

The background is a collage of four images: a bird with its beak open on the left, a child's face on the top right, a landscape with a river and trees in the middle, and a close-up of a riverbank with reeds at the bottom.

De afvalketen en azolenresistentie

5.1.2.e

ctgb

Hoe zit het ook al weer?

- *Aspergillus fumigatus*:
 - algemeen voorkomende schimmel
 - breekt plantenmateriaal af
 - Verspreiding via sporen
 - kan ziekte veroorzaken bij patiënten met verzwakt immuunsysteem
 - azolenresistentie bemoeilijkt behandeling
- Hotspots* in milieu: opslag plantaardig materiaal met azolen → kan op verschillende plekken in de keten ontstaan
- Eerste aangetoonde hotspot: bollenafval

* locatie in milieu waar omstandigheden zo zijn dat resistente schimmel zich kan **ontwikkelen, vermeerderen** en **verspreiden**

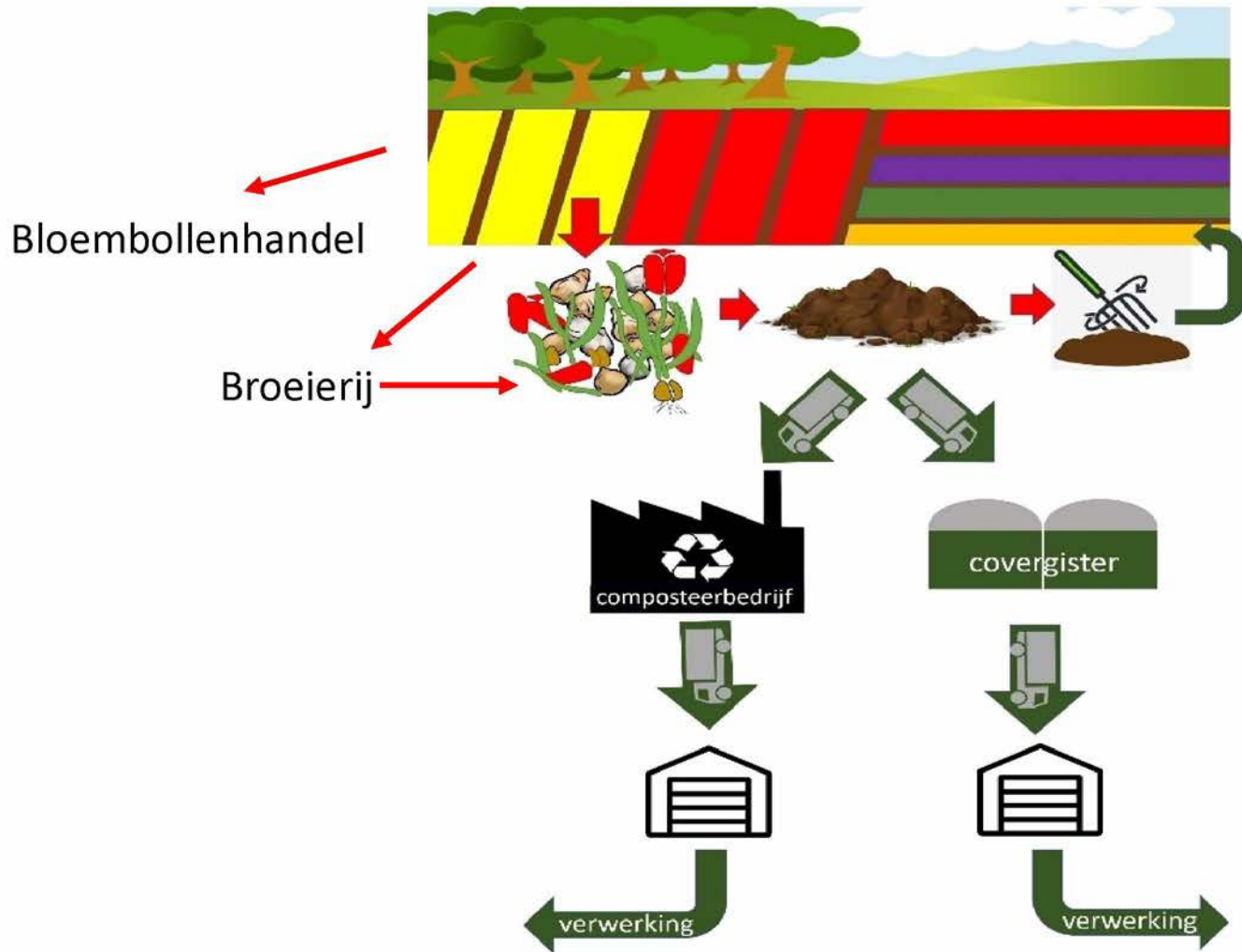
ctgb

Bollenafvalketen

- Onderzoek gericht op wachthopen en ontstaan resistentie, keten niet in kaart
- Afvalketen is geen expertise Ctgb
- In gesprek met sector:
 - Geen overzicht afvalketen, hoeveelheid materiaal, verwerkingsmethoden, etc.
 - Geen registratie
 - Bleek telkens weer complexer dan gedacht
- Conclusie: **Proces zeer tijdrovend, dit moeten de volgende keer anders!**

ctgb

Keten bloembollen / bolbloemen



Stroomschema groenafval bollenteelt (KAVB) **ctgb**

Onderzoek hotspots in NL

- 2014: Verkennend onderzoek¹ :
 - potplanten, groencompostering, pel- broeiafval bollenteelt en stro (mogelijke hotspots: bollen- en groenafval)
- 2015-2017: Onderzoek hotspots² :
 - 3 hotspots: bloembollen-, hout- en groenafval
- 2018-2019: Verdiepend onderzoek bloembollen³ :
 - Bevestiging: hoge aantallen resistente sporen gedurende gehele jaar in wachthopen met bollenafval bij teler, mutaties komen overeen met die van patiëntisolaten
 - Resistentievorming ook bij lage hoeveelheden azolen
 - Advies RIVM: **voorkom langdurige ongecontroleerde opslag bollenmateriaal**

1. Verkenning resistentie-ontwikkeling van de schimmel *Aspergillus fumigatus* - CLM, RadboudUMC

2. Azole-resistance selection in *Aspergillus fumigatus* – [final report CLM, WU, RadboudUMC](#)

3. New insights in the development of azole-resistance in *Aspergillus fumigatus* – [RIVM 2018-0131](#)

Nieuw en lopend onderzoek hotspots in NL

- Nieuw 2020-2021, 2 onderzoeken:
 - CLM i.o.v. RVO (zie bijlage, nog niet gepubliceerd!):
aardbei, ui, aardappel, suikerbiet (*verkenning*)
 - CLM i.o.v. RWS (nog niet helemaal afgerond):
groenafval en houtafval (*verdiepend*)

NB. Bij beide onderzoeken is de keten onderzocht en geraadpleegd
- Lopend onderzoek 2020-2024: NWO GROEN III 'Circulaire landbouw en gezondheidsrisico's'
 - WUR (bloembollen)

<https://www.nwo.nl/onderzoeksprogrammas/groen/projecten>

ctgb

Hotspots

- **Bekend:**
 - Bollenafval
 - Groenafval
 - Houtafval
- **Nieuw:**
 - Uienafval
 - Aardbeienafval
- **Twijfel: aardappelaafval (???)**
- **Geen hotspot:**
 - suikerbietenafval (CLM i.o.v. RVO)
 - Hotspotonderzoek 2015-2017: GFT-afval, afval van (exotisch) fruit, graan, pluimvee- en rundermest en mais kuilvoer

Elke keten is anders...

- Type en hoeveelheid restmateriaal
- Waar afvalhopen ontstaan en duur opslag
- Hoe en door wie het restmateriaal wordt verwerkt
- Azolen: welke, hoeveel en door wie toegepast
- Aanvullende regelgeving (bijv. ivm ziektedruk)
- Binnen keten meerdere opties voor verwerking

Algemeen:

- Langdurige opslag plantenmateriaal met azolen vergroot kans op hotspot, opslag condities!

ctgb



Ui, aardbei, aardappel, suikerbiet

- Opmerkingen vooraf:
 - Appreciatie Ctgb is nog niet klaar (C-vergadering juni)
 - Verkennend onderzoek: aantal metingen ui, aardbei, aardappel en suikerbieten zijn beperkt, genetische analyse resistentie ontbreekt
 - Grenswaarde 'verhoogd aantal resistente Aspergillus': >1000 CFU/g

ctgb

Resultaten (samenvatting)

- **Uien:** Hoge aantallen resistente Aspergillus in hopen rotte uien bij teler
- **Aardbeien:** Hoge aantallen resistente Aspergillus in opslag bij vermeerderaar
- **Aardappels:** 1x hoge aantallen resistente Aspergillus en 9x lage aantallen in grond/loof afval
- **Suikerbieten:** Lage aantallen resistente Aspergillus bij teler en verwerker

ctgb

Aanbevelingen CLM

- Gericht nader onderzoek, inclusief ontbrekende metingen alsnog doen (bijv telers aardbeien)
- Telers: geen opslag, direct uitrijden of verwerken (protocol!) + monitoring
- Verkennen verminderen of stoppen azolengebruik
- Onderzoek vollegrondsgroenten bijv. kolen
- DNA-sequenties bepalen resistente *Aspergillus* (link humaan)

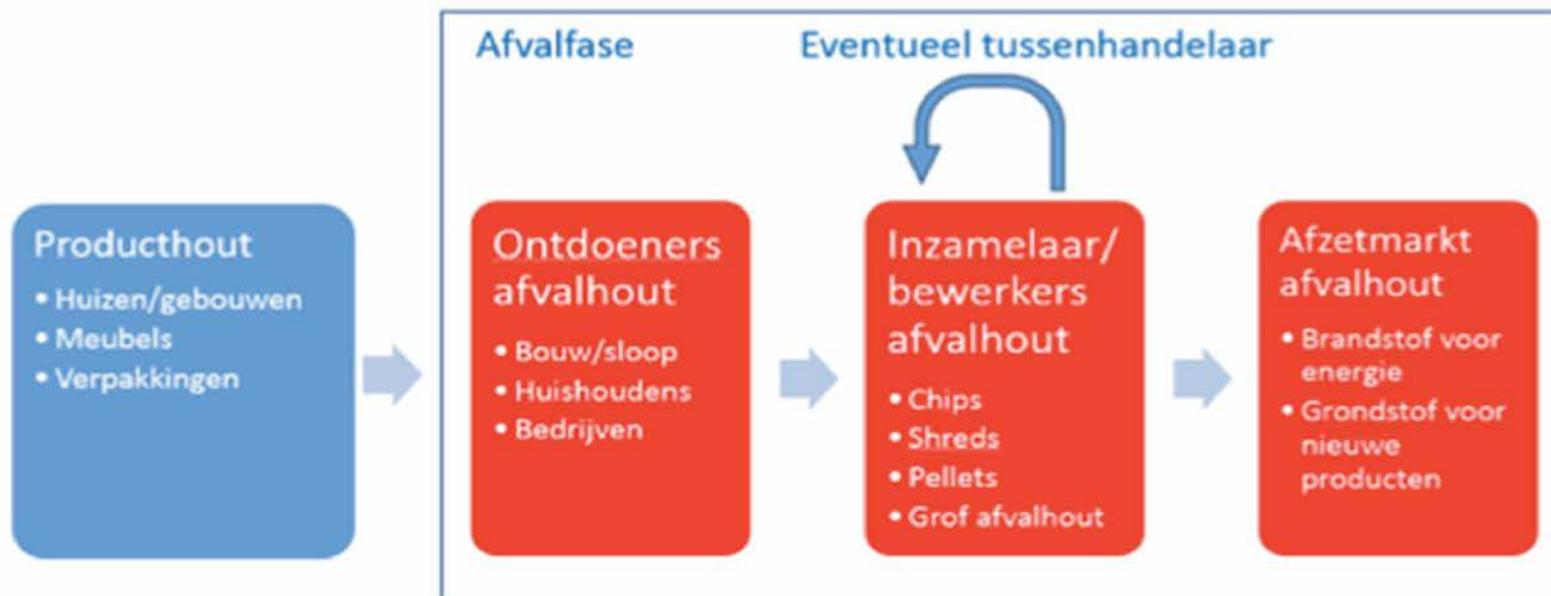
Groen- en houtafval

- Verdiepend onderzoek, nog niet helemaal klaar
- Afvalhopen ontstaan niet bij de toepassers van de gbm of biociden, maar veel verder in de keten (en in de tijd, hout!)



Voorbeeld: de afvalhoutketen

- Afvalhout: snoeihout, A-, B- en C-hout
- B-hout kan biociden bevatten (verf)
C-hout zeker (vaccuumdruk/dompelen)
- Behandeld in NL of import, 20-30 jaar oud
- B-hout: recycling + energie (snippers)
C-hout: energie (DE) (meestal geheel)



Afvalhout - resultaten

- Soms zeer hoge aantallen resistente Aspergillus, maar alleen in fijn of semi-grof B- en C-houtopslag (bevestiging hotspot)



- Aanbeveling:
Hout niet versnipperen of na versnipperen z.s.m. verwerken
(afspraken sector/regelgeving I&W, niet in biocide toelating)

ctgb

Groenafvalketen

- Groenafval: plantaardige afvalstoffen particulier en openbaar groen, bos- en natuurterreinen en watergangen (blad, bermmaaisel, snoeihout, slootmaaisel)
- Agrarisch groenafval: oogstresten, snoeihout (20 werven)
- Verkleinen en composteren in open lucht, gras soms eerst ingekuild
- Azolen? Drift, agrarisch groenafval, snoeihout.

ctgb

Biomassawerven NL

±92 biomassawerven
(opslag en compostering)

± 30 composteren ook
tuinbouwafval en/of
opslag afvalhout

± 20 werven verwerken
GFT-afval (binnen)

Daarnaast naar schatting **10.000** locaties met
(tussen)opslag groenafval (gemeentes,
waterschappen, natuurorganisaties,
boeren,...)



Bron: BVOR 2020

Ontstaan resistentie in opslag vs inwaaien resistente sporen

- Inwaaien resistente sporen verklaart mogelijk resistente *Aspergillus* in hopen 'zonder azolen'
- *Aspergillus* geen fitness nadeel resistentie
- Ook lage hoeveelheden azolen kunnen resistentie veroorzaken; detectielimiet azolen speelt mogelijk ook rol (aanbeveling: detectielimiet verlagen)
- Vooralsnog is de verwachting dat belangrijkste route ontstaan hotspot via met planten behandelde azolen is

ctgb

Verwerkingsmethoden

- Composteren, (co-)vergisten, verbranden (hout, bloembollen), (hakselen en) uitrijden, inkuilen, Bokashi (fermentatie)
- Niet of nauwelijks *Aspergillus* gemeten in compost (mits hoge temp) en digestaat (= overblijfsel na co-vergisting)
- Onduidelijk wat er gebeurt met digestaat na uitrijden (eventuele compostering digestaat is mogelijk)
- Weinig info over inkuilen, voor Bokashi komt onderzoek



Rol Ctgb

- Afhankelijk van situatie:
 - Hotspot = afvalhoop bij gebruiker gbm:
 - restrictie op WG conform bollen (TLH en sector aan zet voor protocol)
 - binnen beperkte tijd, eventueel gebruik opschorten
 - Algemene maatregelen I&W/LNV?
 - Hotspot = afvalhoop elders in keten (bijv. hout, groenafval):
 - I&W en LNV aan zet, afspraken sector/regelgeving!
 - uiterste mogelijkheid intrekken toepassing (maar bij groenafval onduidelijk welke dan)
- Onder aandacht houden in EU (met LNV en I&W)

ctgb

Met dank aan:

- CLM: ^{5.1.2.e} [redacted] en ^{5.1.2.e} [redacted]
- RWS: ^{5.1.2.e} [redacted] en ^{5.1.2.e} [redacted]
- RVO: ^{5.1.2.e} [redacted]



(bijlage) Uien – afvalketen

- Telers en handelaren/verwerkers
- Teler:
 - beetje afval bij laden, in- en uitschuren, soms, bij slechte prijs, hopen uien op land
 - direct op land of eerst opslaan op erf en daarna uitgereden
- Handelaren/verwerkers:
 - Veel afval door schonen, sorteren en lezen
 - Opslag binnen, composteren zelf of voeren af voor vergisting



(bijlage) Uienafval - resultaten

- 7 metingen
- Teler:
 - Hoge aantallen resistente Aspergillus in hopen met rotte uien ($> 8 \cdot 10^6$ cfu/g) bij opslag van een jaar op het land (resistentie 69%). Bij opslag 1 maand (> 14.000 cfu/g), azolen gemeten
- Verwerker:
 - Geen resistentie op afgekeurde uien
 - Wel in uienpulp verhoogde aantallen 1.230 cfu/g bij de max bewaartijd van 7 dagen (resistentie 17%)

ctgb

(bijlage) Aardbeien – afvalketen

- Plantenvermeerderaar – teler – veiling of handelsbedrijf
- Plantenvermeerderaar:
 - Te kleine planten, bladafval
 - Opgeslagen (meestal kort) of direct op land ondergewerkt
- Teler:
 - Volle grond: planten + stro eind seizoen ondergewerkt
 - Kas/stellingen: planten + substraat kort (max 3 wk) opgeslagen en uitgereden, misvormde/rotte aardbeien apart vernietigd/vergist ivm ziekte/plagen



(bijlage) Aardbeienafval - resultaten

- 6 metingen
- Hoge aantallen resistente Aspergillus in opslag bij vermeerderaar, tot $> 4 \cdot 10^6$ cfu/g bij 120 dagen opslag (bij 5 en 7 dagen opslag 734.000 respectievelijk 585.000 cfu/g), resistentie: 2-51%
- Azolen gemeten



(bijlage) Aardappels/suikerbieten - resultaten

- In afvalhopen van consumptie-aardappelen (grond en loof), azolen aangetroffen en voornamelijk lage aantallen resistente *Aspergillus*. In één (fijn organisch materiaal) zijn zeer hoge aantallen aangetroffen (> 4 miljoen cfu/g) (10 metingen)
- In suikerbieten die bij een akkerbouwer waren opgeslagen, zijn lage aantallen resistente *Aspergillus* aangetroffen, ook in de bietenpunten, die bij de verwerker lagen, zijn de gehalten laag (6 metingen)

ctgb

(bijlage) Groenafval - resultaten

- Hoge aantallen resistente *Aspergillus* in opslag groenafval op biomassawerven ($1 \cdot 10^6$ cfu/g) en resistentie 25-32% – ook op werven *zonder* agrarisch groenafval Bevestiging hotspot.
- Weinig tot geen azolen
- Herleiden stromen groenafval is lastig
- Aanbevelingen:
 - Bewaarfase aanpassen (kort, afdekken) + monitoring
 - Meten bij kleine werven
- Afspraken met sector? Geen rol toelating

ctgb