

Dauw boven grasland

Adrie Jacobs, Bert Heusinkveld en Bert Holtslag (Wageningen Universiteit)

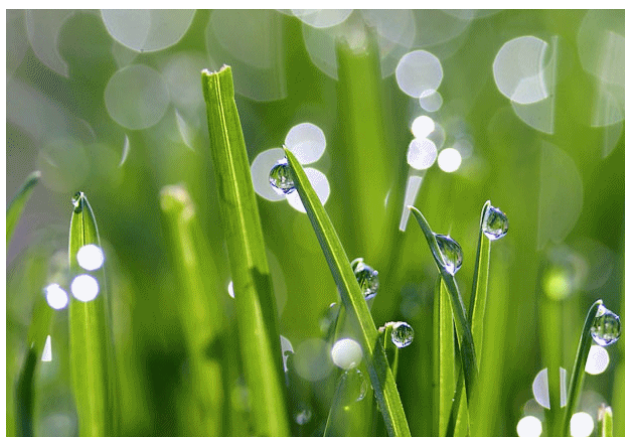
Dauw is een neerslagverschijnsel dat bijdraagt tot de totale waterbalans. Maar hoe groot is deze bijdrage en is deze bron daarvoor belangrijk? In de praktijk blijkt dat de nachtelijke dauw een hoeveelheid water van 0.1 tot 0.8 mm per m² oplevert. Deze hoeveelheden zijn moeilijk meetbaar en worden daarom altijd verwaarloosd in de waterbalans. De vraag is echter of dit gerechtvaardigd is. In dit artikel zullen we nagaan hoe het neerslag- en dauwgedrag is over een groot aantal jaren en hoe het verloop is gedurende het jaar. Tevens zullen we nagaan hoe belangrijk dauw is voor een landbouwgewas voor bijvoorbeeld de verspreiding van ziekten en schimmels. Om hier een uitspraak over te doen zijn neerslag- en dauwmetingen uitgevoerd boven gras en zijn beide statistieken geanalyseerd. Hierbij is voor grasland gekozen omdat gras het meest voorkomende gewas is in Nederland (ca 60% van het landbouwareaal).

Waar komt dauw vandaan?

Bij dauw kan men drie verschillende processen onderscheiden; dauwval, dauwstijging en guttatie. Dauwval is vrij water dat uit de atmosfeer komt en door nachtelijke afkoeling neerslaat op het aardoppervlak. Dit proces werd door Wells (1815) als eerste onderkend. Het bijzondere van dauwval is dat dit proces een netto bijdrage levert aan de waterbalans van het aardoppervlak.

Een tweede dauwproces is dauwstijging, ook wel destillatie genoemd. Dit proces werd als eerste ontdekt door Van Musschenbroek in de 18^e eeuw. Hierbij diffundeert waterdamp voornamelijk door de nachtelijke temperatuurgradiënt in de bodemporiën naar het aardoppervlak en slaat vervolgens neer op de planten (Monteith, 1957). Dit dauwproces echter draagt niet netto bij tot een extra bron in de waterbalans.

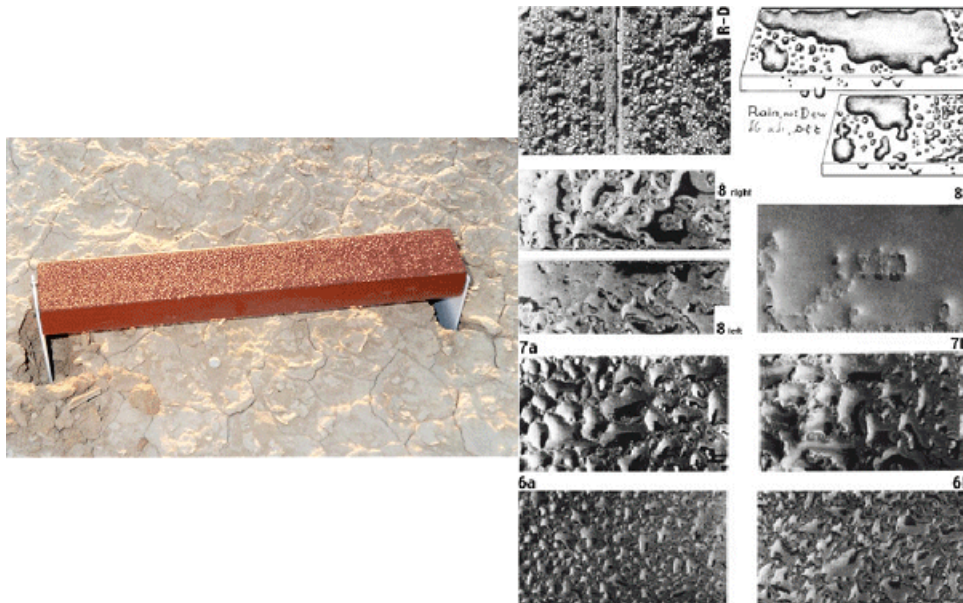
Vervolgens hebben we nog de guttatie (Long, 1955). Dit zijn meestal grote dauwdruppels, die 's nachts door extra wortelactiviteit uit de huidmondjes van de planten worden geperst (figuur 1). Guttatie is een intern plantproces en het is duidelijk dat guttatie ook geen netto bijdrage aan de waterbalans levert. In dit verhaal zullen we ons enkel bezighouden met dauwval omdat dit het enige dauwproces is dat een netto bijdrage aan de waterbalans kan leveren.



Figuur 1. Aan de uiteinden van de plant hebben zich zogenaamde guttatedruppels gevormd. Merk op dat guttatedruppels meestal zeer groot zijn.

Hoe is dauw te meten?

Kleine fluxen zijn moeilijk meetbaar. Dit geldt ook voor dauw. Daarom zijn in het verleden allerlei exotische technieken ontworpen om schattingen hiervoor te maken. Een mooi overzicht van deze technieken is te vinden in Wallin (1963). De meest gangbare maar ook meest exotische methode in de praktijk is het Duvdevani blok. Dit blok is een houten balkje, dat bruin is geschilderd en op circa 10 cm boven het gewas wordt opgesteld. Het druppelpatroon op het balkje dat 's morgens wordt aangetroffen wordt vergeleken met foto's met standaard druppelpatronen. Bij deze patronen horen standaard hoeveelheden dauw die vroeger door Duvdevani zijn gemeten via weging (Duvdevani, 1947). De beste overeenkomst tussen het gevonden druppelpatroon en de foto geeft de hoeveelheid dauw. Het spreekt vanzelf dat deze methode niet erg nauwkeurig is. Een voorbeeld van een Duvdevani blok is in figuur 2 weergegeven samen met enige druppelpatronen.



Figuur 2. Een Duvdevani blok (links) en druppelpatronen voor de bepaling van de hoeveelheid dauw (rechts).

Een tweede methode is de microlysimeter. Dit is een kleine container gevuld met bodem plus gewas welke regelmatig gewogen wordt gedurende de nacht (figuur 3). Het verschil tussen maximum en minimum massa wordt veroorzaakt door de dauwval gedurende de nacht. Wegen is een van de meest nauwkeurige meetmethoden en deze methode geeft zeer betrouwbare getallen. Echter deze methode is erg bewerkelijk, zeer tijdrovend en is daarom niet geschikt om op routinebasis gedurende jaren achtereen te worden uitgevoerd. Wel wordt deze techniek gebruikt voor het uitvoeren van ijkingen van modelberekeningen.

Een derde methode is het gebruikmaken van modelberekeningen, die echter wel moeten worden geïjkt. Gaan we uit van de energiebalans aan het aardoppervlak en combineren we dit met de verdamping van vrij water dan volgt met behulp van enkele veronderstellingen, de Penmanverdamping (Garratt en Segal, 1988):

$$\lambda_v E = \frac{s}{s + \gamma} (Q^* - G) + \frac{\gamma}{s + \gamma} \frac{\rho L_v \delta q}{r_a} \quad (1)$$

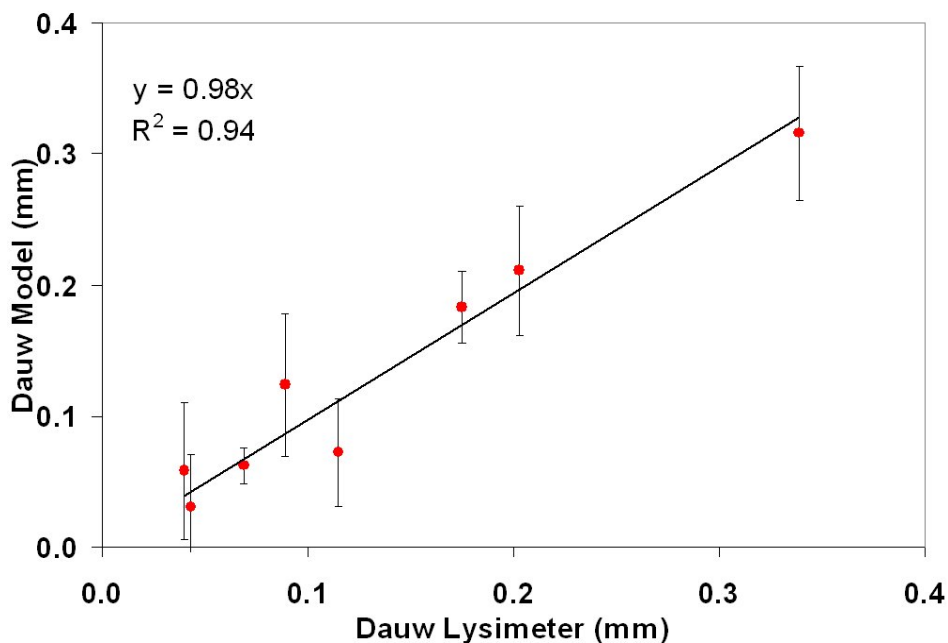
Hier is Q^* de netto straling, G de bodemwarmtestroom, s de helling van de verzadigingsspanningscurve, γ de psychrometerconstante, L_v de verdampingswarmte van water, δq het deficit specifiek vochtgehalte en r_a is de aërodynamische weerstand. Hierbij wordt r_a

voornamelijk door de eigenschappen van het oppervlak en de snelheid bepaald (Holtslag en De Bruin, 1988). Dauwvorming treedt op indien de verdamping negatief is. Is deze flux negatief dan wordt deze in de tijd geaccumuleerd om de totale dauwhoeveelheid te krijgen.



Figuur 3. Een microlysimeter gevuld met gras.

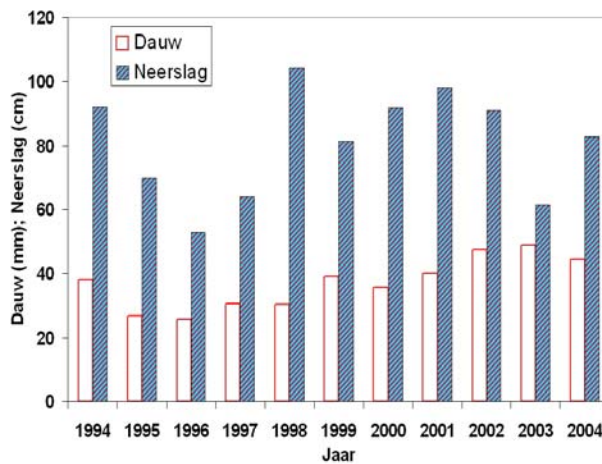
Voor een zevental nachten in het voorjaar en in de zomer is deze laatste methode toegepast en vergeleken met de microlysimetertechniek. De resultaten hiervan staan in figuur 4 en uit dit resultaat kunnen we concluderen dat beide technieken goed overeenkomen. Vervolgens zijn deze modelberekeningen toegepast op de observaties van 11 meetjaren van het meteostation Haarweg in Wageningen (zie www.met.wau.nl). Wel moet worden opgemerkt dat slechts gedurende een beperkt aantal nachten verificatie heeft plaatsgevonden en dat in de winter en in het najaar geen lysimetermetingen zijn uitgevoerd. Dus de resultaten moeten met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd.



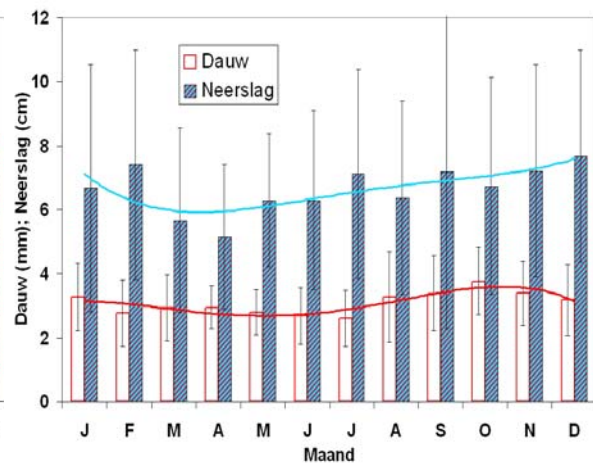
Figuur 4. Modelberekeningen vergeleken met microlysimetermetingen voor de totale hoeveelheid dauw (in mm) voor een zevental nachten. Tevens zijn de spreidingen in de metingen aangegeven. De microlysimetermetingen zijn op 10 verschillende plaatsen per nacht gemeten en vervolgens uitgemiddeld.

Enige resultaten

In figuur 5 zijn de jaartotalen van zowel de neerslag (in cm) als de dauw (in mm) weergegeven voor 11 jaren. Als gemiddelde over deze gehele periode is voor de neerslag gevonden 830 ± 200 mm en voor de dauw 40 ± 8 mm. Hieruit kunnen we concluderen dat de dauwbijdrage tot de totale waterbalans ca 4,5% van de neerslag is. Bovendien is duidelijk te zien dat de jaarlijkse verschillen in zowel de neerslag als de dauw zeer groot zijn. Met name als we de gemiddelde dauwbijdrage vergelijken met de variantie in de neerslag, dan mogen we in eerste instantie veronderstellen dat voor de jaarlijkse totalen de dauwbijdrage van weinig belang is voor het graslandgebied.



Figuur 5. De jaarlijkse hoeveelheden gemeten neerslag en berekende dauw over een periode van 11 jaar in Wageningen.



Figuur 6. Het jaarlijkse verloop van de maand-sommen van de neerslag- en dauwhoeveelheid. Tevens zijn de varianties voor beide grootheden weergegeven.

Bij beschouwing van de jaarlijkse bijdragen van neerslag en dauw is ook belangrijk hoe beiden zijn verdeeld over het jaar. Bijvoorbeeld, indien een grote dauwbijdrage over een zekere periode in het jaar samenvalt met een periode met weinig neerslag, kan dauw voor de waterbalans voor die periode wel belangrijk zijn. Dit effect treedt vooral op in aride en semi-aride gebieden zoals bijvoorbeeld in de Negev woestijn. In de Negev regent het slechts gedurende een korte periode van het jaar maar dauw treedt gedurende het gehele jaar op (Jacobs et al., 2002).

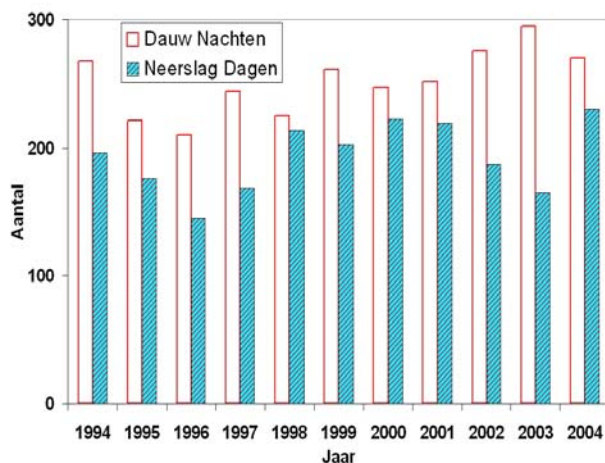
In figuur 6 zijn daarom de jaarlijkse verdelingen van zowel de neerslag als de dauw weergegeven. Tevens zijn hierbij de varianties weergegeven. Uit figuur 6 kunnen we concluderen dat de neerslag zowel als de dauw zo goed als gelijkmatig verdeeld zijn over het jaar. Voor de neerslag vinden we ca 60 ± 25 mm maand⁻¹ en voor de dauw ca 3 ± 1 mm maand⁻¹. De dauwhoeveelheden per maand zijn vele malen kleiner dan de spreiding in de neerslag. Dus we mogen definitief concluderen dat dauw in het Nederlands graslandgebied nauwelijks van belang is voor de waterbalans.

Dauw en plantenziekten

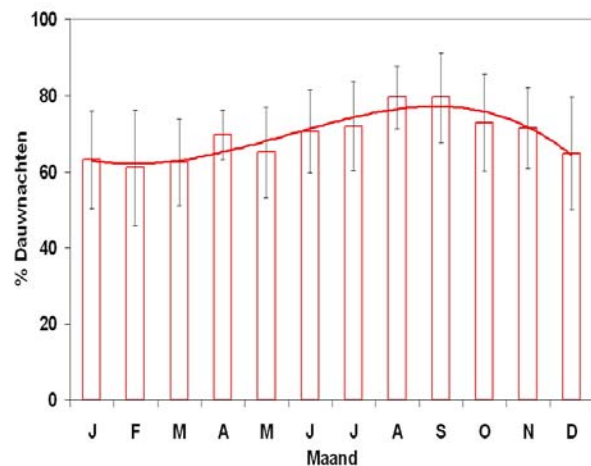
Voor een aantal ecologische processen zijn niet de hoeveelheden van neerslag en dauw van belang maar is het van belang of een gewas nat of droog is. Bijvoorbeeld bij de ontwikkeling van schimmels is het van belang hoe lang er vrij water aanwezig is op het blad. Overschrijdt de natte periode een bepaalde limiet, waarbij wel opgemerkt moet worden dat deze tijdslijmiet temperatuurafhankelijk is, dan ontwikkelen schimmelsporen zich op het blad razendsnel waardoor de plant ziek wordt. Voorbeelden hiervan zijn *Phytophthora infestans* (aardappelziekte) en *Botrytis elliptica* (Ielievuur). Zit eenmaal *Phytophthora infestans* in een

aardappelgewas, dan moet het gehele gewas afgeschreven worden. Een berucht gevolg was de aardappelziekte in Ierland in het midden van de 19^e eeuw waarbij door hongersnood gedwongen meer dan de helft van de bevolking emigreerde naar de Verenigde Staten (Donnelly, 2001). Deze aardappelziekte bestaat nog steeds en is voor de huidige landbouw nog steeds een groot probleem.

Om inzicht te krijgen in het belang van de natheid van een gewas ten gevolge van neerslag en dauw zijn in figuur 7 de aantallen dauwnachten en het aantal dagen dat er neerslag was uitgezet. Als dauwnacht is genomen een dauwhoeveelheid gedurende de nacht van tenminste 0,02 mm en als regendag is genomen een dag met tenminste 0,05 mm. Als gemiddelden over de gekozen 11-jarige periode is voor de neerslag gevonden 190 ± 26 dagen en voor de dauw 250 ± 25 nachten. Dit wil zeggen dat gedurende circa 50% van de dagen er neerslag optreedt. Deze neerslag kan gedurende elk moment van de dag optreden. Voor de dauw geldt dat dit gedurende ongeveer 70% van de nachten optreedt waarbij het gewas 's nachts en tijdens de ochtenduren altijd nat is. Gedurende de ochtend is de instraling van de zon gering waardoor het gewas in de ochtend lang nat kan blijven. Voor mogelijke schimmelziekten is een nat gewas door dauw daarom veel belangrijker dan een nat gewas ten gevolge van neerslag.



Figuur 7. De jaarlijkse aantallen neerslagdagen en dauwnachten gemiddeld over de totale periode van 11 jaar te Wageningen.



Figuur 8. Percentage van het aantal dauwnachten per maand gedurende het jaar. Tevens zijn de varianties voor deze grootte weergegeven.

De meeste planten hebben een waslaag, de zogenaamde cuticula, op hun bladeren zitten. Deze waslaag beschermt de planten tegen mogelijke infectieziekten. Gedurende het groeiseizoen verouderd en slijt deze laag waardoor ook de bescherming vermindert. Van belang is daarom de verdeling van het aantal dauwnachten door het jaar na te gaan. Dauwnachten in het voorjaar zijn minder schadelijk voor de plant dan dauwnachten in het najaar omdat de conditie van de waslaag in het voorjaar beter is. Daarom is in figuur 8 de procentuele verdeling van het aantal dauwnachten per maand over het jaar weergegeven. Uit deze figuur is duidelijk te zien dat de meeste dauwnachten optreden in augustus en september hetgeen dus ongunstig is voor de gezondheid van het gewas. September staat in de praktijk voor aardappel- en lelietelers ook bekend als een zeer beruchte maand voor het optreden van respectievelijk de aardappelziekte en het lilienvuur.

Conclusies

Uit het voorgaande kunnen we een aantal conclusies trekken. In de eerste plaats is dauw voor de waterbalans in onze streek van weinig belang. De spreiding in de jaarlijkse neerslaghoeveelheden is vele malen groter dan de jaarlijkse bijdrage van dauw in de

waterbalans. In de tweede plaats zorgt dauw voor nagenoeg een dagelijkse hoeveelheid vrij water in het gewas. Dit vrije water treedt alleen 's nachts en in de ochtend op en zorgt er voor dat het gewas door schimmelziekten kan worden getroffen. Door deze schimmelziekten kan grote schade ontstaan aan gewassen. Ten slotte kunnen we concluderen dat de meeste dauwnachten optreden in het najaar hetgeen ongunstig is omdat gedurende deze periode het gewas het meest ontvankelijk is voor infectieziekten.

Literatuur

- Donnelly, J., 2001. *The Great Irish Potato Famine*, Sutton Publishing, Stroud, Gloucestershire, England,
- Duvdevani, S., 1947. An optical method of dew estimation, *Quart. J. Roy. Meteorol., Soc.*, 73, 282 - 296.
- Holtslag A.M.M. and De Bruin, H.A.R., 1988. Applied modeling of the night-time surface energy balance over land. *J. Appl. Meteorol.*, 35, 202 – 213.
- Jacobs, A.F.G., Heusinkveld, B.G. and Berkowicz, S.M., 2002. A simple model for potential dew-fall in an arid region. *Atmospheric Res.*, 64, 287 – 297.
- Long, I.F., 1955. Dew and Guttation. *Weather* 10, 128.
- Garratt, J.R. and Segal, M., 1988. On the contribution of dew formation. *Bound.-Layer Meteorol.*, 45, 209 – 236.
- Monteith, J.L., 1957. Dew. *Quart. J. Royal Meteorol. Soc.*, 83, 322 – 341.
- Wallin, J.R., 1963. Dew, its significance and measurement in phytopatology. *Phytopatology*, 53, 1219 – 1216.
- Wells, W.C., 1815. *An essay on dew and several appearance connected with it*. London: Taylor and Hessey.