

DE GEUREN VAN DE WERELD



*Opgedragen aan alle chemici in heden en verleden,  
die zwevende moleculen hebben gezocht en dit boek  
mogelijk hebben gemaakt*

Harold McGee

# De geuren van de wereld

*De ultieme gids voor  
alles wat we kunnen ruiken*

Nieuw Amsterdam

© 2021 Harold McGee

Oorspronkelijke titel *Nose Dive: A Field Guide to the World's Smells*

Oorspronkelijke uitgever Penguin Press

© 2021 Nieuw Amsterdam

Alle rechten voorbehouden

Vertaling Jacques Meerman

Tekstredactie Yulia Knol

Redactionele adviezen Daniël Linzel

Correctie Jeroen Teitler

Omslagontwerp Bureau Beck

Register Ewout van der Hoog

Illustraties chemische structuren Alice Phung

Omslagillustraties Angela Damen/Studio Michelangela

Ontwerp binnenwerk Sander Pinkse

Foto auteur Jerry Bauer

NUR 600

ISBN 978 90 468 2460 3

[www.nieuwamsterdam.nl](http://www.nieuwamsterdam.nl)



# Inhoud

Voorwoord – Mijn eerste sneeuwhoen 7

Inleiding – Gevoel voor de essentie 15

## Deel 1 – De allersimpelste geuren

---

- 1 Tussen de sterren 29
- 2 De aarde, het eerste leven, stinkende zwavel 46
- 3 Hoe het leven op gang kwam: de starterset 60

## Deel 2 – Dieren: afhankelijkheid, mobiliteit, microbiomen

---

- 4 Het dierlijke lichaam 75
- 5 Dierlijke signalen 94
- 6 Het menselijke dier 107

## Deel 3 – Landplanten: onafhankelijk, immobiel, virtuoos

---

- 7 De zoete geuren van het succes 143
- 8 Plantaardige geurfamilies: groen, fruit, bloem, kruiden 158
- 9 Mos, bomen, gras, wilde planten 190
- 10 Bloemen 212
- 11 Groente en kruiden 240
- 12 Eetbare wortels en zaden: basisvoeding en specerijen 261
- 13 Fruit 286

## Deel 4 – Land, water en het leven na de dood

---

- 14 Het land: grond, schimmels, stenen 325
- 15 Het water: plankton, zeewier, schaal- en schelpdieren, vissen 355
- 16 Leven na de dood: rook, asfalt, industrie 382

## Deel 5 – Geuren naar keuze

---

- 17 Welriekende geuren 415
- 18 Gaar voedsel 453
- 19 Conserveren en fermenteren 496

Tot slot – Mijn tweede sneeuwhoen 549

Dankwoord 553

Selectieve bibliografie 557

Register 597

## VOORWOORD

# Mijn eerste sneeuwhoen

Het doet er niet toe waar of hoe je deze woorden leest: op ditzelfde moment wentelt er zich een hele wereld om en door je heen, een wereld vol mogelijkheden tot genot, afkeer, begrip en verbazing. Het is een wereld vol rondvliegende moleculen: talloze brokjes materie. Ze zoeven met razende snelheid door de lucht die je inademt, en maken hun aanwezigheid bekend als geuren. Dit boek gaat over die talloze brokjes en geuren en over de vraag hoe je er maximaal van profiteert.

Er bestaan al veel uitstekende boeken over onze reukzin. Ze beschrijven de prettige geuren van voedsel, dranken en parfums en analyseren de aard van de walging. Maar dit boek wil iets anders zijn: een gids voor de wijde wereld van de prettige en onprettige geuren, en van alle zwevende moleculaire brokjes die deze geuren stimuleren. Omdat ze representatieve delen van de hele materiële kosmos zijn, noem ik die wijde wereld graag de *osmocosmos*. *Osmos* is het Griekse woord voor 'geur' en heeft veel bijbetekenissen; er klinkt zelfs iets van tovenaarskunst in door. De *osmocosmos* wemelt van de geuren. Er zijn minstens duizenden en misschien wel duizendmaal duizenden verschillende moleculen, zo veel dat zelfs de gevoeligste neus ze niet allemaal kan ruiken, en als je reukzin op de een of andere manier is aangetast, is ook je toegang tot die kosmos beperkt of zelfs geblokkeerd. Toch bevind je je altijd in de *osmocosmos*, hoeveel of hoe weinig je daarvan ook merkt. Geuren zijn een fundamentele eigenschap van de wereld waarin je leeft, en die is de moeite van een onderzoek waard, al is het alleen maar met je verbeeldingskracht.

Moleculen in de lucht noem je *vluchtig*, en dat woord hangt samen met het 'vliegen' dat vogels, vlinders en andere gevleugelde dieren al talloze eeuwen doen. Geen wonder dat juist een verrukkelijke wilde vogel me inspireerde om de wereld van de vluchtige moleculen te gaan onderzoeken. Laat ik even uitleggen hoe dat ging, want dan begrijp je waarom ik hoop dat dit boek ook jou tot zo'n onderzoek inspireert.

De kookwetenschap fascineert me al heel lang. Toen in 2005 ongeveer elke restaurantkok zich bezighield met moleculair koken, ging ik naar Spanje en Engeland om

de resultaten van de innovaties te proeven. Avant-gardistische topkoks zoals Heston Blumenthal, de gebroeders Adrià en de gebroeders Roca wilden hun gasten een onvergetelijke maaltijd voorzetten met een stroom splinternieuwe gerechten die verasten, amuseerden, verbijsterden en soms zelfs heerlijk waren. Dat was een paar dagen lang heel stimulerend. Maar mijn gedenkwaardigste ervaring kwam tegen het einde, tijdens een supertraditionele Britse lunch bij Fergus Henderson en Trevor Gulliver in hun Londense restaurant St. John.

Het was aan het begin van de herfst, en dus bestelde ik sneeuwwhoen ofwel *grouse*, een wilde vogel die toen net in het seizoen was. Ik had hem nooit eerder gegeten. Hij kwam in zijn geheel en kort gebraden op tafel, simpel opgediend op een snee geroosterd brood met een bosje verse waterkers. Ik verwachtte natuurlijk dat het lekker zou zijn, maar niet dat ik geen woord meer zou kunnen uitbrengen. Dat gebeurde desondanks. Ik ging er volledig in op, eerst door de intensiteit van de ervaring – de vlezige smaak was bijna onaangenaam sterk, zelfs licht bitter – en daarna door mijn verwarde emoties. Heel even was ik te verlamd om iets tegen mijn tafelgenoten te kunnen zeggen. Ze keken me een beetje bezorgd aan, maar toen knikte Fergus met een glimlach en zei: ‘Ach ja, natuurlijk. Je eerste sneeuwwhoen.’

Ik had altijd graag willen begrijpen waardoor eten lekker wordt, maar die ervaring maakte een ongehoorde indruk. De macht van de smaak wekte even sterke als hardnekkige gevoelens. Toen ik me uren later op Shakespeares *The Tempest* probeerde te concentreren, proefde ik het sneeuwwhoen nog steeds.

Jaren later was ik opnieuw verbijsterd over de macht die één enkel aroma kan hebben. Raar genoeg was er op mijn tongpunt een enorme smaakpapil met een doorsnee van een paar millimeter ontstaan – een grote grap bij iemand die over voedsel schrijft! Een specialist adviseerde uiteindelijk om het weg te laten halen. Hij gaf me een plaatselijke verdoving, knipte de papil af en schroei de bloedvaten met een elektrisch apparaat dicht. Daarbij ontstond een wolkje rook met de kenmerkende geur van rundvlees op een roodgloeiende grill: de brandlucht van enigszins ongaar vlees. Dat was onverwacht maar totaal logisch: zo ruikt McGee op de barbecue! Alweer een grote grap. En terwijl de humor daarvan tot me doordrong, begon ik me licht in het hoofd te voelen. Mijn ledematen leken loodzwaar te worden en het koude zweet brak me uit. De arts liet de rugleuning van de stoel snel zakken, en een paar minuten later was ik gelukkig hersteld. Alleen een gevoel van schaamte bleef. Ik had die ervaring moeiteloos willen verwerken en zelfs van de ironie willen genieten, maar mijn lichaam trok zich daar niets van aan. Alweer een onvergetelijk moment en een onvergetelijke geur.

In de bekendste literaire passage over de samenhang tussen emotie en smaak wordt de madeleine beschreven die Marcel Prousts verteller in een kopje lindebloesemthee doopt. Dat gebeurt in het eerste boek van Prousts zevendelige roman *À la recherche du temps perdu* (*Op zoek naar de verloren tijd*). Dat hapje verrast de anonieme verteller met een huivering van ‘exquise genot’, en hij herleidt dat uiteindelijk tot de



keer dat hij tijdens zijn idyllische jeugd dezelfde combinatie proefde. Mijn eigen huiveringen waren absoluut niet zo genotvol en leken eerder een intuïtieve waarschuwing. Het sneeuwhoen smaakte zo raar sterk dat het vlees wel bedorven leek, en mijn dichtgeschroeide tong deed me waarschijnlijk denken aan het ellendige moment toen – twintig jaar eerder – mijn keelamandelen waren verwijderd. Maar betekenden die momenten alleen dat? Volgens mij was er meer aan de hand.

Al peinzend moest ik denken aan een minder bekende Proust-passage die eigenlijk veel meer bij me losmaakte. In het vierde boek, *Sodome et Gomorrhe*, is de verteller iets lekkers aan het drinken en wordt hij getroffen door de gevoelens die het wekt.

Al drinkend leek het of de in water uitgeperste sinaasappel het geheime leven van zijn groei en rijping aan me afstond. Dat had een weldadige uitwerking op bepaalde toestanden van het menselijk lichaam, dat tot een volledig ander domein behoort, en was desondanks niet bij machte om dat lichaam tot leven te wekken. Tegelijk voelde ik ook het irrigatieproces dat het fruit in staat stelde weldadig te zijn en honderd mysteries te onthullen aan mijn zintuigen maar volstrekt niet aan mijn intellect.

Ook hier weer trekt de smaak van voedsel de aandacht van de verteller met een gevoel van ongrijpbaar belang. Maar ditmaal draait het niet om een herinnering maar om het voedsel zelf. De sinaasappel brengt het geheim van zijn eigen schepping en zijn weldaden in wezensvreemde schepsels zoals wij tot leven. De verteller analyseert dat niet zoals hij het genot van de madeleine ontleedde. Als hij dat wel gedaan had, zou hij zijn afgedwaald van een verloren verleden naar de feitelijkheid van het nu, naar de wonderen van de natuur en de inwendige werking van plant en dier.

Prousts sinaasappel was een aansporing om mijn ervaring met de smaak van het sneeuwhoen op te vatten als een uitnodiging tot nadenken over de geheimen daarvan, een signaal om me af te vragen waarom dat dier zo sterk en bijzonder smaakte.

Dat deed ik dus, en ik leerde ervan. Anders dan tamme eenden en duiven zijn Britse sneeuwhoenders echt wild gevogelte. Ze leven op woeste, open heidevelden, moeten sappelen om in leven te blijven en roofdieren te ontwijken en zijn vaak besmet met darmparasieten waardoor vossen en honden ze makkelijker kunnen ruiken. Ze worden opgejaagd en uit de lucht geschoten, waarna ze verscheidene dagen met ingewanden en al worden ‘afgehangen’ om rijp, mals en extra smakelijk te worden. In 2007 ondernam ik een pelgrimage naar Schotland en bracht daar een onvergetelijk weekend door bij het gezin van Ben Weatherall, de wildleverancier van het St. John. Op Overfingland Heath heb ik urenlang verbaasd staan kijken naar de duizelingwekkende vaart waarmee de opgejaagde vogels het struikgewas uit stuiven en vlak boven de heuvelachtige grond manoeuvreren tot ze uit het zicht verdwenen zijn. Hun stofwisseling draait op volle toeren, en het is geen wonder dat het vlees van hun vliegspijeren donker is. Ik kauwde op de wrange, bittere hei waarvan ze leven, en

rook de doordringende geur ervan in de koele ruimte waar ze aan het rijpen waren.

Bitter voedsel uit de natuur, sterke en geofefende vliegspieren, beschadigde ingewanden waaruit maaginhoud en maagsappen weglekken naar een karkas waar de ontbinding al bijna is ingetreden. Die elementen samen geven een traditioneel sneeuwhoen zijn verwarrend sterke smaak. Ik ben opgegroeid in de tweede helft van de voorverpakte, ontsmette en geurloze 20e eeuw, maar met die eerste hap van het sneeuwhoen proefde ik in zekere zin voor het eerst vlees en herkende mijn mond op een bepaald niveau de verbijsterde, chemische en emotionele doodsangst van dierlijk vlees dat strijdend ten onder gaat. Was mijn gezondheid in gevaar? Misschien, maar er was nog veel meer aan de hand. Mijn honger naar kennis was ineens gestild en mijn ervaring in het restaurant werd er achteraf rijker door. En ik begon me af te vragen welke betekenissen verborgen kunnen zijn in normalere eetervaringen. Natuurlijk smaakt het meeste voedsel naar zichzelf en zoals we op grond van onze ervaring verwachten. Juist het ongewone en ongerijmde trekt onze aandacht. Het heeft me vaak getroffen dat totaal verschillende ingrediënten elkaars echo kunnen zijn. Parmezaanse kaas kan naar ananas smaken. Welk verband kan er bestaan tussen oude koemelk en rijp tropisch fruit? Rauwe oesters doen soms aan komkommer denken, sherry aan sojasaus, maïstortilla's aan honing – vooral kastanjehoning. Nog vreemder zijn ingrediënten die aan oneetbare dingen herinneren: het strand in groene thee, paardenstallen in wijn, zweetvoeten in bepaalde Zwitserse kazen.

Zulke herinneringen aan zee, aan stallen, aan voeten en aan McGee-van-de-barbecue onderstrepen dat smaakecho's vooral een kwestie van *geur* zijn. Onze reukzin is de brug tussen onze ervaringen met voedsel en die met de wereld om ons heen. Bijna elke keer dat we door onze neus ademen, ervaren we dat. We nemen de geur van de wereld waar als we inademen, en die van het voedsel in onze mond bij de uitademing. En geuren geven gedetailleerde inlichtingen over onze omgeving en over wat we gaan doorslikken. Als je je neus dichtknijpt, proef je zoet en zuur op je tong maar kun je een citrusdrankje niet van een cola onderscheiden en ruik je niet dat het brood in het rooster koolzwart aan het verbranden is.

Ik bedacht: als je de smaken van thee, wijn en kaas wilt begrijpen, moet je diep in de geuren van de zee, de dieren en de voeten duiken en ontdekken waarom die ruiken zoals ze ruiken. Dat was een ontmoedigend vooruitzicht, maar het werd steeds spannender. Want waarom zou je alleen geuren onderzoeken die je duidelijk terugvindt in iets eetbaars? Waarom genieten we niet van andere dingen zoals we ook genieten van eten en drinken, namelijk door actief en nieuwsgierig onze neus te gebruiken, hun achtergrond te onderzoeken en die kennis te gebruiken om ze vollediger te ervaren?

Daarmee was ik verkocht. Ik begon aan alles te ruiken wat ik bedenken kon, en bracht die onmiddellijke, persoonlijke ervaringen in verband met de exacte chemische identificaties van de rondvliegende moleculen die ze veroorzaken, en dus met een breder wetenschappelijk begrip van hoe de wereld werkt. Over dat alles ben ik vaak blij verbaasd geweest en ik vind het fantastisch dat de mensheid dat allemaal

heeft kunnen achterhalen. Onze reukzin is weliswaar heel lang als de onbelangrijkste van alle menselijke zintuigen beschouwd, maar heeft wel degelijk de macht om je te verbinden met de wereld om je heen. Je neus onthult onzichtbare en ontastbare details van die wereld, stimuleert intense gevoelens en gedachten en bevordert dat we een zo menselijk mogelijk leven leiden.

Dus werd ik amateur-geuronderzoeker en stortte ik me in de osmocosmos. Ik ben tien jaar lang gaan snuffelen, in de wereld en in de wetenschappelijke literatuur. Dit boek heb ik geschreven om te vertellen wat ik geleerd heb. Ik ben gaan zoeken naar de geuren om me heen, naar wat ze me over hun herkomst vertellen, en dus naar wat ze duidelijk maken over de verder onwaarneembare werking van de wereld. Niet alleen de geuren van voedsel, drank en rozen maar ook die van compost en doorweekte bloempotten, asfalt en laptops, oude boeken en hondenpoten, de talloze alledaagse maar onthullende dingen waarmee ons leven gevuld is. Onze wereld is rijk aan ervaringen en betekenissen, die vluchtig, onzichtbaar en ontastbaar zijn maar desondanks echt leven.

Tot zover mijn grillige pad voordat ik ging schrijven. Nu moet ik nog iets uitleggen over de grillen die je in de rest van het boek gaat tegenkomen. De bladzijden hierna staan vol met een schijnbare wirwar van ingrediëntenlijsten en proefnotities, en ik moet ook vertellen waarom het eerste hoofdstuk begint met de oerknal, die je niet eens kunt ruiken.

Reukzin is zo'n machtig en onthullend zintuig omdat het heel kleine fragmentjes van de wereld waarneemt. Die fragmentjes zijn de vluchtige moleculen. Ze zijn zo klein dat ze zich kunnen losmaken van hun achtergrond en onzichtbaar rondzweven totdat ze je neus bereiken. Als je de geur van iets wilt begrijpen, moet je eerst de vele vluchtige moleculen begrijpen die eruit opstijgen. De geur als geheel is een complex dat bestaat uit de geuren of 'noten' van de belangrijkste vluchtige moleculen daarin. Als verschillende dingen door hun geur verbonden lijken, dan wijst dat erop dat ze bepaalde vluchtige moleculen gemeen hebben. En de chemische identiteiten van die moleculen zijn de sleutel tot hun bestaan: het zijn bewijzen van de processen van hun ontstaan.

Een groot deel van dit boek is dus gebaseerd op de chemie van vluchtige moleculen. Helaas is chemie maar zelden aantrekkelijk voor iemand die geen chemicus is! Maar ik ben ook geen chemicus, en de chemie in dit boek is geen doel op zichzelf. Het is een middel om je persoonlijke ervaring met de tastbare wereld te begrijpen, een middel om meer te ruiken en beter te weten wat geuren betekenen. Veel van die moleculen ken je al heel lang. Je vindt ze al een leven lang prettig of niet, hoewel je niet eens wist dat ze bestaan. We (her)kennen en waarderen die belangrijke fragmentjes door hun geur, maar ze zijn nooit echt met hun eigen naam aan ons voorgesteld. De namen die de chemici eraan gegeven hebben, zijn in het begin misschien verwarrend maar hebben wel degelijk hun eigen logica. En als je

die geuren en moleculenamen vaak genoeg tegenkomt, ga je ze onthouden. Veel moderne bierliefhebbers kunnen je alles vertellen over de esters en vluchtige fenolen in hun favoriete ale; cannabiskenners zijn op de hoogte van hun terpenen, ambachtelijke parfumeurs van hun aldehyden.

Elk hoofdstuk beschrijft tientallen verschillende dingen die allemaal veel vluchtige moleculen en bijbehorende geuren afstaan. De relevante informatie heb ik ondergebracht in de tabellen die je overal tegenkomt. Ze zijn bedoeld om je contact met de wereld van de chemie te vergemakkelijken. De meeste tabellen hebben drie kolommen. De eerste bevat een lijstje met verwante dingen die van belang zijn, bijvoorbeeld lichaamsdelen, bloemen of kazen. De tweede kolom bevat een aantal geuren die bijdragen aan de totale geur. Ze lijken misschien op proefnotities in advertenties of recensies maar zijn geen puur subjectieve impressies. Het zijn de geuren die objectief zijn geïdentificeerd als belangrijke moleculen in de geur van een bepaalde stof. De moleculen zelf staan in de derde kolom.

Als je vooral belangstelling hebt voor de geurcomponenten, hoef je alleen maar aan je huid of aan geschaafde parmezaan te ruiken en wil je misschien niet worden afgeleid door chemie. In dat geval kijk je alleen naar de linker- en de middelste kolommen. Het kan al veel opleveren als je simpel aandacht besteedt aan de nuances van de geur. In een gedicht uit 1948 maakte de Schotse dichter Hugh MacDiarmid de chemische benadering van de moderne 'osmologie' belachelijk en prees hij het gewone, aandachtige ruiken: 'De geur van een bloem vergroot door zijn eigenheid de waardering voor andere bloemen.'

Maar als je nieuwsgierig bent naar de vraag *waarom* een madeliefje anders ruikt dan een roos, of waarom je huid soms iets metaligs heeft, of waarom parmezaan zowel iets fruitigs als iets misselijkmakends heeft, kijk je naar de rechterkolom. Daar zie je welke moleculen een rol spelen, en de tekst eromheen vertelt waar ze vandaan komen. Zulke details verdiepen je waardering met begrip.

Tot zover de tabellen. Maar hoe vind je je weg door het boek als geheel?

Je kunt het op twee manieren gebruiken: al bladerend of systematisch lezend. Het materiaal is niet geordend naar geuren maar naar de vertrouwde dingen die je kunt ruiken. In hoofdstuk 6 vind je het menselijk lichaam, in hoofdstuk 10 de bloemen en in hoofdstuk 19 de kazen. Je kunt meteen op zoek gaan naar geurproducenten die tot je favorieten behoren of die je juist verafschuwt, of die je onlangs hebt leren kennen; of je kunt de tekst en de tabellen doorbladeren om te zien waar je oog op valt.

Voor lezers die de wereld van de geuren systematisch willen exploreren en hun kennis van de moleculen willen opfrissen, heb ik de hoofdstukken in de volgorde gezet die mij als niet-chemicus mijn weg heeft helpen vinden tussen de vluchtige moleculen; hopelijk heb jij er ook iets aan. Die volgorde is te danken aan mijn gedachten over geurecho's: als oesters naar komkommers kunnen ruiken, welke van die twee was dan de eerste die het bijbehorende molecuul bezat? En bezat iets anders dat mo-

leculen al eerder dan die twee? Ik ben gaan beseffen dat geurmoleculen, net als al het andere in de fysieke wereld, onderdeel zijn van een nog steeds doorgaand scheppingsproces en de evolutie van de kosmos als geheel. Die evolutie begon miljarden jaren geleden met het mysterie van de oerknal, voordat er ook maar één molecule bestond. In de geschiedenis daarna is de wereld van de moleculen steeds diverser en complexer geworden.

Bij mijn kennismaking met de oudste geschiedenis van de kosmos vond ik het fascinerend om te zien dat sommige moleculen die we dagelijks ruiken, al lang bestonden voordat enig schepsel hun geur kon opvangen, zelfs nog vóór het ontstaan van een aarde waarop organismen kunnen leven. Dat zijn een paar heel simpele moleculen van maar een handvol atomen, even makkelijk te begrijpen als H<sub>2</sub>O. Sommige daarvan zijn ook de bron van de geuren die de meeste levensvormen nog steeds voortbrengen. Het leven is in de loop van de tijd steeds bonter geworden, en met de vluchtige moleculen die het voortbrengt is het net zo gegaan.

Iets eenvoudigs is makkelijker te begrijpen dan iets ingewikkelds, en is een opstapje naar het begrijpen van complexiteit. Daarom heb ik dit boek in vijf delen verdeeld waarin ik steeds een paar geurmoleculen introduceer, ongeveer zoals ze ontstaan zijn. Ik nodig een onervaren geuronderzoeker uit om plaats te nemen naast de Opperkok van het heelal, bovenmenselijk maar met een menselijke neus. Je ruikt dan een stoofpot van materie en energie die al eindeloos staat te pruttelen. Je neemt waar hoe de geuren zich ontwikkelen en raakt vertrouwd met de steeds complexere en steeds aangenamere(!) moleculen die eruit ontstaan.

Deel 1 begint met de paar vluchtige oermoleculen van het heelal, de zwavelrijke Aarde, het leven van de eencelligen en de 'starterset' van vluchtige stoffen en geuren die alle organismen delen. Deel 2 laat zien dat dierlijke en dus ook menselijke lichamen de meeste van hun geuren te danken hebben aan hun mobiliteit en de gemeenschappen van microben die ze bij zich dragen. Deel 3 is een lofzang op de creativiteit van planten en de fantastische diversiteit van vluchtige stoffen en frisse, houtige, bloemen- en fruitgeuren. Deel 4 beschrijft de geuren van het water en de grond van onze planeet en die van levensresten als ze opgaan in rook, teer, brandstof en plastic. Deel 5 ten slotte gaat over de geuren waarvan mensen houden omwille van die geuren zelf, in reukstoffen, voedsel en dranken.

Welkom in de osmoskosmos, de wereld die onder onze neuzen volop in beweging is.



## INLEIDING

# Gevoel voor de essentie

*'De geur van iemands lichaam is dat lichaam zelf zoals we het via neus en mond inademen en dat we plotseling bezitten alsof het de geheimste substantie ofwel de aard ervan is. De geur die in mij is, is de eenwording van het andere lichaam met het mijne. Maar dat andere lichaam is ontdaan van zijn vlees, een verdampt lichaam dat volledig zichzelf is gebleven en toch een vluchtige geest is geworden.'*

Jean-Paul Sartre, *Baudelaire* (1947)

Verdamppte lichamen, geheime substanties: zijn dat geuren? In zekere zin wel. Geuren zijn misschien alledaagse, doodnormale ervaringen, maar als je aandachtig kijkt, worden ze steeds bijzonderder. In deze passage over vrouwen en parfums in de poëzie van Charles Baudelaire, benoemt Jean-Paul Sartre – een Fransman die net als Proust het zintuiglijke onderzocht – de vreemde, spookachtige lichamelijke van de geur. Als je iemands lichaam ruikt, haal je een deel ervan letterlijk binnen in je eigen lichaam, in je hersenweefsel, dat zijn aanwezigheid doorgeeft aan je brein. Dat gebeurt bij een minnaar of een vreemde net zo goed als bij een riool of een roos. Je ruikt iets omdat deeltjes van dat iets – de verdamppte, vluchtige, zwevende moleculen – in je doordringen en eventjes een deel van jezelf worden.

Dat is een verontrustend idee. Geen wonder dat je automatisch je adem inhoudt als je iets walgelijks ruikt. Maar het opent ook je ogen en verwijdt je neusgaten. Het betekent dat de geur je rechtstreeks en intiem verbindt met de wereld waarin je leeft. Onze reukzin heeft altijd als het minst waardevolle menselijke zintuig gegolden. Je huisdier heeft een veel betere neus dan jij, maar toch verrijkt je neus je leven veel meer dan je ooit beseft hebt.

Voordat we ons bezighouden met de geuren van de wereld, beginnen we dicht bij huis, in ons eigen hoofd, en gaan we na hoe de reukzin werkt en wat die ons te bieden heeft.

## Moleculaire zintuigen voor een moleculaire wereld

Toen Sartre de geur van een vrouw omschreef als haar ‘verdampte lichaam’ ofwel haar ‘vluchtige geest’, bedoelde hij eigenlijk haar vluchtige *moleculen*. Moleculen zijn onzichtbaar kleine materiedeeltjes, de onderling sterk verschillende bouwstenen waaruit alles in de fysieke wereld bestaat en die er substantie en bijzondere eigenschappen aan geven. Je smaak- en reukzin zijn moleculair: ze registreren de aanwezigheid van bepaalde moleculen in de lucht om je heen en in je mond, en geven die ontdekking door. Je gezichtsvermogen en gehoor staan hoger aangeschreven maar hebben minder direct contact met de dingen in de wereld: ze registreren alleen de licht- of luchtgolven die door de dingen in beweging worden gebracht. Je tastzin schept een direct maar weinig gedetailleerd contact met fysieke voorwerpen en materialen; je smaak en reuk kunnen de afzonderlijke moleculen veel beter onderscheiden. Smaak en reuk zijn je meest directe, intieme en specifieke ontmoeting met de moleculen die samen de wereld vormen.

Net als al het andere in de fysieke wereld bestaat je lichaam uit moleculen, en je reuk- en smaakzin werken dankzij hun eigen gespecialiseerde moleculen of delen daarvan, die vanuit voedsel of andere stoffen door kauwen, zuigen of likken in je mond belanden en in je speeksel oplossen. Iedereen heeft ongeveer vijftig verschillende smaakreceptoren, en die veroorzaken een handvol smaaksensaties: de vertrouwde zoals zoet, zuur, zout en bitter plus de minder bekende umami ofwel hartig. Allemaal geven ze aanwijzingen over de waarschijnlijke geschiktheid van stoffen als voedsel of drank.

Geur daarentegen ontstaat ergens anders: vanuit twee onzichtbare stukjes gevoelige huid in de voorkant van je hoofd, achter en iets onder je ogen. In totaal beslaan ze minder dan een tiende van je tongoppervlak – een paar vierkante centimeter. De ongeveer vierhonderd verschillende geurreceptoren herkennen de moleculen in de lucht die je in- en uitademt. Je reukzin let niet alleen op een handvol bepaalde moleculen maar op *alle* moleculen in de lucht die voor je welzijn van belang kunnen zijn: van de geur van een kom rijpe aardbeien tot de rook van een bosbrand, kilometers verderop. Je reukzin neemt alleen niet de moeite om de grote meerderheid van de moleculen in de lucht waar te nemen: stikstof, kooldioxide, zuurstof en water zijn er altijd, en hun aanwezigheid is dus niet van belang. Maar je bent wel heel gevoelig voor alle komende en gaande moleculen die aanwijzingen geven voor wat er om ons heen aan de hand is. Omdat die paar honderd receptoren in allerlei combinaties met elkaar kunnen samenwerken, kunnen ze theoretisch vele miljoenen moleculen en combinaties daarvan onderscheiden.

Je reukzin is veelzijdiger dan je smaak. Je neus is minder beperkt, werkt breder en toch specifiek en is gevoeliger. Dat zintuig geeft ook meer informatie omdat de dingen in de wereld uit heel veel verschillende moleculen bestaan – veel meer dan de enkele tientallen die je smaakzin kan opmerken.



## Geuren ontstaan uit mengsels van zwevende moleculen

Sartre zei het al over lichamen die geuren worden: de moleculen die we inademen en ruiken, zijn *vluchtig*. In de chemie slaat die term op hun 'neiging tot verdampen': ze ontsnappen graag als een gasvormige damp uit vaste of vloeibare stoffen. Geurmoleculen moeten uit hun bron – voedsel, iemands lichaam, een drank, een boom, een vuur – ontsnappen. Ze vliegen dan door de lucht en bereiken de kleine receptoren in de neusholte. De meeste moleculen in de dingen om ons heen zijn te groot en te zwaar om te vliegen of zijn te sterk met andere moleculen verbonden. We ruiken dus alleen bepaalde moleculen, namelijk exemplaren die uit het oppervlak van iets verdampen en dus ontsnappen. Deze vluchtige brokjes vertegenwoordigen de dingen die ze afstaan maar laten die dingen zelf achter.

De meeste dingen staan combinaties van vluchtige moleculen af. Er bestaat niet zoiets als één appel- of één aardappelmolecule. Appels en aardappels bestaan uit heel veel verschillende moleculen: water, zetmeel, suikers, eiwitten, vetten, mineralen, zuren, DNA, pigmenten, fytochemicaliën die insecten verjagen, enzovoort. Een appel en een aardappel verspreiden allebei tientallen vluchtige stoffen. Hun eigen geuren zijn te danken aan hun verschillende mengsels.

Omdat zelfs de simpelste geuren afkomstig zijn uit een complex van vluchtige stoffen, worden geuren vaak vergeleken met een muzikakkoord: een combinatie van allerlei verschillende tonen die we als één herkenbaar geluid kunnen waarnemen. Nog dichterbij huis blijft de vergelijking met iets wat je kookt. Je combineert tomaten met olijfolie, knoflook en basilicum, en die geven samen de smaak van een rode saus. Je kunt de afzonderlijke smaken van de ingrediënten misschien niet onderscheiden, maar allemaal dragen ze bij aan de kenmerkende smaak van de saus. Elk van die ingrediënten is echter ook op zijn beurt een complex van moleculen die gezamenlijk de eigen smaak geven van een tomaat, een scheut olijfolie, een teen knoflook en een paar blaadjes basilicum. Over deze moleculaire ingrediënten gaat dit boek.

Je kunt deze wolken van gemengde, vluchtige moleculen niet zien, maar ze zijn makkelijk voorstelbaar en je ervaart ze dagelijks. Ik woon in een heuvelachtige wijk van San Francisco en kan luchtstromingen echt zien als ze in de vorm van mist neerdalen op de Twin Peaks en naar de baai glijden. Ik vind het spannend om me voor te stellen dat je losse geurmoleculen net zo zou kunnen zien als mistdruppeltjes. Als die moleculen bijvoorbeeld allemaal een eigen kleurcode zouden hebben zodat hun geweldige diversiteit zichtbaar werd, dan kon ik vanuit mijn raam de constante geboorte en ondergang, verschijning en verdwijning van regenboogkleurige geurpluimen waarnemen: zwellende en kolkende geurwolken uit jasmijntwijgen, uit citroenbomen, uit dennen en uit eucalyptussen in de naburige tuinen, de dakbalken, open ramen, trottoirs, honden, hun baasjes, auto's en bussen, ploeterende fietsers op de hellingen... En als ik de bloemen, bomen of rookpluimen uit een nabije schoorsteen echt ruik, dan komt dat doordat sporen van zulke moleculepluimen rechtstreeks

naar de lucht om me heen zijn gezweefd, zodat ik ze mijn neus in kan trekken.

Als ik de zintuiglijke armoede van mijn schrijftafel even doorbreek en ga joggen, krijg ik veel te zien, te horen en te voelen. Maar ook te ruiken. Anders dan de soepel verschuivende zichtbare omgeving met haar geluiden, de wind en het lawaai op de trottoirs komen de altijd heel verschillende geuren onregelmatig aangewaaid. Ze verschijnen en verdwijnen in de tijd van een paar ademhalingen terwijl ik me door de gemengde pluimen van vluchtige moleculen beweeg.

Sommige hebben een herkomst die bij het passeren zichtbaar is. Een Thais restaurant. Een bakkerij. Het verse asfalt van een hersteld wegdek. Vochtig en vers gezaagd hout in een oud huis dat grondig verbouwd wordt. De combinatie van rubber en olie uit een garage. Vuilnisbakken. Een stinkende goot. Een pas gemaaid gazon. Een winkelwagentje propvol smerig beddengoed.

Andere geuren herken ik ondanks hun onzichtbare bron. Marihuanarook. Een doorgebrande transformator. Stierenmest in iemands tuin. Bedwelmend en zwaar geurende bloemen. De geuren van een centrifuge. Dampen uit keukens en van barbecues: verbrande toast, gebakken vis, gebakken ui, rode saus, kooltjes die net met aanstekerbenzine zijn aangestoken, kip en rundvlees van de grill. Terwijl ik tegen de wind in over een droog trottoir jog, ruik ik regen op plaveisel als voorbode van een natte finish.

Iedereen heeft elke dag zulke ervaringen. Het zijn vluchtige ontmoetingen met wolken zwevende moleculen.

## Geuren en smaken zitten in je hoofd

Ook met de wetenschap dat geuren moleculemengsels zijn en de reukzin het meest nuancerende zintuig is, is het nog helemaal niet makkelijk om geuren als mengsels te ruiken. In je ervaring van alledag ruik je *dingen*, objecten en materialen die nu eenmaal simpele, direct herkenbare geuren hebben: de geuren van mest, bloemen, rundvlees en kip, eigenschappen die volgens Sartre de individuele geest lijken van het lichaam waaruit ze voortkomen.

Die indruk ontstaat door het feit dat het contact van de smaak- en geurreceptoren met moleculen slechts de eerste stap is bij je waarneming van een geur of smaak. We zeggen dat iets eetbaars een smaak 'heeft' en dat een bloem een geur 'heeft', maar ze hebben alleen vluchtige moleculen. Waarnemingen en ervaringen, geuren en smaken zitten tussen je oren. Je brein registreert niet simpelweg de rechtstreekse contacten van receptoren, maar scheidt die geuren en smaken door hun meldingen aan te vullen met allerlei inlichtingen van elders, vooral uit je databank van eerdere ervaringen.

Als smaak- en geurreceptoren ergens in de mond of in de lucht hun 'eigen' moleculen waarnemen, sturen ze elektrische stroompjes in een milliseconde naar de gespecialiseerde ontvangstgebieden in de hersenen. Zenuwcellen in die gebieden verzame-

len en organiseren de signalen en sturen eigen signalen naar allerlei andere zones. Die zones hebben op hun beurt contact met elkaar. Uiteindelijk – na een razend drukke fractie van een seconde – verwerkt het brein de vele signaalstromen en integreert ze tot één ervaring, die de neurologen het geur- of smaak-‘beeld’ noemen. Dat is het ‘object’ dat we bewust kunnen waarnemen. En een deel van die ervaring is de associatie met het ding waaruit het is voortgekomen.

Normaal gesproken ervaar je koffiégeur dus niet als de combinatie van veel verschillende vluchtige moleculen die eraan ten grondslag liggen, maar gewoon als... koffie.

Waarom behandelt het brein de meldingen van de receptoren op deze manier? Waarom vraagt het van ogen, oren en geheugenbanken data op en krijgt ons bewustzijn alleen een handige samenvatting daarvan? Dat komt doordat het brein is ontstaan als orgaan dat al onze biologische functies coördineert en ons daarmee helpt overleven in een complexe, heel veranderlijke wereld. Het menselijk brein heeft opmerkelijke vermogens maar kan niet alles bijhouden wat op elk moment plaatsvindt. Het moet de dingen dus vereenvoudigen en toespitsen. De zintuigen vormen een systeem dat permanent gegevens over de omringende wereld verzamelt en veel aandacht aan veranderingen besteedt (vandaar dat je neus geen belangstelling heeft voor stikstof, zuurstof en water). Het verzamelt die gegevens, bewerkt ze snel, vergelijkt ze met vroegere ervaringen en besluit tot een reactie. Vooral dankzij hun smaak- en reukzin kunnen dieren voedzame stoffen herkennen en opeten, giftig of bedorven voedsel herkennen en mijden, potentiële gevaren van roofdieren of vuur aanvoelen en eraan ontsnappen, verwanten onderscheiden van vreemden, gezonde mensen van zieken. Je brein is, kortom, niet bedoeld om koffiégeur te ontleden in vluchtige bestanddelen of na te denken over de smaaknuances van een sinaasappel of sneeuwhoen.

Maar je gehoor was oorspronkelijk evenmin bedoeld om een gesproken taal of muziek te ontwikkelen! Liefhebbers van koffie, parfums en veel andere geurige stoffen ontleden wél en denken er ook over na. Die ontwikkeling komt niet vanzelf maar is desondanks haalbaar en de moeite waard.

## Het brein komt in actie en merkt combinaties en echo's op

Geuren worden veroorzaakt door combinaties van vluchtige moleculen. Ze worden bewerkt en als vereenvoudigde, bewuste waarnemingen gepresenteerd door een actief, samenvattend brein. Daarvan neem je een glimp waar als een geur iets ongevoons heeft of als er sprake is van een discrepantie, tegenspraak of verrassing. Dan moet het brein harder werken om een geschikt geurbeeld op te roepen.

Een paar jaar geleden kwam ik een keer thuis na een lange jog in de frisse, gevarieerde buitenlucht. Ik liep de keuken in en rook al gauw dat er iets niet deugde. Eerst rook ik alleen iets mufs. Maar die geur werd steeds onaangener als of de keuken

een slechte adem had. Was er iets bedorven? Rotte tomaten en uien kunnen walgelijk stinken. Ik controleerde de groenten: alles in orde. De stank begon me steeds meer tegen te staan. De afvoer van de gootsteen? Nee. Ik vroeg me af of ik soms vergeten was het toilet door te spoelen. Nee. Was een muis soms in de spouw geraakt en daar overleden – dat was me jaren geleden ook een keer overkomen. Zoiets is niet makkelijk vast te stellen.

Al snuffelend zag ik ineens waar die lucht vandaan kwam. Midden op tafel, op een bord, onder een stolp, lag een zachte, gerijpte kaas uit Vermont met een dunne reep sparrenhout eromheen. Ik had hem de vorige dag gekocht, uitgepakt en weggelegd om te herstellen van zijn winterslaap in de kaasvitrine van de winkel. Ik was hem gewoon vergeten. Ik hield mijn neus bij het bord en snoof: inderdaad, dat was die stank, maar dan sterker. Het rook nu ook naar kaas, althans: naar iets kazigs. Ik haalde stolp eraf, snoof diep en rook die sterke stank weer maar nu ook andere geuren, zoals ammoniak, die om de een of andere reden buiten de stolp minder duidelijk aanwezig was geweest dan die andere stank. De oorzaak van het mysterie was gevonden.

Ik had mijn actieve maar feilbare brein aan het werk gezien. Aangezien ik was vergeten dat er een kaas op tafel stond, kostte het mijn brein moeite om te begrijpen welke abnormale stank er in de keuken hing. Daarom putte het mogelijke verklaringen uit mijn eerdere confrontaties met vergelijkbare geuren.

Nu mijn brein met moleculen in de weer was geweest, was ik benieuwd hoe de kaas zelf na deze ongewone kennismaking zou smaken. Ik sneed een gat in de bovenkant en proefde een lepeltje druipend zuivel. De oorzaak van de stank lag nu in mijn mond maar smaakte veel minder sterk. Melk-, vlees-, dennen- en fruitaroma's kregen de overhand, samen met zilte en wrange smaken en een romige textuur. De smaak van de kaas in mijn mond was heel anders dan de geur in de keuken.

Die alledaagse ervaring gaf veel stof tot nadenken. Geuren ontstaan door een combinatie van vluchtige stoffen, en het brein doet zijn uiterste best om alle input te begrijpen. De kaas had heel verschillende aspecten, en met een ervan had mijn brein moeite. Dat aspect had vluchtige moleculen gemeen met slechte adem, bedorven groente, verstopte afvoer, uitwerpselen en dode dieren. Erg onprettig. Maar het bleek ook moleculen gemeen te hebben met vlees en rijp fruit. Waarom merkte ik alleen de onprettige geur voordat ik de kaas zag? Waarom werd die noot zwakker in plaats van sterker toen ik een lepeltje kaas in mijn mond stak? En hoe kan het dat een kaas, die als mild smakende melk begint, zowel een vieze ammoniaklucht als vlees- en fruitgeuren kan ontwikkelen?

Dit kleine keukenmysterie was een zeldzame ervaring, maar ik heb voedingsmiddelen met geuren die herinneren aan, of perfect passen bij, heel andere dingen in de echte wereld altijd heel intrigerend gevonden. Mijn brein merkt kennelijk eigenschappen op die ze gemeen hebben. Kaas en dode dieren, kaas en rijp fruit (soms zelfs heel specifiek ananas). Koffie- en wijnsoorten die naar een paardenstal ruiken.