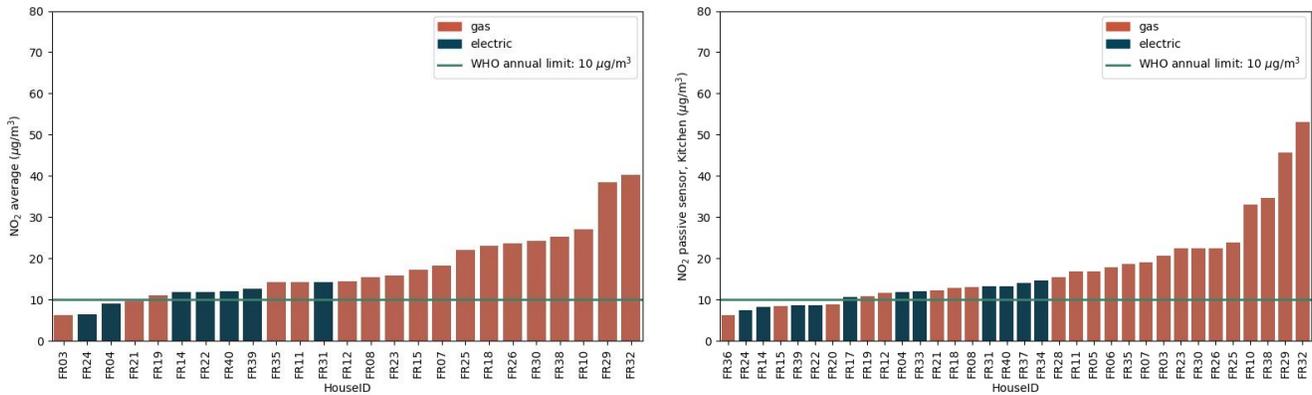


ABBILDUNG 29. DURCHSCHNITTLICHE NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE IN DEN EINZELNEN FRANZÖSISCHEN HAUSHALTEN, BASIEREND AUF AKTIVEN SENSOREN (LINKS) UND PASSIVEN SENSOREN (RECHTS), ALS BEZUGSWERT DER WHO-JAHRESGRENZWERT VON 10 µG/M³⁶³



Überschreitungen der WHO- und EU NO₂-Grenzwerte

Nur Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten sowohl die NO₂-Tages- und Stundengrenzwerte der WHO-Leitlinien als auch die NO₂-Stundengrenzwerte der EU. In keinem der mit Strom kochenden Haushalte wurden diese überschritten.

TABELLE 12. NO₂-GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN DURCH MIT GAS BZW. STROM KOCHENDE HAUSHALTE IN FRANKREICH

NO ₂ -Normen	Überschreitungen für mit Gas kochende Haushalte	Überschreitungen für mit Strom kochende Haushalte
WHO Tagesrichtwerte	53 %	0 %
WHO Stundenrichtwerte	29 %	0 %
EU Stundengrenzwerte	29 %	0 %

*Extrapolation der Messdaten von 13 Tagen auf die jährliche Überschreitung

Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den CO- oder PM_{2,5}-Schadstoffwerten zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen, festgestellt. Sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solchen, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, was auf das Eindringen von PM_{2,5} aus dem Außenbereich, die Art der zubereiteten Speisen und die verwendete Kochmethode sowie auf das Fehlen einer angemessenen Belüftung zurückzuführen ist.

4.5. Slowakei

68,5 % DER HAUSHALTE KOCHEN MIT GAS
DATEN FÜR ANZAHL DER KINDER MIT AKTUELLEM ASTHMA,
WELCHES MIT GASKOCHVORGÄNGEN IN ZUSAMMENHANG
GEBRACHT WIRD NICHT VERFÜGBAR

**CLASP UND EPHA, 2023*

Überblick über die Landesergebnisse^{xiv}

Im Rahmen der Feldstudie wurden erfolgreich Daten von insgesamt 36 slowakischen Haushalten erhoben:

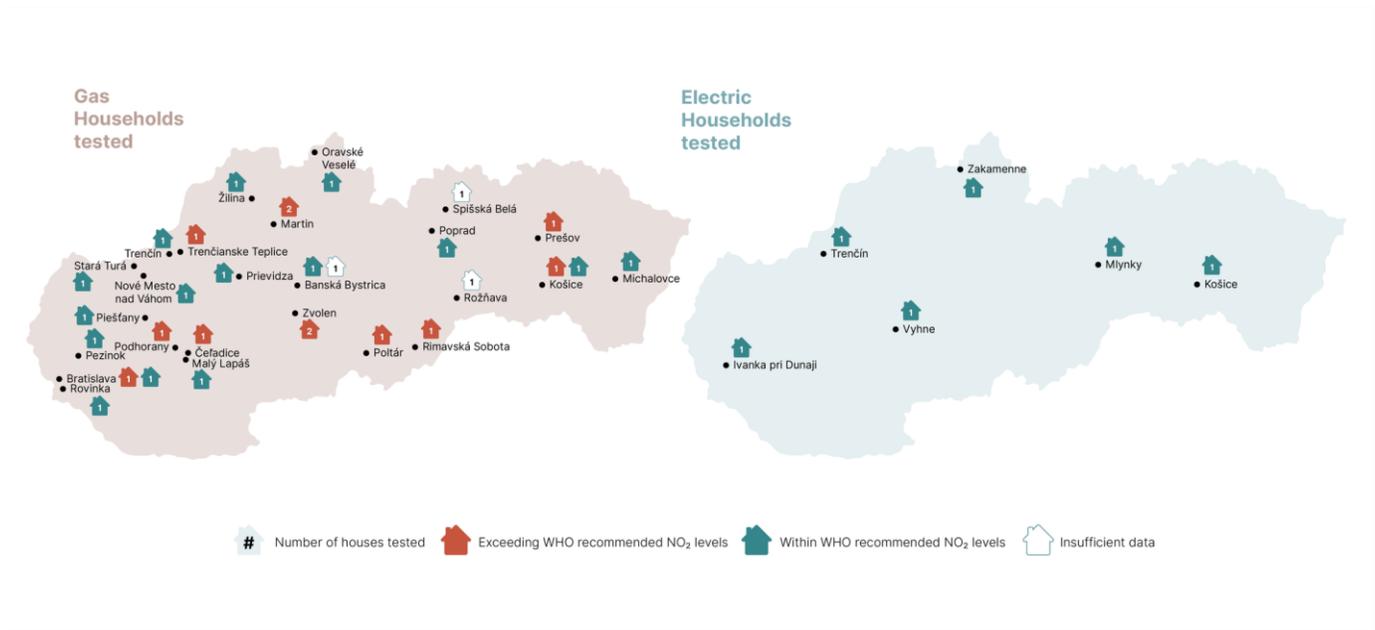
- 30 mit Gaskochfeld und Elektrobackofen. Keine Haushalte mit Gasbackofen
- 6 mit Elektrokochfeldern und -backöfen.

Die Luftqualität in Innenräumen war in Haushalten, die mit Gas kochten, deutlich schlechter als in solchen mit ausschließlich elektrischen Kochgeräten:

- Die NO₂-Werte waren in den Küchen und Wohnzimmern von mit Gas kochenden Haushalten sehr viel höher. 44 % der Haushalte, in denen mit Gas gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, 22 % die WHO-Stundenrichtwerte und 15 % die EU-Stundengrenzwerte. Mit Strom kochende Haushalte haben keine WHO- oder EU-Grenzwerte überschritten.
- Die CO-Werte in Haushalten, die mit Gas kochen, waren deutlich höher als in Haushalten, die mit Strom kochen. In keinem der Haushalte wurden die WHO- oder EU-Grenzwerte überschritten.
- Es gab keinen signifikanten Unterschied bei den PM_{2,5}-Feinstaubkonzentrationen zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen. In beiden Arten von Haushalten wurden die Tagesrichtwerte der WHO für PM_{2,5} überschritten.

ABBILDUNG 30. KARTE DER MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN SLOWAKISCHEN HAUSHALTE, NACH SCHWEREGRAD DER NO₂-BELASTUNG

^{xiv} Alle Einzelheiten finden Sie im TNO-Bericht 2023: Health Effects in Europe from Cooking on Gas — Phase II Field Study (Gesundheitliche Auswirkungen des Kochens mit Gas in Europa – Phase II Feldstudie)



NO₂-Schadstoffkonzentrationen

Die NO₂-Werte waren in den meisten Haushalten, die mit Gas kochen, deutlich höher. Die Innenraum-NO₂-Werte in der Küche waren sowohl in Haushalten, in denen mit Gas gekocht wurde, als auch solchen, in denen mit Strom gekocht wurde, höher als im Freien.

ABBILDUNG 31. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER SLOWAKEI IN DER KÜCHE, IM WOHNZIMMER, IM SCHLAFZIMMER UND IM FREIEN FÜR MIT STROM KOCHENDE GEGENÜBER MIT GAS KOCHENDEN HAUSHALTEN

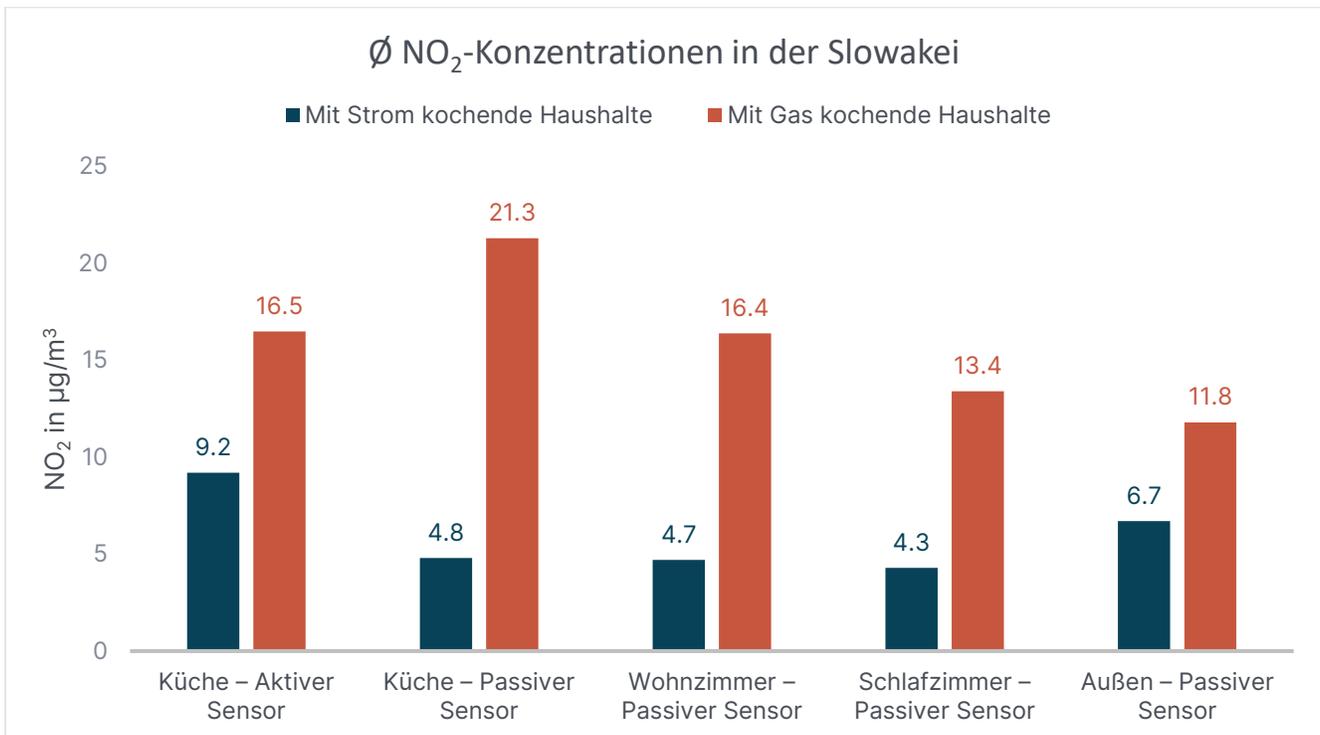
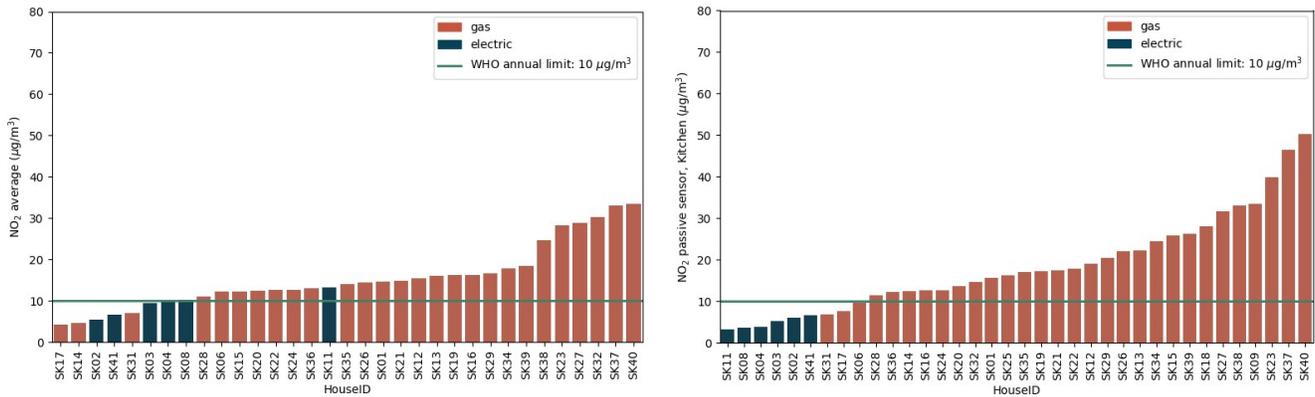


ABBILDUNG 32. DURCHSCHNITTLICHE NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE IN DEN EINZELNEN SLOWAKISCHEN HAUSHALTEN, BASIEREND AUF AKTIVEN SENSOREN (LINKS) UND PASSIVEN SENSOREN (RECHTS), ALS BEZUGSWERT DER WHO-JAHRESGRENZWERT VON 10 µG/M³⁶⁴



Überschreitungen der WHO- und EU-Schadstoffgrenzwerte

Nur Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten die NO₂-Stundengrenzwerte der WHO-Leitlinien und die NO₂-Stundengrenzwerte der EU.

TABELLE 13. NO₂-GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN DURCH MIT GAS BZW. STROM KOCHENDE HAUSHALTE IN DER SLOWAKEI, BASIEREND AUF DEN MESSUNGEN AKTIVER SENSOREN

*Extrapolation der Messdaten von 13 Tagen auf die jährliche Überschreitung

NO ₂ -Normen	Überschreitungen für mit Gas kochende Haushalte	Überschreitungen für mit Strom kochende Haushalte
WHO Tagesrichtwerte	44 %	0 %
WHO Stundenrichtwerte	22 %	0 %
EU Stundengrenzwerte	15 %	0 %

Obwohl die CO-Werte in Haushalten, die mit Gas kochen, höher waren, wurden keine Überschreitungen festgestellt. Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den PM_{2,5}-Schadstoffwerten zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen, festgestellt. Sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solchen, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, was auf das Eindringen von PM_{2,5} aus dem Außenbereich, die Art der zubereiteten Speisen und die verwendete Kochmethode sowie auf das Fehlen einer angemessenen Belüftung zurückzuführen ist.

4.6. Rumänien

64,9 % DER HAUSHALTE KOCHEN MIT GAS
55.744 KINDER MIT AKTUELLEM ASTHMA, WELCHES MIT
GASKOCHVORGÄNGEN IN ZUSAMMENHANG GEBRACHT
WIRD

**CLASP UND EPHA, 2023*

Überblick über die Landesergebnisse^{xv}

Im Rahmen der Feldstudie wurden erfolgreich Daten von insgesamt 34 rumänischen Haushalten erhoben:

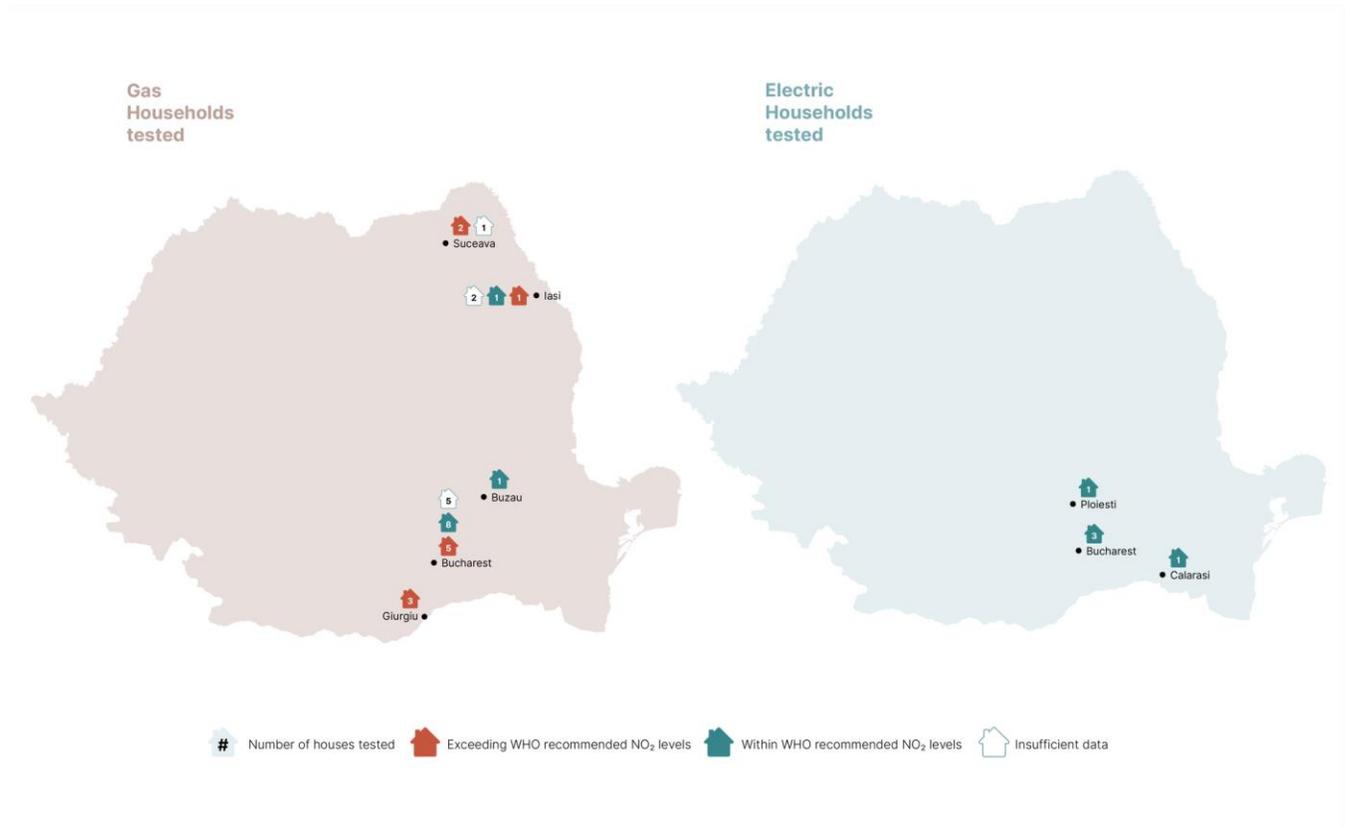
- 29 mit Gaskochfeld und Elektrobackofen. 19 Haushalte mit Gasbackofen
- 5 mit Elektrokochfeldern und -backöfen. Die NO₂-Konzentrationen im Freien waren bei diesen Haushalten während des Monitoring-Zeitraums sehr hoch, was sich vermutlich auf die Schadstoffwerte in den Innenräumen auswirkte.

Die Luftqualität in Innenräumen war in Haushalten, die mit Gas kochten, deutlich schlechter als in solchen mit ausschließlich elektrischen Kochgeräten:

- Nach erfolgter Korrektur bezüglich der Luftbelastung im Außenbereich waren die NO₂-Werte in den Küchen und Wohnzimmern von mit Gas kochenden Haushalten signifikant höher. Mehr als die Hälfte der mit Gas kochenden Haushalte überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, während 24 % die Stundenrichtwerte der WHO und 19 % auch die Stundengrenzwerte der EU überschritten. In keinem der mit Strom kochenden Haushalte wurden die WHO- oder EU-Grenzwerte überschritten.
- Die CO-Werte in Haushalten, die mit Gas kochen, waren deutlich höher als in Haushalten, die mit Strom kochen. Allerdings wurden in keinem Haushalt die Grenzwerte überschritten.
- Es gab keinen signifikanten Unterschied bei den PM_{2,5}-Feinstaubkonzentrationen zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen. In beiden Arten von Haushalten wurden die Tagesrichtwerte der WHO für PM_{2,5} überschritten.

^{xv} Alle Einzelheiten finden Sie im TNO-Bericht 2023: Health Effects in Europe from Cooking on Gas – Phase II Field Study (Gesundheitliche Auswirkungen des Kochens mit Gas in Europa – Phase II Feldstudie)

ABBILDUNG 33. KARTE DER MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN RUMÄNISCHEN HAUSHALTE, NACH SCHWEREGRAD DER NO₂-BELASTUNG



NO₂-Schadstoffkonzentrationen

Nach erfolgter Korrektur bezüglich der Luftbelastung im Außenbereich waren die NO₂-Werte bei den meisten mit Gas kochenden Haushalten signifikant höher. Es wird davon ausgegangen, dass sich die hohe Luftverschmutzung im Freien auf die Luftverschmutzung in den Innenräumen der Haushalte, die mit Elektrogeräten kochen, ausgewirkt hat.

ABBILDUNG 34. DURCHSCHNITTLICHE NO₂-KONZENTRATIONEN IN RUMÄNIEN IN DER KÜCHE, IM WOHNZIMMER, IM SCHLAFZIMMER UND IM FREIEN FÜR MIT STROM KOCHENDE GEGENÜBER MIT GAS KOCHENDEN HAUSHALTEN

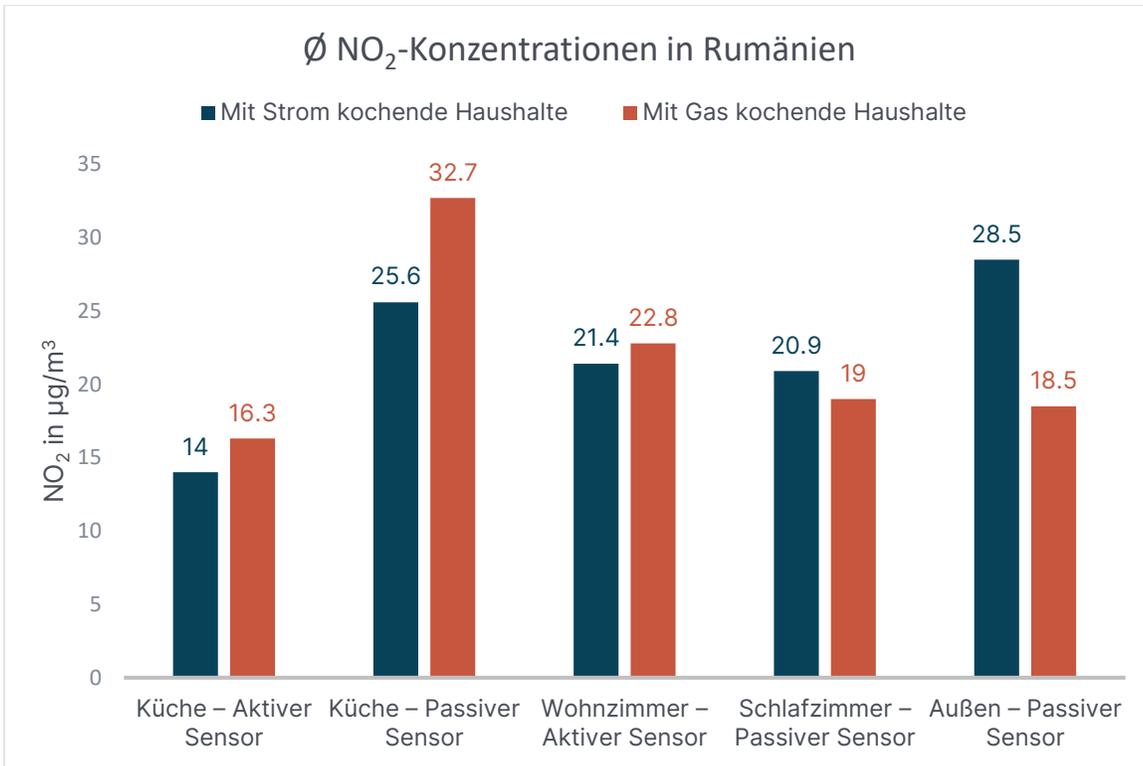


ABBILDUNG 35. KORRIGIERTE DURCHSCHNITTLICHE NO₂-KONZENTRATIONEN, UNTER BERÜCKSICHTIGUNG EINES HÖHEREN GRADES AN LUFTVERSCHMUTZUNG IM FREIEN

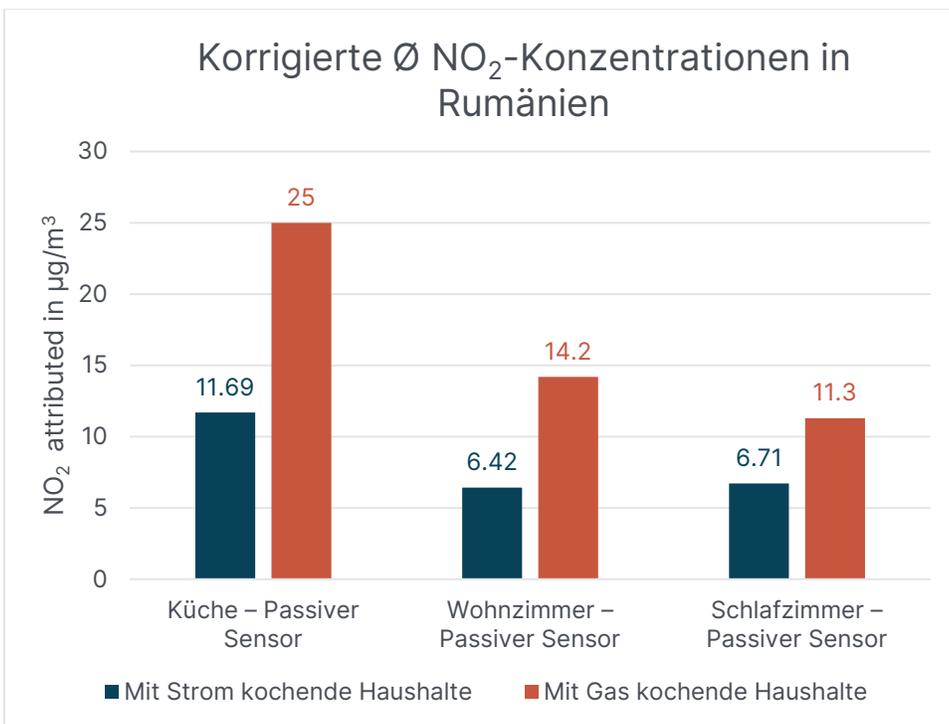
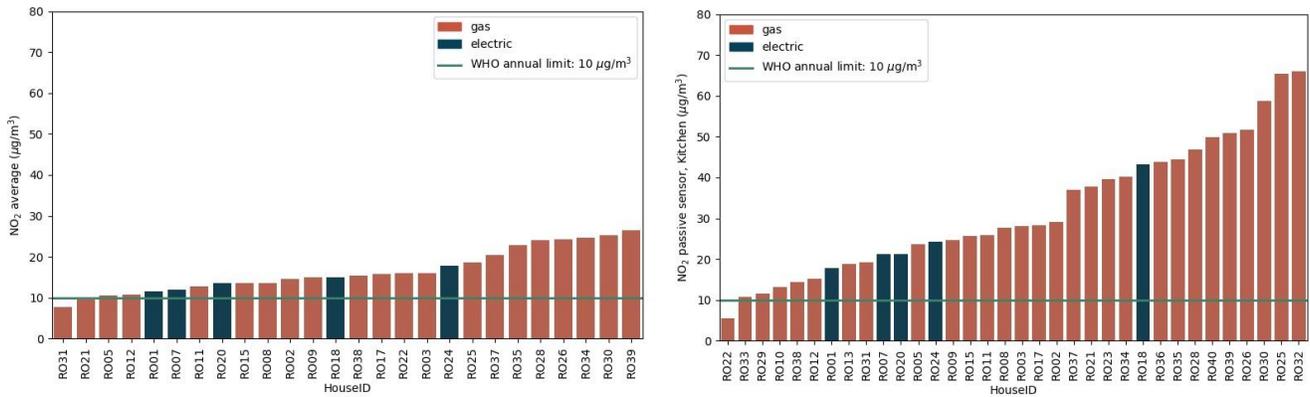


ABBILDUNG 36. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE IN DEN EINZELNEN RUMÄNISCHEN HAUSHALTEN, BASIEREND AUF AKTIVEN SENSOREN (LINKS) UND PASSIVEN SENSOREN (RECHTS), ALS BEZUGSWERT DER WHO-JAHRESGRENZWERT VON 10 µG/M³⁶⁵



Überschreitungen der WHO- und EU-Schadstoffgrenzwerte

Nur Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten sowohl die NO₂-Tages- und Stundengrenzwerte der WHO-Leitlinien als auch die NO₂-Stundengrenzwerte der EU.

TABELLE 14. NO₂-GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN DURCH MIT STROM BZW. GAS KOCHENDE HAUSHALTE IN RUMÄNIEN

NO ₂ -Normen	Überschreitungen für mit Gas kochende Haushalte	Überschreitungen für mit Strom kochende Haushalte
WHO Tagesrichtwerte	52 %	0 %
WHO Stundenrichtwerte	24 %	0 %
EU Stundengrenzwerte	19 %	0 %

*Extrapolation der Messdaten von 13 Tagen auf die jährliche Überschreitung

Obwohl die CO-Werte in Haushalten, die mit Gas kochen, höher waren, wurden keine Überschreitungen festgestellt. Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den PM_{2,5}-Schadstoffwerten zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen, festgestellt. Beide Arten von Haushalten überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, was auf das Eindringen von PM_{2,5} aus dem Außenbereich, die Art der zubereiteten Speisen und die verwendete Kochmethode sowie auf das Fehlen einer angemessenen Belüftung zurückzuführen ist.

4.7. Vereinigtes Königreich

Überblick über die Landesergebnisse^{xvi}

Im Rahmen der Feldstudie wurden erfolgreich Daten von insgesamt 35 britischen Haushalten erhoben:

- 28 mit Gaskochfeldern 21 dieser Haushalte mit Gasbacköfen
- 7 mit Elektrokochfeldern und -backöfen.

53,9 % DER HAUSHALTE KOCHEN MIT GAS

557.326 KINDER MIT AKTUELLEM ASTHMA, WELCHES MIT GASKOCHVORGÄNGEN IN ZUSAMMENHANG GEBRACHT WIRD

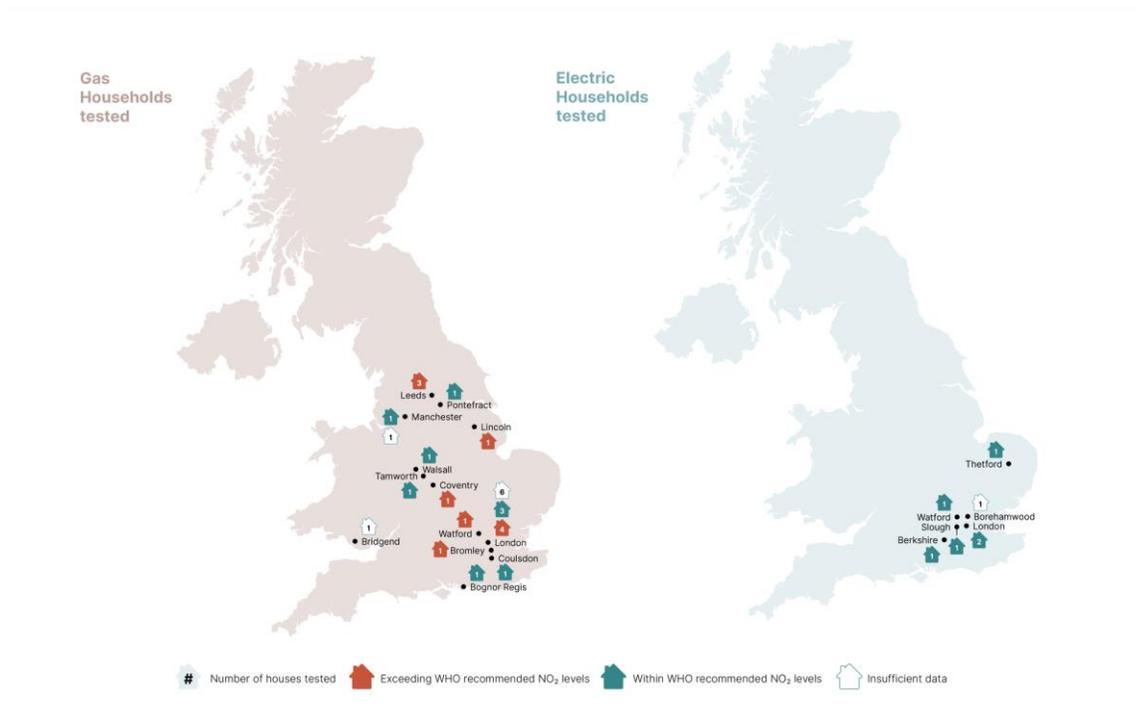
**CLASP UND EPHA, 2023*

Die Luftqualität in Innenräumen war in Haushalten, die mit Gas kochten, deutlich schlechter als in solchen mit ausschließlich elektrischen Kochgeräten:

- Die NO₂-Werte waren in den Küchen und Wohnzimmern von mit Gas kochenden Haushalten sehr viel höher. Mehr als die Hälfte der mit Gas kochenden Haushalte überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, während 25 % der Gasnutzer sowohl die Stundenrichtwerte der WHO als auch die EU-/UK-Stundengrenzwerte überschritten. In keinem der mit Strom kochenden Haushalte wurden die WHO- oder UK-/EU-Grenzwerte überschritten.
- Bei den CO-Werten gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen.
- Es gab keinen signifikanten Unterschied bei den PM_{2,5}-Feinstaubkonzentrationen zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen. Sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solche, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO für PM_{2,5}.

ABBILDUNG 37. KARTE DER MIT GAS BZW. STROM KOCHENDEN BRITISCHEN HAUSHALTE, NACH SCHWEREGRAD DER NO₂-BELASTUNG

^{xvi} Alle Einzelheiten finden Sie im TNO-Bericht 2023: Health Effects in Europe from Cooking on Gas — Phase II Field Study (Gesundheitliche Auswirkungen des Kochens mit Gas in Europa – Phase II Feldstudie)



NO₂-Schadstoffkonzentrationen

Die NO₂-Werte waren in den meisten Haushalten, die mit Gas kochen, deutlich höher. Die NO₂-Werte waren in den meisten Haushalten, die mit Gas kochen, in Innenräumen deutlich höher im Vergleich zu denen im Freien.

ABBILDUNG 38. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE, IM WOHNZIMMER, IM SCHLAFZIMMER UND IM FREIEN FÜR MIT STROM KOCHENDE GEGENÜBER MIT GAS KOCHENDEN UK-HAUSHALTEN

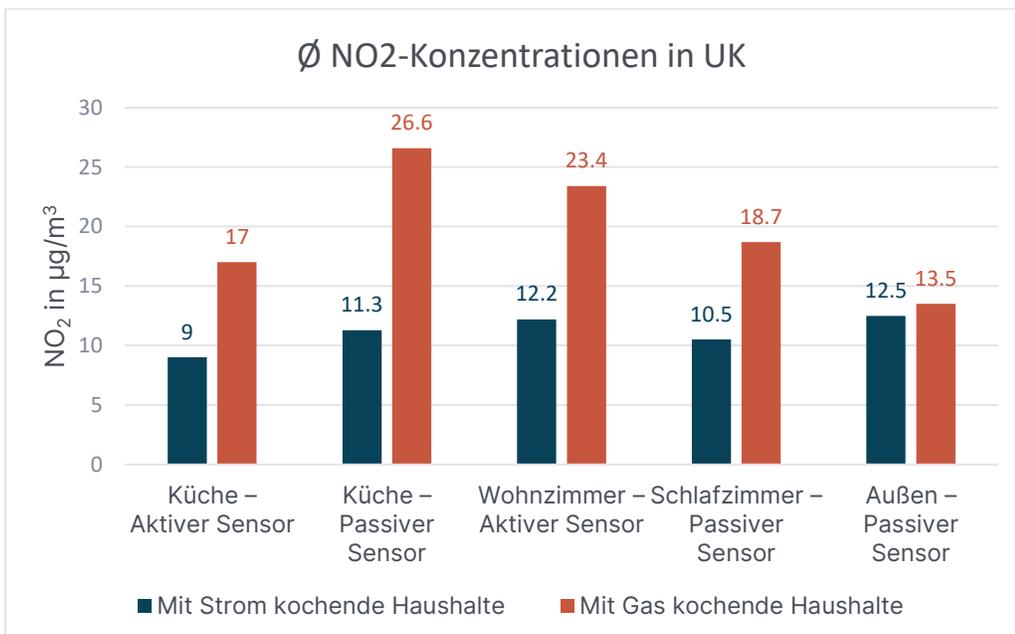
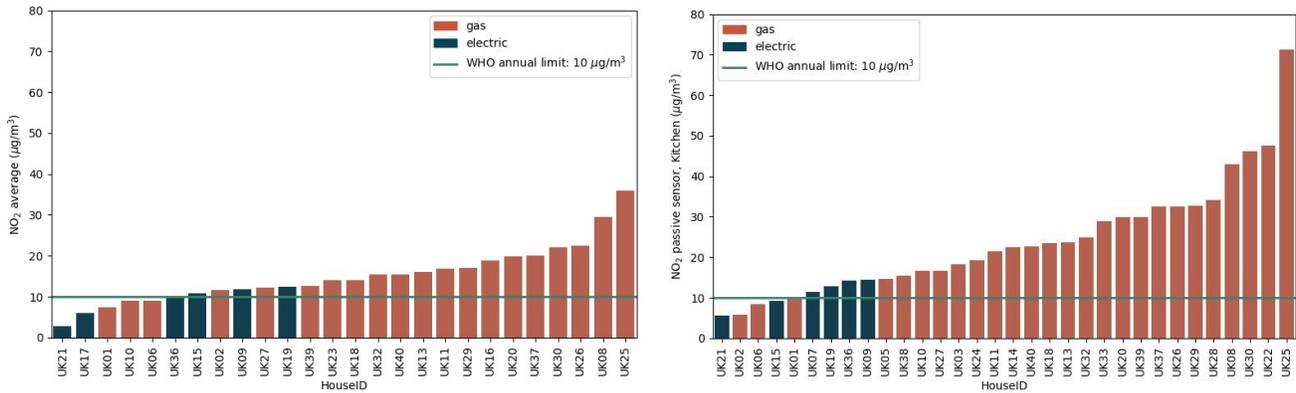


ABBILDUNG 39. DURCHSCHNITTliche NO₂-KONZENTRATIONEN IN DER KÜCHE IN DEN EINZELNEN UK-HAUSHALTEN, BASIEREND AUF AKTIVEN SENSOREN (LINKS) UND PASSIVEN SENSOREN (RECHTS), ALS BEZUGSWERT DER WHO-JAHRESGRENZWERT VON 10 µG/M³ 66



Überschreitungen der WHO- und EU-Schadstoffgrenzwerte

Nur Haushalte, die mit Gas kochen, überschritten die NO₂-Stundengrenzwerte der WHO-Leitlinien und die NO₂-Stundengrenzwerte der UK/EU.

TABELLE 15. NO₂-GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN DURCH MIT GAS BZW. STROM KOCHENDE HAUSHALTE IN ITALIEN

NO ₂ -Normen	Überschreitungen für mit Gas kochende Haushalte	Überschreitungen für mit Strom kochende Haushalte
WHO Tagesrichtwerte	55 %	0 %
WHO Stundenrichtwerte	25 %	0 %
UK/EU Stundengrenzwerte	25 %	0 %

*Extrapolation der Messdaten von 13 Tagen auf die jährliche Überschreitung

Es wurden keine signifikanten Unterschiede in den CO- oder PM_{2,5}-Schadstoffwerten zwischen Haushalten, die mit Gas kochen, und solchen, die mit Strom kochen, festgestellt. Sowohl Haushalte, in denen mit Gas als auch solchen, in denen mit Strom gekocht wurde, überschritten die Tagesrichtwerte der WHO, was auf das Eindringen von PM_{2,5} aus dem Außenbereich, die Art der zubereiteten Speisen und die verwendete Kochmethode sowie auf das Fehlen einer angemessenen Belüftung zurückzuführen ist.

5. Wichtigste Erkenntnisse

- Kochen mit Gas ist in Europa eine bedeutende Quelle der Innenraum-Luftverschmutzung. Die Messergebnisse dieser Studie zeigen, wie extrem hoch die NO₂-Belastung sein kann. In Haushalten mit Gaskochfeldern wurden wesentlich höhere NO₂-Konzentrationen gemessen als in Haushalten mit Elektrokochfeldern, selbst wenn die Schadstoffkonzentration im Freien höher war.
- Die Gesundheitsrisiken beim Kochen mit Gas geben Anlass zu Bedenken hinsichtlich sozialer Gerechtigkeit. Die Studie ergab, dass längeres Kochen mit Gas, insbesondere mit Gasbacköfen, die typischerweise in Haushalten mit niedrigem Einkommen oder auf dem Gebrauchsgütermarkt zu finden sind, mit höheren NO₂-Werten einhergeht.
- In Haushalten, in denen mit Gas gekocht wurde, wurden die WHO-Leitlinien sowie die Luftqualitätsnormen der EU und des Vereinigten Königreichs für NO₂ regelmäßig überschritten. Im Vergleich dazu überschritt nur in zwei Ländern eine Minderheit der Haushalte, in denen mit Strom gekocht wurde, die Tagesrichtwerte der WHO, und zwar dort, wo die Luftverschmutzung außen so hoch war, dass sie wahrscheinlich von dort in die Küche gelangte. Menschen, die mit Gasgeräten kochen, sind daher einem höheren Risiko ausgesetzt, dass bei ihnen Asthma und andere Atemwegserkrankungen auftreten. Bei Kindern können selbst geringfügige Anstiege in der Kurzzeitexposition das Risiko des Auftretens von Asthmaanfällen erhöhen.⁶⁷ Leider sind sich die meisten Menschen der Gesundheitsrisiken, die mit dem Kochen mit Gas verbunden sind, nicht bewusst, da diese Luftverschmutzung nicht sichtbar ist. Eine von CLASP durchgeführte Verbrauchermfrage ergab jedoch, dass die Mehrheit der Befragten (58 % bis 74 %) in Erwägung ziehen würde, sich von ihren Gas-Kochgeräten zu trennen, wenn sie wüssten, dass damit ein Gesundheitsrisiko verbunden ist.⁶⁸ Es ist daher eine verstärkte Kommunikation erforderlich, damit ein Bewusstsein für die möglichen Gesundheitsrisiken aufgrund des Kochens mit Gas geschaffen wird.
- Die Maßnahmen der Behörden konzentrieren sich derzeit hauptsächlich auf die Luftverschmutzung im Freien. Nach Angaben der Europäischen Umweltagentur zeigen vorläufige Daten, die von Messstationen zur Überwachung der Luftverschmutzung im Freien im Jahr 2022 gesammelt wurden, dass die NO₂-Stundengrenzwerte der EU und des Vereinigten Königreichs in Höhe von 200 µg/m³ nicht für länger als 18 Stunden überschritten wurden, was dem gesetzlichen Jahreshgrenzwert für die Luftverschmutzung entspricht.⁶⁹ Im Vergleich dazu haben in allen sieben Ländern, die in dieser Studie untersucht wurden, mehrere mit Gas kochende Haushalte diese stündlichen Grenzwerte so weit überschritten, dass sie höchstwahrscheinlich die zulässigen 18 Stunden pro Jahr überschreiten würden. Dies deutet darauf hin, dass die Luftverschmutzung in Innenräumen eine ernste Gesundheitsgefährdung darstellt, die ähnliche Aufmerksamkeit erfordert wie die Luftqualität im Freien.

- Derzeit gibt es jedoch keine rechtlich verbindliche Norm, mit der in der EU oder im Vereinigten Königreich die Gesundheitsgefährdung durch das Kochen mit Gas angegangen werden kann. Die WHO-Leitlinien sind nicht verbindlich, während die Luftqualität-Grenzwerte der EU und des Vereinigten Königreichs nur für den Außenbereich gedacht sind.

Festlegung „angemessener“ NO₂-Belastungsgrenzwerte

Ohne eine angemessene, verbindliche europäische Regelung ist es nicht möglich zu bestimmen, ob die Luftverschmutzung in Innenräumen „schädlich“ oder „unannehmbar“ ist.

Die europäische Richtlinie über die Luftqualität⁷⁰ und die britische Verordnung über Luftqualitätsnormen 2010⁷¹ gab Grenzwerte für die Luftverschmutzung in Außenbereichen durch NO₂ und andere Schadstoffe vor, die jedoch nicht für Innenräume gelten. Die Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsorganisation von 2021,⁷² die sowohl für die Luftverschmutzung in Innenräumen als auch im Freien gelten, spiegeln die neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse wider, jedoch bieten sie nur unverbindliche Belastungsgrenzwerte.

Was die direkt von der Quelle ausgehende Verschmutzung betrifft, so schreibt die Verordnung über Geräte zur Verbrennung gasförmiger Brennstoffe,^{73/74} die sowohl in der EU als auch im Vereinigten Königreich gilt, vor, dass gasbetriebene Geräte „so zu entwerfen und zu bauen [sind], dass bei vorschriftsmäßiger Verwendung der Verbrennungsvorgang stabil abläuft und die Verbrennungsprodukte keine unannehmbaren Konzentrationen gesundheitsschädlicher Stoffe enthalten.“ Es wird jedoch keine Definition für „unannehmbare Konzentrationen“ angegeben. Für eine Kontrolle der Luftqualität in Innenräumen müssen klar definierte und verbindliche Grenzwerte festgelegt werden. Idealerweise werden in produktspezifischen Verordnungen wie der Verordnung über Geräte zur Verbrennung gasförmiger Brennstoffe oder den Vorgaben für Ökodesign und Energiekennzeichnung Grenzwerte festgelegt oder es wird zumindest vorgeschrieben, dass potenziellen Käufern Informationen über die direkt vom Gerät emittierten Schadstoffe kenntlich gemacht werden müssen.

- PM_{2,5}-Konzentrationen waren in fast allen Haushalten in allen Ländern außergewöhnlich hoch, sind aber eher auf die Zubereitung von Speisen als auf das Kochgerät selbst zurückzuführen. Die Konzentrationen können auch deshalb höher sein, weil die PM_{2,5}-Belastung des Außenbereichs in die Innenräume gelangt. Sowohl in mit Strom als auch mit Gas kochenden Haushalten wurden die WHO-Leitlinien für PM_{2,5} überschritten, was darauf hinweist, dass bezüglich der Wirksamkeit der Belüftung ein ernsthaftes Problem vorliegt, insbesondere bei Dunstabzugshauben. Dieser Schadstoff gilt als ernsthafte Gesundheitsgefährdung, und dennoch atmen wir beim Kochen PM_{2,5} in schädlichen Konzentrationen ein.
- Es wurde festgestellt, dass Dunstabzugshauben im Vergleich zu einer Nicht-Nutzung von Dunstabzugshauben die Schadstoffkonzentration nicht effektiv verringern können. Man erwartet, dass Dunstabzugshauben mit externem Abzug die Luftverschmutzung durch das Kochen verringern können, aber die Ergebnisse der Studie zeigen, dass diese

Belüftungstechnik kaum Auswirkungen hat. Für Umlufthauben ergab sich, dass sie die geringsten Auswirkungen auf die Luftverschmutzung in Innenräumen haben. Bei Dunstabzugshauben mit externem Abzug ist es möglich, dass die Haushalte den Besitz eines falschen Haubentyps angaben, die Abzugshaube während des Kochens nicht benutzten, den Filter nicht gereinigt oder gewechselt hatten oder die Abzugshaube mit einer für einen effektiven Betrieb unzureichenden Leistungstärke betrieben. Es kann auch sein, dass der Schadstoffabscheidegrad der Dunstabzugshauben gering ist. Aufgrund der Ungewissheit in Bezug auf diese Variablen ist es unzuverlässig, sich allein auf die Belüftung zu verlassen, um die Gesundheitsgefährdung durch das Kochen mit Gas zu eliminieren. Die Forschung zeigt, dass ernsthafte Verhaltensänderungen erforderlich sind, um eine korrekte Verwendung der Dunstabzugshauben zu gewährleisten (wenn sie überhaupt genutzt werden).⁷⁵⁷⁶ Auch die Technologie selbst muss verbessert werden, um sicherzustellen, dass die Abzugshauben während des Kochens kontinuierlich laufen, ausreichend Schadstoffe aus der Raumluft absaugen und geräuscharm arbeiten.⁷⁷ Ökodesign-Anforderungen und die Energiekennzeichnung für Dunstabzugshauben können dazu beitragen, diese Veränderungen zu erreichen, indem sie eine bessere Schadstoffabscheidungseffizienz vorschreiben und die Auswirkungen auf die Innenraum-Luftverunreinigung auf der Energiekennzeichnung angeben.

- Weitere Forschungsergebnisse stehen an, die den Übergang zum Kochen mit Elektrogeräten erleichtern werden. CLASP und andere Organisationen haben Studien und Analysen veröffentlicht, die für mehr Investitionen in elektrische Kochtechnologien und deren verstärkten Einsatz plädieren. Weitere Informationen über die Umstellung auf das Kochen mit Strom finden Sie unter www.clasp.ngo/cook-cleaner-europe.

6. Empfehlungen

Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Studie muss auf eine Reduzierung der hohen Innenraum-Luftverschmutzung, die in Küchen mit Gasnutzung festgestellt wurde, hingearbeitet werden, was dazu beitragen wird, die negativen Auswirkungen auf die Gesundheit zu verringern. Eine Sensibilisierung der Bevölkerung ist enorm wichtig, um sicherzustellen, dass Haushalte eine angemessene Belüftung in ihren Wohnungen installiert haben und diese regelmäßig und korrekt nutzen. Die Umstellung auf weniger verschmutzende Elektro-Kochgeräte ist jedoch die wirkungsvollste und wahrscheinlich auch schnellste Lösung, um solch eine bedeutende Quelle der Luftverschmutzung in Innenräumen zu beseitigen.

Behörden – Erleichterung des Übergangs zu weniger verschmutzendem elektrischen Kochen

- Verringerung der durch Gas-Kochgeräte verursachten Luftverschmutzung: Festlegung von Ökodesign-Normen zur Begrenzung der Luftverschmutzung durch Gas-Kochgeräte. Vorschreiben von Schadstoffabscheidungseffizienz und automatischer Belüftung in den Ökodesign-Anforderungen für Dunstabzugshauben. Festlegung geeigneter Grenzwerte für NO₂ und andere Schadstoffe in der Verordnung über Geräte zur Verbrennung gasförmiger Brennstoffe. Festlegung von Anforderungen für die NO₂-Werte in Innenräumen, die gesundheitsbezogene Expositionswerte widerspiegeln.
- Information über die Gesundheitsrisiken des Kochens mit Gas: Aufnahme der Luftverschmutzungsrisiken in ein neues vergleichendes Energieetikett für Kochfelder. Hervorhebung der Schadstoffabscheidungseffizienz auf dem Energieetikett für Dunstabzugshauben. Unterstützung von Kampagnen zur Verringerung der Luftverschmutzung in Innenräumen.
- Beschleunigung des Übergangs zu weniger verschmutzendem Kochen mit Strom: Vorschrift, dass in Neubauten und Sozialwohnungen Induktionskochfelder (der effizienteste Kochfeldtyp) und andere elektrische Technologien installiert werden müssen. Bezuschussung für Kauf und Installation neuer Induktionskochfelder. Umsetzung der Verpflichtungen zur Senkung der Stromtarife, damit erneuerbare Energien erschwinglicher werden als Gas. Einführung von Nachrüstungsprogrammen, die sich in erster Linie auf Sozialwohnungen und Haushalte mit geringem Einkommen konzentrieren. Kopplung von Anreizen für den Kauf und die Installation von Induktionsherden mit Anreizen für Solaranlagen.

Industrie – Beseitigung der durch Gas-Kochgeräte entstehenden Gesundheitsrisiken und Förderung des Übergangs zum elektrischen Kochen

- Investitionen in sauberere, gesündere und nachhaltigere Technologien: Einzelhändler und Hersteller sollten dem Beispiel von Branchenführern wie IKEA Niederlande⁷⁸ folgen und sich verpflichten, keine Gaskochfelder und -backöfen mehr herzustellen bzw. zu verkaufen. Baufirmen sollten sich verpflichten, nur Kochgeräte mit Induktionstechnik einzubauen. Hersteller sollten in die Entwicklung effizienter und effektiver automatischer Dunstabzugshauben mit hoher Schadstoffabscheidungseffizienz investieren.
- Einführung von Austauschprogrammen für das Ersetzen weniger effizienter und umweltschädlicher Gaskochfelder durch sauberere und effizientere Induktionskochfelder: Der Einzelhandel kann Anreize schaffen, um die Verbreitung des

saubereren Induktionskochens zu fördern und die Menschen zu motivieren, ihre gasbetriebenen Kochgeräte zu ersetzen.

- Aufklärung über die Risiken der Gaskochtechnik: Die Hersteller sollten die Schadstoffemissionen von gasbetriebenen Geräten prüfen und auf einer neuen Energiekennzeichnung angeben. Sie sollten zudem Strategien zur Begrenzung der Exposition gegenüber diesen Schadstoffen anbieten und die Kunden über die gesundheitlichen und ökologischen Vorteile des Kochens mit Strom beraten sowie den Verkauf dieser Technologie stärker fördern als den gasbetriebener Geräte.

Zivilgesellschaft, Gesundheitswesen – einschließlich Ärzte und Spezialisten für Pädiatrie sowie Hochschulen – Sensibilisierung und Einbeziehung aller Beteiligten in den Übergang zu saubererem und gesünderem Kochen

- Ausbau und Verbesserung der Forschung zur Luftqualität in Innenräumen: Fortsetzung von Feldstudien und gesundheitsbezogenen Forschungsprojekten. Sammlung weiterer Erkenntnisse über CO im Haushalt sowie über Gesundheitsrisiken und damit verbundene Kosten aufgrund von Luftverschmutzung in Innenräumen.
- Hilfe bei der Aufklärung der Beteiligten und Durchführung von Sensibilisierungskampagnen: Entwicklung von Aufklärungsmaterial und Durchführung von Sensibilisierungsmaßnahmen zu den gesundheitlichen Auswirkungen des Kochens mit Gas und zu Mechanismen für saubereres Kochen. Beratung der Patienten über die Risiken durch Belastung der Innenraumluft und Quellen der Luftverschmutzung in Innenräumen. Unterstützung von Maßnahmen, die saubereres Kochen fordern.

Einzelpersonen und Haushalte – Begrenzung der Exposition gegenüber Innenraum-Luftverschmutzung beim Kochen und Unterstützung des Übergangs zum Kochen mit Strom

- Minimierung der Exposition gegenüber Emissionen beim Kochen mit Gas: Minimierung des Kochens mit Gas durch den Einsatz von Geräten mit Netzstecker wie z. B. Wasserkocher, Fritteusen und Induktionskochfeldern mit Netzstecker. Einzelhändler sollten zum Thema Luftverschmutzung durch Gaskochfelder und zur Effizienz der Schadstoffabscheidung durch Dunstabzugshauben befragt werden.
- Verbesserung der Belüftung, wenn Kochen mit Gas die einzige Option ist: Nutzung der Dunstabzugshaube während des Kochens und mindestens zehn Minuten danach. Regelmäßige Reinigung der Filter, um sicherzustellen, dass die Abluftkapazität nicht durch Fett und Schmutz blockiert wird. Verwendung der hinteren Brenner, die der Dunstabzugshaube am nächsten sind. Wenn irgend möglich, sollte die Entlüftung von Dunstabzugshauben nach außen erfolgen, damit die belastete Luft aus der Küche abgeleitet wird. Wenn keine Dunstabzugshaube vorhanden ist, die ins Freie führt, sollten während und kurz nach dem Kochen die Fenster geöffnet werden.
- Ersetzen von Gas-Kochgeräten: Ersetzen der Gas-Kochtechnik durch sauberere, energieeffiziente elektrische Alternativen, wann immer dies möglich ist. Unterstützung von Politikern und Herstellern, die die Elektrifizierung des Kochens vorantreiben.
- Informationssammlung über Elektrifizierungsoptionen und Fördermaßnahmen, für eine kosteneffiziente Elektrifizierung des eigenen Haushalts: z. B. die Kopplung der Installation von Induktionsherden mit Solaranlagen und Wärmepumpen.

- Für Eltern: Forderung nach Einbeziehung der Innenraumluftqualität in Schulen in den Unterricht und in der Familie Erstellung eines Elektrifizierungsplans für den Haushalt.

7. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der Feldstudie bestätigen, dass das Kochen mit Gas gesundheitsschädlich ist, da die NO₂-Belastung regelmäßig die von der WHO empfohlenen Normen sowie verbindliche Grenzwerte für die Außenluft überschreitet. Gas-Kochgeräte erhöhen die Luftverschmutzung in unseren Wohnungen auf ein Niveau, das Asthmaanfälle und andere Atemwegserkrankungen auslösen und verschlimmern kann, insbesondere bei Kindern. Dieses unsichtbare Gesundheitsrisiko wurde unter den Teppich gekehrt, während Gaskochfelder lange Zeit als sauber, effizient und, vom kulinarischen Standpunkt betrachtet, besser angepriesen wurden.

Belüftung wird oft als die Antwort auf alle Bedenken gegenüber Gas-Kochgeräten propagiert. Aus dieser Studie geht jedoch hervor, dass Belüftung allein nicht ausreicht, um NO₂ und PM_{2,5} sowie andere Schadstoffe zu reduzieren. Für die Verringerung der Schadstoffemissionen, die durch das Kochen mit Gas entstehen, sind Verbesserungen der Belüftungseffizienz sowie individuelle Verhaltensänderungen im Hinblick auf die richtige Nutzung der Belüftung erforderlich.

Eine schnellere und wirksamere Lösung in Verbindung mit einer verbesserten Belüftung besteht darin, die Luftverschmutzung direkt an der Quelle zu beseitigen. Die Regierungen tragen Verantwortung für den Schutz der öffentlichen Gesundheit. Sie müssen Maßnahmen ergreifen, die den Übergang zu einem saubereren und gesünderen Kochen mit Strom beschleunigen und erleichtern. Die Industrie kann von dieser Umstellung profitieren, indem sie in neue und innovative Technologien investiert, neue Kompetenzen aufbaut und dazu beiträgt, die Preise für das Kochen mit Induktionstechnik zu senken, damit diese saubere, effiziente und hochwertige Technologie für alle zugänglich wird.

Die Umstellung von Kochen mit Gas auf Kochen mit Strom wird die Luftqualität in Innenräumen verbessern und die Gesundheit von Millionen von Menschen in ganz Europa schützen.

Informationen zur Organisation

Über CLASP

Effiziente Haushaltsgeräte für Mensch und Umwelt

CLASP konzentriert sich auf die Energieleistung und -qualität von Geräten und Anlagen, um den Klimawandel abzumildern und sich an ihn anzupassen sowie den Zugang zu sauberer Energie für eine breitere Masse verfügbar zu machen. Seit seiner Gründung im Jahr 1999 ist CLASP in mehr als 100 Ländern tätig geworden. CLASP hat seine Zentrale in Washington DC (USA) und verfügt über Teams in Europa, Kenia, Indien, China und Indonesien. CLASP setzt sich für eine Kultur der Vielfalt, Transparenz, Zusammenarbeit und wirkungsvollen Arbeit ein. Weitere Informationen über uns finden Sie auf unserer Website.

CLASP-Programme sind so konzipiert, dass sie eine größtmögliche Wirkung erzielen, indem sie auf die größten Verursacher von Emissionen abzielen, die Messlatte durch bahnbrechende politische Maßnahmen höher legen und Technologien fördern, damit die Bestrebungen für eine nachhaltige Entwicklung weltweit erfüllt werden können.

<https://www.clasp.ngo/>

ENDNOTEN

¹ Leber, R., 2023, There's something different about the new gas stove influencer, Vox, accessed 17 October 2023, <https://www.vox.com/climate/2023/3/10/23628286/gas-stove-influencer-propane>

² Blair, H. and Demartini, S., European Consumer Perspectives of Gas and Electric Cooking: Evidence from Four National Surveys, CLASP, October 2023. <https://www.clasp.ngo/research/all/european-consumer-perspectives-gas-electric-cooking/>

³ Blair, H. and Demartini, S., European Consumer Perspectives of Gas and Electric Cooking: Evidence from Four National Surveys, CLASP, October 2023. <https://www.clasp.ngo/research/all/european-consumer-perspectives-gas-electric-cooking/>

⁴ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

⁵ Jacobs, P. and Kornaat, W., 2022, Health effects in EU and UK from cooking on gas, TNO Report R12249, accessed 20 October 2023, <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3Ac422c014-3509-4a4a-a3e6-85faeced883c>

⁶ Kashtan, Y.S., Nicholson, M., Finnegan, C., Ouyang, Z., Lebel, E.D., Michanowicz, D.R., Shonkoff, S.B.C. and Jackson, R.B., 2023, Gas and Propane Combustion from Stoves Emits Benzene and Increases Indoor Air Pollution, Environmental Science & Technology 2023 57 (26), 9653–9663, DOI: 10.1021/acs.est.2c09289, accessed 20 October 2023, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.2c09289>

⁷ Lebel, E.D., Michanowicz, D.R., Bilsback, K.R., Hill, L.A.L., Goldman, J.S.W., Domen, J.K., Jaeger, J.M., Ruiz, A. and Shonkoff, S.B.C., 2022, Composition, Emissions, and Air Quality Impacts of Hazardous Air Pollutants in Unburned Natural Gas from Residential Stoves in California, Environmental Science & Technology 2022 56 (22), 15828–15838, DOI: 10.1021/acs.est.2c02581, accessed 20 October 2023, <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.2c02581>

⁸ Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, OJ L 152, 11.6.2008, accessed 20 October 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>

⁹ The Air Quality Standards Regulations 2010, No. 1001, Environmental Protection, accessed 20 October 2023, <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/1001/contents/made>

¹⁰ Regulation (EU) 2016/426 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on appliances burning gaseous fuels and repealing Directive 2009/142/EC, accessed 20 October 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0426&rid=3>

¹¹ Commission Regulation (EU) No 66/2014 of 14 January 2014 implementing Directive 2009/125/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for domestic ovens, hobs and range hoods OJ L 29, 31.1.2014, accessed 20 October 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0066>

¹² Commission Delegated Regulation (EU) No 65/2014 of 1 October 2013 supplementing Directive 2010/30/EU of the European Parliament and of the Council with regard to the energy labelling of domestic ovens and range hoods, OJ L 29, 31.1.2014, accessed 20 October 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014R0065>

¹³ WHO, 2021, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, accessed 20 October 2023, <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

¹⁴ Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, OJ L 152, 11.6.2008, accessed 20 October 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>

¹⁵ The Air Quality Standards Regulations 2010, No. 1001, Environmental Protection, accessed 20 October 2023, <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/1001/contents/made>

-
- ¹⁶ United States Environmental Protection Agency, Basic Information about NO₂, accessed on 20 October 2023, <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2>
- ¹⁷ WHO Regional Office for Europe, 2010, WHO Guidelines for Indoor Air Quality – Selected Pollutants, Page 215, accessed 20 October 2023, <https://www.who.int/publications/i/item/9789289002134>
- ¹⁸ WHO Regional Office for Europe, 2010, WHO Guidelines for Indoor Air Quality – Selected Pollutants, Page xx, accessed 20 October 2023, <https://www.who.int/publications/i/item/9789289002134>
- ¹⁹ Blair, H., Kearney, N., Pricop, C. and Scholand, M., Exposing the Hidden Health Impacts of Cooking with Gas, CLASP and European Public Health Alliance, January 2023, <https://www.clasp.ngo/cook-cleaner-europe/>
- ²⁰ Lebel, E.D., Finnegan, C.J., Ouyang, Z. and Jackson, R.B., Methane and NO_x Emissions from Natural Gas Stoves, Cooktops, and Ovens in Residential Homes, *Environmental Science & Technology* 2022 56 (4), 2529-2539, DOI: 10.1021/acs.est.1c04707, accessed 18 October 2023, <https://pubs.acs.org/action/showCitFormats?doi=10.1021%2Facs.est.1c04707&href=/doi/10.1021%2Facs.est.1c04707>
- ²¹ Eurostat, 2022, Energy consumption in households - Share of fuels in the final energy consumption in the residential sector for cooking, 2021 (%), accessed 20 October 2023, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_consumption_in_households
- ²² Jacobs, P. and Kornaat, W., 2022, Health effects in EU and UK from cooking on gas, TNO Report R12249, accessed 20 October 2023, <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3Ac422c014-3509-4a4a-a3e6-85faeced883c>
- ²³ Jacobs, P. and Cornelissen, H.J.M., 2022, Effect of hydrogen gas mixes on gas hob emissions, TNO R12248, accessed 20 October 2023, <https://publications.tno.nl/publication/34640323/xHSCvt/TNO-2022-R12248.pdf>
- ²⁴ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>
- ²⁵ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>
- ²⁶ Blair, H., Kearney, N., Pricop, C. and Scholand, M., Exposing the Hidden Health Impacts of Cooking with Gas, CLASP and European Public Health Alliance, January 2023, <https://www.clasp.ngo/cook-cleaner-europe/>
- ²⁷ Minutolo et al., 2008, Emission of Ultrafine Particles from Natural Gas Domestic Burners, *Environmental Engineering Science*, 2008; 25 (10): 1357 DOI: 10.1089/ees.2007.0188, accessed 20 October 2023, https://www.researchgate.net/publication/245336637_Emission_of_Ultrafine_Particles_from_Natural_Gas_Domestic_Burners
- ²⁸ CLASP, 2023, Indoor Air Quality and Cooking Appliances Field Study: Overview of Measurement Equipment, available at: www.clasp.ngo/research/all/cooking-with-gas-findings-from-a-pan-european-indoor-air-quality-field-study
- ²⁹ CLASP, 2023, Indoor Air Quality Field Testing - Equipment Installation Guide, available at: www.clasp.ngo/research/all/cooking-with-gas-findings-from-a-pan-european-indoor-air-quality-field-study
- ³⁰ CLASP, 2023, Indoor Air Quality Field Testing - Equipment Installation Instructional video in English, and other versions with subtitles, available at: www.clasp.ngo/research/all/cooking-with-gas-findings-from-a-pan-european-indoor-air-quality-field-study
- ³¹ Opinium and CLASP, 2023, In-home emissions testing: Discussion guide, available at: www.clasp.ngo/research/all/cooking-with-gas-findings-from-a-pan-european-indoor-air-quality-field-study

³² Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809,

<https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

³³ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809,

<https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

³⁴ European Environment Agency, 2022, Air Pollution Sources: Air pollutants are emitted from a range of both man-made and natural sources, accessed 17 October 2023, <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1>

³⁵ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809,

<https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

³⁶ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809,

<https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

³⁷ Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, OJ L 152, 11.6.2008, accessed 20 October 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>

³⁸ The Air Quality Standards Regulations 2010, No. 1001, Environmental Protection, accessed 20 October 2023, <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2010/1001/contents/made>

³⁹ WHO, 2021, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, accessed 20 October 2023,

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

⁴⁰ WHO, 2021, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, accessed 20 October 2023,

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

⁴¹ WHO, 2021, What are the WHO Air Quality Guidelines?, accessed 8 October 2023,

<https://www.who.int/news-room/feature-stories/detail/what-are-the-who-air-quality-guidelines>

⁴² WHO, 2021, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, accessed 20 October 2023,

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>

⁴³ The Air Quality Standards Regulations 2010, No. 1001, Environmental Protection, accessed 20 October 2023, <https://www.legislation.gov.uk/ukxi/2010/1001/contents/made>

⁴⁴ European Parliament, 2023, Press Release - Air pollution: MEPs want stricter limits to achieve zero pollution by 2050, accessed 20 October 2023, <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20230911IPRO4915/air-pollution-meps-want-stricter-limits-to-achieve-zero-pollution-by-2050>

⁴⁵ WHO Regional Office for Europe, 2010, WHO Guidelines for Indoor Air Quality – Selected Pollutants, Page 246, accessed 24 April 2023, <https://www.who.int/publications/i/item/9789289002134>

⁴⁶ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809,

<https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

⁴⁷ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809,

<https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

⁴⁸ Jacobs, P., Hoes, E. C. M., Vijlbrief, O. & Kornaat, W., 2020, Openbaar eindrapport TKI Be Aware Bewustwording van binnenluchtkwaliteit in woningen: bronnen en effectieve energie-efficiënte interventie

strategieen, accessed 6 October 2023, <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid:2b40ecf6-f819-4fbb-93a9-514799c27568>

⁴⁹ Abdullahi, K. L., Delgado-Saborit, J. M. & Harrison, R. M., 2013, Emissions and indoor concentrations of particulate matter and its specific chemical components from cooking: A review. *Atmos. Environ.* 71, 260–294, accessed 6 October 2023, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1352231013000861?via%3DIhub>

⁵⁰ Laltrello, S., Amiri, A., Lee, S.H., 2022. Indoor Particulate Matters Measured in Residential Homes in the Southeastern United States: Effects of Pandemic Lockdown and Holiday Cooking. *Aerosol Air Qual. Res.* 22, 210302, accessed 20 October 2023, <https://doi.org/10.4209/aaqr.210302>

⁵¹ Jacobs, P. and Kornaat, W., 2022, Health effects in EU and UK from cooking on gas, TNO Report R12249, accessed 20 October 2023, <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3Ac422c014-3509-4a4a-a3e6-85faeced883c>

⁵² Singer, B.C., Pass, R. Z., Delp, W.W., Lorenzetti, D.M. and Maddalena, R.L., 2017, Pollutant concentrations and emissions rates from natural gas cooking burners without and with range hood exhaust in nine California homes, *Building and Environment*, Volume 122, September 2017, Pages 215–229, accessed 20 October 2023, <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.06.021>

⁵³ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

⁵⁴ Jacobs, P. and Kornaat, W., 2022, Health effects in EU and UK from cooking on gas, TNO Report R12249, accessed 20 October 2023, <https://repository.tno.nl/islandora/object/uuid%3Ac422c014-3509-4a4a-a3e6-85faeced883c>

⁵⁵ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

⁵⁶ Zhao, J., Birmili, W., Hussein, T., Wehner, B. & Wiedensohler, A., 2020, Particle number emission rates of aerosol sources in 40 German households and their contributions to ultrafine and fine particle exposure. *Indoor Air* 818–831 doi:10.1111/ina.12773., accessed 20 October, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33247488/>

⁵⁷ O’Leary, C., Jones, B., Dimitroulopoulou, S. & Hall, I. P., 2019, Setting the standard: The acceptability of kitchen ventilation for the English housing stock. *Build. Environ.* 166, 106417, accessed 20 October 2023, <https://nottingham-repository.worktribe.com/index.php/output/3010772/setting-the-standard-the-acceptability-of-kitchen-ventilation-for-the-english-housing-stock>

⁵⁸ Blair, H. and Demartini, S., European Consumer Perspectives of Gas and Electric Cooking: Evidence from Four National Surveys, CLASP, October 2023. <https://www.clasp.ngo/research/all/european-consumer-perspectives-gas-electric-cooking/>

⁵⁹ CLASP, 2023, How to Improve Air Quality in Your Home When You Have a Gas Hob or Oven, accessed 8 October 2023, <https://www.clasp.ngo/wp-content/uploads/2023/05/How-to-improve-air-quality-in-your-home-when-you-have-a-gas-hob-or-oven.pdf>

⁶⁰ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

⁶¹ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

⁶² Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

⁶³ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>

-
- ⁶⁴ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>
- ⁶⁵ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>
- ⁶⁶ Jacobs, P., Moretti, D., Beelen, A., Cornelissen, E., Topal, E., Vijlbrief, O. and Hoes, L., 2023, Health effects in Europe from cooking on gas – phase II field study, TNO R11809, <https://publications.tno.nl/publication/34641471/zD0Xiz/TNO-2023-R11809.pdf>
- ⁶⁷ Garcia, E., Rice, M. and Gold, D., 2021, Air Pollution and Lung Function in Children, The Journal of Allergy and Clinical Immunology, *Volume 148, Issue 1*, P1-14, July 2021, accessed 20 October 2023, <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2021.05.006>
- ⁶⁸ Blair, H. and Demartini, S., European Consumer Perspectives of Gas and Electric Cooking: Evidence from Four National Surveys, CLASP, October 2023. <https://www.clasp.ngo/research/all/european-consumer-perspectives-gas-electric-cooking/>
- ⁶⁹ European Environment Agency, 2023, Europe's air quality status 2023, accessed 20 October 2023, <https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2023#:~:text=Concentrations of PM2.5 above,46 air quality zones%2C respectively>
- ⁷⁰ Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe, OJ L 152, 11.6.2008, accessed 20 October 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32008L0050>
- ⁷¹ The Air Quality Standards Regulations 2010, No. 1001, Environmental Protection, accessed 20 October 2023, <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/1001/contents/made>
- ⁷² WHO, 2021, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, accessed 20 October 2023, <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
- ⁷³ Regulation (EU) 2016/426 of the European Parliament and of the Council of 9 March 2016 on appliances burning gaseous fuels and repealing Directive 2009/142/ EC, accessed 20 October 2023, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0426&rid=3>
- ⁷⁴ Regulation 2016/426 and the Gas Appliances (Enforcement) and Miscellaneous Amendments Regulations 2018: Great Britain, accessed 20 October 2023, <https://www.legislation.gov.uk/uksi/2018/389/made>
- ⁷⁵ Blair, H. and Demartini, S., European Consumer Perspectives of Gas and Electric Cooking: Evidence from Four National Surveys, CLASP, October 2023. <https://www.clasp.ngo/research/all/european-consumer-perspectives-gas-electric-cooking/>
- ⁷⁶ Blair, H., Kearney, N., Pricop, C. and Scholand, M., Exposing the Hidden Health Impacts of Cooking with Gas, CLASP and European Public Health Alliance, January 2023, <https://www.clasp.ngo/cook-cleaner-europe/>
- ⁷⁷ Blair, H., Kearney, N., Pricop, C. and Scholand, M., Exposing the Hidden Health Impacts of Cooking with Gas, CLASP and European Public Health Alliance, January 2023, <https://www.clasp.ngo/cook-cleaner-europe/>
- ⁷⁸ Ikea, 2023, LinkedIn post: "Bij Ikea Nederland zetten we de knop om!", accessed 1 October 2023, <https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:activity:7104783825112571904/>