

Untersuchung von per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) im Meeresschaum an Nord- und Ostsee-Stränden in Deutschland



Untersuchung von per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) im Meeresschaum an Nord- und Ostsee-Stränden in Deutschland

Autor: Dr. Julios Kontchou

Kein Geld von Industrie und Staat

Greenpeace arbeitet international und kämpft mit gewaltfreien Aktionen für den Schutz der Lebensgrundlagen. Unser Ziel ist es, Umweltzerstörung zu verhindern, Verhaltensweisen zu ändern und Lösungen durchzusetzen. Greenpeace ist überparteilich und völlig unabhängig von Politik und Wirtschaft. Rund 620.000 Fördermitglieder in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt, der Völkerverständigung und des Friedens.

Impressum

Greenpeace e.V. Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg, T 040 30618-0 **Pressestelle** T 040 30618-340, F 040 30618-340, presse@greenpeace.de, greenpeace.de **Politische Vertretung Berlin** Marienstraße 19–20, 10117 Berlin, T 030 308899-0 **V.i.S.d.P.** Dr. Julios Kontchou **Titelfoto** © Roman Pawlowski / Greenpeace (Ausschnitt) **Gestaltung** Daniel Müller
Stand 01 / 2025

Einleitung

Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS), auch bekannt als „Ewigkeits-Chemikalien“, sind eine von Menschen hergestellte Gruppe von Chemikalien, die seit den 1940er Jahren aufgrund ihrer einzigartigen Eigenschaften wie Hitzebeständigkeit, Öl- und Wasserabweisung in vielen Industrie- und Verbraucherprodukten eingesetzt werden. PFAS finden sich z.B. in Konsumgütern wie Ski-Wachs, der wasserabweisenden Ausrüstung von Outdoor-Bekleidung, in fettabweisenden Beschichtungen und Verpackungen wie Pizzakartons und Backpapier, sowie in der schmutzabweisenden Ausrüstung von Teppichböden und Autositzen. Aber auch in technischen Anwendungen finden PFAS weite Verbreitung aufgrund ihrer hohen Chemischen- und Temperatur-Beständigkeit. Die Chemikalien haben aber auch schädliche Eigenschaften, die eine Gefahr für die menschliche Gesundheit und die Umwelt darstellen. PFAS sind mobil und persistent, das heißt in der Umwelt nicht abbaubar. Zudem sind einige PFAS toxisch und bioakkumulativ, d.h. sie können sich in tierischen Organismen und im menschlichen Körper anreichern. PFAS können mit dem Trinkwasser oder über Nahrungsmittel wie Fische, Meeresfrüchte und Gemüse in den Körper gelangen und zu einer langfristigen gesundheitlichen Gefährdung führen.

Seit ihrer Entdeckung vor mehr als 50 Jahren verschmutzen PFAS die Umwelt. Wenn diese Chemikalien freigesetzt werden, insbesondere bei der PFAS-Produktion oder aus PFAS-haltigen Abfällen, können sie sich aufgrund ihrer hohen Mobilität in der ganzen Welt verbreiten. Sie wurden in Luft, Wasser, Boden und in abgelegenen Gebieten¹, sowie im Menschen nachgewiesen. Die höchsten Konzentrationen dieser Chemikalien in der Umwelt werden häufig in Gebieten festgestellt, die mit punktuellen Umweltverschmutzungen in Verbindung stehen, z.B. durch industrielle Tätigkeiten oder die häufige Verwendung von PFAS-haltigen Produkten wie Feuerlöschschaum^{2,3}.

Vor zwei Jahren wurde durch Publikationen aus Schweden und den Niederlanden deutlich, dass PFAS, die einst z.B. über Flüsse ins Meer gelangten, mit Meeresschaum⁴ und Gischt⁵ wieder an die Küsten gelangen und diese kontaminieren. PFAS sind oberflächenaktiv und reichern sich im Meeresschaum an. Untersuchungen von Meeresschaum an Stränden in Belgien⁶, den Niederlanden⁷ und Dänemark⁸ haben alarmierend hohe PFAS-Konzentrationen festgestellt. Beispielsweise lag die Konzentration von PFAS-4 (die Summe von PFOA, PFNA, PFOS und PFHxS) an der westjütländischen Küste Dänemarks zwischen 17.000 und 250.000 ng/L. Diese Werte liegen deutlich über dem dänischen Grenzwert für Badegewässer von 40 ng/L. Diese hohe Belastung des Schaums am Strand mit PFAS erhöht die Exposition des Menschen gegenüber PFAS durch Kontakt oder versehentliches Verschlucken, insbesondere bei Kindern. Zusätzlich werden auch der Boden und das Grundwasser kontaminiert. Aerosole in der Luft von Küstengebieten erhöhen ebenfalls das Risiko der Exposition des Menschen gegenüber diesen schädlichen Chemikalien.

Derzeit liegen keine Daten über die PFAS-Belastung im Meeresschaum an deutschen Stränden vor. Dies ist erstaunlich, da die Schaumbildung ein häufiges Phänomen ist und dortige Behörden an ähnlichen Stränden in Belgien, den Niederlanden und Dänemark bereits tätig sind und die Konzentrationen messen. Um eine Aussage über die Situation an deutschen Stränden treffen zu können, hat Greenpeace an einigen beliebten Stränden Stichproben von Meeresschaum genommen und auf PFAS-Belastung untersucht.

1 https://www.greenpeace.org/static/planet4-international-stateless/2015/09/2a086e17-rae_report_08_2015_english_final.pdf

2 <https://www.eea.europa.eu/en/european-zero-pollution-dashboards/indicators/pfas-contamination-and-soil-remediation-signal>

3 https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/uba_sp_pfas_web_0.pdf

4 <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/KU-2023-0018.pdf>

5 https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.est.1c04277?ref=article_openPDF

6 https://assets.vlaanderen.be/image/upload/v1675173607/VITO_-_PFAS_in_zeewater_en_zeeschuim_-_Eindrapport_30.01.2023_yfgddv.pdf

7 <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/KU-2023-0018.pdf>

8 https://mst.dk/nyheder/2023/oktober/nye-fund-af-havskum-med-hoejt-indhold-af-pfas?utm_medium=nyhedsmail&utm_source=20231004_Nye%20fund%20af%20havskum%20med%20h%C3%B8jt%20indhold%20af%20PFAS&utm_campaign=Nye%20fund%20af%20havskum%20med%20h%C3%B8jt%20indhold%20af%20PFAS

Probenahme und Analyse

Die Probenahmen wurden im November 2024 (Nordsee-Proben) und im Januar 2025 (Ostsee-Proben) durchgeführt. Die Herbst- und Wintermonate mit ihren charakteristischen windigen Bedingungen sind die Zeiten, an denen Meeresschaum an den Stränden häufig vorkommt. Allerdings waren die Wind- und Wellenbedingungen während der Probenahme nicht immer optimal, sodass die Verfügbarkeit von Schaum an den verschiedenen Standorten unterschiedlich war. Dies führte dazu, dass unterschiedliche Mengen von Schaum gesammelt werden konnten. Dennoch enthielten alle Proben ausreichend Schaum für die PFAS-Analyse. Die Proben wurden an den Nordseestränden von St. Peter Ording, Sylt und Norderney sowie an den Ostseestränden von Kühlungsborn und Boltenhagen genommen. Insgesamt wurden neun Proben genommen (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1 für weitere Informationen zu den Proben und den Probenahmeorten). Alle Proben wurden in 10-Liter-Ziploc PE-Beuteln genommen, die vor der Probenahme im Labor getestet wurden. Dazu wurde der PE-Beutel mit Reinstwasser gefüllt, geschüttelt und gespült und anschließend das Wasser auf PFAS analysiert. Das Material (Polyethylen), aus dem die Beutel bestehen, ist PFAS-frei.

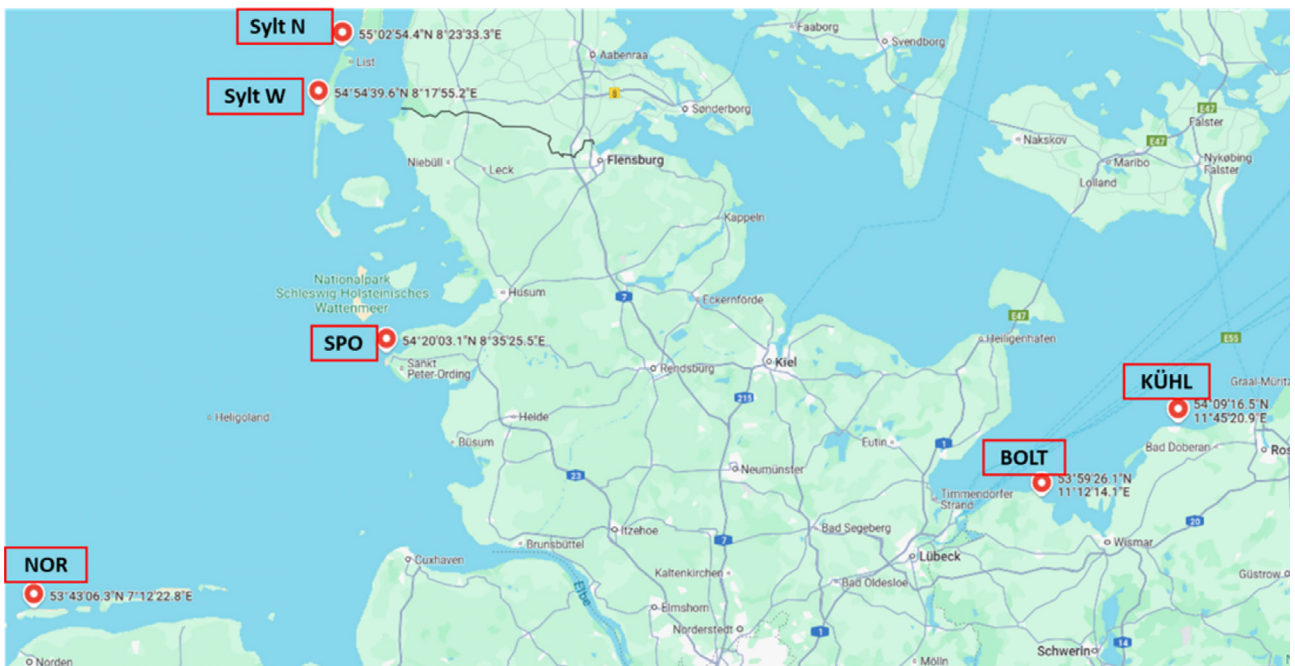
Die Probenahme erfolgte, indem frisch entstandener Meeresschaum vom Strand abgeschöpft und in die PE-Beutel gefüllt wurde. Dabei wurde weitestgehend sichergestellt, dass nur Meeresschaum und kein Meerwasser aufgefangen wurde. Auf Sylt (W2) und in Boltenhagen kam mit der Welle nur sehr wenig Schaum, der zudem instabil war und schnell zu Wasser zerfiel. In diesen Proben ist der Anteil an Meerwasser höher. Bei der Beprobung in Kühlungsborn fand sich am Strand stabiler, gealterter Schaum, der offenbar einige Stunden vor der Beprobung abgelagert wurde. Hier wurde zusätzlich zur Frischprobe (KÜHL-F) eine Probe von dem 'alten Schaum' (KÜHL-A) entnommen. Alle Schaumproben wurden über Nacht auf Eis aufbewahrt, um genügend Zeit für die Transformation zu Wasser zu gewährleisten. Die entstandene Flüssigkeit wurde in vorgereinigte Glasflaschen umgefüllt und ins Labor zur PFAS-Analyse geschickt. Im Labor wurden die Proben in Anlehnung an die DIN 38407-42:2011-03 vorbereitet und aufgearbeitet. Jede Probe wurde auf 31 PFAS analysiert (Tabelle A1, im Anhang), darunter alle Substanzen der PFAS-20-Gruppe, die nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 2023)⁹ geregelt ist, sowie 11 Ersatz- und einige weitere PFAS.

Tabelle 1:
Übersicht über Probenahmeort und Proben

Probenahmeort	Probenbezeichnung	Proben-Nummer	Datum der Probenahme	Koordinaten
Sankt Peter Ording	SPO1	GPD201124-SPO1	20.11.2024	54°20'21.6"N 8°35'30.8"E
	SPO2	GPD201124-SPO2	20.11.2024	54°20'05.3"N 8°35'24.2"E
Sylt Westerland	Sylt W1	GPD211124-SW1	21.11.2024	54°54'39.9"N 8°17'55.2"E
	Sylt W2	GPD211124-SW2	21.11.2024	54°54'38.9"N 8°17'54.9"E
Sylt Nord	Sylt N	GPD211124-S	21.11.2024	55°02'54.4"N 8°23'33.3"E
Norderney	NOR	GPD251124-N	25.11.2024	53°42'39.1"N 7°08'31.0"E
Boltenhagen	BOLT	GPD150125-B	15.01.2025	53°59'26.1"N 11°12'14.1"E
Kühlungsborn	KÜHL-F	GPD150125-F	15.01.2025	54°09'16.5"N 11°45'20.9"E
	KÜHL-A	GPD150125-A	15.01.2025	54°09'16.5"N 11°45'20.9"E

⁹ https://www.gesetze-im-internet.de/trinkwv_2023/TrinkwV.pdf

Abbildung 1:
Karte der deutschen Nord- und Ostseeküste. Die roten Markierungen zeigen die Strände, an denen Meeresschaum-Proben entnommen wurden



Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der PFAS-Messungen zusammengefasst. Die PFAS-Konzentrationen im Schaum werden in Nanogramm pro Liter Wasser (ng/L) dargestellt, da das aus dem Zerfall der Schaumproben entstandene Wasser analysiert wurde. Die Untersuchung des Materials, aus dem die für die Probenahme verwendeten PE-Beutel ergab, dass keine PFAS-Chemikalien festgestellt werden. Eine PFAS-Kontamination der Proben durch die PE-Beutel lässt sich somit ausschließen.

Die Proben wurden auf 31 PFAS-Chemikalien untersucht, 14 Substanzen konnten gemessen werden. Zehn der identifizierten PFAS gehören zu den Parametern der PFAS-20-Gruppe (in Tabelle A1 im Anhang aufgeführt), die im Rahmen der Trinkwasserverordnung geregelt sind. Die Konzentrationen der einzelnen Substanzen aus der PFAS-20-Gruppe lagen in den Proben zwischen 18,1 (PFUnA) und 61.300 ng/L (PFOS). Bei den anderen vier PFAS-Chemikalien, die zusätzlich in einigen Proben nachgewiesen wurden, handelt es sich um Verbindungen wie GenX und ADONA, die als Alternativen zu den besonders gefährlichen Substanzen wie PFOA und PFOS industriell angewendet werden. Aufgrund ihrer Eigenschaften wie Mobilität und Persistenz können sie laut Forschungsergebnissen¹⁰ ähnliche Schäden verursachen wie die verbotenen oder regulativ beschränkten PFAS, die sie ersetzen sollen. Die Ersatzstoffe wurden nicht in allen Proben gemessen, die Konzentrationen liegen zwischen 24,3 und 1040 ng/L (ADONA).

Alle Verbindungen aus der PFAS-4-Gruppe (PFOA, PFOS, PFHxS und PFNA), die am besten erforschten und am stärksten regulierten PFAS, wurden in allen Proben gemessen. Die PFAS-4 Gruppe hat einen Anteil von mindestens 92 Prozent an der gesamten PFAS-Belastung in den Proben. Innerhalb der PFAS-4-Parameter weisen die in ihrer Anwendung verbotenen bzw. sehr stark regulierten und eingeschränkten PFOS und PFOA die höchsten Konzentrationen auf (Abbildung 3).

¹⁰ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11850/publikationen/129_2023_texte_literature_review_and_assessment_of_available_toxicological_data_for_pfas.pdf

Die höchsten Konzentrationen von PFAS insgesamt, wurden in der Probe KÜHL-A von gealtertem Schaum am Strand von Kühlungsborn gemessen. Die Werte der Probe KÜHL-A liegen bei 161.349 ng/L für Gesamt-PFAS, 159.799 ng/L für PFAS-20 und 151.100 ng/L für PFAS-4. Bei den Proben von frisch in der Brandung gebildetem Schaum wurden die höchsten Konzentrationen in der Probe von Sylt Nord mit 96.362 ng/L (Gesamt-PFAS), 96.201 ng/L (PFAS-20) bzw. 89.080 ng/L (PFAS-4) gemessen. Eine der Proben aus Sylt Westerland (Sylt W2) wies mit 12.327 ng/L für PFAS insgesamt, 12.327 ng/L für PFAS-20 und 11.607 ng/L für PFAS-4 die niedrigsten Konzentrationen der hier vorgelegten Untersuchung auf. Die Reihenfolge der PFAS-Belastung in den Proben ist wie folgt: KÜHL-A > Sylt Nord > SPO2 > Sylt W1 > KÜHL-F > NOR > SPO1 > BOLT > Sylt W2.

Bewertungsgrundlagen und Bewertung der Messergebnisse

Derzeit gibt es keine Umweltqualitätsnorm für PFAS in Meerwasser oder Meeresschaum. Für die PFAS-Chemikalie PFOS gelten jedoch im Rahmen der Oberflächengewässerverordnung (OGewV)¹¹ Umweltqualitätsnormen für Küstengewässer mit einem jährlichen durchschnittlichen Umweltqualitätsstandard (JD-UQN) von 0,13 ng/L und einer maximal zulässigen Konzentration (ZHK-UQN) von 7.200 ng/L. Obwohl diese Normen nicht spezifisch für Meeresschaum gedacht sind und möglicherweise nicht die geeignetste Referenz für den Vergleich von PFOS-Konzentrationen in Schaumproben darstellen, können sie dennoch einen wertvollen Einblick in die PFOS-Belastung des Schaums geben.

Der Kontakt mit Meeresschaum an Sandstränden ist insbesondere für Kinder und Haustiere wahrscheinlich. Zur Orientierung werden für die Bewertung der Messergebnisse daher die in der Novelle der Trinkwasserverordnung neu formulierten Grenzwerte für PFAS herangezogen. Ab dem 12. Januar 2026 gelten 100 Nanogramm pro Liter (ng/L) als Summengrenzwert für eine Gruppe von 20 trinkwasserrelevanten PFAS. Für vier spezielle Substanzen aus der PFAS-Gruppe (PFHxS, PFOS, PFOA, PFNA) sieht die TrinkwV ab 2028 zusätzlich einen Grenzwert von 20 ng/L für die Summe aus diesen Verbindungen fest.

PFAS sind oberflächenaktive Substanzen und haben stark schaumbildende ("Tensid") Eigenschaften, und ihre Vorkommen im Meer tragen sowohl zur Bildung als auch zur Stabilität von Meeresschaum bei. Stabiler Schaum braucht länger, um zu Wasser zu zerfallen, und deutet in der Regel auf eine höhere Konzentration schaumbildender Stoffe hin. Dies kann erklären, warum die Probe aus dem gealterten Schaumteppich in Kühlungsborn (KÜHL-A) die höchste PFAS-Konzentration enthält. Die Schaumproben aus Boltenhagen (BOLT) und Sylt-Westerland (Sylt-W2) waren instabil und zerfielen während der Probenahme schnell zu Wasser. Daher könnte es zu einer Verdünnung mit Meerwasser gekommen sein, was die vergleichsweise niedrigen PFAS-Konzentrationen erklären könnte.

Der Vergleich der gemessenen Konzentrationen mit der PFOS-Qualitätsnorm für Küstengewässer zeigt, dass die Konzentrationen in sieben der neun Schaumproben zwischen dem 2- und 9-fachen der ZHK-UQN lagen. Auch der Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit den in der Trinkwasserverordnung festgeschriebenen Grenzwerten von 100 ng/L für PFAS-20 und 20 ng/L für PFAS-4 in Trinkwasser weisen die an den deutschen Küsten entnommenen Proben Überschreitungen zwischen dem 123- und 1.590-fachen für PFAS-20 und dem 580- bis 7.555-fachen für PFAS-4 auf. Darüber hinaus sind die gemessenen Konzentrationen von PFAS-4 in den Schaumproben im Vergleich zum dänischen Grenzwert für die Badegewässerqualität von 40 ng/L¹² zwischen 290 und 3.777 Mal höher.

Die Ergebnisse der aktuellen Untersuchung liegen in mit den Ergebnissen vergleichbarer Studien aus Dänemark und den Niederlanden übereinstimmenden Konzentrationsbereichen. In Dänemark lagen die PFAS-4-Konzentrationen im Jahr 2023 zwischen 17.000 ng/L und 250.000 ng/L, wobei für die Summe der PFAS-20 keine Daten

11 https://www.gesetze-im-internet.de/ogewv_2016/OGewV.pdf

12 <https://mst.dk/nyheder/2022/august/resultater-fra-pfas-maalinger-i-badevand>

verfügbar waren. In den Niederlanden lagen die PFAS-4-Konzentrationen zwischen 12.600 ng/L und 151.300 ng/L, während die Summe von PFAS-20 zwischen 13.300 ng/L und 158.800 ng/L lag. Im Vergleich dazu liegen die in diesem Bericht beobachteten Konzentrationen von PFAS-4 und PFAS-20, mit Ausnahme der Probe Sylt W2, innerhalb der in Dänemark und den Niederlanden ermittelten Konzentrationsbereiche. Wie in den vorliegenden Ergebnissen wurden auch in den Untersuchungen aus Dänemark und den Niederlanden die höchsten Konzentrationen für die Summe PFAS-4 gemessen.

Abbildung 2:
Ergebnis der Gesamt-PFAS, Summe PFAS-20 und Summe PFAS-4 in Proben von Meeresschaum

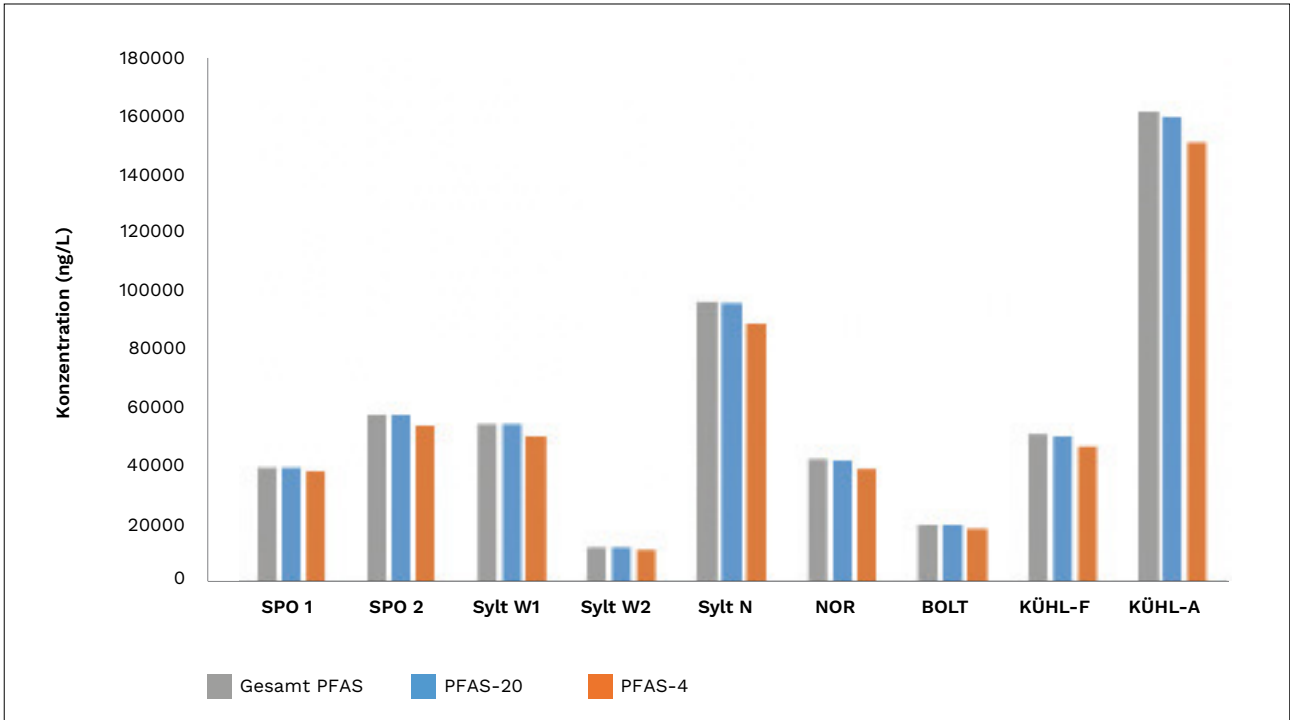


Abbildung 3:
Konzentrationen der PFAS-4 Parameter

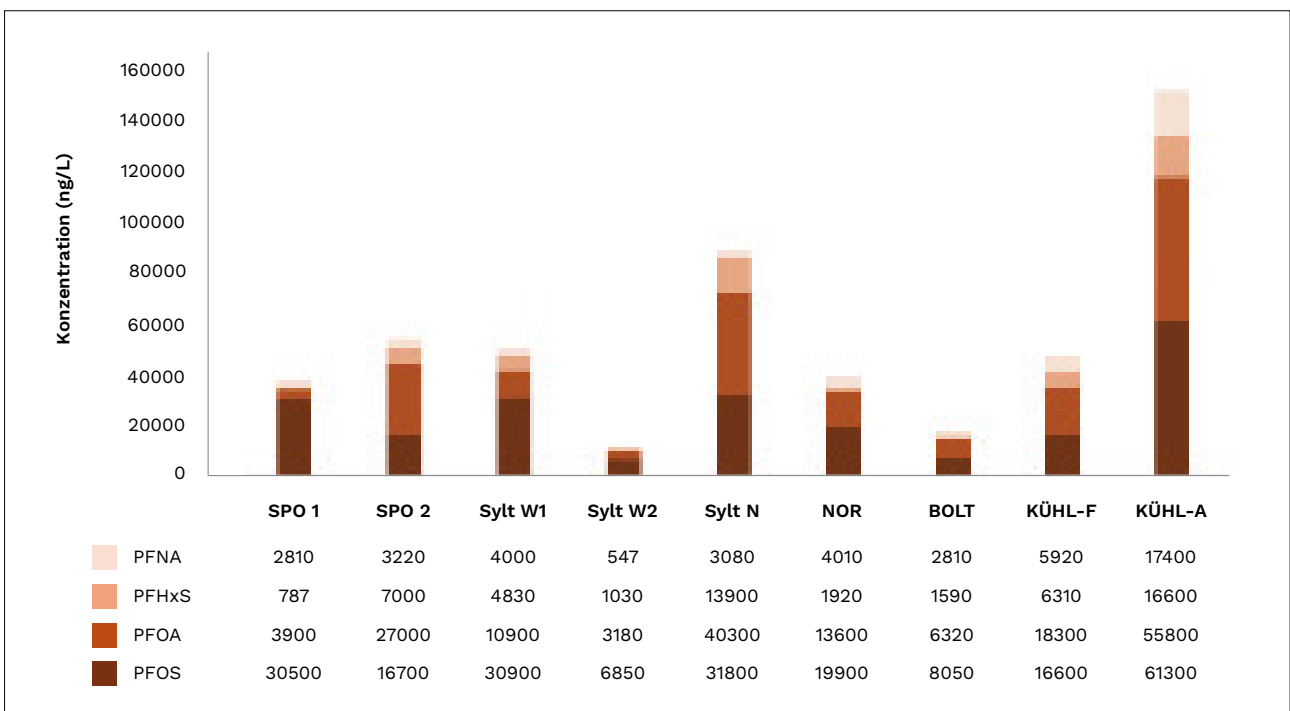


Tabelle 2:
Ergebnisse der einzelnen PFAS-Konzentrationen in Nanogramm pro Liter (ng/L) in den Stichproben

	TBW	SPO 1	SPO 2	Sylt W1	Sylt W2	Sylt N	NOR	BOLT	KÜHL-F	KÜHL-A
PFBS	< 25	< 25	< 25	< 25	< 50	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25
PFPeS	< 17	< 17	61,9	42,1	< 50	104	< 17	< 17	48,6	85,6
PFHxS*	< 25	787	7.000	4.830	1.030	13.900	1.920	1.590	6.310	16.600
PFHpS	< 25	388	1.100	963	118	2.290	1.000	288	888	2.790
PFOS*	< 17	30.500	16.700	30.900	6.850	31.800	19.900	8.050	16.600	61.300
L-PFNS	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
PFDS	< 25	< 25	< 25	< 25	< 50	< 25	< 25	< 25	< 25	< 25
L-PFUndS	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
L-PFDoS	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
L-PFTrDS	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
PFBA	< 17	< 17	< 17	< 17	< 50	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
PFPeA	< 17	< 17	< 17	< 17	< 50	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
PFHxA	< 17	< 17	35,2	52,6	< 50	129	< 17	< 17	36,4	70,6
PFHpA	< 17	155	2.360	1.620	487	4.270	323	615	2.060	4.590
PFOA*	< 17	3.900	27.000	10.900	3.180	40.300	13.600	6.320	18.300	55.800
PFNA*	< 17	2.810	3.220	4.000	547	3.080	4.010	2.810	5.920	17.400
PFDA	< 17	1.140	263	1.170	115	279	1.350	170	262	986
PFUnA	< 17	145	41,1	144	< 50	49	115	18,1	21,8	156
PFDoA	< 17	< 17	< 17	< 17	< 50	< 17	< 17	< 17	< 17	21,4
PFTrA	< 17	< 17	< 17	< 17	< 50	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
PFTA	< 17	< 17	< 17	< 17	< 50	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
PFHxDA	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
PFODA	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
ADONA	< 17	< 17	24,3	< 17	< 100	33	< 17	91,4	343	1.040
GenX	< 17	< 17	< 17	25,5	< 100	63,4	< 17	< 17	67,9	71,1
F-53 B MIN	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
F-53 B MAJ	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	< 17	< 17	< 17	< 17
PF-3,7-DMOA	< 33	< 33	< 100	< 33	< 100	< 100	< 100	< 33	< 33	< 33
4:2 FTS	< 33	< 33	< 33	< 33	< 50	< 33	< 33	< 33	< 33	< 33
6:2 FTS	< 25	< 50	231	34,8	< 50	65,1	370	58,7	110	439
8:2 FTS	< 33	< 33	< 33	< 33	< 100	< 33	< 33	< 33	< 33	< 33
10:2 FTS	< 17	< 17	< 17	< 17	< 100	< 17	116	< 17	< 17	< 17
Gesamt PFAS	< BG	39.825	58.037	54.682	12.327	96.363	42.704	20.011	50.968	161.350
PFAS-20	< BG	39.825	57.781	54.622	12.327	96.201	42.218	19.861	50.447	159.800
PFAS-4*	< BG	37.997	53.920	50.630	11.607	89.080	39.430	18.770	47.130	151.100

TBW = Tüten Blindwert, SPO = Sankt Peter Ording; Sylt W = Sylt Westerland; Sylt N = Sylt Nord; NOR = Norderney, BOLT = Boltenhagen; KÜHL-F = Kühlungsborn Frischschaum; KÜHL-A = Kühlungsborn Altschaum; PFAS-20 = Summe der 20 PFAS, grau hinterlegt; PFAS-4 = Summe der vier PFAS mit (*); "<" = PFAS-Konzentration liegt unter der Bestimmungsgrenze (BG) von dem aufgeführten Wert

Schlussfolgerung

Der vorliegende Bericht stellt die erste Untersuchung zur PFAS-Belastung im Meeresschaum an deutschen Küsten dar. Die Ergebnisse zeigen die Bedeutung von Meeresschaum als Expositionsweg für PFAS. Die gefundenen PFAS-Konzentrationen im Meeresschaum an deutschen Nord- und Ostseestränden sind mit den Werten aus früheren Studien in den Niederlanden, Dänemark und Belgien vergleichbar.

Die Untersuchung zeigt, dass mit dem Schaum PFAS aus dem Meer an Land transportiert werden und so die Belastung mit den persistenten 'Ewigkeitschemikalien' sowohl für den Menschen als auch für die Umwelt erhöht werden kann. Besonders besorgniserregend ist die Tatsache, dass die erwiesenermaßen besonders stark gesundheitsgefährdenden Substanzen PFOS und PFOA in hohen Konzentrationen nachgewiesen werden. Neben bekannten Expositionsquellen wie kontaminierten Lebensmitteln und Trinkwasser stellt der Kontakt mit Meeresschaum einen weiteren kritischen und noch wenig erforschten Pfad dar.

In den Niederlanden rät die dortige Behörde für Öffentliche Gesundheit und Umweltschutz (RIVM) und in Dänemark die Behörde für Patientensicherheit bereits dazu, den Kontakt mit dem Meeresschaum zu vermeiden^{13,14}. Insbesondere Kinder und Hunde sollten nicht mit dem Schaum spielen, um das Verschlucken des Schaumes zu vermeiden. Außerdem empfiehlt das Ministerium eine Dusche nach dem Strandbesuch.

Die Ergebnisse der hier vorgelegten Untersuchungen weisen darauf hin, dass auch der Meeresschaum an deutschen Küsten deutlich mit PFAS belastet ist. Da es sich hier um Stichproben handelt, sind weitere Untersuchungen erforderlich, um das Ausmaß der Exposition und die mögliche Belastung für Menschen, Tiere und Umwelt ermitteln zu können. Angesichts der unstrittigen schädigenden Eigenschaften von vielen Substanzen aus der PFAS-Gruppe zeigen die Ergebnisse weiterhin, dass die Emission dieser Chemikalien dringend begrenzt und ihre Präsenz in der Umwelt verringert werden muss.

13 <https://www.zwemwater.nl/PFAS>

14 <https://mst.dk/nyheder/2023/juni/foerste-resultater-af-pfas-i-badevand-og-havskum>

Anhang

Tabelle A1:
Liste der PFAS, die in den Proben analysiert wurden

Stoffname	Abkürzung	CAS-Nr.
Perfluorbutansulfonsäure	PFBS	375-73-5
Perfluorpentansulfonsäure	PFPeS	2706-91-4
Perfluorhexansulfonsäure*	PFHxS*	355-46-4
Perfluorheptansulfonsäure	PFHpS	375-92-8
Perfluoroktansulfonsäure*	PFOS*	1763-23-1
Perfluornonansulfonsäure	L-PFNS	68259-12-1
Perfluordekansulfonsäure	PFDS	335-77-3
Perfluorundekansulfonsäure	L-PFUndS	749786-16-1
Perfluordodekansulfonsäure	L-PFDoS	79780-39-5
Perfluortridekansulfonsäure	L-PFTrDS	791563-89-8
Perfluorbutansäure	PFBA	375-22-4
Perfluorpentansäure	PFPeA	2706-90-3
Perfluorhexasäure	PFHxA	307-24-4
Perfluorheptasäure	PFHpA	375-85-9
Perfluoroktasäure*	PFOA*	335-67-1
Perfluornonansäure*	PFNA*	375-95-1
Perfluordekansäure	PFDA	335-76-2
Perfluorundekansäure	PFUnA	2058-94-8
Perfluordodekansäure	PFDoA	307-55-1
Perfluortridekansäure	PFTrA	72629-94-8
Perfluortetradecansäure	PFTA	376-06-7
Perfluorhexadecansäure	PFHxDA	67905-19-5
Perfluoroktadecansäure	PFODA	16517-11-6
Ammoniumsalz der Perfluoro-4,8-dioxa-3H-nonansäure	ADONA	919005-14-4
Hexafluorpropylenoxid Dimersäure	HFPO-DA (GenX)	13252-13-6
9-Chlorhexadecafluor-3-oxanonan-1-sulfonsäure	F-53 B MIN	73606-19-6
9-Chlorhexadecafluor-3-oxanonan-1-sulfonsäure	F-53 B MAJ	73606-19-6
H4-Perfluorhexansulfonsäure	4:2 FTS	757124-72-4
H4-Perfluoroktansulfonsäure	6:2 FTS (H4PFOS)	27619-97-2
H4-Perfluordekansulfonsäure	8:2 FTS (H4PFDS)	39108-34-4
10:2-Fluortelomersulfonsäure	10:2 FTS	120226-60-0