

OVER DE  
SCHADELIJKHEID VAN GAS VOOR PLANTEN.

DOOR

HUGO DE VRIES.

---

Op tweeërlei wijze wordt ons lichtgas als schadelijk voor den groei van planten beschouwd. Ten eerste in kamers, waar gas gebrand wordt, en ten tweede langs onze grachten en straten, en in de stadsplantsoenen, waar de gasbuizen in de nabijheid van de wortels der boomen liggen. In beide opzichten heerscht veel verschil van meening, en wat door den een hoogst gevaarlijk wordt geacht, is volgens den ander ternauwernood schadelijk te noemen.

Om in deze vragen een oordeel te kunnen vellen, is in de allereerste plaats noodig een juiste kennis van de samenstelling van ons lichtgas, en van hetgeen er bij het branden eener gasvlam geschiedt. Ons gas is geenszins een enkelvoudige stof, maar een mengsel van een groot aantal verschillende verbindingen. Onder deze zijn er in den regel drie, die te zamen nagenoeg de geheele massa uitmaken, terwijl omstreeks een twintigtal andere slechts in zeer geringe hoeveelheid voorkomen. Merkwaardiger wijze is het vermogen van het gas, om bij verbranding licht te geven, niet afkomstig van die drie hoofdbestanddeelen, maar van enkele onder de laatstbedoelde bismengselen. Omstreeks de helft van het gas bestaat uit waterstof, tusschen 30 en 40 pct. uit moerasgas en van 5—15 pct. uit kooloxyde. Deze drie stoffen geven bij de verbranding wel veel warmte, maar weinig of geen licht. Zij veroorzaken dien blauwachtigen gloed, dien iedereen als een kenmerk van de vlammen onzer gaskomforen

kent, en die ontstaat als gas verbrand wordt, na met gewone lucht vermengd te zijn. De lichtgevende bestanddeelen van het gas bedragen slechts 3—7 pct. van het geheele volume, dus slechts een klein gedeelte. Zij zijn, evenals het moerasgas, verbindingen van koolstof en waterstof, zoogenoemde koolwaterstoffen, en onderscheiden zich van elkander door de gewichtsverhouding, waarin deze beide elementen met elkander verbonden zijn. Juist aan deze samenstelling hebben zij haar lichtend vermogen te danken. Want door de hitte, die het verbranden der drie hoofdbestanddeelen veroorzaakt, worden zij ontleed, en dus in koolstof en waterstof gesplitst. De laatste is een gas, dat wij reeds onder de drie voornaamste factoren van het lichtgas genoemd hebben, en dat bij de verbranding weinig licht, doch veel warmte voortbrengt. De koolstof wordt echter in vasten toestand afgescheiden, als uiterst fijne deeltjes, die door de hitte der vlam terstond witgloeïend gemaakt worden. Deze deeltjes zweven in de vlam en zijn practisch de eenige bron van haar licht. Zij blijven gloeien, tot zij hoog genoeg in de vlam zijn opgestegen om met de zuurstof, die van alle kanten uit de lucht toestroomt, in aanraking te komen, en door middel van deze te verbranden. Dan houden zij op te lichten. Hoe langer dus de kooldeeltjes in de vlam blijven, vóórdat zij verbranden, des te meer licht zal er voortgebracht worden, op des te voordeeligere wijze wordt het gas verbrand. Het gebruik van lampenglazen, en de verschillende verbeteringen, die in den laatsten tijd aan gasbranders zijn aangebracht, hebben voornamelijk ten doel, dit gloeien der kooldeeltjes zoolang mogelijk te doen duren, en dus een zelfde lichtkracht met zoo weinig mogelijk gas te verkrijgen.

Hoe vreemd het ook moge klinken, dat het gas zijne lichtkracht niet aan de verbranding der gasvormige bestanddeelen, maar aan het gloeien van door hare ontleding afgescheiden vaste deeltjes te danken heeft, toch weet iedereen bij ervaring, dat zulk eene afscheiding plaats heeft. Want het walmen der vlam is niets anders, dan het uittreden van die kooldeeltjes uit de vlam, vóór zij verbrand zijn. De walm, of het roet, dat zich op de porceleinen klokjes afzet, die in vele gasornamenten boven het lampenglas opgehangen zijn, is het duidelijkste bewijs voor de aanzienlijke hoeveelheid koolstof, die voortdurend in een lichtgevende vlam afgescheiden wordt.

Onder de koolwaterstoffen, die op deze wijze het lichtvermogen van het gas vormen, zijn er enkele, die een sterken, onaangename reuk bezitten. Daarenboven komen er echter bijna steeds in lichtgas

bestanddeelen voor, die als verontreinigingen moeten worden beschouwd, daar zij noch warmte, noch licht voortbrengen, en dus het gas slechts verdunnen. Zij verbranden niet, of hoogst onvolledig, of geven bij de verbranding schadelijke bijproducten. Het sterk riekende ammoniak pleegt onder deze verontreinigingen steeds aanwezig te zijn, en draagt zeer aanzienlijk bij tot den reuk, die voor ons het middel is, om lekken in gasleidingen, of het toevallig open blijven van kranen, te ontdekken. In vele steden komen ook zwavelwaterstof en andere zwavelverbindingen in het lichtgas voor. Ook deze rieken zeer onaangenaam.

Passen wij nu dit overzicht van de samenstelling van lichtgas en van het ontstaan van het licht in de vlam toe, op de vraag naar de schadelijkheid van het gas voor het plantenleven.

Het is duidelijk, dat deze schadelijkheid in de twee, in het begin onderscheiden opzichten, van geheel verschillenden aard zal zijn. In het eene geval toch zijn het de bestanddeelen van het gas zelve, die nadeelig kunnen werken, in het andere de producten van de verbranding. Doch beide gevallen komen daarin met elkander overeen, dat de schadelijkheid niet afkomstig is van de hoofdbestanddeelen van het lichtgas, maar van de bijmengselen. Gaan wij dus deze beide groepen afzonderlijk na.

Wij hebben gezien, dat lichtgas voor de helft van zijn volumen uit waterstofgas bestaat. Dit gas nu is, voor het plantenleven, volkomen onverschillig, gelijk talloze proeven geleerd hebben. Het is even onverschillig als de stikstof, die vier vijfde deelen der atmosferische lucht uitmaakt. Mengt men één liter zuurstof, met vier liters waterstof, zoo verkrijgt men een gasmengsel dat aan zuurstof even rijk is, als de gewone lucht, maar waarin alle stikstof van deze door waterstof is vervangen. In zulk een mengsel groeien planten even goed als in lucht. Natuurlijk mag men de planten niet in zuivere waterstof brengen, want dan zou men ze, door gemis aan zuurstof, doen stikken. Van de beide andere hoofdbestanddeelen van lichtgas, het moerasgas en het kooloxyde, geldt, zoover onze ervaringen reiken, hetzelfde als van de waterstof. Deze stoffen zouden dus alleen dan schadelijk voor de wortels der planten kunnen worden, als zij uit lekken in gasbuizen in zóó groote hoeveelheid konden uitstroomen, dat zij alle lucht uit den grond verdreven, en dus de wortels door gemis aan zuurstof deden sterven. Doch lang voor dat deze toestand kan intreden, zullen de wortels reeds door de schadelijke bestanddeelen van het gas gedood zijn.

Wat ontstaat er nu bij de verbranding van deze drie hoofdbestanddeelen? Waterstof verbrandt tot waterdamp; moerasgas bestaat uit koolstof en waterstof en levert dus koolzuur en waterdamp, kooloxyde is een onvolkomen verbrandingsproduct van koolstof, en gaat bij volkomen verbranding in koolzuur over. Waterdamp en koolzuur zijn dus de producten; geen van beide zijn schadelijk voor het plantenleven, ten minste niet in die hoeveelheid, waarin zij bij het branden van gas in kamers kunnen ontstaan. Want men heeft bevonden, dat het koolzuurgehalte, dat in gewone lucht slechts 0.04 pct. bedraagt, in woonkamers van gemiddelde grootte slechts tot 0.3 pct. stijgt, als daarin eene gasvlam eenige uren lang brandt. En dezelfde hoogte bereikt dit gehalte niet zelden in hospitalen en andere localen, waarin vele personen bijeen zijn. Men hoort dikwijls de bewering, dat gas de kamerlucht droog maakt, en dat deze droogte voor de planten nadeelig is. Nu is het zeker, dat droge lucht ongunstig op de meeste planten werkt, en dat in den winter, vooral waar veel gestookt wordt, de lucht in onze kamers zeer droog is. Doch verdient het gas de schuld, die men het geeft? Geenszins. Want wij hebben zooveel gezien, dat het bij zijne verbranding waterdamp voortbrengt, en dus de lucht vochtiger maakt. En wel in zeer aanzienlijke mate. Want de eene helft van het gas levert bij de verbranding niets dan waterdamp en de andere helft bestaat grootendeels uit moerasgas, dat eveneens eene groote hoeveelheid waterdamp doet ontstaan. Trouwens iedereen weet, hoe bij het aansteken van eene gasvlam deze damp als druppels tegen het koude lampenglas neerslaat. Eene gasvlam maakt dus zonder twijfel de lucht veel rijker aan waterdamp, en slechts wanneer zij, in eene kleine kamer, oorzaak van al te sterke verwarming is, kan zij daardoor, evenals iedere andere warmtebron, de lucht betrekkelijk droog doen worden.

Beschouwen wij thans de bijmengselen van het lichtgas: de lichtgevende bestanddeelen en de verontreinigingen. Deze zijn, zoo niet alle, dan toch grootendeels schadelijk voor het plantenleven. Dit geldt zoowel van de lichtgevende koolwaterstoffen, als van de ammoniak en de zwavelverbindingen. Men kan zich door zeer eenvoudige proeven van de juistheid van deze stelling overtuigen. Hiertoe laat men zaden in zaagsel kiemen, en hangt ze dan, zoodra het worteltje een zekere lengte gekregen heeft, in een gesloten, en tot halver hoogte met water gevulden flesch zóó op, dat alleen de wortel in het water dompelt. Onder zulke omstandigheden plegen de wortels krachtig voort te

groeien. Brengt men nu echter in de lucht der flesch een kleine hoeveelheid lichtgas, dan zal deze ten deele in het water oplossen, en dus door den groeienden top van den wortel kunnen worden opgenomen. Men bespeurt nu terstond een vertraging in den groei, en bij eenigszins aanzienlijke toevoeging van gas houdt de groei allengs geheel op. Heeft men op de wortels, op een bepaalden afstand van den top, een fijn merk met Oost-Indische inkt gemaakt, en meet men nu van tijd tot tijd den afstand van dit merk tot den top, zoo heeft men een nauwkeurige maatstaf voor de snelheid van den groei. Men ziet dan, dat eene toevoeging van 20—30 pct. gas de groeisnelheid van de kiemwortels van maïszaden in weinige uren tot op de helft, eene van 6—9 pct. tot op  $\frac{2}{3}$  deelen vermindert. Geringere hoeveelheden gas hebben een overeenkomstig zwakkere werking, maar zelfs als in de lucht in de flesschen slechts 0,005 pct. gas gebracht was, was de vertraging van den groei nog duidelijk waarneembaar. Er kan dus geen twijfel zijn, dat ook zeer geringe sporen van gas nadeelig op den groei der wortels werken.

Minder duidelijk is de nadeelige werking van de verbrandingsproducten van deze bijmengselen van het gas. De lichtgevende bestanddeelen bestaan uit koolstof en waterstof, en geven bij de verbranding dus koolzuur en waterdamp; beide zijn, gelijk wij reeds meermalen gezien hebben, onschadelijk. Ammoniak bestaat uit stikstof en waterstof, bij de verbranding vormt de laatste waterdamp, terwijl de eerste vrij wordt; ook hier zijn de beide bestanddeelen onschadelijk. Zwavelwaterstof is geen standvastig bestanddeel van lichtgas; het levert waterdamp en zwaveligzuur. De andere zwavelverbindingen leveren, naast koolzuur en waterdamp, eveneens zwaveligzuur. Dit zwaveligzuur nu is eigenlijk het eenige schadelijke verbrandings-product, maar de gassen die het voortbrengen, maken een zoo uiterst gering deel van het geheele mengsel uit, dat het zeer de vraag is, of het in voldoende hoeveelheden ontstaat, om onze kamerplanten werkelijk te benadeelen.

Maar er is nog iets anders. De verbranding van het gas in onze lampen is niet altijd eene volkomene. Wij zorgens slechts dat de lamp niet walmt, en dus dat alle koolstof, die vrij wordt, ook verbrandt. Maar of een klein deel der koolwaterstoffen onontleed blijft, en vooral of de verontreinigingen, dus de ammoniak en de zwavelverbindingen, ten deele in onveranderden toestand uit de vlam ontwijken, daarop kunnen wij natuurlijk, bij het branden van gaslicht, niet letten. De mogelijkheid bestaat dus, dat onverbrande of onvolledig

verbrande gassen zich in onze kamers zullen verspreiden. En het is te verwachten, dat deze, met het zwaveligzuur te zamen, eene schadelijke werking op de planten zullen kunnen uitoefenen.

Doch het is tot nu toe nog niet gelukt met zekerheid uit te maken, of de schadelijke werking, die men aan het gas op kamerplanten toeschrijft, te wijten is aan de gassoorten, die door de vlam in de lucht gebracht worden, dan wel aan de te sterke verwarming of andere bijkomende omstandigheden. Zeker is het slechts, dat verschillende soorten van kamerplanten in zeer uiteenlopende mate voor deze werkingen gevoelig zijn. Zoo lijden volgens LACKNER in kamers, waar veel gas gebrand wordt, *Camellia's* en *Azaléa's* zeer spoedig, en ook klimop-planten houden het daarin niet lang uit, terwijl daarentegen voor palmen, *Dracaena's* en *Aucuba's* zulk een verblijf in het geheel niet nadeelig schijnt te zijn.

Meer bepaald is onze kennis van de nadeelen, die lekken in de gasbuizen aan de wortels van boomen en heesters kunnen berokkenen. Het gas, dat uit zulke lekken in den grond stroomt, vult daarin niet alleen allengs de tusschenruimten tusschen de zandkorrels en andere bestanddeelen van den bodem aan. Iedereen, die wel eens getuige is geweest is van het opgraven van den bodem onder onze straten, in de nabijheid van zulk een gaslek, weet, dat de uitgegraven grond een geheel andere, en veel sterkere reuk verspreidt, dan het gas zelf. De oorzaak hiervan is, dat sommige bestanddeelen van het gas in den grond verdicht worden, en zich dus daarin ophoopen, terwijl andere door de poriën van de oppervlakte allengs ontsnappen. En nu zijn het in hoofdzaak juist de schadelijke bestanddeelen, die de bodem vasthoudt, en de onschadelijke, die hij vrijelijk laat ontwijken. De aanwezigheid van een lek bederft dus den grond, en wel des te sterker, naarmate het uitstroomen van gas langeren tijd duurt. Van daar, dat ook kleine lekken op den duur voor den plantengroei nadeelig kunnen worden.

Uit de bovenbeschreven proef over den groei van kiemwortels in met gas bezwangerd water, laat zich de aard van de werking van lekken op het leven van de boomen in hunne nabijheid afleiden. De wortels zuigen het water en daarmede hun voedsel uit den grond uitsluitend op door middel van hunne jongste, nog groeiende uiteinden en fijnste vertakkingen. Slechts deze zijn met wortelharen bezet; de oudere deelen omkleeden zich met eene voor water ondoordringbare huid. De wortelharen leven slechts kort en er is dus natuurlijk steeds eene

zekere verhouding tusschen den groei der wortels en de voeding der plant. Hoe sneller de wortels groeien, des te grooter is het aantal gelijktijdig voorhanden wortelharen, des te aanzienlijker dus de zuigende oppervlakte. Wordt door de aanwezigheid van sporen van gas de groei der wortels vertraagd, dan nemen daarmede dus ook de overige verrichtingen dezer organen af, en bij eenigszins aanmerkelijke vertraging van den groei wordt de toevoer van water en van voedsel onvoldoende voor het leven van den boom. Het gas behoeft dus volstrekt niet de wortels rechtstreeks te doodden, om reeds eene merkbare verzwakking van den bladerkroon te veroorzaken. Maar beginnen de bladeren, bij gemis aan water, slap te worden, zoo worden ook zij in hunne verrichtingen gestoord, en het voedsel, dat zij uit de lucht opnemen, en voor den groei der overige deelen bereiden, zal trager en trager naar den stam en de wortels afvloeien. Op deze wijze zullen dus de wortels middellijk, door gemis aan het afdalende voedsel, in hun groei worden belemmerd, en zal dus de werking van het gas versterkt worden.

Zoo is dan in het algemeen de werking van lekken in gasbuizen te beschouwen als een langzame vergiftiging, die, in de wortels beginnende, allengs den geheelen boom aantast. De rechtstreeksche waarneming bevestigt deze gevolgtrekkingen, daar zij leert, dat aan boomen, die in de nabijheid van gaslekken gestorven zijn, de fijne haarwortels plegen te ontbreken, terwijl daarentegen de dikkere en dikste takken der wortels even weinig sporen van rechtstreeksche beschadiging toonen, als de stam boven den grond.

Aan het slot van deze uiteenzettingen wensch ik een kort overzicht te geven van eenige der voornaamste proeven, die over de doodelijke werking van lekken in gasbuizen op boomen en heesters genomen zijn.

Toen voor ettelijke jaren de boomen van de allee »Unter den Linden" en van andere straten van Berlijn in het oog loopend begonnen te kwijnen en af te sterven, en door sommigen de oorzaak in de gasbuizen in de nabijheid der wortels gezocht werd, werd eene commissie benoemd, ten einde deze zaak te onderzoeken. De uitspraak, waartoe dit onderzoek leidde, was, dat nergens enig bewijs voor de schadelijkheid der gasbuizen had kunnen gevonden worden, en dat men dus het afsterven aan andere oorzaken moest toeschrijven. Deze uitspraak werd door plantkundigen en kweekers terstond met twijfel en tegenspraak bejegend, en gaf zoowel te Berlijn als elders

aanleiding tot uitvoerige reeksen van proeven. Men legde gasbuizen, op de gewone diepte, tusschen de wortels van boomen en heesters, dwars door de perken heengaande. Men maakte in deze buizen hier en daar openingen en zorgde door het opleggen van grof puin, dat zij niet verstopt konden worden. Men mat het gasverlies door afzonderlijke gasmeters en regelde dit zoo, dat in het eene geval veel, in het andere weinig ontsnapte. Sommige proeven begonnen vroeg in het voorjaar, vóór het uitbotten der knoppen, andere midden in den zomer. Bij eenige duurde de toevoer van gas een half jaar, bij enkele zelfs een geheel jaar, bij de meeste slechts weinige maanden.

De uitkomst was, dat alle boomen in de nabijheid van gaslekken na korteren of langeren tijd begonnen te kwijnen. Die het dichtst bij stonden, of van meer dan eene zijde gas ontvingen, natuurlijk het snelste. Doch ook ten opzichte der soorten was een duidelijk verschil waarneembaar, dat waarschijnlijk samenhangt met de groeiwijze der wortels, en het gedeelte van het jaar, waarover zich de groei uitstrekt. Van groot belang daarbij is, dat de iepen, die juist de meest gewone boomen langs onze grachten en straten zijn, voor gaslekken het meest gevoelig zijn. Linden zijn veel minder gevoelig, en de roode kornoelje, die sierheester met bloedroode takken, hield de schadelijke invloeden het langste uit.

Zooals te verwachten was, was de werking der lekken aan de boomen geenszins terstond of plotseling te bespeuren. Bij proeven, die in Juli begonnen, was eerst in den herfst eenig gevolg te bespeuren. Dit bestond hierin, dat de bladen vroeger geel werden en eerder afvielen, dan bij gezonde exemplaren derzelfde soort. In sommige gevallen verloren de boomen hunne bladeren reeds in September, terwijl dit eerst in het einde van October behoorde te geschieden, en waren de boomen dus reeds kaal, terwijl de gezonde nog geheel groen waren. Zulke boomen stierven dan in den winter; zij liepen in het volgend voorjaar niet weer uit.

Proeven, die in den winter begonnen waren, en slechts voortgezet werden, totdat de boomen begonnen uit te loopen, hadden veel minder ernstige gevolgen, omdat de wortelgroei in dien tijd, ofschoon niet geheel stilstaande, toch in hooge mate vertraagd is. Doch de meeste van deze boomen gingen weldra te gronde, nadat zij hunne bladeren ontplooid hadden. Want ofschoon de gastoevoer gestaakt was, was de grond toch nog met de verdichte bestanddeelen bezwangerd.

De medegedeelde proeven bewijzen de schadelijkheid van gas voor



de wortels van boomen voldoende. Hoever zich deze werking van de lekken uitgaande kan uitstrekken, en hoe groot de lekken moeten zijn om nog merkbare schade te veroorzaken, is eveneens door proeven nagegaan, doch het zou ons te veel in bijzonderheden voeren, om ook deze hier te vermelden. Ik wensch mij daarom te beperken tot de mededeeling van eene methode, die te Weenen door JÜRGENS is voorgesteld en met goed gevolg beproefd, om de boomen in de straten der stad tegen de schadelijke werking van de onvermijdelijke gaslekken te beveiligen. De gasbuizen werden door hem, in plaats van rechtstreeks in den grond, in wijdere buizen gelegd, die overigens slechts lucht bevatten, en hier en daar, door opgaande buizen met de atmosfeer in verbinding stonden. Het gas, dat uit de lekken ontsnapt, komt dus in deze wijdere buizen, en daar het lichter is dan lucht, moet het in de opgaande buizen opstijgen en zodoende in de lucht ontwijken. De opgaande buizen kan men in de gaslantaarns verbergen, en hare opening zoo hoog voeren, dat de gaslucht de voorbijgangers niet hindert. Voor de horizontale buizen kan men verglaasde aarden buizen gebruiken, en daardoor beletten dat het gas, door de wanden der buizen, ten deele toch in den grond zou indringen.

Op deze wijze zijn de gasbuizen geheel van den grond gescheiden, en is dus het gevaar, dat deze bij lekken de schadelijke bestanddeelen van het gas opnemen en in zich ophoopen zal, voldoende vermeden.

---