



# AFSTUDEERWERKSTUK

Bladluisvluchten in Nederland

Langebeeke, Martijn  
Aeres Hogeschool, Dronten

# Afstudeerwerkstuk

Bladluisluchten in Nederland

Auteur: Martijn Langebeeke  
Datum: 28-05-2018, Dronten  
School: Aeres Hogeschool Dronten  
Opleiding: Tuin- Akkerbouw  
Afstudeerbegeleider: Dhr. P. Kooman

## Voorwoord

Dit rapport is geschreven voor het afstuderen voor de opleiding Tuin- en Akkerbouw. Het afstudeerwerkstuk gaat over het analyseren van luizenvluchten met meteorologische gegevens in Nederland. Dit afstudeerwerkstuk is geschreven in het kader van mijn afstuderen aan de opleiding Tuin- en Akkerbouw aan de Aeres Hogeschool te Dronten.

Samen met mijn begeleider, Peter Kooman heb ik dit onderwerp bedacht voor het onderzoek. In dit rapport is informatie gezocht over het onderwerp. Voor het afstudeerwerkstuk zijn een hoofvraag en deelvragen geformuleerd. Aan de hand van hoofd en deelvragen zal er een conclusie worden gemaakt. Daarna zullen aanbevelingen worden gegeven aan de doelgroep.

Graag wil ik iedereen bedanken die meegeholpen heeft aan het maken van rapport. In het bijzonder wil ik peter Kooman bedanken voor het op weg helpen voor mijn afstuderen en het helpen bij het onderzoek.

Dronten, mei 2018

## Samenvatting

Bladluisluchten in Nederland kunnen grote problemen geven aan aardappel gewassen doordat er virussen worden verspreid. Op dit moment is niet duidelijk wanneer de bladluisluchten opkomen en hoe bladluisluchten ontstaan. Vooral de laatste jaren zijn er grote problemen met viruszieke knollen in pootaardappelen. Daarom is het dus noodzakelijk om uit te zoeken hoe luizenvluchten ontstaan.

Het doel van dit onderzoek is om een waarschuwingsmodel te ontwikkelen, waarbij telers geadviseerd worden om te spuiten tegen bladluizen. Op deze manier kan de teler een preciezere bestrijding uitvoeren tegen bladluizen. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: in hoeverre zijn luizenvluchten te voorspellen met meteorologische gegevens in Nederland tijdens het groeiseizoen van aardappelen.

De meteorologische gegevens waarmee het onderzoek is uitgevoerd zijn, windrichting en temperatuur. Daarnaast is er gekeken of er trends te zien zijn door de jaren heen. Door de vangsten en de meteorologische gegevens te analyseren is gekeken of er relaties bestaan tussen de twee factoren.

Uit de resultaten blijkt dat er een relatie lijkt te bestaan tussen de temperatuur en de gevangen bladluizen. Dit kan echter niet met een harde conclusie onderbouwd worden. Uit onderzoek blijkt wel dat er geen relatie bestaat tussen de windrichting en de gevangen bladluizen. Daarom is er met dit onderzoek niet te zeggen dat met meteorologische gegevens de bladluisluchten zijn te voorspellen.

Op basis van dit onderzoek wordt de aanbeveling gedaan aan telers om het gewas in week 26 en 27 goed in de gaten te houden. Een vervolgonderzoek met meer data is aan te raden om verder te kijken of een voorspellingmodel mogelijk is. Hiermee kunnen dan bladluisluchten in kaart worden gebracht.

## Summary

Aphids flights causes major problem in seed potato cultivation in the Netherlands, because they distribute viruses. At this moment, it is not clear when aphids flights starts and how they arise. Particularly the last years there are big problems with virus infected potato tubers in seed potatoes. Therefore, it is important to investigate how aphid flights arise.

The intention of this research is to develop an aphid flight prediction model, at which to advise growers to spray against the aphids. In this way, a grower can spray more precisely against aphids. The research question of this thesis is: how can you predict aphids' flights with meteorological data in The Netherlands during growing season of potatoes.

The meteorological data has been used for research in temperature and wind direction. It also has been used for trends in the aphid data over the years. By analyzing the meteorological data and the aphid data it has been used for a relation between the two factors.

It turns out from results that there is relation between temperature and the aphid flight. But the conclusion cannot be substantiated. In this investigation, it cannot be concluded that aphids flights can be predicted by meteorological data.

Based on this investigation it is recommended for growers to inspect the potato fields in weeks 26 and 27. A follow-up study needs more data for developing a prediction model for the aphid flights. This way the aphid flights can be mapped.

## Inhoudsopgave

|                                                                                                                                                                                                                           |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Voorwoord</b>                                                                                                                                                                                                          | <b>3</b>  |
| <b>Samenvatting</b>                                                                                                                                                                                                       | <b>4</b>  |
| <b>Summary</b>                                                                                                                                                                                                            | <b>5</b>  |
| <b>1 Inleiding</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>8</b>  |
| 1.2 Aanleiding                                                                                                                                                                                                            | 8         |
| 1.3 Relevantie                                                                                                                                                                                                            | 8         |
| <b>2 Theoretische kader</b>                                                                                                                                                                                               | <b>10</b> |
| 2.1 Bekende literatuur                                                                                                                                                                                                    | 10        |
| <i>Verschillende vectoren in Nederland</i>                                                                                                                                                                                | 10        |
| 2.1.1 Groene perziksluis                                                                                                                                                                                                  | 10        |
| 2.1.2 Aardappeltopluis                                                                                                                                                                                                    | 11        |
| 2.1.3 Zwarte vuilboomsluis                                                                                                                                                                                                | 12        |
| 2.1.4 Wegedoorluis                                                                                                                                                                                                        | 13        |
| 2.2 De relatie tussen temperatuur en bladluizen                                                                                                                                                                           | 14        |
| 2.3 Virusoverdracht PVY van bladluizen                                                                                                                                                                                    | 14        |
| 2.4 Relatie tussen ongevleugelde en gevleugelde bladluizen                                                                                                                                                                | 15        |
| 2.5 Modelleren van Bladluizen en PVY                                                                                                                                                                                      | 16        |
| 2.6 Onbekende literatuur                                                                                                                                                                                                  | 20        |
| 2.7 Hoofdvraag en deelvragen                                                                                                                                                                                              | 20        |
| 2.7.1 Hoofdvraag                                                                                                                                                                                                          | 20        |
| 2.7.2 Deelvragen                                                                                                                                                                                                          | 20        |
| 2.8 Doelstellingen                                                                                                                                                                                                        | 21        |
| <b>3 Materiaal en Methode</b>                                                                                                                                                                                             | <b>22</b> |
| 3.1 Welke relatie bestaat er tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen?                                                                                                                                     | 22        |
| 3.2 Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?                                                                                                                                    | 23        |
| 3.3 Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren? <b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b> |           |
| <b>4 Resultaten</b>                                                                                                                                                                                                       | <b>24</b> |
| 4.1 Welke relatie bestaat er tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen?                                                                                                                                     | 26        |
| 4.2 Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?                                                                                                                                    | 36        |
| 4.3 Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren? <b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b> |           |
| <b>5 Discussie</b>                                                                                                                                                                                                        | <b>38</b> |
| 5.1 Welke relatie bestaat er tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen?                                                                                                                                     | 38        |
| 5.2 Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?                                                                                                                                    | 40        |
| 5.3 Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren? <b>Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.</b> |           |
| <b>6 Conclusies en aanbevelingen</b>                                                                                                                                                                                      | <b>41</b> |
| 6.1 Welke relatie bestaat er tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen?                                                                                                                                     | 41        |
| 6.2 Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?                                                                                                                                    | 41        |

6.3 Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren? **Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.**

6.4 In hoeverre zijn luizenvluchten te voorspellen met meteorologische gegevens in Nederland tijdens het groeiseizoen van aardappelen?

41

**Aanbevelingen**

**42**

**Bronnen**

**43**

**Bijlage**

**46**

## 1 Inleiding

Het onderwerp van het afstudeerwerkstuk zal gaan over de luizenvluchten in Nederland tijdens het groeiseizoen van de pootaardappelen. In dit afstudeerwerkstuk wordt er gekeken of temperatuur, neerslag en windrichting invloed hebben op de luizenvluchten in Nederland.

### 1.2 Aanleiding

De aanleiding om dit onderzoek te schrijven is dat er de laatste jaren grote problemen zijn met het aantal viruszieke planten en knollen in pootaardappelen. De afgelopen jaren zijn de afkeurpercentages van pootaardappelen toegenomen. Het lectoraat kwam via Bayer met de vraag om de bladluisvangsten uit heel Nederland te analyseren met meteorologische gegevens. Hierdoor wil men inzichtelijk maken bij wat voor weer de bladluisvluchten opkomen. De problemen worden niet ondervonden door Bayer zelf maar door de pootgoed telers in Nederland. Elk jaar worden pootgoedpercelen gedeclasseerd of afgekeurd door te veel virusplanten in het perceel. De aardappelplanten worden voornamelijk geïnfecteerd door luizen die besmet zijn met een virus. Het virus kan de bladluis bij zich dragen aan zijn stilet of in het lijf.

Het probleem waar het om gaat is dat er op dit moment geen goed model of goed waarschuwingssysteem is waarbij telers geadviseerd worden om te spuiten tegen bladluizen. Ook is niet bekend waardoor de luizen vluchten in één keer opkomen. Nu worden telers geadviseerd om te spuiten als er luizen in de vangbakken zitten, maar dan is het al te laat omdat de bladluizen ook al in het gewas zitten. De laatste jaren werd er gedacht dat de luizenvluchten onder controle waren, maar dat refereerde niet met de afkeurpercentages van pootgoed door de NAK. Het is nu nog niet duidelijk wanneer de bladluisvluchten opkomen en zich koloniseren in het gewas. De doelgroep die belang zal hebben bij dit rapport zijn de pootaardappeltelers in Nederland. In dit rapport zullen meerdere conclusies en aanbevelingen worden gegeven aan Bayer, het lectoraat en de pootgoedtelers.

### 1.3 Relevantie

De laatste tien jaar is het aardappel Y-virus sterk toegenomen in Nederland. Onderzoekers hebben nog geen idee hoe dit komt, wel is het mogelijk dat de klimaatverandering hierin een belangrijke rol speelt. (Vlugt, n.d.)

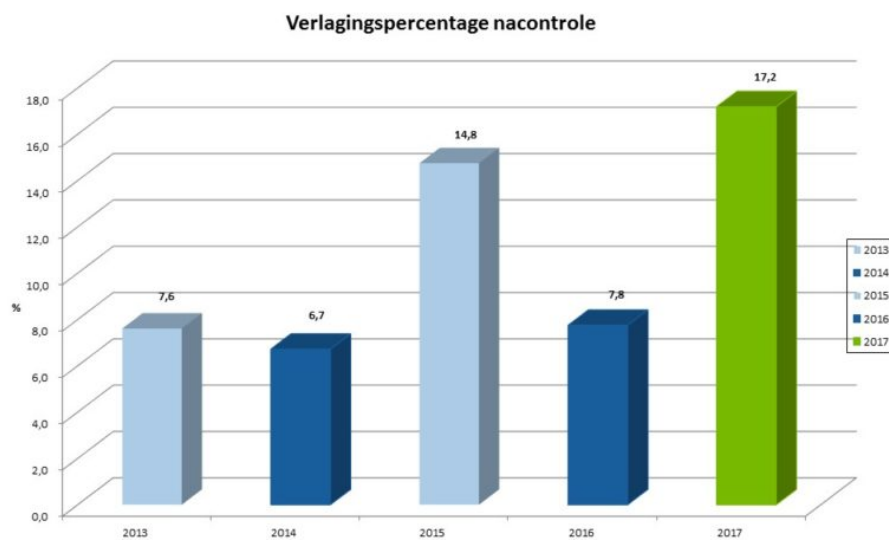
Een recent artikel geeft weer wat de impact kan zijn van luizen. In 2015 was van de 400 hectare pootgoed in Zeeland 16% afgekeurd of gedeclasseerd. Over heel Nederland was het verlagingpercentage 14,8%. (Omroep Zeeland, 2015)

Ook in 2016 was de impact van virusziekte door luizen weer hoog. Bij de nacontrole van de NAK was het verlagingpercentage 7,8 procent voor al het pootgoed in Nederland. Tijdens de veldkeuring werden er weinig bonte planten gevonden. De virusdruk kan wel verklaard worden doordat de luizenvangsten extreem hoog waren gedurende het seizoen. In dat jaar kwamen de eerste meldingen al op 4 juni. Het aantal afkeuringen viel dat jaar nog mee met 1,3 procent. (Dodde, 2016)

Ook dit jaar (2017) is het aantal afkeuringen en verlagingen weer hoog van partijen pootaardappelen. Bij het afronden van de nacontrole is 17,2% verlaagd naar een lagere klasse. In afbeelding 1 is te zien dat de laatste jaren er grote uitschieters tussen zitten met het verlagen van pootgoed. Om dit te voorkomen is een onderzoek



naar de bladluisevluchten van belang voor de pootgoed telers in Nederland.  
("Voortgang nacontrole - onderzoek loopt tegen het einde - NAK," 2017)



*Afbeelding 1: verlagingspercentage nacontrole NAK van 2013 tot 2017.*

## 2 Theoretische kader

Binnen het theoretisch kader wordt er gekeken welke informatie er al aanwezig is en welke literatuur er nog ontbreekt over het onderwerp. Alle informatie zal voortkomen uit artikelen en wetenschappelijke bronnen. In het theoretisch kader zal ook de hoofdvraag en deelvragen worden opgesteld. Met de deelvragen zal de hoofdvraag beantwoord worden.

Bladluizen in poot aardappelen is een groot probleem voor de pootgoedteler doordat de bladluis een belangrijke vector is voor het overbrengen van virussen. Vaak is niet bekend wanneer de luizenvluchten beginnen en hoe de bladluizen zich over Nederland verspreiden. Hierdoor is het dus ook niet bekend wanneer de pootgoedteler een insecticide effectief moet inzetten.

### 2.1 Bekende literatuur

In deze paragraaf wordt er gekeken welke literatuur er bekend is over het onderwerp. De literatuur die gebruikt wordt komt uit wetenschappelijke bronnen. Allereerst zal beschreven worden om welke bladluizen het gaat. Hier zullen de onderwerpen, kenmerken, levenscyclus en schade aan de orde komen. Daarnaast is het belangrijk om te weten of er iets bekend is over de relatie tussen temperatuur en de gevleugelde bladluizen. Ook wordt er gekeken wat de relatie is tussen ongevleugelde bladluizen en gevleugelde bladluizen.

### Verschillende vectoren in Nederland

#### 2.1.1 Groene perziksluis

##### **Kenmerken**

De groene perziksluis ook wel *Myzus persicae* wordt gekenmerkt door de uitstekende voorhoofdknobbels aan de basis van de binnenzijde van de antennen. De antennen bestaan uit zes leden die niet langer zijn dan het lichaam, de antennen van de perziksluis zijn korter dan de sifonen. De sifonen zijn twee uitlaten die elke luis op zijn achterlijf heeft. (Zie afbeelding 2) De sifonen zijn lang en iets gezwollen, een sifoon is  $\frac{1}{4}$  van de lichaamslengte en tweemaal zo groot als de cauda. De cauda is de staart van een bladluis. (Zie afbeelding 2) De cauda van de groene perziksluis heeft een langwerpige driehoek die bezet is met zes haartjes. De kleur van deze bladluis varieert van geelachtig groen tot bleek geelachtig. ("Groene perziksluis/tabakspersiksluis | Syngenta Nederland," n.d.)

##### **Levenscyclus**

De groene perziksluis overwintert als eitje op perzikbomen of op prunussoorten (kersensoorten). De eitjes komen uit in het voorjaar waarbij klonen van ongevleugelde tot stand komen. De gevleugelde vliegen naar secundaire waardplanten waar zij zich ongeslachtelijk vermeerderen. In de herfst worden er twee typen voortgebracht dit zijn mannetjes en nonparel individuen. Uit de gynopare individuen komen de geslachtelijke voortplantende ovipare vrouwtjes voort nadat zij op de primaire waardplant zijn aangekomen. Bij zachte weersomstandigheden in de winter kunnen de luizen overleven. De groene perziksluis is polyfaag, dat betekent dat de luis ook van andere planten kunnen leven. Vooral in de winter overleeft de perziksluis op de perzik of op een prunus soort. Bij een gunstige winter kan de luis

ook overleven op kruiden in een berm. In de zomer maakt de perziksluis gebruik van veel verschillende plantenfamilies. ("Groene perziksluis/tabaksperziksluis Groene perziksluis/tabaksperziksluis | Syngenta Nederland," n.d.)

### Schade

De perzikbladluis veroorzaakt bij de primaire waardplant ernstige krullingen in de bovenste bladeren. Bij secundaire waardplanten worden de bladeren gekoloniseerd, (Angelfire natuur bladluizen) met name de bladscheden van de lager geplaatste bladeren. De bladluis kan erg schadelijk zijn voor planten doordat het virusziektes kan overbrengen. De luis kan zowel persistente als non-persistente virussen overbrengen. ("Groene perziksluis/tabaksperziksluis Groene perziksluis/tabaksperziksluis | Syngenta Nederland," n.d.)

#### 2.1.2 Aardappeltopluis

De aardappeltopluis ook wel *Macrosiphum euphorbiae* genoemd komt vooral voor op bloemen en stengeltoppen. De primaire waardplanten zijn de niet- houtige gewassen. De secundaire waardplanten zijn diverse groente gewassen van de familie van de zwarte nachtschadigen, boonachtigen en koolachtigen. De aardappeltopluis komt zowel in een groene, oranje of lichtpaarse kleur voor. De ongevleugelde exemplaren zijn 2,5-3,8 mm groot. De meest voorkomende kleur is groen met een donkere streep op het midden van de rug. Op het voorhoofd zitten geen knobbels of andere uitstekende zwellingen. De antennen van de aardappeltopluis zijn langer dan het lichaam zelf. De antennen bestaan uit verschillende leden. De leden drie tot en met vijf zijn lichtbruin van kleur. Het zesde lid is glanzend bruin. De sifonen van de luis zijn lang en cilindrisch en reiken bijna tot het eind van de cauda. (Zie afbeelding 2). De cauda is lang en dun toegespitst kleurloos tot lichtbruin.

De gevleugelde aardappeltopluizen zijn 2,3 – 3,4 mm groot. Ook deze luis heeft geen knobbels op zijn voorhoofd. Het achterlijf is groen of roodachtig met een donkere streep over de rug. Ook bij de gevleugelde aardappeltopluis is de lengte van de antenne langer dan het lichaam. De lange cilindrische sifonen variëren van de kleuren lichtbruin tot bruin. ("Aardappeltopluis Aardappeltopluis | Syngenta Nederland," n.d.)



Afbeelding 2: tekening van sifonen en de cauda van een luis

## **Levenscyclus**

De aardappeltopluis overwintert vooral als ei in kassen of andere vorstvrije ruimten. Bij zachte winters kunnen de eitjes ook overwinteren in het veld op kruiskruid of herderstasje. De aardappeltopluis ontwikkelt zich in het voorjaar uit een kleine rest populatie. Hierdoor komt de luis pas later op gang in aardappelpercelen dan een perziksbladluis. De aardappeltopluis bevindt zich in aardappelen aan de onderzijde van de bladeren. Bij een sterke aantasting van aardappeltopluizen bevinden de luizen zich ook op de bovenzijde van de jongste plantendelen. ("Aardappeltopluis Aardappeltopluis | Syngenta Nederland," n.d.)

## **Schade**

Bij de aardappelplanten en tomaten worden vooral de toppen en de bloemen aangetast door de aardappeltopluis. De bladluis verspreidt de non-persistente Y-, A-, M- en S- virussen. In heel geringe mate wordt ook het aardappelbladrolvirus overgebracht. ("Aardappeltopluis Aardappeltopluis | Syngenta Nederland," n.d.)

### **2.1.3 Zwarte vuilboomluis**

De vuilboomluis behoort tot de kleine tot middelgrote luizen. De luizen hebben een lengte van 0,9-2,4 mm. De kleuren van de luis variëren van geelachtig groen, blauwachtig groen, groenachtig zwart tot bruinachtig en soms met groene stippen. Af en toe hebben de bladluizen witte wasstrepen op de rug. De kop, delen van de antenneleden en de poten zijn donker. De sifonen zijn bruin of zwart. De cauda is een stuk bleker dan de sifonen. Bleke vuilboomluizen zijn meestal kleiner en hebben minder antenneleden dan donkere bladluizen. Een ongevleugeld vrouwtje heeft meestal geen pigment op de rug van het achterlijf. Een gevleugeld vrouwtje heeft wel dwarsbalken op de rug. Een luis die erg lijkt op de vuilboomluis is de katoenluis. Het onderscheid is alleen te maken met behulp van een biologische test. (Angelfire natuur bladluizen)

## **Levenscyclus**

De vuilboomluis overwintert als eitje op de vuilboom. Vanaf mei worden de waardplanten zwaar gekoloniseerd door de gevleugelde vrouwtjes. Tot half juni nemen de kolonies snel in omvang toe. In de maanden juni tot juli vliegen de luizen naar de aardappelvelden toe waar ze zich voortplanten. De vuilboomluis zit vaak onderin het gewas en laat zich niet snel van de plant afschudden. De luis maakt vooral haarden, waardoor in het veld valplekken te zien zijn. (Alebeeke, 2013) Door de oplopende temperatuur, de afnemende kwaliteit van waardplanten en het toenemen van natuurlijke vijanden neemt het aantal vuilboomluizen af. In de herfst worden er vooral gevleugelde mannetjes en geslachtelijke vrouwtjes voortgebracht. Bij gunstige omstandigheden kan de productie de hele winter doorgaan en kunnen er wel 57 generaties ontstaan. ("Vuilboomluis Vuilboomluis | Syngenta Nederland," n.d.) De vuilboomluis is weinig gevoelig voor pyrethroïden en dus is het belangrijk om natuurlijke vijanden te sparen. (Alebeeke, 2013)

## **Schade**

Door zuigactiviteit van de zwarte vuilboomluis wordt er een krulling veroorzaakt bij de primaire waardplant. Bij de secundaire waardplant worden vooral de bladeren en de bloesem gekoloniseerd. De bladluis kan schadelijk zijn, doordat het blad in de ontwikkeling gaat opzwellen en oprollen. Dit belemmert de groei van de plant. Ook zorgt de luis met zijn toxische speeksel ervoor dat de bloemen kunnen afvallen van

de plant. Daarnaast is de bladluis een van de belangrijkste overbrengers van persistente en non-persistente virussen.

#### 2.1.4 Wegedoorluis

De wegedoorluis heeft een lengte van 0,9-2,4 mm. De wegedoorluis komt algemeen voor in Europa, Azië en Noord-Amerika. Het voorhoofd is w-vormig en wordt gekenmerkt door een midden knobbel en een voorhoofdknobbel aan de basis van de antenne. De ongevleugelde levendbarende vrouwtjes zijn ovaalvormig en hebben antennes die uit zes leden bestaan die korter zijn dan het lichaam. In de zomer worden er kleinere bladluizen voortgebracht met antennes die bestaan uit vijf leden. De sifonen zijn overlappend en cilindrisch, niet gezwollen, circa 1/8 van de lichaamslengte en even lang als de cauda. De cauda is tongvormig en vaak bezet met zes of elf haartjes. De kleur van de bladluis is helder bleekgroen tot geelachtig groen. De uiteinden van de antennen en de leden van de poten zijn donker. De cauda is bleek en alleen de distale einden van de sifonen zijn donker. Ongevleugelde vrouwtjes zijn niet gepigmenteerd op de rug van het achterlijf. Gevleugelde vrouwtjes hebben wel donkere vlekken aan de rand.

#### **Levenscyclus**

De wegedoorluis overwintert als eitje op de wegedoorn. Na de overwintering komen de eitjes in het voorjaar uit en ontwikkelen zich tot ongevleugelde bladluizen. De gevleugelde luizen die in het voorjaar/zomer zijn voortgebracht vliegen over naar een secundaire waardplant, waar ze zich de rest van het seizoen ongeslachtelijk voortplanten. In de loop van de zomer worden verscheidende generaties voortgebracht, die bestaan uit zowel ongevleugelde als gevleugelde bladluizen. De gevleugelde bladluizen gaan weer nieuwe planten koloniseren. Door de wind kunnen gevleugelde bladluizen grote afstanden afleggen. Wanneer een migratiegolf vanaf de primaire plant wordt opgevolgd door een warm voorjaar en een warme zomer is een grote uitbraak mogelijk. In de herfst worden er gevleugelde mannetjes en gynopare individuen voortgebracht. Uit de gynopare individuen komen bij terugkeer op de waardplant de geslachtelijke ovipare vrouwtjes voort. De bevruchte eitjes worden afgezet in de knoppen en spleten van een wegedoorn. De wegedoorluis heeft als secundaire plant veel kruidachtige planten uit verschillende families en dus ook de aardappel. De levenscyclus van de wegedoorluis is holocyclisch.

#### **Schade**

De zuigactiviteit van de wegedoorluis zorgt bij de primaire waardplant voor vervorming van het blad. Bij secundaire waardplanten vervormt het blad van de plant niet, maar de bladluis heeft wel een nadelig effect op de opbrengst. In midden Europa neemt de aanwezigheid van de bladluis op de aardappelen van West naar Oost toe. Bij de groene perziksluis is dit anders. De wegedoorluis is een belangrijke overbrenger van non-persistente virussen zoals de aardappelvirussen A,Y en het aucuba mosaïcavirus. ("Wegedoorluis Wegedoorluis | Syngenta Nederland," n.d.)

## 2.2 De relatie tussen temperatuur en bladluizen

Voor bladluizen is de temperatuur een belangrijke abiotische factor voor de fysiologie van de bladluis. Doordat de bladluis een beperkt vermogen heeft om de lichaamstemperatuur boven of onder de omgevingstemperatuur te reguleren bepalen de winteromstandigheden de overleving van de bladluis *Myzus persicae*. Milde winters vergroten de voorjaarpopulatie en het potentieel van plagen. De bladluis *Myzus persicae* bevriest bij een lage temperatuur onder nul. (Alford, Blackburn, & Bale, 2012)

In het onderzoek van (Alford et al., 2012) is er onderzoek gedaan naar de temperatuur in relatie met de breedtegraden in Europa. Uit Spanje Engeland en Zweden werden de klonen vergeleken op koude tolerantie en hitte tolerantie. Uit het onderzoek kon niet onderbouwd worden of de breedtegraden een belangrijke rol spelen. Een verrassend resultaat was dat de klonen uit Zweden koude tolerant en hitte tolerant waren

In het onderzoek dat uitgevoerd is door Steinger in 2015 is er gekeken of er een relatie is tussen de temperatuur in de winter en de druk in het voorjaar van de bladluis *B. helichrysi* met als bijgevolg het virusrisico. In het rapport wordt de bladluis *B. helichrysi* beschouwd als belangrijkste vector voor PVY. Met een regressieanalyse werd aangetoond dat de gemiddelde dagelijkse wintertemperatuur gemeten bij nabijgelegen weerstation Changins gerelateerd was aan de totale aantal gevangen bladluizen van *B. Helichrysi* tot half juni. (Steinger, et al, 2015)

## 2.3 Virusoverdracht PVY van bladluizen

Voor de virus overdracht van bladluizen op de aardappelplant is het belangrijk om te weten hoe dit in zijn werk gaat. Daarnaast is het belangrijk om te kijken hoe lang een vector erover doet om een virus over te geven op een plant. In studies is gekeken naar het effect van temperatuur en de systemische infectie van aardappelen. De systemische infectie van PVY werd alleen waargenomen in een temperatuurbereik van 16 °C tot 32 °C. Binnen dit temperatuurbereik daalde de tijd die nodig is voor een infectie van een plant. Bij 20 °C duurde het 14 dagen en bij 28 °C duurde het 5,7 dagen. Met dit onderzoek wordt een model gemaakt om systemische infectie van PVY bij aardappelen te voorspellen. De verspreiding van PVY in aardappelen wordt beïnvloed door het vluchtgedrag en het aantal bladluizen binnen het perceel. In dit onderzoek worden voorspellingmodellen ontwikkeld die gebaseerd zijn op het monitoren van bladluizen. (Choi, et al, 2017)

Naast temperatuur is ook de gevoeligheid van de aardappelplant van belang. Oudere planten tonen vaker een betere weerstand tegen een infectie dan een jongere plant. Oudere planten hebben vaak een betere bescherming dan jongere planten door bijvoorbeeld haren of een dikkere waslaag. Bij oudere planten is het ook zo dat de virussen in weefsels nauwelijks meer bewegen in de plant.

Bij de virusoverdracht moeten er twee verschillende wijze onderscheiden worden.

- Persistente virusoverdracht
- Niet persistente virusoverdracht

Persistente virussen worden door bladluizen met het voedsel uit de zeefvaten opgenomen. De opname duurt meerdere minuten voordat het in het verteringsorgaan is en in het lichaamsvocht. Na 24 uur kan het virus weer door de bladluis worden afgegeven aan een andere plant. Daarnaast wordt het virus nog vermeerderd in het lichaam van de bladluis. Binnen de aardappelvirussen is alleen het bladrolvirus persistent en kan alleen worden doorgegeven door de perzik bladluis. Als de bladluis eenmaal geïnfecteerd is met het virus kan het zijn hele leven planten infecteren met het virus.

Niet-persistente virussen worden door de bladluis bij oppervlakkig proefprikken opgenomen uit de buitenste cellagen en blijven kleven aan het stylet. Het virus zit niet in het lichaam en kan bij aanprikken van een andere plant het virus gelijk overbrengen. Na een aantal keer prikken is het virus afgegeven en is de bladluis het virus kwijt. Wanneer er één of twee uur tussen zit in de opname van het virus en de afgifte is het virus al inactief. De niet-persistente virussen zijn de mozaïek virussen  $Y^o$ ,  $Y^c$ ,  $Y^n$  A en M. Deze virussen worden wel door meerdere bladluizen verspreid. Ook bij deze virusoverdracht is de perzik bladluis de meest effectieve bladluis in het overbrengen van niet-persistente virussen. Andere bladluizen die niet op de aardappel leven zijn ook gevaarlijk voor de verspreiding van niet-persistente virussen. Door het zoeken naar de geschikte waardplant maken deze luizen proefprikken op verschillende plantensoorten waarbij niet persistente virussen worden overgebracht. Voorbeelden van deze luizen zijn vogelkers-grasluizen, zwarte-bonenluis en de erwtenluis. Deze niet-aardappel luizen kunnen niet-persistente virussen goed overbrengen. Daarnaast komen deze luizen in grote groepen voor. (Schepers A, 1980)

#### 2.4 Relatie tussen ongeveugelde en gevleugelde bladluizen

Om de virus overdracht van bladluizen te onderzoeken is het belangrijk dat er meer bekend is over ongeveugelde en gevleugelde bladluizen. Volgens het onderzoek van Choi uit 2017 kunnen alleen gevleugelde bladluizen virussen horizontaal overbrengen van geïnfecteerde planten naar andere planten. (Choi, et al, 2017)

De virusdruk is naast vatbaarheid van de planten ook sterk afhankelijk van het aantal gevleugelde bladluizen, het soort bladluis en de beweeglijkheid van de bladluizen. Ongevleugelde bladluizen dragen weinig bij aan het verspreiden van de bladluizen, mits het gewas verstoord wordt door werktuigen of bij selectiewerk. Het aantal gevleugelde bladluizen is sterk afhankelijk van de populatie op planten. Bij overbevolking ontstaan er gevleugelde vormen. De populatie groeit vooral snel bij warm weer, bij koel weer is de groei van de populatie langzaam. De populatie kan snel uiteenvallen bij hevige neerslag, maar ook door natuurlijke vijanden van bladluizen. Bij een stikstofgift aan de aardappelen vermenigvuldigen de bladluizen zich sneller. Bij een kali gift wordt de vermenigvuldiging vertraagd.

De beweeglijkheid van de luizen wordt sterk bepaald door het weer. Goed weer is zonnig weer, weinig wind en een temperatuur boven de 15°C. Onder gunstige omstandigheden kunnen bladluizen in één vlucht tientallen kilometers afleggen. Bij een vlucht van één à twee uur zijn de niet-persistente virussen niet meer in staat om een plant te infecteren en zijn dus niet meer gevaarlijk. Het bladrolvirus blijft wel



een gevaarlijk virus voor planten, omdat dit een persistent virus is. Bij wisselende bewolking worden de vluchten korter. Bij zonnig weer met passerende wolken kunnen de bladluizen wel tien keer opvliegen en landen in een uur. Vooral deze korte vluchten leveren gevaar op voor niet-persistente virusverspreiding. Dit komt doordat er meer tussenpauzes worden genomen. (Schepers A, 1980)

Ongeveugelde luizen kunnen wel lopend afstanden afleggen om naar andere planten te komen. In een onderzoek met de erwtenluis kon de luis 13,5 meter afleggen in 7 uur over de grond in de lente. In de herfst was de maximale afstand 11,9 meter. Dit onderzoek geeft dus aan dat niet alleen gevleugelde luizen niet-persistente en persistente virussen kunnen verspreiden maar ook ongeveugelde luizen kunnen virussen naar andere planten overbrengen in het veld. Bij bladluismodellen wordt hier vaak geen rekening mee gehouden. (Ben-Ari, et al, 2015)

## 2.5 Modelleren van Bladluizen en PVY

In 2015 is een onderzoek gepubliceerd van Steigner over het voorspellen van virusziekten in pootaardappelen met gebruik van vluchtgegevens van bladluizen. Hiervoor gebruikten de onderzoekers gegevens van het Zwitserse zaad certificatie instantie uit de jaren 1989 tot 2012. Met model selectie technieken werd er van jaar tot jaar bepaald hoe vaak de aardappelplanten werden aangetast door virussen.

Model selectie technieken werden gebruikt om de variatie van jaar tot jaar te bepalen om te bepalen hoe vaak de aardappelen planten werden aangetast door virussen. Het virus dat het meest voorkwam was het aardappel Y-virus (PVY). Drie gevoelige aardappelrassen werden blootgesteld aan de gevleugelde bladluizen. Met zuigvallen werden de gevleugelde bladluizen gevangen en werd er gekeken naar het soort bladluis. Het doel van dit onderzoek was om een beslissingsondersteunend model te ontwikkelen dat in het huidige seizoen de virusverspreiding kan voorspellen met vangbakken tijdens luizenvluchten.

De virusaantasting tussen de verschillende soorten aardappelen varieerde aanzienlijk over jaren van 1,0 % in 2009 tot 13,6% in 1989 met 150-611 planten per jaar. Van twee bladluizen die zorgen voor de verspreiding van virussen kon ondersteund door data een voorspellingswaarde worden gemaakt. De bladluizen waarvoor een voorspellingswaarde gemaakt kon worden zijn de bladluizen *Brachycaudus helichrysi* en *Phorodon humuli*. Uit het onderzoek kwam een hoge nauwkeurigheid voor het model met een  $R^2$  waarde van 0,86. Tijdens het onderzoek werd gedacht dat de bladluis *Myzus persicae* de belangrijkste vector was voor virus overdracht. Uit het onderzoek kwam dat de migrerende bladluis *B. helichrysi* de belangrijkste vector was voor het overbrengen van virussen.

Door het onderzoekstation van Zwitserland zijn de gevleugelde luizen gevangen met een vangpaal met een hoogte van 12,2m boven de grond met een zuigcapaciteit van 0,75m<sup>3</sup> per seconde. Bij het onderzoek is er gekeken naar zeven verschillende bladluizen, *Myzus Persicae*, *Brachycaudus helichrysi*, *Aphis fabae*, *Aphis spp.*, *Phorodon humuli*, *Rhopalosiphum padi* en *Acyrtosiphon pisum*. Na opkomst van de aardappelen kwam de luizensoort *B. helichrysi* het meest voor in de vangbakken gevolgd door *R. padi* en *Aphis spp.* Later viel *B. helichrysi* weg en kwamen andere soorten bladluizen meer voor. Alle gegevens die verzameld waren werden vergeleken met 128 modellen op basis van de AICc waarde. Daaruit kwamen twee



modellen naar voren die het meest overeen kwamen. In beide modellen kwamen de luizen *B. helichrysi* en *P. humuli* als voorspelvariabele naar voren. Wat verder uit de studie kwam was dat *M. Persicae* niet significant geassocieerd kan worden met de virusdruk regressiemodellen. De onderzoekers kwamen hierachter toen de *M. Persicae* veel voorkwam, maar dit niet uit kwam in de modellen.

Bij de vergelijking van het voorspellingsmodel en het voorkomen van het virus PVY kwam naar voren dat dit een aantal jaar een nauwe relatie vormde met het voorkomen van *B. helichrysi*. Het virusrisico werd voornamelijk goed voorspeld in 4 van de 6 jaar waarin het ziekte niveau erg hoog was. In de twee andere jaren werden de risico's onderschat door het model.(Steinger, et al, 2015)

In Finland is een onderzoek gedaan naar de belangrijkste vector van het virus PVY. Het doel van deze studie was om te kijken hoe vaak de bladluizen voorkomen en hoe vaak het PVY-virus werd overgebracht. Hiervoor werd een model gebruikt om het belang te bepalen van de belangrijkste vector voor PVY. Voor het onderzoek werden gele plakvallen gebruikt. Uit de 30000 individuen die gevangen zijn kwam naar voren dat 37% invloed heeft op de overdracht van het PVY. Deze 37% bestaat uit negen verschillende soort vectoren.(Kirchner, et al, 2011)

De locatie waar de pootaardappelen groeien is ook erg belangrijk in verband met de luizendruk in het gebied. Pootaardappelen worden vooral geteeld in gebieden waar de druk van PVY laag is, bijvoorbeeld in gebieden op hoogte. Ook een kort groeiseizoen beïnvloedt de virusdruk in aardappelen. (Kirchner et al., 2011) In Finland waar dit onderzoek is gedaan, worden er in twee gebieden pootaardappelen geteeld. In het centrale en zuidelijke gedeelte komen gemiddeld eerder en meer bladluizen voor dan in de HG-zone van Finland dat hoger en noordelijker ligt. De bladluizen komen waarschijnlijk door langeafstand migratie vanuit het zuiden of zuidwesten van de Oostzee. Voor de HG-zone geldt dit niet.(Nieminen, Leskinen, & Helenius, 2000)

In het onderzoek in Finland is gebruik gemaakt van de temperatuursommen en de neerslag in de weken 22-37. Dit is de periode van planten tot oogsten. Het onderzoek is uitgevoerd in 2007, 2008 en 2009.(Kirchner et al., 2011)

De vluchtactiviteit werd bekeken vanaf half juni tot eind augustus met vangbakken. De onderzoekers maakten de modellen met de gegevens als volgt. Met Generalised Linear Mixed Models werd er getest hoeveel keer PVY voorkwam in de geoogste knollen en of dit te verklaren was. De variabelen die zijn gebruikt zijn,  $Y$  het aantal keer voorkomen van PVY in geoogste knollen en  $D$  het verschil in PVY-incidentie tussen geoogste knollen en de geplante knollen, bepaald door een bladtest twee weken na opkomst. Voor het modelleren werd er gebruikt gemaakt van binomiale regressie met een logt-link functie. Voor het modelleren van  $Y$  en  $D$  werd er gebruik gemaakt van Poisson regressie met log-linkfunctie. Daarnaast werd er rekening gehouden met drie variabelen voor vectordruk, samengevat  $V$ . Daarvan is  $V1=Cx$  de cumulatieve telling van bladluizen die voor elke week  $x$  in weken 26-35 is bepaald. Dit is gebruikt omdat, de aardappelen rond week 26 boven komen. ( $x=26,15$ )  $Cx + 1 = Nx + Nx + 1$   $Nx$  is het aantal gevangen gevleugelde bladluizen in week  $x$ , daarbij houdt  $Cx$  geen rekening met het soort bladluis.(Kirchner et al., 2011)

Uit de resultaten van het onderzoek komt naar voren dat in het begin van het groeiseizoen *A. fabae* de belangrijkste vector is voor PVY. Later in het groeiseizoen kwam het soort *Rhopalosiphum padi* als bladluis het meest voor, net zoals de soorten

*Metopolophium dirhodum* en *Aulacorthum solani*. Wat verder uit de resultaten naar voren kwam is dat er geen bladluizen is aangetroffen op de aardappel plant zelf. Bij het vergelijken van modelvoorspellingen gedurende de weken werd de grootste luizendruk in de eerste helft van het groeiseizoen waargenomen. Toen de vectorsoorten werden meegenomen in de modellen kwam naar voren dat er een piek was in week 27. Daarna werd alleen de bladluizen *A. fabae* bekeken en toen kwam de piek uit op week 28. Vanaf week 30 werd het model minder betrouwbaar. Uit het onderzoek kwam dat het model alleen in de eerste weken van het groeiseizoen betrouwbaar was. Bij uitsluiten van verschillende soorten luizen kwam duidelijkere voorspellingen naar voren. Daarbij kwam naar voren dat *A. fabae* als vector van PVY een duidelijke verhoging gaf van PVY tijdens het groeiseizoen. (Kirchner et al., 2011) Daarom is het dus belangrijk om te kijken welke bladluizen in het groeiseizoen de belangrijkste vector is van het aardappelvirus. Zo kan er gericht een model gemaakt worden per bladluizen.

Om meer van de bladluizen *A. fabae* te weten gekomen is er gekeken hoeveel gevleugelde bladluizen aanwezig zijn op de winter gastheer. Hierbij is er gekeken op een aantal struiken in de maanden juni en juli. Uit de resultaten bleek dat in week 25 en 27 het aantal bladluizen het hoogst was. Dit patroon kwam ook voor in de vangbakken in de aardappelpercelen (Kirchner et al., 2011)

In Nederland is in 1983 een onderzoek gedaan naar de virusverspreiding van bladluizen. Dit onderzoek was de eerste poging om de totale vlucht van bladluizen te kwantificeren in termen van risico voor het pootgoed. Vanaf 1951 werd er alleen gekeken naar de bladluizen *Myzus persicae*. Met de vangsten van *M. persicae* werd de loofvernietigingsdatum vastgesteld. Het vangen van de bladluizen werd gedaan door gele vangbakken en twee zuigvalen in Nederland. Doordat de loofvernietigingsdatum alleen vastgesteld werd op vangsten van *M. persicae* kwam al snel het probleem dat er grote aantallen viruszieke planten kwamen in Nederland. In het onderzoek werden meerdere soorten bladluizen genoemd die belangrijk waren voor het overbrengen van het virus PVY voordat de zomervluchten begon van *M. persicae*. De andere soorten die daar voor zorgen zijn: *Orthosiphon pisum*, *Brachycaudus helichrysi*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Metopolophium dirhodum*, *Phorodon humuli*, *Rhopalosiphum insertum* en *Rhopalosiphum pa.*

In 1980 is een onderzoek geweest met verschillende soorten bladluizen. In het onderzoek werden de bladluizen besmet met het virus PVY. Daarna werden de bladluizen overgezet op testplanten. Met dit onderzoek werd de transmissie snelheid van de bladluizen onderzocht. Bij het onderzoek kwamen hoge transmissiepercentages naar voren bij *M. persicae* en *R. insertum* (50-71%), *P. humuli* (35%), *A. fabae* en *M. euphorbiae* (29%), *A. pisum* (14%) en de laagste percentage was bij *M. dirhodum* en *R. padi* (2-3%). (Hoof, 1980) *M. persicae* wordt in het onderzoek beschouwd als belangrijkste vector, omdat het bij aankomst in een aardappelperceel erg onrustig is en in korte tijd veel planten kan infecteren. (van Harten, 1983)

In het onderzoek van Hoof kwam naar voren dat de bladluizen *B. helichrysi* geen overdracht gaf. In andere landen is *B. helichrysi* wel een belangrijke overbrenger van het virus PVY. Verondersteld wordt door van Harten dat van Hoof een andere biotype heeft gebruikt voor het onderzoek. Andere onderzoekers in het buitenland kunnen een andere biotype hebben gebruikt voor het onderzoek waardoor resultaten

verschillen. Uit dit onderzoek kon geconcludeerd worden dat andere soorten naast *M. persicae* ook belangrijk waren voor de verspreiding van virussen. (Hoof, 1980)  
In de jaren 1971, 1974 en 1976 werd de virusdruk erg hoog zonder dat de bladluis *M. persicae* daar invloed op had.

## 2.6 Onbekende literatuur

In de voorgaande paragrafen is besproken welke literatuur er bekend is over het onderwerp. In de literatuur kwam veelal naar voren dat er al een aantal voorspellingmodellen waren gemaakt om luizendruk en virusdruk te voorspellen. In de literatuur is niet te vinden hoe de verspreiding van bladluizen in Nederland is.

Het probleem dat nu ondervonden wordt in Nederland is dat er geen goed voorspellingsmodel is voor bladluizen. Nu wordt er gespoten als de bladluizen al in de vangbakken zitten. Meestal is het dan al te laat en zijn planten geïnfecteerd met een virus. Ook is het mogelijk dat een teler zijn gewas te vroeg spuit en er nog geen bladluizen aanwezig zijn in het veld. Op dit moment is niet bekend wanneer en hoe de luizenvluchten opkomen. Vaak wordt er gedacht aan de temperatuur, windrichting, neerslag, straling van het gewas of het type bladluis.

Het probleem kan alleen opgelost worden als er verbanden gevonden worden tussen factoren die zorgen dat luizenvluchten opkomen. In dit onderzoek zal alleen gekeken worden naar de factoren temperatuur, windrichting en neerslag. Andere factoren worden in dit rapport niet onderzocht.

De informatie die nodig is voor het onderzoek zijn betrouwbare gegevens van de bladluisvangsten. Ook zijn er gegevens nodig van de temperatuur, neerslag en windrichting op de dag dat de bladluizen gevangen zijn. Deze gegevens moeten betrouwbaar zijn om de betrouwbaarheid van het onderzoek te garanderen.

## 2.7 Hoofdvraag en deelvragen

### 2.7.1 Hoofdvraag

In hoeverre zijn luizenvluchten te voorspellen met meteorologische gegevens in Nederland tijdens het groeiseizoen van aardappelen?

### 2.7.2 Deelvragen

Deelvraag 1: Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren?

Deelvraag 2: Welke relatie bestaat er tussen temperatuur en de verspreiding van bladluizen?

Deelvraag 3: Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?

## 2.8 Doelstellingen

De doelstelling van het onderzoek is om een voorspellingsmodel te maken voor de aardappeltelers in Nederland. Met dit voorspellingsmodel kunnen de telers een preciezer bestrijding uitvoeren tegen bladluizen. Met het voorspellingsmodel kan aan de teler doorgegeven worden wanneer verwacht wordt dat er bladluizen in het perceel aankomen. Voor de teler zal dit kostenbesparend werken doordat de teler op het exacte moment kan spuiten. De teler hoeft zo niet onnodig te spuiten tegen bladluizen. Met een voorspellingmodel kan er een advies gemaakt worden voor de telers om het juiste moment te kiezen voor het spuiten van een insecticide.

De hypothese van het onderzoek is, dat de temperatuur een effect heeft op de verspreiding van de bladluizen in Nederland. Verwacht wordt dat in het zuidwesten van Nederland de bladluizen als eerste opkomen. Door de gemiddelde temperatuurstijging in Nederland is het vermoeden dat de bladluizen als laatste aankomen in het noordwesten van Nederland. Het betekent dus dat de migratie van bladluizen in het groeiseizoen langzaam naar het noorden verschuift. Daarnaast kunnen de factoren wind en neerslag een belangrijke rol spelen.

Voor de oplossing van het vraagstuk zijn een aantal criteria van belang. Als eerste moet er een verband zijn tussen de meteorologische gegevens en de bladluisvluchten. Een ander criteria is dat er bij een verband van één of meerdere factoren een voorspellingsmodel gemaakt kan worden. Een derde criteria is dat het antwoord statistisch onderbouwd kan worden. Al deze criteria moeten ertoe bijdragen dat er een oplossing gevonden wordt voor dit probleem.

Het product dat opgeleverd gaat worden is een antwoord op de vraag of meteorologische gegevens een relatie hebben op de bladluisvluchten in Nederland. Een ander doel hiervoor is om een voorspellingsmodel te ontwikkelen die aangeeft wanneer de bladluisvluchten opkomen in een gebied. Dit voorspellingsmodel kunnen aardappeltelers gebruiken om een insecticide effectief in te zetten tegen bladluizen.

Met het antwoordt op de hoofdvraag kunnen Bayer en het lectoraat verder met het onderzoek naar de bladluisvluchten in Nederland. Wanneer er een voorspellingmodel gemaakt kan worden met één van de factoren, temperatuur, neerslag en windrichting is het mogelijk dat er advies gegeven kan worden aan de pootgoedtelers.

### 3 Materiaal en Methode

In het hoofdstuk Materiaal en Methode wordt beschreven hoe het onderzoek wordt aangepakt. Per deelvraag wordt aangegeven hoe een antwoord wordt verkregen. Dit onderzoek is een kwantitatief onderzoek, omdat er wordt gewerkt met data. De uitkomsten van het onderzoek worden toegelicht met cijfers en percentages. De onderwerpen die aan de orde komen in het hoofdstuk zijn: welke gegevens worden er gebruikt, hoe worden de gegevens verzameld, de betrouwbaarheid van de gegevens, hoe worden de gegevens verwerkt en welke criteria zijn van belang voor het beoordelen van de resultaten. De deelvragen zijn ten opzichte van het vooronderzoek gewijzigd. Dit zal uitgelegd worden in de komende paragrafen.

In het vooronderzoek werd de deelvraag over neerslag vermeld. Door tijdgebrek tijdens het onderzoek is deze deelvraag achterwege gelaten.

#### 3.1 Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren?

Met deze deelvraag is er gekeken of er een patroon te herkennen is in de verschillende soorten luizen. Hierbij is gekeken welk soort bladluis gemiddeld als eerste is gevangen en welke bladluis het meest is gevangen. Ook is er gekeken welke bladluis het meest in een bepaalde regio voorkomt en wat de virusdruk van de luizen is per regio. Binnen de deelvraag wordt er ook gekeken naar de jaar en week verschillen en in welke regio's de meeste bladluizen voorkomen.

De gegevens die hierbij gebruikt zijn, zijn afkomstig van de dataset van Bayer. De dataset van Bayer is beschouwd als een betrouwbare dataset. Als eerste is de dataset geordend om verbanden en verschillen te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen. Ook hier is geen gebruik gemaakt van statistiek door de onregelmatigheid en een te kleine dataset van Bayer.

#### 3.2 Welke relatie bestaat er tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen?

Om deze deelvraag te beantwoorden zijn er gegevens gebruikt van Bayer. De dataset van Bayer bestaat alleen uit plaatsen uit de kop van Noord-Holland. De temperatuur gegevens zijn afkomstig van het KNMI. Verder kon de dataset verdeeld worden in drie regio's. Alle plaatsen waar de luizen gevangen zijn konden onderverdeeld worden in drie regio's. Voor deze regio's zijn ook temperatuurgegevens gebruikt van amateurweerstations. Om gegevens te krijgen van elke regio is er een plaats opgezocht die dichtbij een de regio gelegen ligt. Voor regio één is er gebruikt gemaakt van een weerstation uit Bergen. Voor regio twee is er gebruik gemaakt van een weerstation uit Heerhugowaard. Voor de temperatuur gegevens voor regio drie is er gebruik gemaakt van een weerstation uit Hoogkarspel. Deze weerstations zijn gekozen, omdat er geen professioneel weerstation in de buurt was voor elke regio. Voor het onderzoek was het wel belangrijk dat er weergegevens waren om de regio's te vergelijken met elkaar.

De betrouwbaarheid van de gegevens is belangrijk voor het onderzoek. Voor de gegevens van het KNMI is er vanuit gegaan dat de gegevens betrouwbaar zijn net zoals de gegevens van Bayer. Van de gegevens van de amateurweerstations is de betrouwbaarheid wat minder. Bij een aantal amateurweerstations missen er gegevens. In het hoofdstuk resultaten is dit vermeld.

Met de gegevens van het KNMI is gekeken of er verschillen waar te nemen waren per jaar. Deze gegevens zijn vergeleken met de luizenvangsten van het betreffende jaar. Eerst is de data van het KNMI en Bayer geordend. Daarna kon de data met elkaar vergeleken worden of er inderdaad een relatie bestond met de temperatuur en de luizenvangsten. Binnen dit onderzoek is er alleen gewerkt met Excel. Door de grote onregelmatigheid in de data van Bayer kon er geen statistiek op los gelaten worden. Hierdoor kon er ook geen model van ontwikkeld worden.

Met de data van de amateurweerstations en de data van Bayer is er gekeken of er verschillen waar te nemen zijn tussen de regio's in Noord-Holland. Met deze resultaten kon onderzocht worden in welke regio de meeste bladluizen gevangen zouden worden en of de temperatuur hier een rol bij speelt. Ook hier is geen gebruik gemaakt van statistiek door de onregelmatigheid in de data van Bayer.

De gegevens van de NAK zijn niet meegenomen in het onderzoek, omdat de gegevens wat vertraagd waren en het te laat was om in het onderzoek mee te nemen.

### 3.3 Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?

Om deze deelvraag te beantwoorden is er gebruik gemaakt van de gegevens van Bayer en windrichting gegevens van het KNMI. De dataset van Bayer bestaat alleen uit vangplaatsen uit de kop van Noord-Holland. Voor de windrichting gegevens is er gebruikt gemaakt van het KNMI-weerstation De Kooy. Een ander weerstation van het KNMI lag niet in de buurt bij de vangplaatsen. Hierbij is natuurlijk de vraag hoe betrouwbaar de gegevens zijn, omdat het weerstation De Kooy dichtbij zee ligt en niet centraal in Noord-Holland. De gegevens die gebruikt zijn komen uit de jaren 2012 tot en met 2016. Ook de luizenvangst gegevens komen uit de jaren 2012 tot en met 2016. Met deze data is gekeken of er een mogelijk verband te vinden is tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen.

De data van Bayer en het KNMI zijn eerst netjes geordend en daarna is er gekeken of er verbanden waren tussen de luizenvangsten en de windrichting. Ook met deze data is er alleen gewerkt met Excel. De gegevens zijn niet beoordeeld met statistiek door de onregelmatigheid in de gegevens van Bayer.

## 4 Resultaten

In het hoofdstuk Resultaten zullen de uitkomsten weergegeven worden per deelvraag.

Bij de gegevensverzameling viel al snel op dat betrouwbare weerstations moeilijk te vinden waren. Wel waren er verschillende amateurweerstations met data om te gebruiken voor het onderzoek. In het gebied waar de luizenvangsten werden gemeten was maar één station van het KNMI te vinden.

De weer gegevens van het KNMI komen van het weerstation de Kooy

De weergegevens die gebruikt zijn voor elke regio komen uit:

Regio 1: Bergen

Regio 2: Heerhugowaard

Regio 3: Hoogkarspel

Aan de data van Bayer viel al snel op dat de vangsten van de bladluizen alleen in de kop van Noord-Holland waren genomen. Wat verder opviel was dat er relatief laat werd gestart met gemeten. Ook werd er niet elk jaar op dezelfde plaats gemeten waardoor het een onregelmatig beeld geeft. Ook het aantal vangplaatsen verschilde per jaar. In afbeelding 3 is te zien waar de vangbakken stonden en hoe de regio's zijn ingedeeld.

De plaatsen waar de bladluisvangbakken stonden zijn:

2012

- Ulkeweg Slootdorp
- Barsingerweg Wieringerwaard
- Wagendwarspad Wieringerwerf
- Valkogerweg St. Maarten
- Oosterkwelweg Wieringerwerf
- Ruigeweg Burgerbrug

2013

- Wagenpad Wieringerwerf
- Veerweg Anna Paulowna
- Heemtweg Warmenhuizen
- Ulkeweg Slootdorp
- Oosterkwelweg Wieringerwerf
- Schervenweg Wieringerwerf
- Wijzendweg Warmenhuizen

2014

- Ruigeweg Burgerbrug
- Breelandsweg St. Maarten
- Ulkeweg Slootdorp
- Oosterkwelweg Wieringerwerf
- Barsingerweg Wieringerwaard
- Veerweg Anna Paulowna

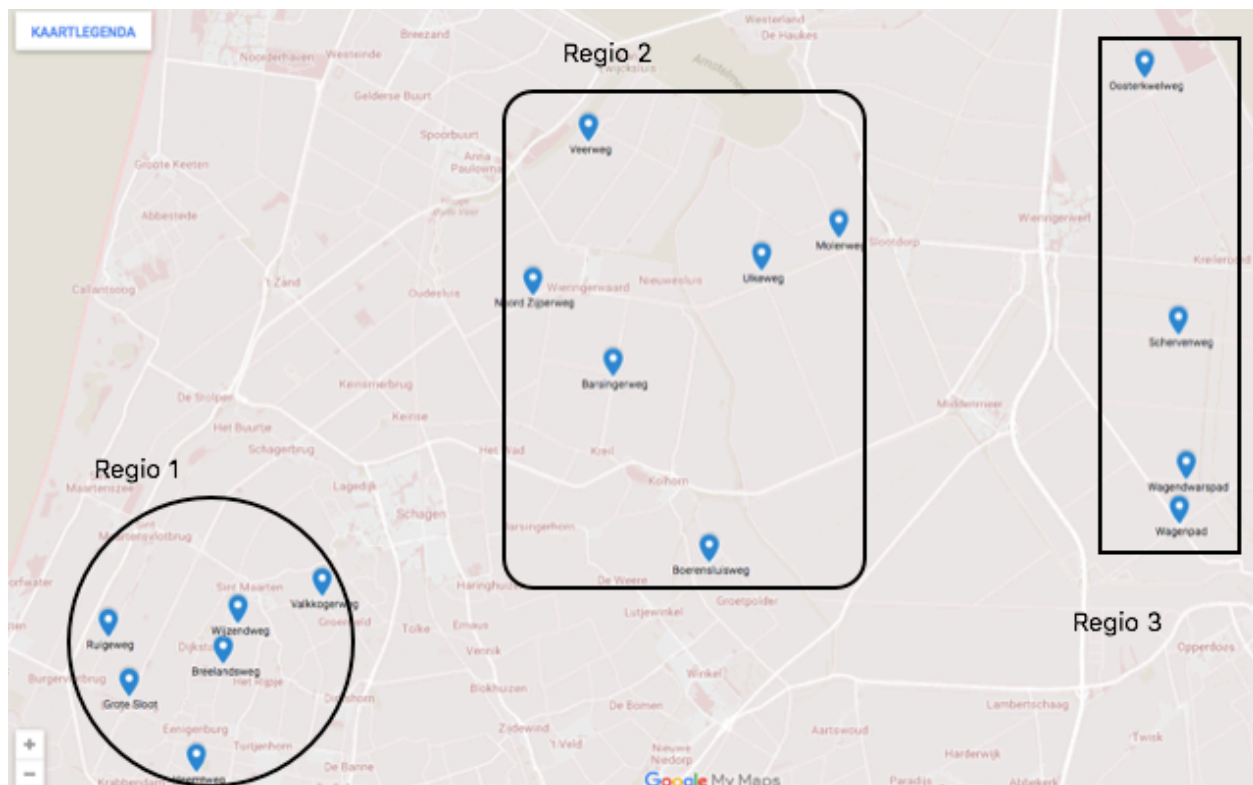


2015

- Veerweg Anna Paulowna
- Oosterkwelweg Wieringerwerf
- Breelandsweg St. Maarten
- Grote Sloot Burgerbrug
- Ulkeweg Slootdorp
- Molenweg Slootdorp

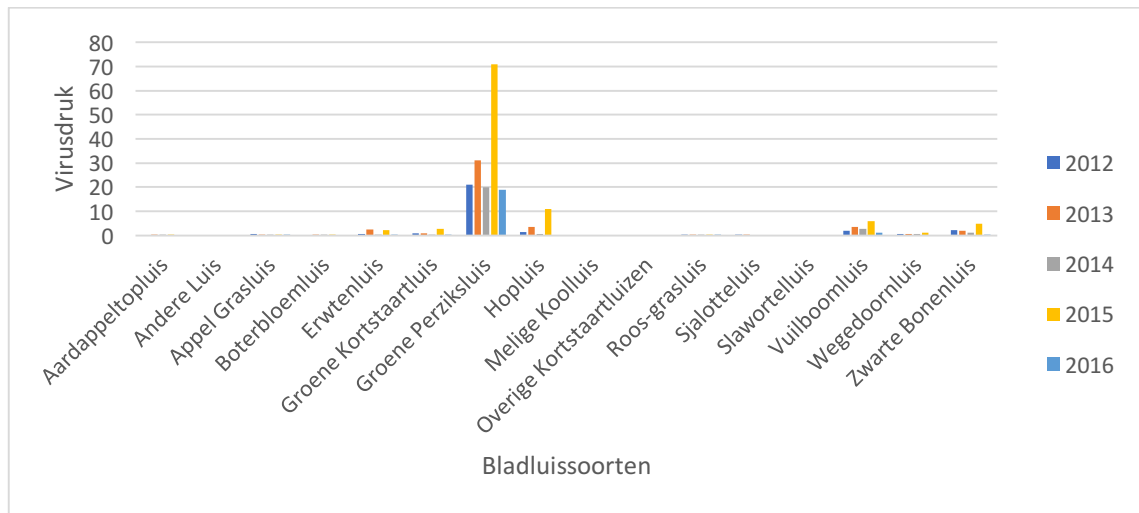
2016

- Oosterkwelweg Wieringerwerf
- Ulkeweg Slootdorp
- Breelandsweg St. Maarten
- Boerensluisweg Lutjewinkel
- Grote sloot Burgerbrug 54
- Grote sloot Burgerbrug 53
- Noord Zijperweg Wieringerwaard



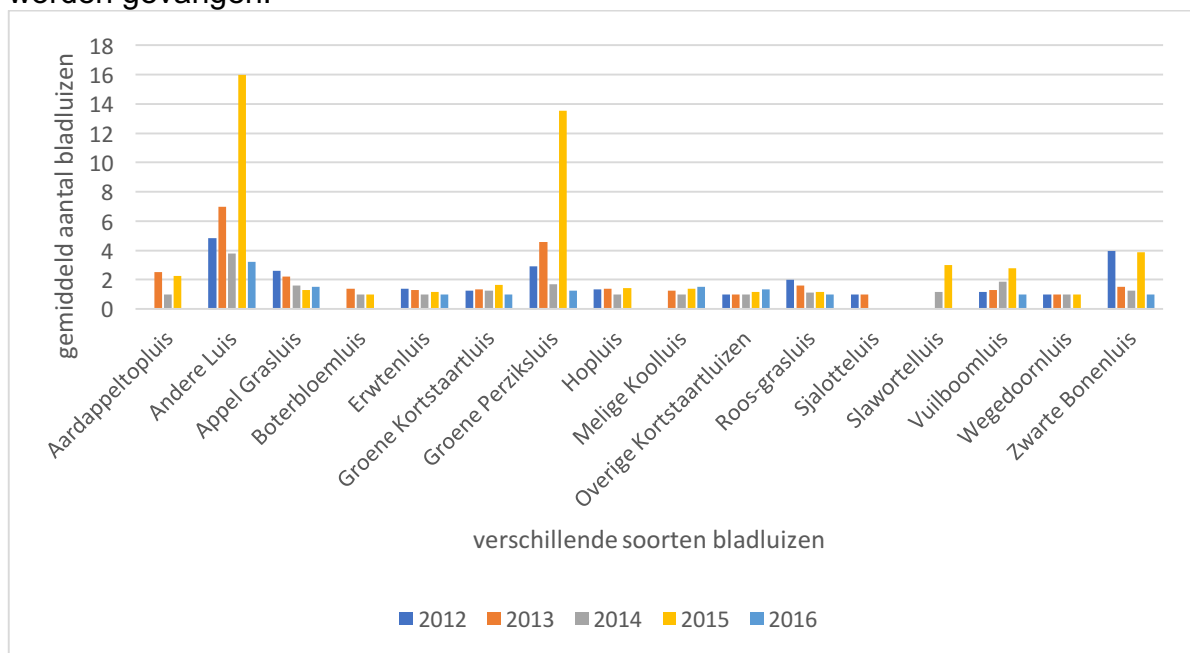
Afbeelding 3: plaatsnamen waar de vangbakken stonden. Ook zijn in deze afbeelding de regio's ingedeeld.

#### 4.1 Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren?

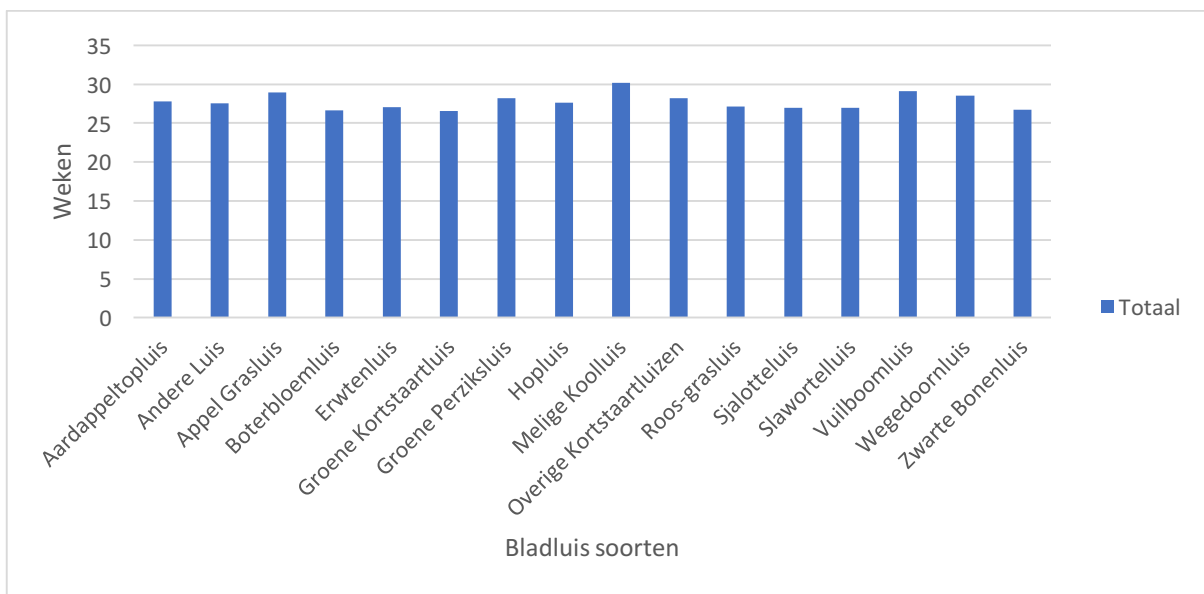


Figuur 1: in de grafiek wordt weergegeven welke bladluis het meeste virusdruk geeft. Dit is weergegeven voor de jaren 2012 tot en met 2016. De virusdruk komt tot stand door de gevangen bladluizen keer de efficiëntie factor.

In figuur is te zien dat alleen de Groene Perziksluis zorgt voor de virusdruk tijdens het groeiseizoen. Andere bladluizen geven maar weinig virusdruk tijdens een groeiseizoen. Vooral de het jaar 2015 is een uitschieter met het aantal virusdruk. Ook andere jaren zorgt de groenperziksluis voor de virusdruk. In figuur 2 is het aantal gevangen bladluizen weergegeven. In de grafiek komen vooral luizen voor met de naam Andere Luis. Dit zijn luizen die niet belangrijk zijn voor het onderzoek. In de grafiek komt naar voren dat de Groene perziksluis en de zwarte bonenluis het meest worden gevangen.

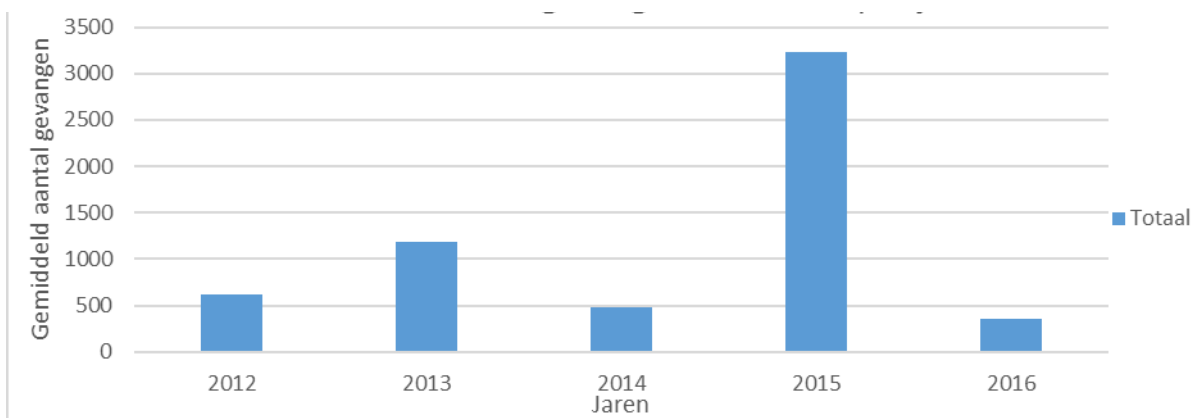


Figuur 2: in de grafiek wordt weergegeven hoeveel bladluizen van elk soort zijn gevangen per jaar. Bij het tellen van de luizen zijn de bladluizen gegroepeerd en dit is in de grafiek verwerkt.



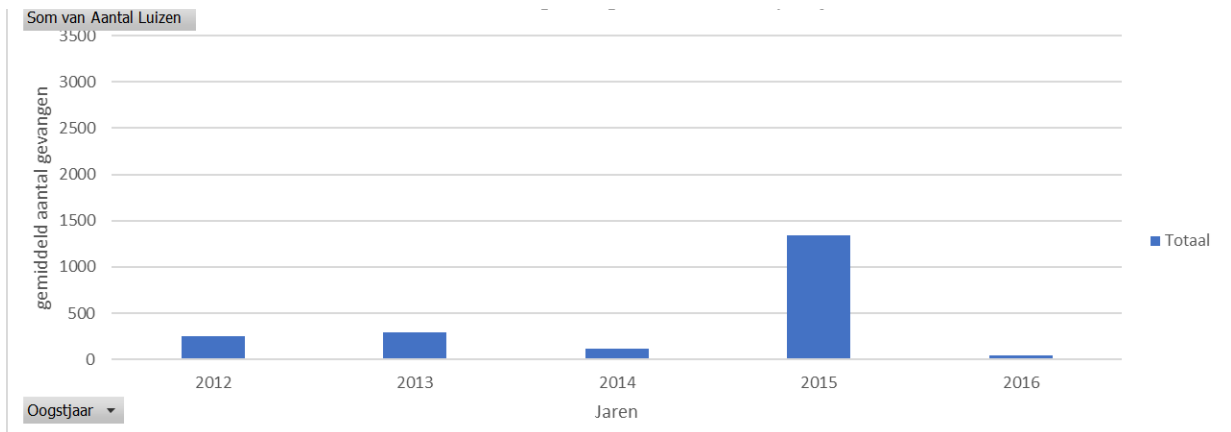
Figuur 3: in de grafiek wordt weergegeven welke bladluizen gemiddeld als eerste worden aangetroffen in de vangbak. De bladluizen zijn gevangen op datum. Met deze datum is er gekeken welke bladluissoort er als eerste is aangetroffen. De data van de jaren 2012 tot en met 2016 zijn in de grafiek verwerkt.

In figuur 3 is gekeken wanneer welke bladluissoort gemiddeld als eerst wordt aangetroffen bij het vangen van de bladluizen. In de grafiek is te zien dat de Groene Kortstaartluis gemiddeld als eerste wordt aangetroffen. Als laatste wordt de Melige Koolluis aangetroffen.



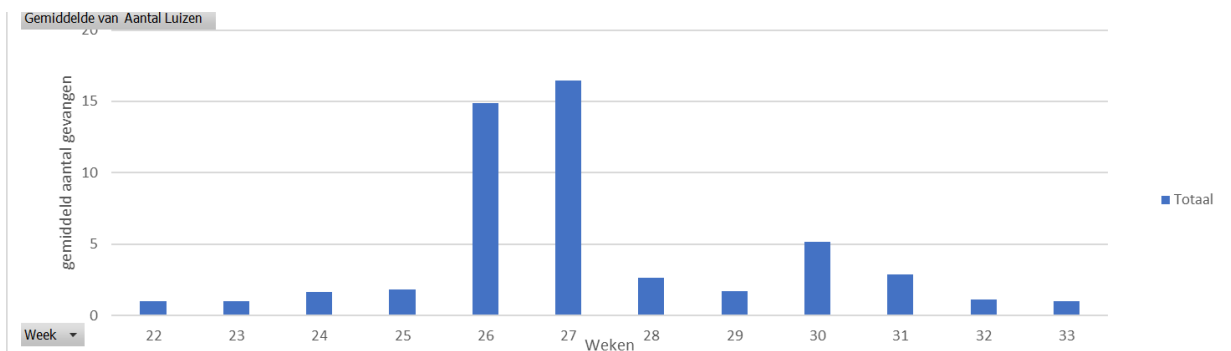
Figuur: 4 in de grafiek wordt weergegeven in welke jaar de meeste bladluizen zijn gevangen. Alle bladluizen die gevangen zijn met de vangbak zijn bij elkaar opgeteld en in de grafiek weergegeven.

In figuur 4 is een grafiek te zien in welk jaar de meest bladluizen zijn gevangen. Het jaar 2015 is met afstand een jaar met de meeste gevangen bladluizen. In de andere jaren worden er minder bladluizen gevangen.



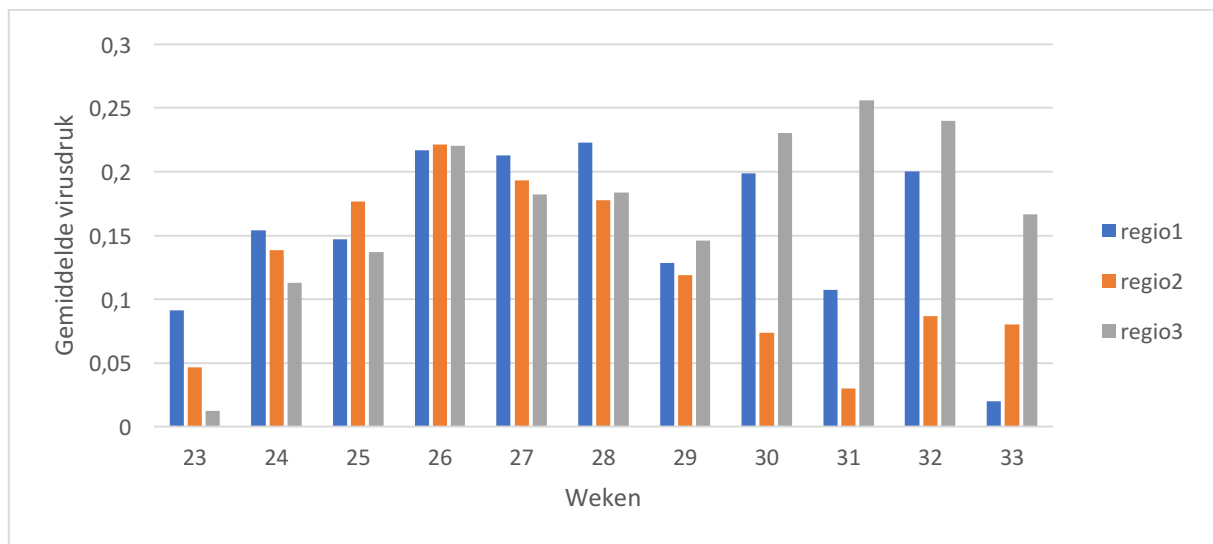
Figuur 5: in de grafiek is weergegeven welke bladluizen het efficiënts het virus kan overbrengen op een plant. In de grafiek zijn alleen de Groene Perziksluizen meegenomen, omdat die een relatieve efficiëntie hebben van een. Andere bladluizen die gevangen zijn hebben een veel mindere efficiëntie van virussen overbrengen die eigenlijk nihil is.

In figuur 5 is te zien in welk jaar de meeste effectieve bladluizen zijn gevonden die virussen in aardappelen kunnen verspreiden. Het jaar 2015 is een jaar met de meeste gevangen efficiënte bladluizen die virussen kunnen overbrengen.



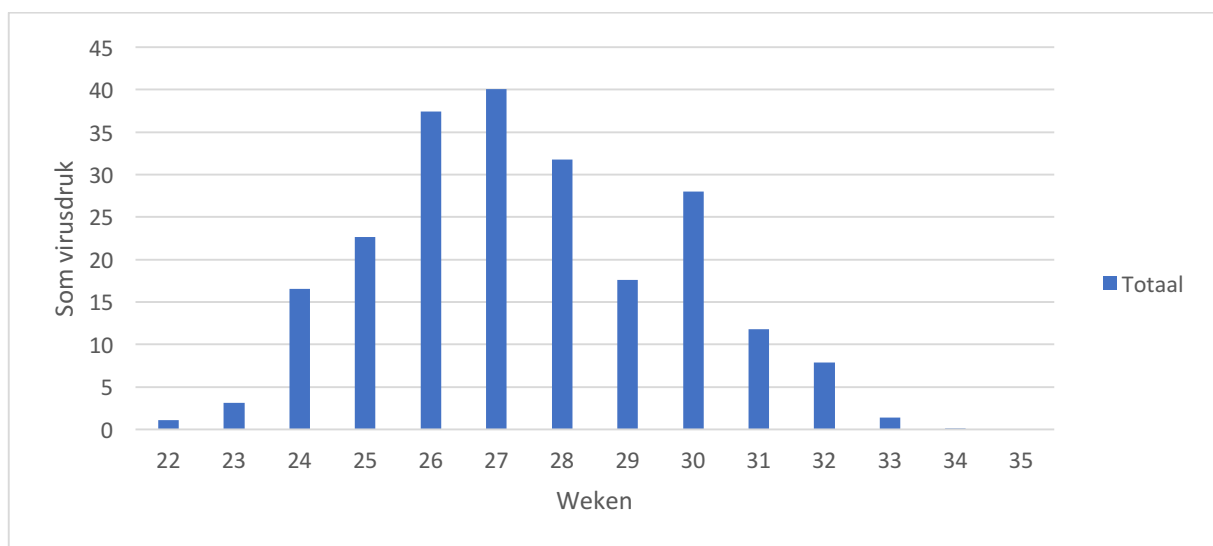
Figuur 6: in de grafiek is weergegeven in welke weken de bladluizen gemiddeld het eest voorkomen in een jaar. Van alle locaties en van alle jaren is hier het gemiddelde van genomen. Op deze manier is te zien in welke weken de hoogste bladluisdruk is.

In figuur 6 in het aantal gevangen bladluizen van alle jaren per week weergegeven. Met deze grafieken wordt zichtbaar in welke weken de meeste effectieve bladluizen opkomen. Vooral de weken 26 en 27 is de kans op efficiënte luizen het grootst.



Figuur 7: in de grafiek is weergegeven de gemiddelde virusdruk voor elke regio in weken. In de grafiek is te achterhalen wanneer in welke weken de grootste risico is op virussen. De gegevens zijn gebruikt van de jaren 2012 tot en met 2016 voor elke regio. In de grafiek zijn alle bladluizen gebruikt die zorgen voor virusdruk.

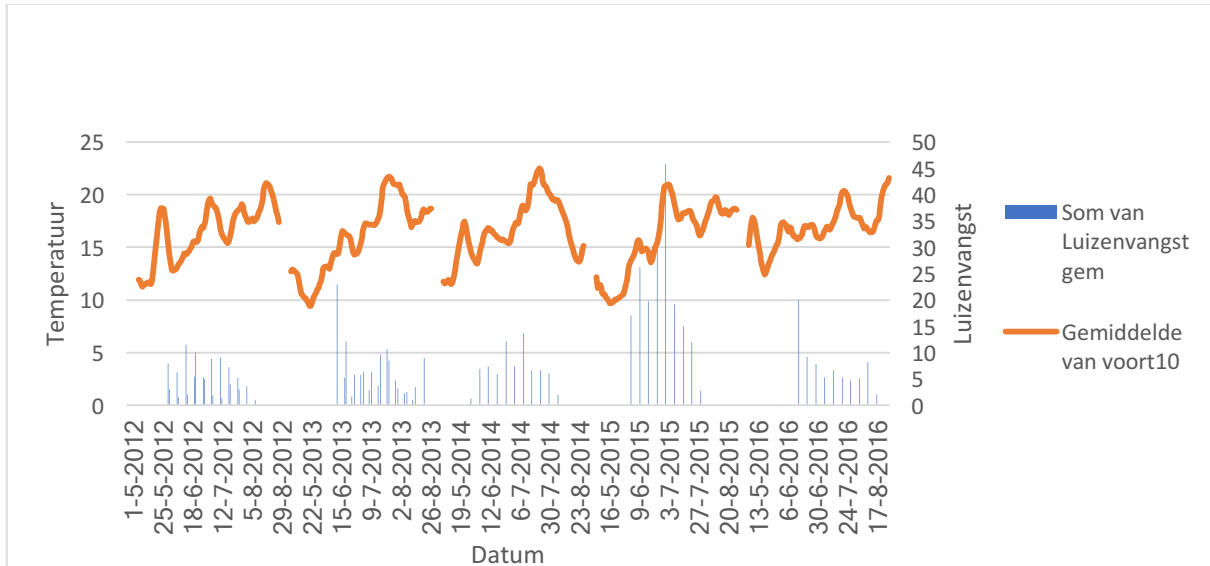
Figuur 7 geeft aan wat de virusdruk per regio is. In regio 2 is de gemiddelde virusdruk vooral hoog rond de weken 25 tot 28. Voor regio 1 en 3 geldt dit hetzelfde alleen komt rond week 30 tot 33 nog een periode met een verhoogde kans op virussen voor. In figuur 8 is inzichtelijk gemaakt in welke weken het risico op overdracht van virussen het grootst is. Vooral de weken 26 tot en met 28 zijn weken waar de meeste kans is om virussen te krijgen in de aardappelen.



Figuur 8: in de grafiek is weergegeven in welke weken de meeste kans is op virusdruk. De gegevens zijn gebruikt van de jaren 2012 tot en met 2016 van alle gegevens is het gemiddelde genomen om tot deze resultaten te komen.

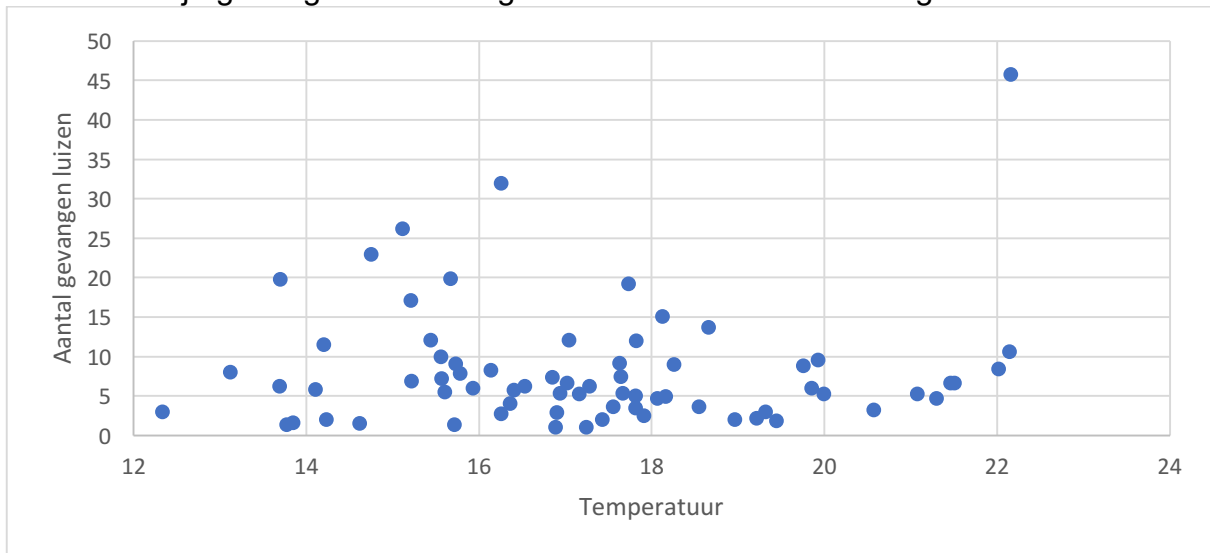
#### 4.2 Welke relatie bestaat er tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen?

In figuur 9 is te zien hoe de temperatuur verloop is van elk jaar. Bij elk jaar zijn vanaf 1 mei de weergegevens gebruikt tot en met 31 augustus. De bladluisvangsten zijn genomen vanaf begin juni tot eind augustus, per locatie kan dit verschillen. De bladluisvangsten worden weergegeven per week.

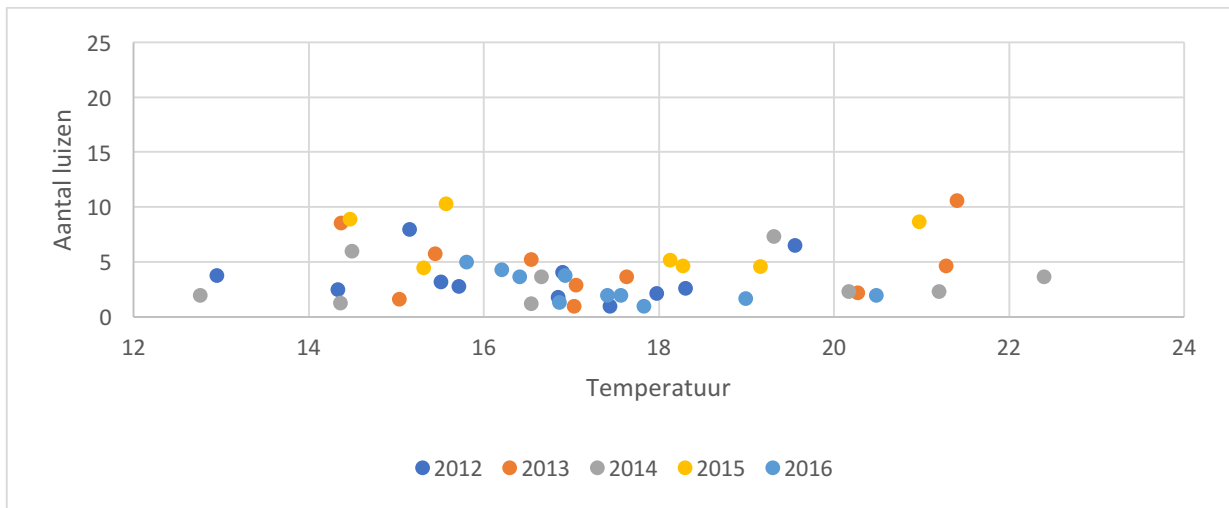


Figuur 9: in deze grafiek is het voortschrijdend gemiddelde van tien dagen uitgezet tegen de gemiddelde luizenvangst per week. De temperatuur gegevens zijn genomen vanaf 1 mei tot en met 31 augustus. De bladluisvangsten zijn in de maanden juni tot en met augustus gedaan.

In figuur 10 wordt een punt grafiek weergegeven om inzichtelijk te krijgen bij welke temperatuur de bladluizen worden gevangen. In de grafiek is te zien dat de bladluizen zijn gevangen vanaf 12 graden Celsius tot en met 22 graden Celsius.

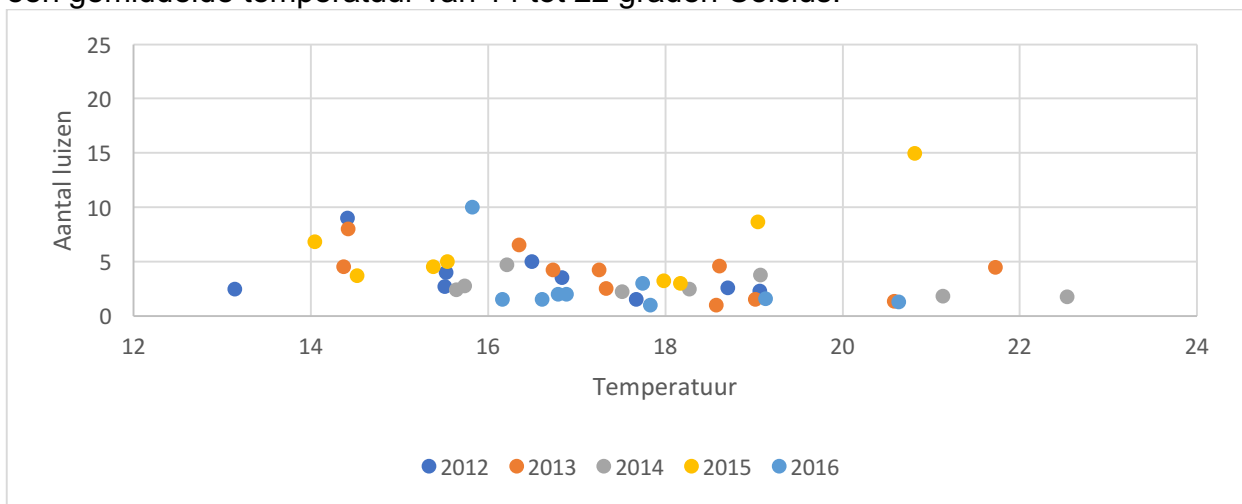


Figuur 10: in deze grafiek is te zien bij welke temperatuur de bladluizen gevangen zijn. De gegevens van temperatuur zijn gebruikt van het voortschrijdend gemiddelde van zeven dagen. De data van de luizenvangsten zijn weergegeven per week. In de grafiek zijn alle luizenvangsten van de jaren 2012 tot en met 2016 in opgenomen.

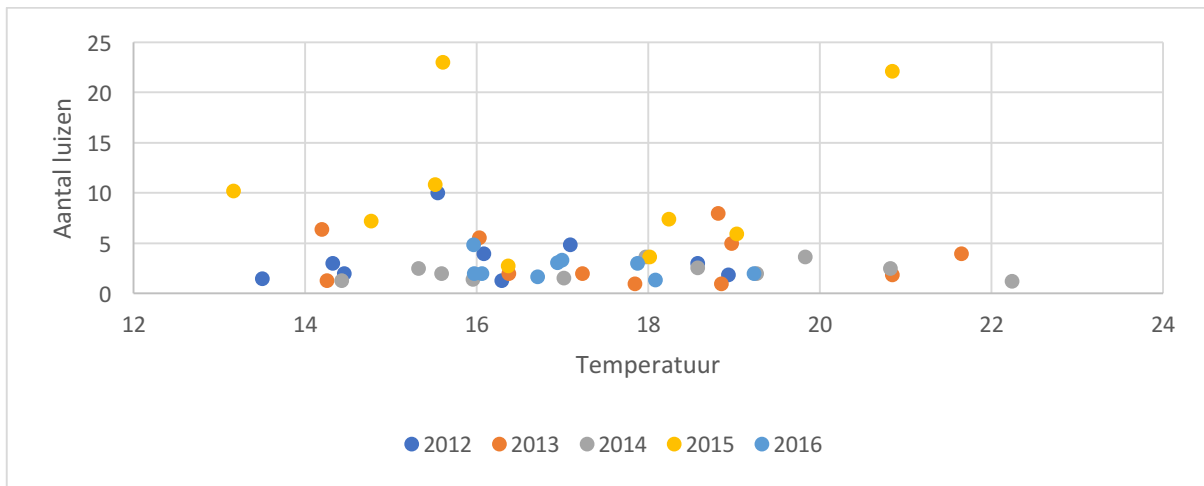


*Figuur 11: in deze grafiek is het aantal bladluisevangsten uitgezet tegen de temperatuur voor regio 1. De gegevens die gebruikt zijn voor temperatuur zijn het voortschrijdend gemiddelde van 7 dagen. De gegevens van de bladluisevangsten zijn per week weergegeven.*

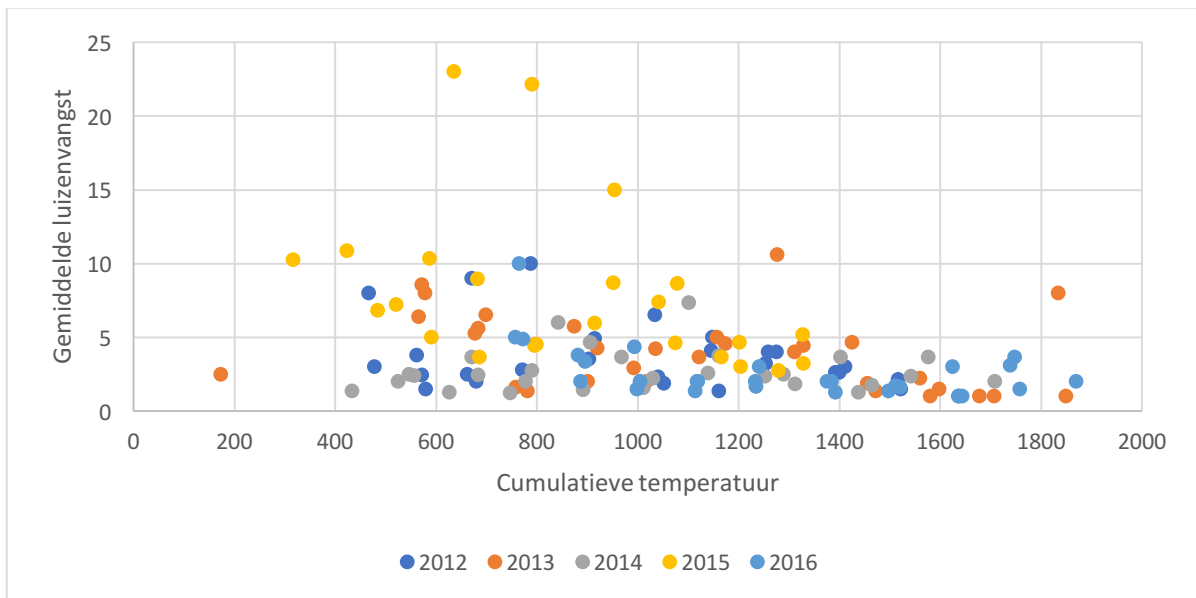
In de figuren 11,12 en 13 is de temperatuur en bladluisevangst uitgezet per regio. Met de grafieken kan duidelijk worden of de temperatuur van invloed is op het aantal luisevangsten. In alle drie de regio's geldt dat de bladluizen worden gevangen bij een gemiddelde temperatuur van 14 tot 22 graden Celsius.



*Figuur 12: in deze grafiek is het aantal bladluisevangsten uitgezet tegen de temperatuur voor regio2. De gegevens die gebruikt zijn voor temperatuur zijn het voortschrijdend gemiddelde van 7 dagen. De gegevens van de bladluisevangsten zijn per week weergegeven.*



Figuur 13: in deze grafiek is het aantal bladluisevangsten uitgezet tegen de temperatuur voor regio3. De gegevens die gebruikt zijn voor temperatuur zijn het voortschrijdend gemiddelde van 7 dagen. De gegevens van de bladluisevangsten zijn per week weergegeven.

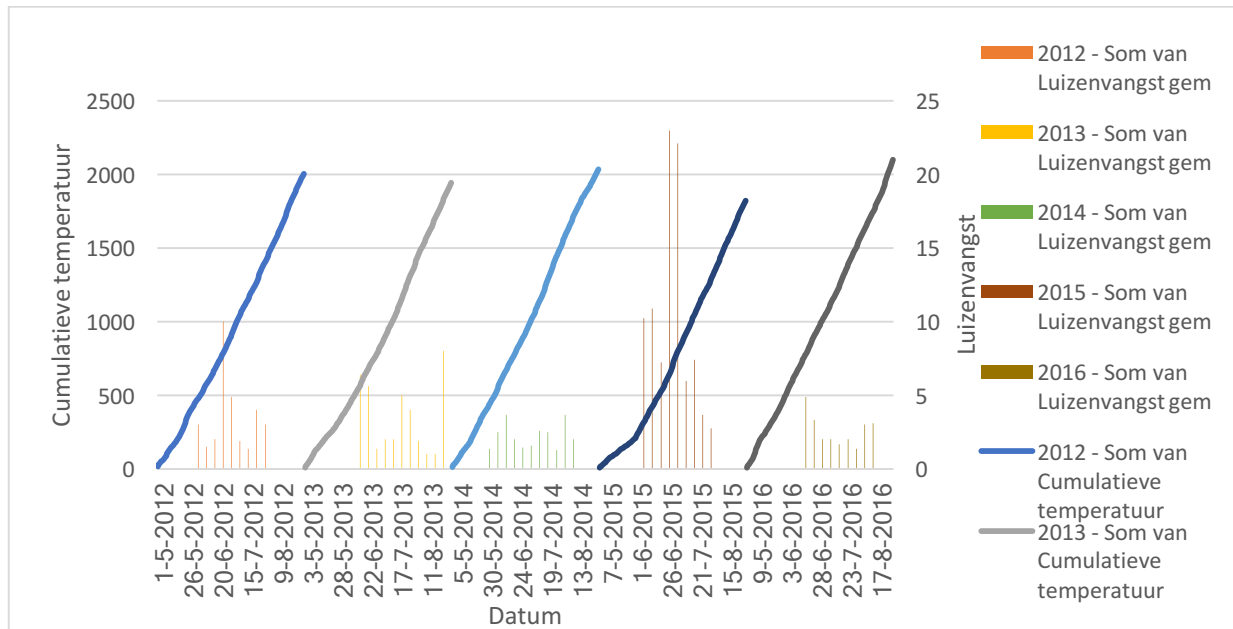


Figuur 14: gemiddelde luizevangst uitgezet in een puntgrafiek tegen de cumulatieve temperatuur over de jaren 2012 tot en met 2016. De cumulatietemperatuur is steeds het optellen van de gemiddelde temperatuur van een dag. De cumulatieve temperatuur is gemeten van 1 mei tot en met 31 augustus. De luizevangsten zijn gemeten per week.

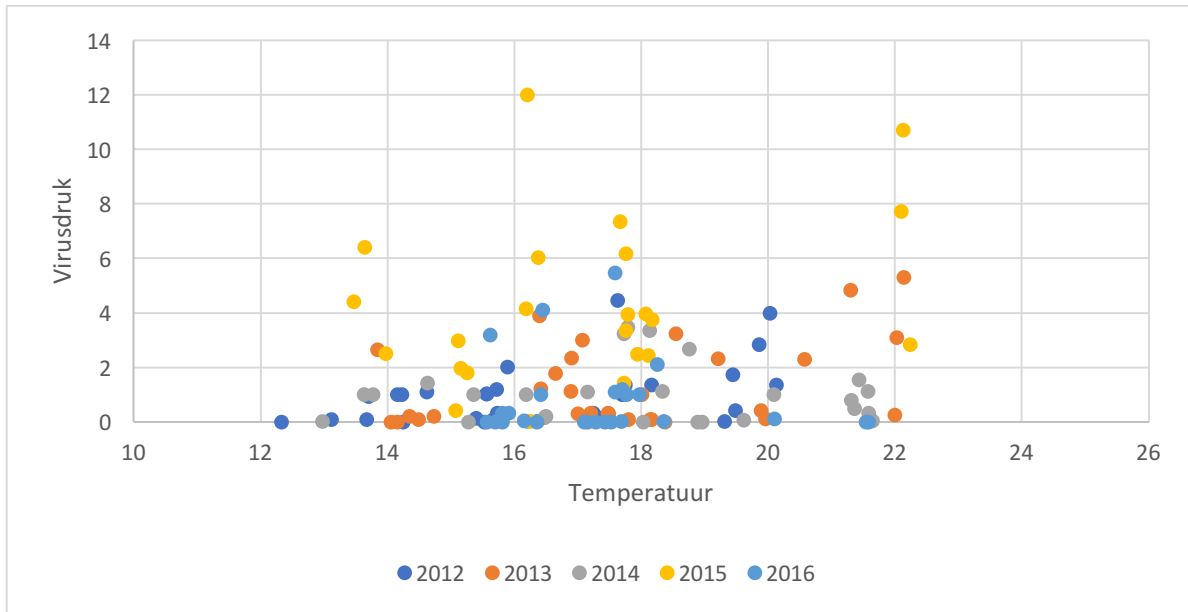
Met figuur 14 is de luizevangst uitgezet tegen de cumulatieve temperatuur. Met de grafiek wordt duidelijk bij welke cumulatieve temperatuur de eerste luizevangsten worden gedaan. In 2015 is opmerkelijk dat bij een lage cumulatieve temperatuur de luizevangst al was gedaan. In andere jaren werden pas na 400 cumulatieve temperatuur graden de eerste bladluizen gevonden. Andere jaren gingen de vangsten langer door bij de hogere cumulatieve temperatuur.



In figuur 15 is ook de cumulatieve temperatuur uitgezet tegen de luizenvangst. In 2015 is te zien dat in de lijn van de cumulatieve temperatuur een knik zit en pas daarna er grote vangsten zijn van luizen. De overige jaren is er geen duidelijke knik te herkennen in de lijn en valt de vangst van bladluizen relatief mee. Ook is in de grafiek te zien dat het jaar 2015 ten opzichte van de andere jaren lager uitkomt met de cumulatieve temperatuur

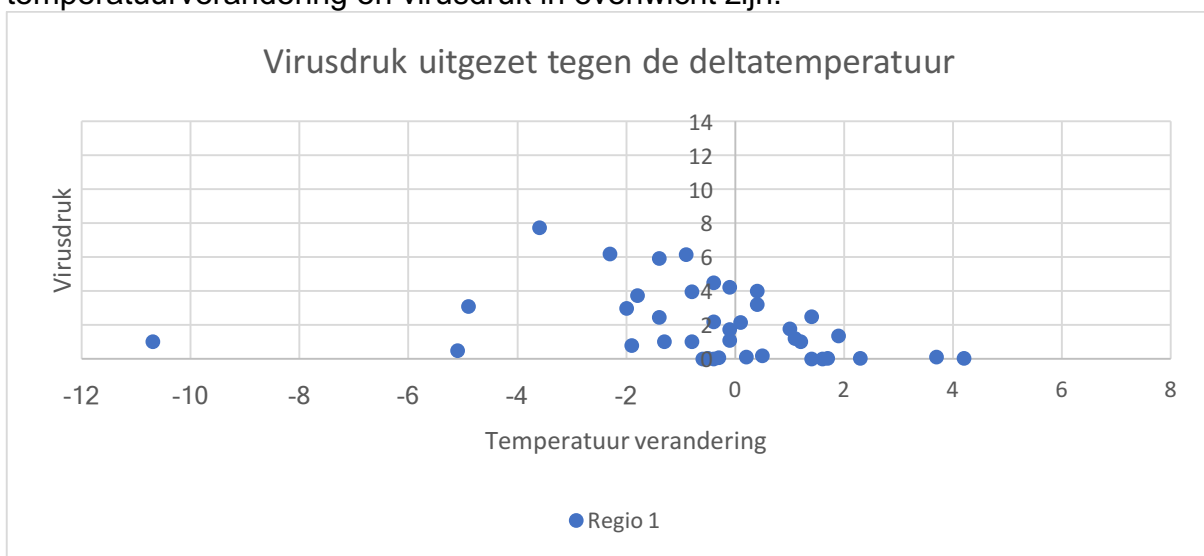


Figuur 15: in deze figuur is het aantal luizenvangsten uitgezet tegen de cumulatieve temperatuur van de jaren 2012 tot en met 2016. De temperatuur is gemeten vanaf 1 mei tot en met 31 augustus. De bladluisevangsten zijn weergegeven als gemiddelde bladluisevangsten per week. De lijn in de grafiek is de cumulatieve temperatuur en de staafgrafiek zijn de gemiddelde luizenvangsten per week.

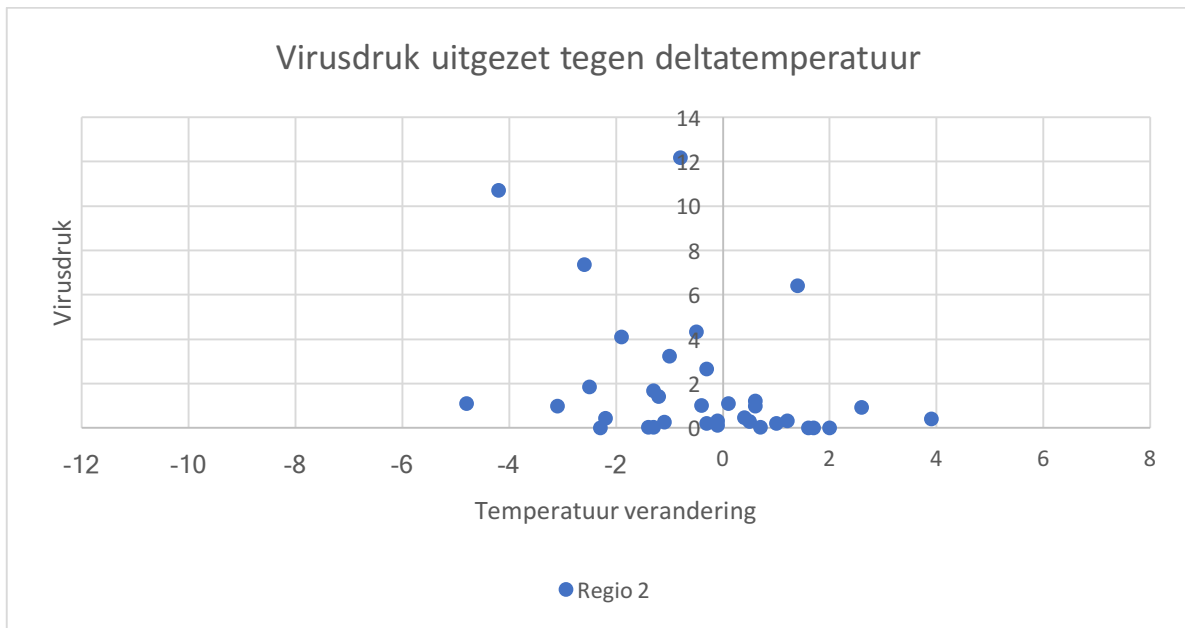


Figuur 16: in deze grafiek is de virusdruk van de jaren 2012 tot en met 2016 uitgezet tegen het voortschrijdend temperatuur gemiddelde van zeven dagen. Het voortschrijdend temperatuur gemiddelde komt voort uit de temperatuur telkens bij elkaar op te tellen tot de zevende dag. De temperatuur is gemeten vanaf 1 mei tot en met 31 augustus. De virusdruk komt voort uit de virusefficiëntie maal het aantal luizen.

In de figuur 16 is de virusdruk uitgezet tegen het voortschrijdend gemiddelde van 7 dagen. In de grafiek is te zien bij welke temperatuur er meer virusdruk is. De grafiek geeft geen goed overzicht bij welke temperatuur er meer kans is op virusdruk. In figuur 17 is de virusdruk uitgezet tegen de deltatemperatuur voor regio 1. De deltatemperatuur wordt gebruikt om te achterhalen wanneer de virusdruk toeneemt. Zo kan het zijn dat de virusdruk toeneemt bij een temperatuurverandering naar boven of een temperatuurverandering naar beneden. Uit de grafiek is te zien dat de temperatuurverandering en virusdruk in evenwicht zijn.

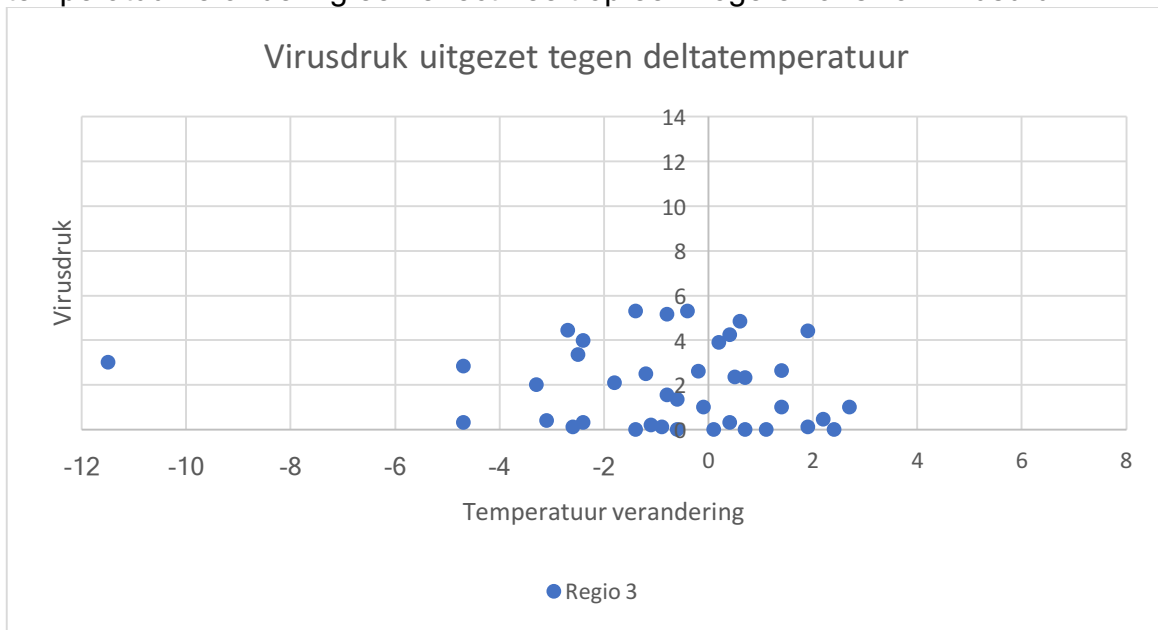


Figuur 17: in de grafiek wordt de virusdruk uitgezet tegen de deltatemperatuur voor regio 1. De deltatemperatuur wordt verkregen door het steeds het verschil te nemen tussen het voortschrijdend gemiddelde van zeven dagen precies op de dag wanneer er bladluisevangst is genomen. Op deze manier wordt inzichtelijk wanneer wat het temperatuurverschil is tussen de dag van de bladluisevangst en de dagen ervoor. Het verschil tussen de temperatuur is in de grafiek weergegeven.



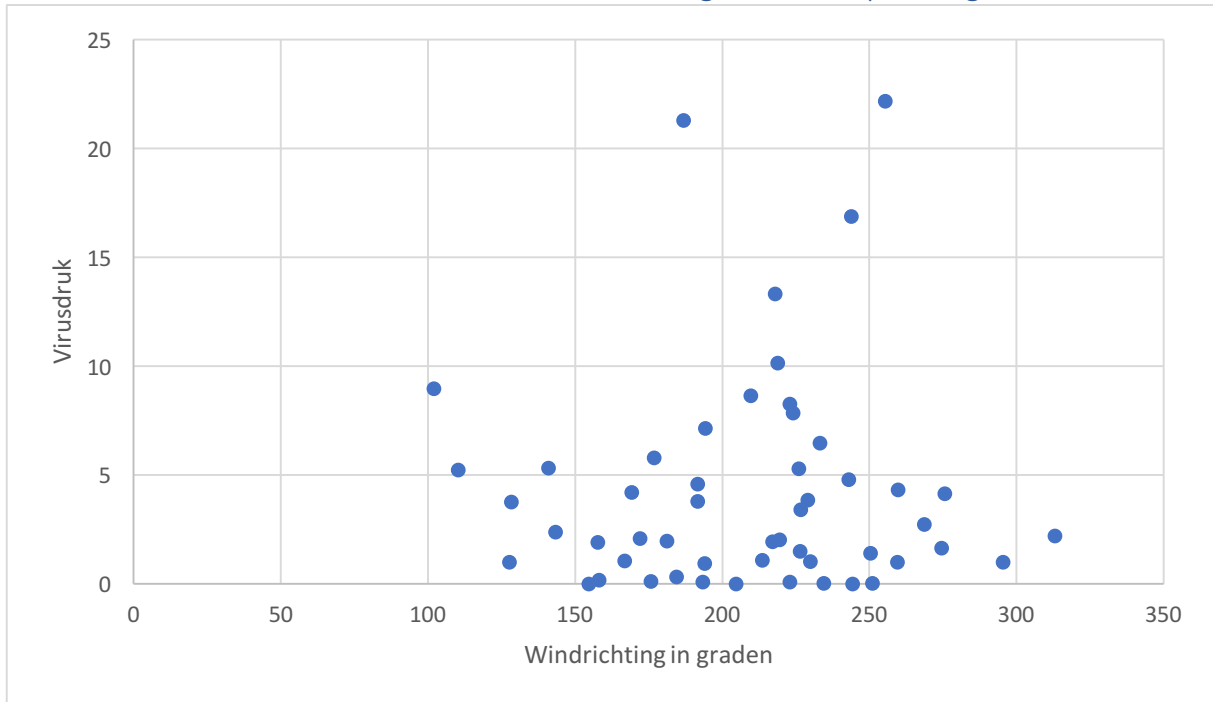
Figuur 18: in de grafiek wordt de virusdruk uitgezet tegen de deltatemperatuur voor regio 2. De deltatemperatuur wordt verkregen door het steeds het verschil te nemen tussen het voortschrijdend gemiddelde van zeven dagen precies op de dag wanneer er bladluisevangst is genomen. Op deze manier wordt inzichtelijk wanneer wat het temperatuurverschil is tussen de dag van de bladluisevangst en de dagen ervoor. Het verschil tussen de temperatuur is in de grafiek weergegeven.

In de grafieken 18 en 19 is hetzelfde weergegeven als in grafiek 17 van regio 1, maar dan voor regio 2 en 3. Ook in deze grafieken is niet duidelijk te zien of de temperatuurverandering een effect heeft op een hogere kans van virusdruk.



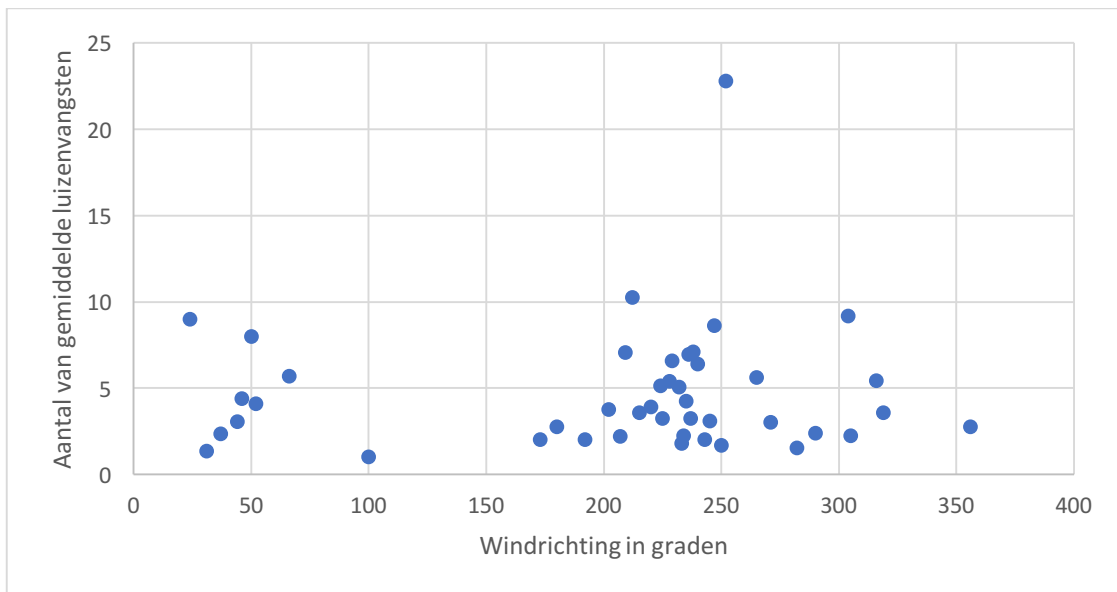
Figuur 19: in de grafiek wordt de virusdruk uitgezet tegen de deltatemperatuur voor regio 3. De deltatemperatuur wordt verkregen door het steeds het verschil te nemen tussen het voortschrijdend gemiddelde van zeven dagen precies op de dag wanneer een bladluisevangst is genomen. Op deze manier wordt inzichtelijk wanneer wat het temperatuurverschil is tussen de dag van de bladluisevangst en de dagen ervoor. Het verschil tussen de temperatuur is in de grafiek weergegeven.

#### 4.3 Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?



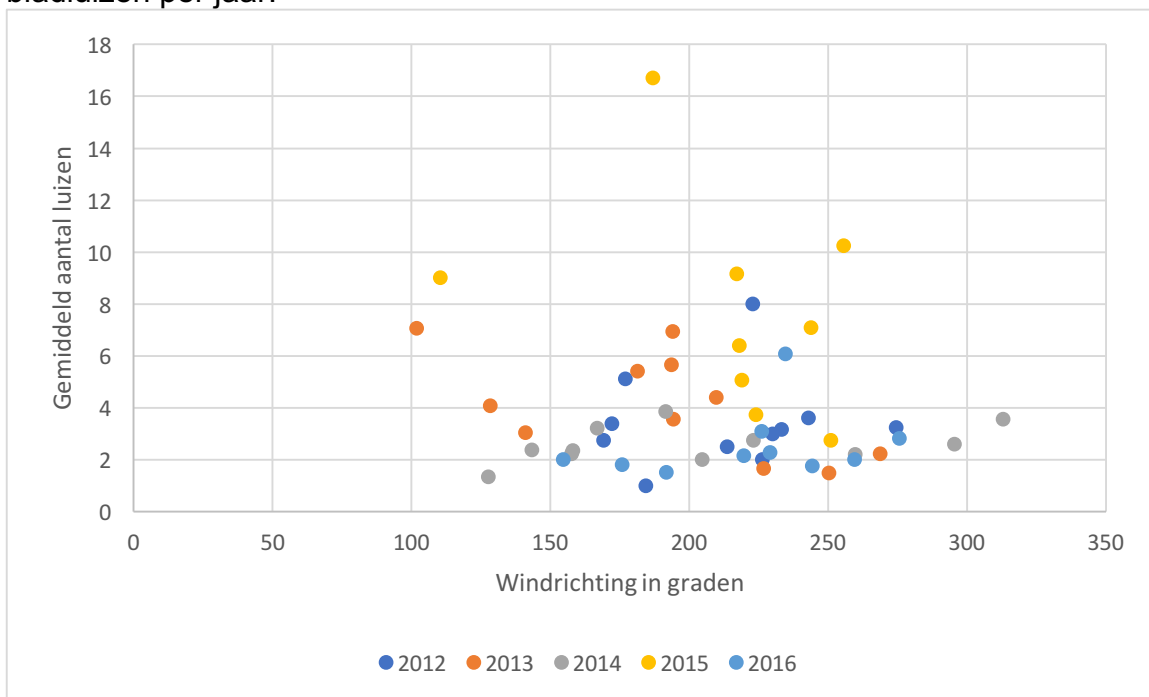
Figuur 20: in de grafiek is de virusdruk uitgezet tegen de windrichting. De windrichting is verkregen van het KNMI-weerstation uit de Kooy. De windrichting is weergegeven in graden. De meting is gedaan van 1 mei tot en met 31 augustus. De virusdruk is verkregen uit de efficiëntie factor keer het aantal gevangen bladluizen.

In figuur 20 is de windrichting uitgezet tegen de virusdruk. Met de puntgrafiek moet duidelijk worden of er bij een bepaalde windrichting de meeste virusdruk is. In de grafiek is te zien dat de eerste virusdruk bij 100 graden aanwezig is. Op dat moment komt de wind uit het Oosten. Tussen 150 en 250 graden zitten de meeste puntjes. Op dat moment komt de wind uit het Zuidzuidoosten (zso) en westzuidwesten (wzw)



Figuur 21: in deze grafiek is de luizenvangst uitgezet tegen de windrichting. De windrichting is verkregen van het KNMI-weerstation. Bij elke vangst is de windrichting gemeten en is verwerkt in de grafiek. De Bladluisevangsten zijn genomen van de jaren 2012 tot en met 2016.

In figuur 21 is de luizenvangst uitgezet tegen de windrichting. In de punt grafiek is te zien dat de bladluizen uit de windrichting 0 tot 100 graden komen. De bladluizen komen dan uit Noord tot Oost. Vanaf 170 tot 350 graden staan de vele andere vangsten genoteerd. Uit de puntgrafiek is te zien dat tussen 200 en 250 graden de meeste vangsten zijn gedaan. Tussen de 200 en 250 graden komt de wind Zuidzuidwest en Westzuidwest. In figuur 22 is het voortschrijdend gemiddelde van tien dagen weergegeven voor de windrichting met het gemiddelde aantal gevangen bladluizen per jaar.



Figuur 22: in deze grafiek is het gemiddeld aantal gevangen bladluizen uitgezet tegen het voortschrijdend gemiddelde van tien dagen voor de windrichting. De gegevens van de windrichting zijn verkregen door steeds het gemiddelde te nemen van tien dagen voor de bladluisevangst. De windrichting is gemeten vanaf 1 mei tot en met 31 augustus.

## 5 Discussie

De doelstelling van dit afstudeerwerkstuk is om een model te ontwikkelen met meteorologische gegevens om bladluisvluchten te voorspellen. Hiermee kunnen aardappeltelers in Nederland gerichter een gewasbeschermingsmiddel inzetten om de aardappelen te beschermen tegen de bladluizen en de virussen die bladluizen meenemen. Het onderzoek is volledig afhankelijk van de data die beschikbaar is gesteld.

### 5.1 Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren?

Met deze deelvraag moet duidelijk worden of er patronen te herkennen zijn tussen de verschillende soorten bladluizen en tussen de jaren wanneer er gemeten is. In het onderzoek is er gekeken welke bladluis de meeste virusdruk geeft, welke bladluis het meest voorkomt en hoe vroeg de bladluizen gemiddeld aan worden getroffen in de vangbak. De Groene Perziksluis geeft over alle jaren de meeste risico op virussen dit is te zien in figuur 1. De overige luizen geven een lagere kans op virusoverdracht. Ook bij het aantal gevangen bladluizen is de Groene Perziksluis de luis die het meest voorkomt. Alleen het aantal met de naam Andere Luis geeft meer aantallen. Deze luizen worden niet bij naam genoemd, omdat die niet belangrijk zijn voor het overbrengen van virussen. De bladluis die gemiddeld als eerste wordt aangetroffen is de Groene Kortstaartluis. De Groene Kortstaartluis geeft maar een klein risico op virussen. Als laatste komt de Melige Koolluis die geeft geen risico op virussen. Dit is te zien in figuur 3.

In de resultaten is te zien dat in het jaar 2015 de meeste bladluizen zijn gevangen van alle jaren die gemeten zijn. (Zie figuur 4). Vooral in de weken 26 en 27 worden veel bladluizen gevangen. (Zie figuur 5) De Groene Perziksluis is de luis die ook in 2015 het meest is gevangen. Waarom juist 2015 een jaar is met veel bladluizen is met de resultaten in dit onderzoek niet te herleiden. Voor de virusdruk per regio zijn er wel een aantal verschillen te zien. In regio 2 is de virusdruk hoog tussen week 24 en 29. (Zie figuur 7) Voor de andere twee regio's komt er nog een periode van hoge virusdruk achteraan. Als er wordt gekeken naar de virusdruk per week kan er gezegd worden dat week 26 en 27 een week is met een hoge virusdruk. Deze weken zijn voor aardappelen telers erg belangrijk om het gewas in de gaten te houden en alert te zijn dat in die weken de bladluizen virussen kunnen overbrengen.

De gegevens van Bayer zijn niet geheel compleet om een duidelijke conclusie te geven voor het onderzoek. In de paragrafen hiervoor is al vermeld dat er te laat is begonnen en te vroeg is gestopt met meten. Daardoor mist er een deel van de data. Daarnaast zijn er niet elk jaar dezelfde aantal vangbakken gebruikt waardoor dit een vertekend beeld geeft over de jaren.

### 5.2 Welke relatie bestaat er tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen?

Bij dit onderzoek is er gekeken of de temperatuur van invloed is op de verspreiding van bladluizen. Daarnaast is er gekeken of de temperatuur van invloed is op het aantal bladluizen en de hoogte van de virusdruk. Uit de resultaten kunnen geen harde conclusies worden getrokken, omdat die niet statisch onderbouwd kunnen worden. Het gebruik van statistiek had niet zoveel zin, omdat er geen duidelijke

verbanden direct zichtbaar waren. De doelstelling van het onderzoek was om een model te ontwikkelen om bladluisvluchten in kaart te brengen. Maar door de beschikbare data en de resultaten die bij het onderzoek behaald zijn is dit niet mogelijk.

In de literatuur wordt veel vermeld dat de temperatuur invloed heeft op het aantal bladluizen die worden gevangen. In een aantal grafieken uit dit onderzoek lijkt het erop dat de temperatuur een invloed heeft op de vangsten van bladluizen. In figuur 9 in het hoofdstuk Resultaten is te zien wanneer de temperatuur oploopt het aantal luizen dat gevangen wordt toeneemt. Hieruit lijkt het erop dat de temperatuur van invloed is op het aantal vangsten. Binnen het onderzoek is er gekeken of er verschillen te herkennen zijn binnen de regio's. Met de resultaten die te zien zijn in figuur 11, 12 en 13 waren er geen verschillen te herkennen tussen de luizenvangsten en de temperatuur. Waarschijnlijk liggen de gebieden te dichtbij elkaar om een duidelijk verschil in resultaten te zien.

Bij de vangbakken was het de bedoeling om de temperatuur gegevens erbij te zoeken. Dit is gelukt met amateur weerstations uit de regio waar de vangbakken stonden. De temperatuur gegevens van het KNMI waren alleen afkomstig van het weerstation de Kooy. Dit weerstation lag te ver weg van de vangbakken waardoor het geen goed resultaat zou opleveren. Daarnaast ligt het weerstation van de Kooy aan zee waardoor dit geen goed beeld geeft bij de vangbakken. Een aantal weergegevens van de plaatselijke weerstations waren niet compleet hier zijn dan de weergegevens van de Kooy ingevuld. De weergegevens zijn telkens vanaf 1 mei tot 31 augustus in het onderzoek meegenomen. Buiten dit termijn is niet gekeken.

Voor de gegevens van Bayer geldt dat de gegevens niet compleet waren. Met het vangen en meten van de bladluizen werd veel te laat in het jaar mee gestart. De luizenvangsten begonnen gemiddeld rond 10 juni. Waarschijnlijk waren hiervoor al meerdere luizenvluchten langs gekomen. Ook werd er bij een aantal vangbakken niet lang genoeg doorgemeten. Bij een aantal vangbakken werd het meten al beëindigd voor 1 augustus. Ook na 1 augustus kan een luizenvlucht nog plaatsvinden. Dit is waarschijnlijk gedaan, omdat op dat moment er een gewas op het land stond. Voor de volgende keer is het belangrijk om eerder te beginnen met meten en pas later te stoppen met het vangen van bladluizen. Op deze manier wordt de dataset groter waardoor de betrouwbaarheid van het onderzoek beter wordt. Voor dit onderzoek was het aantal data te weinig. In de dataset van Bayer wordt ook elk jaar gewisseld van plaats waardoor het vooral moeilijk wordt om een goed beeld te krijgen waar de bladluizen worden gevangen, daardoor wordt het lastig om een voorspelling te doen. Ook het aantal vangbakken was per jaar verschillend. Bij een aantal jaren wordt er gewerkt met acht vangbakken en bij een ander jaar wordt er gebruik gemaakt van zes vangbakken.

Het lijkt erop dat de resultaten overeenkomen met de literatuur. In de literatuur is te lezen dat bladluizenvluchten boven de vijftien graden Celsius beginnen met een vlucht. Een bladluisvlucht ontstaat pas als een populatie groot genoeg is. Als het een aantal dagen warm weer is geweest komen de bladluisvluchten op. In figuur 10 lijkt het erop dat bij een temperatuur onder de vijftien graden Celsius maar weinig bladluizen worden gevangen. Daarnaast is in figuur 9 te zien dat wanneer de temperatuur snel toeneemt de bladluis vangsten ook toenemen.

In figuur 15 is te zien dat er in 2015 een knik zit in de cumulatieve temperatuur. Het jaar 2015 is een jaar met veel bladluizen. De maand mei was in dit jaar een koude maand. Na 1 juni ging de temperatuur snel stijgen en reageerde het aantal luizenvangsten daarop. Het lijkt er dus op wanneer temperatuur omhoog gaat er meer bladluizen gaan vliegen en met vangbakken worden gevangen. In de literatuur staat dat bij mooi en warm weer de populatie bladluizen snel kan toenemen. (Schepers A, 1980) Een andere mogelijkheid is dat in maanden voor mei al een warmere periode is geweest met bladluisvluchten. Ook een warmere winter kan een luizenpopulatie in stand houden waardoor dit een hogere luizendruk geeft in het voorjaar. (Steinger et al., 2015) Deze opties zijn niet meegenomen binnen het onderzoek.

### 5.3 Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?

Bij het onderzoek is er gekeken of de windrichting van invloed is op het aantal luizenvangsten en de virusdruk. De bedoeling van de deelvraag is om een antwoord te krijgen of de windrichting van invloed is op de verspreiding van bladluizen. Uit de resultaten komen geen bewijzen voor die een antwoord geven op de deelvraag. De wind kwam uit te veel verschillende richtingen bij het vangen van de bladluizen om te bepalen of er een duidelijke trend te zien was. Hierdoor zal er ook geen model van gemaakt worden.

Tijdens het onderzoek naar de windrichting waren er alleen gegevens voor windrichting te vinden die afkomstig waren van het KNMI. Het weerstation dat gebruikt is van het KNMI staat in De Kooy. De betrouwbaarheid van de gegevens is minder doordat het weerstation niet dichtbij de vangbakken staat. De weergegevens voor windrichting waren bij amateurweerstations niet op te vragen of de data was niet voor het betreffende jaar beschikbaar.

Wat al eerder is vermeld is dat de data van Bayer niet geheel compleet is om een goede conclusie te maken voor het onderzoek. Als eerste is er te laat begonnen met het vangen van de bladluizen. Het vangen van de bladluizen begon gemiddeld op 10 juni. Waarschijnlijk waren er al een aantal bladluisvluchten voorbijgekomen. Ook was het vangen van bladluizen te vroeg gestopt waardoor er mogelijk na het stoppen met vangen nog bladluisvluchten plaats vonden. Voor de volgende keer is het dus belangrijk om eerder te beginnen en later te stoppen met het vangen van de bladluizen. Ook is er een grote variatie per jaar van het aantal vangbakken waardoor er geen goed beeld verkregen wordt over het aantal gevangen bladluizen. Daarnaast staat bijna elk jaar de vangbak op een andere locatie, waardoor het lastig wordt om een goede voorspelling te maken waar de meeste bladluizen worden gevangen.

Uit het onderzoek dat een antwoordt moet geven of er een relatie bestaat tussen windrichting en het aantal gevangen bladluizen is te zeggen dat er geen relatie bestaat met de resultaten die nu verkregen zijn. Met de resultaten is niet duidelijk geworden of de windrichting van invloed is.

In de literatuur wordt wel vermeld dat de Groene Perziksluizen die virussen het meest efficiënt overbrengen voornamelijk uit het oosten komen. Met de resultaten in dit onderzoek is dit niet te achterhalen. (Schepers A, 1980)



## 6 Conclusies en aanbevelingen

Dit afstudeerwerkstuk gaat over in hoeverre de luizenvluchten te voorspellen zijn met meteorologische gegevens. Door Bayer zijn vangbakresultaten bijgehouden van bladluizen. Bladluizen verspreiden zich voornamelijk door de lucht naar gewassen toe en kunnen dan virussen overbrengen. Met dit afstudeerwerkstuk is het de bedoeling om te kijken of meteorologische gegevens invloed hebben op de bladluizen en hiervan een model te ontwikkelen.

### 6.1 Welke verschillende patronen zijn te herkennen tussen de verschillende soorten bladluizen die binnen het onderzoek voorkomen en welke verschillen zijn er tussen de jaren?

Met deze deelvraag kan geconcludeerd worden dat 2015 in alle opzichten een jaar was met hoge luizenvangsten en een jaar met veel virusdruk. Vooral de Groene Perziksluis kwam veel voor. Tussen de regio's was een verschil in gemiddelde virusdruk te herkennen doordat in regio 1 en 3 de virusdruk veel langer aanhield dan in regio 2. Met dit onderzoek is niet achterhaald waarom er in dat jaar zoveel bladluizen werden gevangen. Verder is het goed voor de teler om alert te zijn voor de weken 26 en 27. In elk jaar geven deze weken de hoogste kans op bladluizen en de meeste kans op virussen.

### 6.2 Welke relatie bestaat er tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen?

Het resultaat op de deelvraag of er een relatie bestaat tussen de temperatuur en de verspreiding van bladluizen, is dat het lijkt of er wel een relatie bestaat tussen de temperatuur en de gevangen bladluizen. Alleen kan er geen harde conclusie gegeven worden doordat het niet statistisch bewezen is. In de literatuur is wel te herleiden dat temperatuur een invloed heeft op het aantal bladluizen. Met alle resultaten die in het hoofdstuk Resultaten te vinden zijn komt dit als conclusie eruit. Zonder deze resultaten is het niet duidelijk wat de invloed van temperatuur op bladluizen heeft. De doelstelling om een model te ontwikkelen om bladluisvluchten te voorspellen gaat niet lukken met de gegevens die voor dit onderzoek zijn gebruikt.

### 6.3 Welke relatie bestaat er tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen?

Voor de deelvraag of er een relatie bestaat tussen de windrichting en de verspreiding van bladluizen kan geconcludeerd worden dat er geen relatie bestaat met de resultaten die er nu zijn. In de resultaten is te zien dat op het moment dat de bladluizen worden gevangen de wind uit verschillende windrichtingen komt. Hierdoor kan er dus niet gezegd worden bij welke windrichting de bladluizen komen.

### 6.4 In hoeverre zijn luizenvluchten te voorspellen met meteorologische gegevens in Nederland tijdens het groeiseizoen van aardappelen?

Het antwoord op de hoofdvraag of luizenvluchten te voorspellen zijn met meteorologische gegevens is met dit onderzoek niet te zeggen. Het lijkt erop dat de temperatuur invloed heeft op het aantal luizen dat gevangen wordt met de vangbakken. Dit geeft dus aan dat de bladluizen zich verspreiden. In 2015 worden er veel bladluizen gevangen. Het enige verschil wat dan te zien is, is dat de maand mei een koude maand is. Het zou misschien kunnen dat de maanden voor mei al warmer waren waardoor er al een bladluispopulatie was ontstaan. Met de resultaten kan dit

dus niet bewezen worden. In het onderzoek naar de windrichting zijn er geen verbanden te vinden die invloed hebben op het aantal gevangen bladluizen. Bij het onderzoek of er trends zijn te herkennen tussen de jaren kan geconcludeerd worden dat de weken 26 en 27 in een jaar de meeste kans geven op virussen. Hier moeten de telers op inspelen om het gewas gezond te houden.

## Aanbevelingen

Uit de resultaten blijkt dat telers extra alert moeten zijn in de weken 26 en 27, omdat de kans op een virus aantasting het grootst is. Dit komt doordat in die weken de bladluizen het meest migreren van de ene plek naar de andere plek.

Binnen het onderzoek kwamen een aantal punten naar voren waar met vervolgonderzoek verder naar gekeken kan worden en dieper op ingegaan kan worden. Als eerste is het verstandig om de dataset van bladluizen uit te breiden. Het is verstandig om eerder te beginnen en pas later te eindigen met het vangen van bladluizen. Ook is het beter om in een groter gebied de bladluizen te meten en meer vangbakken te plaatsen om meer resultaten te krijgen. Daarnaast is het verstandiger om door heel Nederland vangbakken te plaatsen. Hierdoor kan de echte oorzaak worden gevonden waarom de luizen gaan migreren van de ene plek naar de andere plek. Ook kan er dan een voorspelling worden gedaan wanneer waar de bladluisvluchten ontstaan en vandaan komen. Daarnaast zullen er grotere verschillen te herkennen zijn tussen de vangsten van bladluizen en de weergegevens wanneer het onderzoeksgebied wordt uitgebreid naar heel Nederland.

In een vervolgonderzoek is het verstandig om temperatuur gegevens erbij te pakken vanaf de winter. In literatuur wordt vermeld dat bladluizen kunnen overleven in zachte winters en zorgen voor een grote populatie in het voorjaar. Wanneer er dus eerder gemeten wordt en temperatuur gegevens gebruikt worden van voor de maand mei zijn er waarschijnlijk meer resultaten voor het onderzoek.

In een vervolgonderzoek kan ook uitgezocht worden waarom het jaar 2015 een jaar is met veel virusdruk en veel luizenvangsten en waarom in de andere jaren er veel minder bladluizen worden gevangen. Zo zou onderzocht kunnen worden of 2015 een warme winter was en daardoor de populatie bladluizen in het voorjaar al hoog was.

In dit onderzoek was er geen tijd meer om uit te zoeken of de neerslag van invloed was op de vangsten van bladluizen. Mogelijk kan het interessant zijn, omdat in literatuur vermeld wordt dat bij veel regen de bladluizen van het blad afspoelen.

## Bronnen

- Aardappeltopluis Aardappeltopluis | Syngenta Nederland. (n.d.). Retrieved November 8, 2017, from <https://www.syngenta.nl/aardappeltopluis/aardappeltopluis>
- Alebeeke, (Frans) van. (2013). Bladluizen in aardappel. Retrieved November 22, 2017, from <http://edepot.wur.nl/121033>
- Alford, L., Blackburn, T. M., & Bale, J. S. (2012). Effect of latitude and acclimation on the lethal temperatures of the peach-potato aphid *Myzus persicae*. *Agricultural and Forest Entomology*, 14(1), 69–79. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2011.00553.x>
- Ben-Ari, M., Gish, M., & Inbar, M. (2015). Walking aphids can partake in within-field dispersal to distant plants. *Basic and Applied Ecology*, 16(2), 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2014.11.007>
- Choi, K. S., Del Toro, F., Tenllado, F., Canto, T., & Chung, B. N. (2017). A Model to Explain Temperature Dependent Systemic Infection of Potato Plants by Potato virus Y. *The Plant Pathology Journal*, 33(2), 206–211. <https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.06.2016.0144>
- Dodde, H. (2016, January 20). Meer bacterieziek en virus in pootgoed. *Nieuwe Oogst*. Retrieved from <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2016/01/20/meer-bacterieziek-en-virus-in-pootgoed>
- Groene perzikluis/tabaksperzikluis Groene perzikluis/tabaksperzikluis | Syngenta Nederland. (n.d.). Retrieved November 8, 2017, from <https://www.syngenta.nl/groene-perzikluistabaksperzikluis/groene-perzikluistabaksperzikluis>
- Hoof, H. A. (1980). Aphid vectors of potato virus YN. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 86(3), 159–162. <https://doi.org/10.1007/BF01989708>
- Kirchner, S. M., Döring, T. F., Hiltunen, L. H., Virtanen, E., & Valkonen, J. P. T. (2011). Information-theory-based model selection for determining the main vector and period of transmission of Potato virus Y. *Annals of Applied Biology*, 159(3), 414–427. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2011.00501.x>
- Nieminen, M., Leskinen, M., & Helenius, J. (2000). Doppler radar detection of exceptional mass-migration of aphids into Finland. *International Journal of Biometeorology*, 44(4), 172–181. <https://doi.org/10.1007/s004840000064>
- Omroep zeeland. (n.d.). Luizen bezorgen Zeeuwse aardappeltelers kopzorgen - Omroep Zeeland. Retrieved November 21, 2017, from <https://www.omroepzeeland.nl/nieuws/85271/Luizen-bezorgen-Zeeuwse-aardappeltelers-kopzorgen>
- Schepers A, B. C. B. (1980). Uk VIRUSZIEKTEN IN POOTAARDAPPELEN Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond. Retrieved from <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/343903>
- Steinger, T., Goy, G., Gilliland, H., Hebeisen, T., & Derron, J. (2015). Forecasting virus disease in seed potatoes using flight activity data of aphid vectors. *Annals of Applied Biology*, 166(3), 410–419. <https://doi.org/10.1111/aab.12190>
- van Harten, A. (1983). The relation between aphid flights and the spread of potato virus YN (PVYN) in the Netherlands. *Potato Research*, 26(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/BF02357369>
- Vlugt, prof. dr. ir. R. (Rene) van der. (n.d.). Grote oogstverliezen door virussen beperken - WUR. Retrieved November 21, 2017, from <https://www.wur.nl/nl/show/Grote-oogstverliezen-door-virussen-beperken.htm>
- Voortgang nacontrole - onderzoek loopt tegen het einde - NAK. (2017). Retrieved November 15, 2017, from <https://www.nak.nl/voortgang-nacontrole-onderzoek-loopt-tegen-het->

- einde/
- Vuilboomluis Vuilboomluis | Syngenta Nederland. (n.d.). Retrieved November 8, 2017, from <https://www.syngenta.nl/vuilboomluis/vuilboomluis>
- Wegedoorluis Wegedoorluis | Syngenta Nederland. (n.d.). Retrieved November 7, 2017, from <https://www.syngenta.nl/wegedoorluis/wegedoorluis>
- Aardappeltopluis Aardappeltopluis | Syngenta Nederland. (n.d.). Retrieved November 8, 2017, from <https://www.syngenta.nl/aardappeltopluis/aardappeltopluis>
- Alebeeke, (Frans) van. (2013). Bladluizen in aardappel. Retrieved November 22, 2017, from <http://edepot.wur.nl/121033>
- Alford, L., Blackburn, T. M., & Bale, J. S. (2012). Effect of latitude and acclimation on the lethal temperatures of the peach-potato aphid *Myzus persicae*. *Agricultural and Forest Entomology*, 14(1), 69–79. <https://doi.org/10.1111/j.1461-9563.2011.00553.x>
- Ben-Ari, M., Gish, M., & Inbar, M. (2015). Walking aphids can partake in within-field dispersal to distant plants. *Basic and Applied Ecology*, 16(2), 162–171. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2014.11.007>
- Choi, K. S., Del Toro, F., Tenllado, F., Canto, T., & Chung, B. N. (2017). A Model to Explain Temperature Dependent Systemic Infection of Potato Plants by Potato virus Y. *The Plant Pathology Journal*, 33(2), 206–211. <https://doi.org/10.5423/PPJ.NT.06.2016.0144>
- Dodde, H. (2016, January 20). Meer bacterieziek en virus in pootgoed. *Nieuwe Oogst*. Retrieved from <https://www.nieuweoogst.nu/nieuws/2016/01/20/meer-bacterieziek-en-virus-in-pootgoed>
- Groene perzikluis/tabakspersikluis Groene perzikluis/tabakspersikluis | Syngenta Nederland. (n.d.). Retrieved November 8, 2017, from <https://www.syngenta.nl/groene-perzikluistabakspersikluis/groene-perzikluistabakspersikluis>
- Hoof, H. A. (1980). Aphid vectors of potato virus YN. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 86(3), 159–162. <https://doi.org/10.1007/BF01989708>
- Kirchner, S. M., Döring, T. F., Hiltunen, L. H., Virtanen, E., & Valkonen, J. P. T. (2011). Information-theory-based model selection for determining the main vector and period of transmission of Potato virus Y. *Annals of Applied Biology*, 159(3), 414–427. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2011.00501.x>
- Nieminen, M., Leskinen, M., & Helenius, J. (2000). Doppler radar detection of exceptional mass-migration of aphids into Finland. *International Journal of Biometeorology*, 44(4), 172–181. <https://doi.org/10.1007/s004840000064>
- Omroep zeeland. (n.d.). Luizen bezorgen Zeeuwse aardappeltelers kopzorgen - Omroep Zeeland. Retrieved November 21, 2017, from <https://www.omroepzeeland.nl/nieuws/85271/Luizen-bezorgen-Zeeuwse-aardappeltelers-kopzorgen>
- Schepers A, B. C. B. (1980). Uk VIRUSZIEKTEN IN POOTAARDAPPELEN Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond. Retrieved from <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/343903>
- Steinger, T., Goy, G., Gilliland, H., Hebeisen, T., & Derron, J. (2015). Forecasting virus disease in seed potatoes using flight activity data of aphid vectors. *Annals of Applied Biology*, 166(3), 410–419. <https://doi.org/10.1111/aab.12190>
- van Harten, A. (1983). The relation between aphid flights and the spread of potato virus YN (PVYN) in the Netherlands. *Potato Research*, 26(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/BF02357369>
- Vlugt, prof. dr. ir. R. (Rene) van der. (n.d.). Grote oogstverliezen door virussen beperken -

WUR. Retrieved November 21, 2017, from <https://www.wur.nl/nl/show/Grote-oogstverliezen-door-virussen-beperken.htm>

Voortgang nacontrole - onderzoek loopt tegen het einde - NAK. (2017). Retrieved November 15, 2017, from <https://www.nak.nl/voortgang-nacontrole-onderzoek-loopt-tegen-het-einde/>

Vuilboomluis Vuilboomluis | Syngenta Nederland. (n.d.). Retrieved November 8, 2017, from <https://www.syngenta.nl/vuilboomluis/vuilboomluis>

Wegedoornluis Wegedoornluis | Syngenta Nederland. (n.d.). Retrieved November 7, 2017, from <https://www.syngenta.nl/wegedoornluis/wegedoornluis>

## 46