

# Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur. Teil V, Untersuchungen über den Jodgehalt der Luft

Autor(en): **Fellenberg, Th. von / Werder, J.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **15 (1924)**

Heft 6

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-984398>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Untersuchungen über das Vorkommen von Jod in der Natur.

Von Dr. Th. von FELLEBERG.

(Aus dem Laboratorium des Eidgenössischen Gesundheitsamtes,  
Vorstand: Dr. J. Werder.)

### V.

#### Untersuchungen über den Jodgehalt der Luft.

Es ist bereits früher<sup>44)</sup> gezeigt worden, dass Jod stets in der Luft vorhanden ist. Bei zwei im Januar ausgeführten Untersuchungen von Laboratoriumsluft wurde das eine mal in 4,67 m<sup>3</sup> kein Jod gefunden, das andere mal wurde bei Verarbeitung von 12,2 m<sup>3</sup> 0,5  $\gamma$  Jod, entsprechend 0,04  $\gamma$  pro m<sup>3</sup> festgestellt. Wenn schon dieser Einzelbefund an und für sich nicht viel sagte, so bewiesen doch andere Ergebnisse, der fast stets gefundene Jodgehalt in Niederschlägen, besonders in Reif, sowie das Entweichen von Jod aus der Erde, das Vorkommen von Jod in der Luft.

Ich nahm an, dass das Jod sich in elementarer Form aus der Erde entwickeln und dass es demnach wenigstens teilweise auch in dieser Form in der Luft vorhanden sein müsse. Bei der Berührung mit allen möglichen anorganischen und organischen Stoffen kann es natürlich in andere Form übergeführt werden, und wird sich deshalb nicht leicht als elementares Jod nachweisen lassen. Der Nachweis gelang aber doch im Tau. Wenn freies Jod im Tau vorhanden ist, so muss es doch wohl auch in der Luft sein.

Am 28. September 1923, abends 11 Uhr wurde eine durch gründliches Auskochen mit Pottasche gereinigte Baumwollgaze von 3,6 m<sup>2</sup> Oberfläche und 218 g Gewicht auf eine Wiese ausserhalb der Stadt gelegt. Am nächsten Morgen hatte das Tuch 498 g Tau aufgenommen. Leider war das Auslegen etwas spät am Abend erfolgt. Es war bereits vor 11 Uhr viel Tau gefallen und vermutlich der jodreichste. Das Tuch wurde morgens um 6 Uhr 45 in einem irdenen Topf in das Laboratorium gebracht und ausgeknetet. Es resultierten 295 cm<sup>3</sup> Flüssigkeit von einer Temperatur von 9°. Man schüttelte sie 2 mal mit je 15 cm<sup>3</sup> reinem, über K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> destilliertem Chloroform aus zur Aufnahme des freien Jodes und bestimmte dieses nach dem Ueberführen in Pottaschelösung, Glühen, Extrahieren mit Alkohol etc. nach den gebräuchlichen Methoden. In dem mit Chloroform extrahierten Wasser bestimmte man das gebundene Jod nach der bei Wasser angegebenen Methode. Man fand:

1,35  $\gamma$  freies Jod pro Liter Tau oder 0,19  $\gamma$  pro m<sup>2</sup> Bodenfläche und  
5,75  $\gamma$  gebundenes Jod pro Liter Tau oder 0,80  $\gamma$  pro m<sup>2</sup> Bodenfläche.

<sup>44)</sup> Diese Mitteilungen, 1923, 14, 209.

Eine Wiederholung am 17. Oktober gab auf 3 m<sup>2</sup> Bodenfläche 241 g Tau, darin:

1,0  $\gamma$  freies Jod pro Liter Tau oder 0,08  $\gamma$  pro m<sup>2</sup> Bodenfläche und  
3,8  $\gamma$  gebundenes Jod pro Liter Tau oder 0,30  $\gamma$  pro m<sup>2</sup> Bodenfläche.

Der grösste Teil des Jodes wurde also in gebundenem Zustand gefunden, ein gewisser Teil aber frei. Die Ueberführung in die gebundene (organische) Form kann durch das Tuch selbst oder aber durch Verunreinigungen der Luft erfolgt sein.

Bei der ausserordentlich starken Verdünnung, in welcher das Jod in der Atmosphäre verteilt ist, bedarf es trotz unserer empfindlichen Methode einer gewaltigen Luftmenge, um zur Analyse genügende Jodmengen zu erhalten. Zur Lösung bestimmter Aufgaben ist es auch notwendig, die Analyse in kürzester Zeit auszuführen, da die Verhältnisse in der Atmosphäre sich von Stunde zu Stunde ändern können. Analysen, wie sie *Gauthier*<sup>45)</sup> ausführte, der wochen- oder monatelang Luft durch kleine Laboratoriums-Absorptionsapparate leitete, konnten für solche Zwecke nicht genügen. Ich suchte im Gegenteil nach einer Apparatur, mit welcher ein Luftquantum von etwa 5 m<sup>3</sup> in einer Stunde zu bewältigen ist. Dazu sollte der Apparat transportabel, leicht montierbar und von Hand zu betreiben sein. Er durfte auch nicht allzuviel kosten. Auch sollte es möglich sein, ihn ohne zu grosse Schwierigkeiten ausserhalb des Laboratoriums neu zu füllen zur Vornahme mehrerer Bestimmungen an abgelegenen Orten.

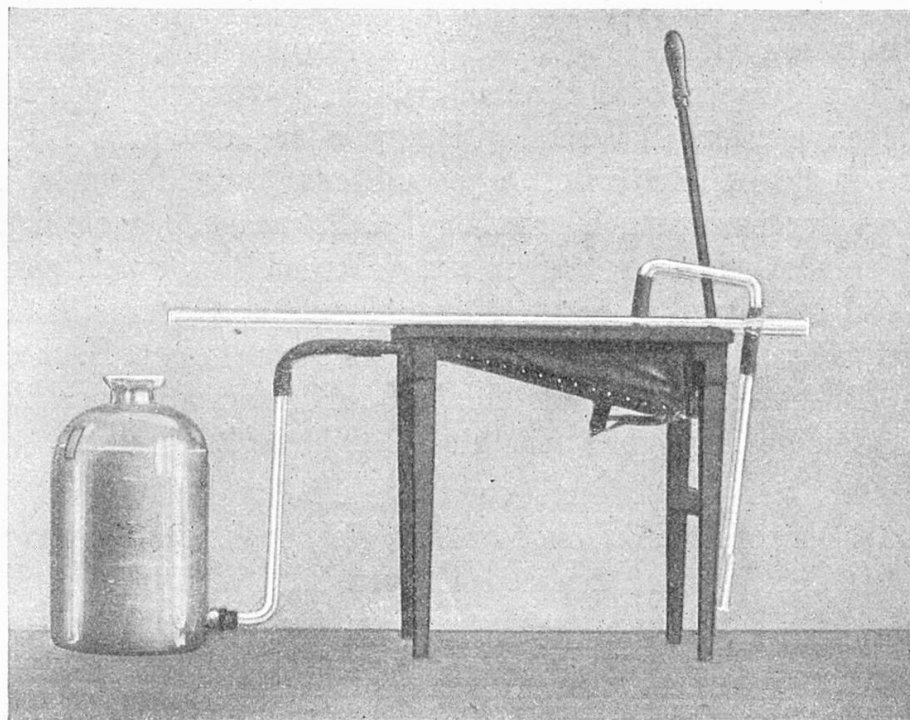
Bei einem Apparat, der diesen Anforderungen gerecht wurde, durften andererseits gewisse Fehlerquellen in Kauf genommen werden, falls dieselben bei jeder Bestimmung in gleicher Weise zur Geltung kommen. Mit diesen Fehlerquellen ist gemeint eine gewisse Ungenauigkeit in der Messung des Luftquantums und eine vielleicht nicht ganz quantitative Absorption. Bei den Fehlerquellen unserer allgemeinen Jodbestimmungsmethode, auf welche wiederholt aufmerksam gemacht worden ist, wäre eine allzu grosse Peinlichkeit in den Anforderungen an die Apparatur in dieser Beziehung sowieso zwecklos.

Der beistehend abgebildete Apparat, den wir schliesslich bauten, entsprach vollkommen unsern Bedürfnissen. Das Prinzip der Bestimmungsmethode ist folgendes: Mit Hilfe einer von Hand betriebenen Luftpumpe wird Luft durch ein Absorptionsgefäss durchgedrückt, in welchem das Jod in mit Pottasche getränkter Baumwollgaze aufgenommen wird. Zum Schluss werden die Tücher mit Gummihandschuhen ausgepresst, mit jodfreiem (über K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> destilliertem) Wasser gründlich nachgewaschen, worauf in der Flüssigkeit das Jod bestimmt wird.

Die Luftpumpe besteht aus einem für den Transport auseinandernehmbaren Tischchen, unter welchem ein Blasebalg von ca. 3 Liter In-

<sup>45)</sup> Compt. rend., 1899, 128, 643.

halt mit einem Eingangs- und Ausgangsventil angebracht ist. Das Eingangsventil ist durch einen kurzen Gummischlauch mit dem einen oder andern von zwei entsprechend langen und entsprechend gebogenen Glasröhren von 15 mm lichter Weite verbunden, was gestattet, die Luft entweder in normaler Atmungshöhe (1,55 m) oder dicht über dem Boden zu entnehmen. Die Röhren sind aussen etwas erweitert und können mit Gaze überspannt oder mit einem Wattefilter versehen werden zur Filtration der Luft. In der Abbildung ist das Glasrohr zur Luftentnahme



*Fig. 1. Apparat zur Jodbestimmung in Luft.*

am Boden angebracht, das andere Rohr liegt auf dem Tischchen. Das Ausgangsventil der Pumpe mündet durch einen kurzen Gummischlauch in das Absorptionsgefäß.

Um die Pumpe in Betrieb zu bringen, setzt man sich auf das Tischchen und drückt durch Vor- und Rückwärtsstossen eines Hebels die Luft durch die Apparatur.

Das Absorptionsgefäß ist aus einer gut 12 Liter fassenden Glasflasche mit unten angebrachtem Tubus hergerichtet. Durch Absprengen des obern Teiles der Flasche ist ein Zylinder hergestellt, der durch den abgesprengten Teil wie durch einen Deckel wieder verschlossen und mit Papier verklebt werden kann. Der zylindrische Teil ist 30 cm hoch und 22 cm weit. Er ist im Innern mit 10 übereinanderliegenden Doppelreifen von 2 cm Breite aus Celluloid gefüllt, welche auf einem untersten, 6 cm breiten Ring ruhen. Der unterste, mit einem Ausschnitt versehene Ring ist so hoch, damit das Eintrittsrohr bequem eingeführt werden kann. Zwischen den Doppelreifen ist Baumwollgaze von 0,6 mm Maschenweite



gespannt, welche in 0,5%iger Pottaschelösung getränkt ist. Nach dem Füllen des Apparates mit den pottaschefeuchten Trommeln giesst man noch ca. 0,5 Liter Pottaschelösung darüber, so dass die Flüssigkeit den Boden des Gefässes bedeckt, ohne höher zu stehen als die Eintrittsstelle der Luft.

Durch diese 11 Lagen ist eine absorbierende Fläche von ca. 0,4 m<sup>2</sup> geschaffen, welche sehr wenig Widerstand bietet und doch eine gute Absorption gewährleistet. Sie erlaubt ein schnelles Pumpen.

Unser Apparat fördert bei jedem Hebelstoss 2,5 Liter Luft. In der Minute lassen sich etwa 28—32, im Durchschnitt etwa 30 Stösse ausführen. Das Pumpen kann ohne zu grosse Ermüdung 1 oder 2 Stunden lang betrieben werden. Der Absorptionszylinder fasst 11,5 Liter, somit den Inhalt von 4,6 Hebelstössen. Da jeder Stoss etwa 2 Sekunden braucht, so dauert es durchschnittlich ungefähr 9,2 Sekunden, bis die Luft durch die absorbierende Schicht getrieben ist. Während dieser Zeit passiert sie die 11 absorbierenden Tücher nicht nur einmal, sondern teilweise mehrmals. Durch jeden Stoss wird die Luft etwas komprimiert. Nach dem Aufhören der Druckwirkung findet infolge der Elastizität der Luft eine leichte rückläufige Bewegung und eine Durchmischung statt.

Man zählt bei der Bestimmung von Zeit zu Zeit die Stösse pro Minute, um sicher zu sein, dass man mit gleichmässiger Geschwindigkeit arbeitet. Aus der Zeit und den Stössen pro Minute lässt sich die geförderte Luftmenge berechnen, wenn man ein für alle mal bestimmt hat, welche Menge auf einen Hebelstoss kommt.

Wir hatten zwei Absorptionsgefässe hergerichtet, um ziemlich gleichzeitig zwei Bestimmungen ausführen zu können.

Einige Schwierigkeit bot es, die verwendete Baumwollgaze jodfrei zu erhalten. Man verwendete einen Stoff, wie er zum Schutze von Spalierobst gegen Vogelfrass benützt wird. Er enthielt noch Reste der Baumwollsamensamen und vermutlich war darin und nicht in der Cellulose etwas Jod vorhanden. Für die Zukunft möchte ich die Verwendung von Verbandgaze empfehlen, welche im Gewebe sehr ähnlich, dabei aber reiner ist.

Die Gaze wurde mit verdünnter Pottaschelösung gekocht, mit Gummihandschuhen gut ausgepresst und nach gründlichem Auswaschen geprüft, ob sie beim Verkneten mit neuer Pottaschelösung noch Jod an diese abgibt. Die Operation musste mehrmals wiederholt werden, bis die Gaze ganz jodfrei war.

Wir suchten durch unsere Untersuchungen folgende Fragen der Lösung entgegenzuführen. Wie gross ist der Jodgehalt der Luft an verschiedenen Tagen in derselben Jahreszeit? Lässt sich ein Zusammenhang mit der Witterung feststellen? Welche Unterschiede sind zu verschiedenen Tageszeiten zu finden, welche bei der Luftentnahme direkt über dem Boden, in Atemhöhe und auf einem hohen Turm?

Die Versuche begannen mit dem 27. September. Man führte vormittags 8—10 Uhr und nachmittags 2 Uhr 45 Min. bis 3 Uhr 45 Min. je eine Bestimmung aus. Das Wetter war seit einiger Zeit schön gewesen. Nachts war starker Tau gefallen, der ungefähr gegen 10 Uhr verdunstet war. Die Sonne schien den ganzen Tag. Vormittags war die Luft ruhig, nachmittags war leichter Wind. Die Bestimmungen wurden beide am Fusse des Südwestabhanges des Veielihubels bei Bern auf Grasland ausgeführt.

Bei der Bestimmung am Morgen wurden  $8,5 \text{ m}^3$  Luft verwendet. Um die Wirksamkeit des Apparates zu prüfen, bestimmte man besonders den Jodgehalt in der Flüssigkeit am Boden des Absorptionsgefässes, in den 6 untern und in den 6 obern Tüchern. Man fand:

Flüssigkeit	11,8 $\gamma$
6 untere Tücher	7,7 $\gamma$
6 obere Tücher	2,1 $\gamma$
Summe	21,6 $\gamma$

in  $8,5 \text{ m}^3$  oder  $2,54 \gamma \text{ J pro m}^3$ .

Aus dem Verhältnis des Jodgehaltes der untern und der obern Tücher lässt sich berechnen, dass im ganzen 3,4% des vorhandenen Jodes nicht absorbiert worden sind, ein Verlust, den wir ruhig in Kauf nehmen dürfen.

Eine später unter andern atmosphärischen Bedingungen ausgeführte Bestimmung bei Hintereinanderschaltung von zwei Absorptionsapparaten ergab im ersten Apparat den zufällig sehr niedrigen Wert von  $0,3 \gamma$ , im hintern 0.

Die Bestimmung am nachmittag des 27. September ergab  $2,3 \gamma$  in  $3,75 \text{ m}^3$  Luft oder  $0,62 \gamma \text{ pro m}^3$ .

Die Jodgehalte vom Morgen und vom Nachmittag verhalten sich zu einander wie 9,4:1. Woher rührt dieser grosse Unterschied?

In der Nacht war starker Tau gefallen. Mit dem Tau wird, wie wir wissen, das Jod der Atmosphäre grossenteils niedergeschlagen. Beim Verdunsten des Taus, was gerade in die Zeit der Bestimmung fiel, gelangte das Jod wieder in die Luft; da Windstille herrschte, blieb es einige Zeit in angereicherter Menge direkt über dem Boden. Weil die Luftentnahme direkt über dem Boden erfolgte, gelangten reichliche Mengen zur Bestimmung. Ueber den Mittag kam dann Wind, der auch während der Nachmittagsbestimmung anhielt. Eine Anreicherung gegen den Boden zu war jetzt nicht mehr in gleichem Masse vorhanden, daher der viel niedrigere Wert.

Die Anreicherung des Joddampfes direkt über dem Boden wird verständlich, wenn wir bedenken, dass die Dampfdichte des Jodes, die höchste aller bei gewöhnlicher Temperatur merkbar flüchtigen Elemente, 8,65 mal höher ist, als die der Luft.

Die Jodgehalte, welche wir hier gefunden haben, sind ausserordentlich hoch gegenüber dem, was spätere Bestimmungen ergaben. Die äusseren Verhältnisse müssen hier ganz besonders günstige gewesen sein.

Am nächsten Tag, am 28. September, wurden zwei Bestimmungen in ungefährer Atemhöhe, 1,55 m über dem Boden, ausgeführt. Nachts war wieder Tau gefallen, aber weniger, als in der vorhergehenden Nacht. Vor 8 Uhr vormittags war etwas Sonnenschein gewesen, zwischen 8—9 Uhr, während der ersten Bestimmung, war der Himmel leicht bedeckt; dann hellte er sich auf und blieb bis am Abend klar. Der ganze Tag war ziemlich windstill. Man fand:

morgens 8—9 Uhr 0,72  $\gamma$  in 4,6 m<sup>3</sup> Luft oder 0,16  $\gamma$  Jod pro m<sup>3</sup>,  
 nachm. 2—3 Uhr 0,40  $\gamma$  in 4,42 m<sup>3</sup> Luft oder 0,09  $\gamma$  Jod pro m<sup>3</sup>.

Die Werte sind bedeutend niedriger als am Tage vorher. Vor allem rührt das daher, dass die Luft in grösserer Höhe entnommen worden ist. Die Luft war aber wohl überhaupt jodärmer geworden. In Uebereinstimmung mit dem vorhergehenden Tage haben wir weniger Jod am Nachmittag als am Morgen gefunden.

Am 29. September wurde vormittags wieder eine Bestimmung ausgeführt. Diesmal entnahm ich die Luft wieder direkt über dem Boden. Ich fand bei klarem Wetter morgens 8—9 Uhr in 4,5 m<sup>3</sup> 1,2  $\gamma$  oder pro m<sup>3</sup> 0,28  $\gamma$  Jod.

Von Ende September bis am 9. Oktober war meistens Regenwetter. Dann hellte der Himmel sich wieder auf. Am 11. wurden wieder zwei Bestimmungen und zwar ungefähr gleichzeitig unternommen. Die Luft wurde für die eine Bestimmung am Boden, für die andere 1,55 m über dem Boden eingefangen.

Man pumpte abwechselnd je  $\frac{1}{4}$  Stunde bei tief- und bei hochgestelltem Einsaugrohr, bis je 1 Stunde Luft durch die Apparate geleitet worden war. Die Bestimmungen dauerten von 8 Uhr 18 Min. bis 10 Uhr 25 Min. Man fand:

direkt über dem Boden 8,7  $\gamma$  in 4,6 m<sup>3</sup> Luft oder 1,90  $\gamma$  Jod pro m<sup>3</sup>,  
 1,55 m über dem Boden 6,72  $\gamma$  in 4,6 m<sup>3</sup> Luft oder 1,46  $\gamma$  Jod pro m<sup>3</sup>.

Auch hier wurde also direkt über dem Boden etwas mehr Jod gefunden als in Atmungshöhe.

Man untersuchte diesmal auch die geringe Staubmenge, die sich auf der zum Filtrieren der Luft benützten Watte befand, ohne jedoch Jod darin nachweisen zu können. Ich möchte dies hervorheben, weil *Gauthier*<sup>46)</sup> in der Meeresluft jodhaltige Mikroorganismen aufgefunden hat.

Die nächsten Versuche sollten zeigen, ob auch eine Abnahme der Jodkonzentration gegen etwas höhere Luftschichten hin zu konstatieren

<sup>46)</sup> Siehe vorhergehende Arbeit.



wäre. Sie wurden am 13. Oktober ausgeführt und zwar einerseits neben der Friedenskirche in Bern, andererseits auf der Terrasse des Turmes selbst. Die erstere Bestimmung erfolgte auf der Strasse südlich der Kirche, zwischen der Kirche und einem Bauerngut. Die Luft wurde in Atmungshöhe entnommen. Die Terrasse des Turmes liegt ca. 68 m über der Strasse. Das Wetter war an diesem Tage wieder schön sonnig und vormittags, zur Zeit der Bestimmung, ziemlich windstill. Man wechselte mit der Luftentnahme unten und oben wieder ab. Zu Anfang und zum Schluss wurde je  $\frac{1}{4}$  Stunde unten gepumpt, dazwischen  $\frac{1}{2}$  Stunde oben. Man fand 8 Uhr bis 9 Uhr 15 Min. morgens folgende Werte:

- am Fuss des Turmes der Friedenskirche 2,3  $\gamma$  in 2,56 m<sup>3</sup> Luft oder 0,90  $\gamma$  pro m<sup>3</sup>,
- auf der Terrasse des Turmes, 68 m hoch, 1,8  $\gamma$  in 2,56 m<sup>3</sup> Luft oder 0,70  $\gamma$  pro m<sup>3</sup>.

Es liess sich also auch hier ein leichter Unterschied wahrnehmen in dem Sinne, dass die untern Luftschichten jodreicher sind, als die obern.

Es trat nun wieder ein zweitägiges Regenwetter ein. Als es 24 Stunden nicht mehr geregnet hatte, wurde am 15. Oktober eine Bestimmung auf einer 2,4 m hohen Altane ausgeführt. Man fand 8 Uhr 45 Min. bis 9 Uhr 45 Min. morgens 1,7  $\gamma$  in 5 m<sup>3</sup> Luft oder 0,34  $\gamma$  pro m<sup>3</sup>.

Am nächsten Tage fand man bei bedecktem Himmel ebendasselbst in 5 m<sup>3</sup> 0,5  $\gamma$  oder 0,1  $\gamma$  pro m<sup>3</sup>.

Eine letzte Bestimmung, wieder am Fusse des Veielihubels ausgeführt, ergab 8 Uhr 45 Min. bis 9 Uhr 45 Min. 0,15  $\gamma$  in 5 m<sup>3</sup> oder 0,03  $\gamma$  Jod pro m<sup>3</sup>.

Im Tau ist elementares Jod nachgewiesen worden.

*Zusammenfassung.* Unsere Versuche zeigen uns, dass der Jodgehalt der Luft am selben Orte stark schwanken kann. Nach taureichen Nächten ist er am Morgen beim Verdunsten des Taues besonders hoch, gegen Nachmittag nimmt er ab. Direkt über dem Boden ist die Konzentration an Jod bedeutend grösser als in Atmungshöhe. Nach weiterer Erhebung in vertikaler Richtung nimmt sie weiter deutlich ab.