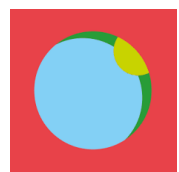


# Veiligheidseisen omtrent autonome landbouwrobots



# Veiligheidseisen omtrent autonome landbouwrobots

Afstudeerwerkstuk

30-11-2020

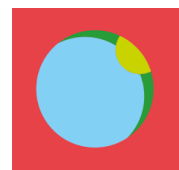
Jacobus Martinus Levinus Dieleman

3022120

4<sup>e</sup> Tuin- Akkerbouw student

AERES Hogeschool

Biervliet, Terneuzen



# Voorwoord

Tijdens mijn afstudeerstage bij het mechanisch bedrijf ABEMEC ben ik veel te weten gekomen over robotisering. Tijdens de afstudeerstage ben ik namelijk een onderzoek over de huidige wet- en regelgeving van autonome landbouwmachines begonnen. Hieruit kreeg ik inspiratie om mijn scriptie over een belangrijk onderdeel van autonome landbouwmachines te doen, namelijk de ontbrekende veiligheidseisen van autonome machines. De veiligheid kan op het moment sterk variëren door missende regelgeving wat ernstige risico's kan veroorzaken. Met mijn scriptie hoop ik duidelijk te maken aan de lezer wat deze risico's zijn en welke maatregelen essentieel horen te zijn, voor de veiligheid van autonome landbouwmachines te garanderen.

Het onderwerp van veiligheid rondom autonome landbouwrobots sprak mij aan omdat ik geloof dat rol van autonome machines steeds belangrijker zal worden in de toekomst. Hierdoor moet er meer aandacht besteedt worden aan de veiligheid van deze machines, zodat risico's geminimaliseerd kunnen worden. Omdat technische ontwikkelingen vaak voorop lopen op regelgeving zijn er vele aspecten onduidelijk voor fabrikanten en geïnteresseerden. Met mijn scriptie hoop ik een aantal zaken rondom autonome landbouwrobots te verduidelijken zodat de veiligheid van deze robots verbeterd wordt.

Ik wil iedereen bedanken voor de begeleiding en adviezen die gegeven zijn.

Ik wens u veel leesplezier toe.

Jacco Dieleman

## Samenvatting

Dankzij recente technologische ontwikkelingen, is het nu ook mogelijk om autonome landbouwmachines te fabriceren, wat de landbouwsector sterk zal veranderen. Doordat de ontwikkeling zeer nieuw is, is de wet- en regelgeving omtrent autonome machines beperkt of onduidelijk. Het is echter noodzakelijk dat hierover een dialoog wordt gevoerd, aangezien het waarschijnlijk is dat robotica veelvuldig zullen worden gebruikt in de nabije toekomst. Door de beperkingen van de huidige wet- en regelgeving, kan enkel in de minimale veiligheid worden voorzien van een autonome robot, door te voldoen aan de algemene machinerichtlijn. Een onderdeel van de machinerichtlijn, is bijvoorbeeld het uitvoeren van een risicoanalyse, waarbij de mogelijke risico's in kaart worden gebracht om zo de risico's zo veel mogelijk te kunnen minimaliseren. Om verder veiligheid te garanderen, kan een fabrikant eventueel er voor kiezen om geharmoniseerde normen te volgen, die aanvullende veiligheid verschaffen. Deze zijn, in tegenstelling tot de machinerichtlijn, vrijwillig. Naast wetgeving, zijn verzekeringsaspecten een belangrijk onderdeel van autonome robotica. Wanneer geen duidelijkheid bestaat over de verzekeringsaspecten van de machines, zal het risico voor aanschaf zeer hoog zijn. Dit maakt het minder aantrekkelijk om robotica te fabriceren en aan te schaffen, wat zal resulteren in het stagneren van de ontwikkelingen op dit gebied. Echter zit de verzekering van de autonome machines ingewikkeld in elkaar, omdat het bepalen van aansprakelijkheid niet zo voor de hand liggend is zoals bij reguliere machines. Om er voor te zorgen dat fabrikanten niet voor alles aansprakelijk worden gehouden, stellen zij de verplichting dat te allen tijde autonome machines moeten worden gemonitord. Dit zorgt er voor dat aansprakelijkheid komt te liggen bij de eigenaar, en niet bij de fabrikant. Een ander belangrijk aspect dat steeds meer van belang zal zijn naarmate de ontwikkelingen vorderen, is de mate van autonomie van een machine. Hoe meer een machine is geprogrammeerd om zelfstandig te opereren, des te meer de mate van aansprakelijkheid van de eigenaar in twijfel zal worden gesteld. Dit is één van de discussies die gevoerd zal moeten worden, zodat duidelijke afspraken kunnen worden gemaakt voor zowel fabrikanten als eigenaren. Huidig is het mogelijk een autonome machine te verzekeren met standaard verzekeringsmethoden, omdat de autonome machine nog als een reguliere machine wordt beschouwd. Door de onduidelijkheid in wet- en regelgeving, zijn er veel verschillen aanwezig in de veiligheidsmaatregelen die worden genomen bij al bestaande autonome landbouwrobots. Voorbeelden van veiligheidsmaatregelen zijn bijvoorbeeld het reduceren van het gewicht van de machine, het installeren van sensoren die obstakels kunnen detecteren, en het aanbrengen van noodstop bumpers. Om ervoor te zorgen dat conformiteit in veiligheid van autonome machines bestaat, zal duidelijke wet- en regelgeving moeten worden opgesteld.

## Summary

Due to recent technological developments, it is now also possible to manufacture autonomous agricultural machinery, which will greatly influence the agricultural sector. Because the development is very recent, the laws and regulations concerning autonomous machines are limited or unclear. However, it is necessary to have a discussion about this matter, as it is likely that robotics will be widely implemented in the near future. Due to the limitations of the current laws and regulations, it is only possible to provide the minimum safety with an autonomous robot, by adhering to the general machinery regulation. A part of this regulation, for example, is to conduct a risk analysis, mapping out the potential risks in order to minimize the risks as much as possible. To ensure further safety, a manufacturer may choose to follow harmonized standards, which provide additional safety. In contrast to the Machinery regulation, these are voluntary. In addition to legislation, insurance aspects are an important part of autonomous robotics. When there is no clarity about the insurance aspects of these machines, the risk of ownership will be very high. This makes it less attractive to manufacture and purchase robotics, resulting in the stagnation of developments in this field. However, the insurance of the autonomous machines is complicated, because determining liability is not as straightforward as with regular machines. To ensure that manufacturers are not held liable for every accident, they impose the obligation that autonomous machines must be monitored at all times. This ensures that liability lies with the owner, and not with the manufacturer. Another important aspect that will become increasingly important as developments continue, is the level of autonomy of a machine. The more a machine is programmed to operate independently, the more the owner's liability will be questioned. This is one of the debates that will have to be held, so that definite agreements can be made for both manufacturers and owners. Currently it is possible to have insurance for an autonomous machine with standard insurance methods, since the autonomous machine is still considered to be a regular machine. Due to the lack of clarity in legislation, there are many differences in the safety measures that are taken with already existing autonomous agricultural robots. Examples of safety measures include reducing the weight of the machine, installing sensors that can detect obstacles, and installing emergency stop bumpers. In order to ensure that conformity in safety of autonomous machines exists, clear laws and regulations will have to be established.

# Inhoudsopgave

Voorwoord.....	i
Samenvatting .....	ii
Summary .....	iii
1. Inleiding.....	2
1.1 Tekortkomingen autonome landbouwrobots .....	2
1.2 Regelgeving bestaande autonome mechanisatie.....	2
1.3 Valkuilen serviceaspecten autonome mechanisatie .....	3
1.4 Aandachtspunten autonome mechanisatie.....	4
1.5 Knowledge gap .....	6
1.5.1 Afbakening .....	6
1.6 Onderzoeksvragen omtrent autonome robotica .....	6
1.7 Gewenst eindresultaat .....	7
2. Materiaal & Methode .....	8
2.1 Welke aanvullende veiligheidsmaatregelen die opgesteld zijn door de NEN, worden opgenomen door de fabrikanten naast de verplichte richtlijnen?.....	8
2.2 In hoeverre zijn de bestaande richtlijnen volledig, ten aanzien van de adviezen van robotica experts? .....	9
2.3 Aan welke specifieke eisen moeten autonome robots voldoen, zodat deze door verzekeringsmaatschappijen als verzekerd object worden geaccepteerd? .....	9
3. Resultaten .....	11
3.1 Aanvullende veiligheidsmaatregelen .....	11
3.2 Deskundig advies over huidige robotica regelgeving .....	13
3.3 Verzekeringsvereisten autonome robotica .....	18
4. Discussie .....	20
4.1 Discussie aanvullende veiligheidsmaatregelen .....	20
4.2 Discussie volledigheid richtlijnen .....	21
4.3 Discussie vereisten voor het verzekeren van autonome machines .....	22

5. Conclusie.....	25
Bibliografie .....	27

# 1. Inleiding

Al een aantal jaar zijn verschillende fabrikanten gestart met het ontwikkelen van autonome landbouwrobots (Kloosterman, 2018). Dankzij recente technologische ontwikkelingen kunnen precieze en intensieve werkzaamheden worden vervangen door landbouwrobots. Voor de landbouwsector waar steeds meer vergrijzing en areaalvergroting optreedt, zal de komst van robots wellicht een onmisbare factor worden (CBS, 2014).

## 1.1 Tekortkomingen autonome landbouwrobots

Momenteel ligt het grootste probleem van robotisering niet in de technische ontwikkelingen maar in de wet- en regelgeving. Er zijn namelijk geen specifieke richtlijnen voor een zelfrijdend autonoom voertuig waardoor de veiligheid van autonome robots niet uniform en optimaal is (Cleef, Zonder normalisatie hebben robots in de landbouwsector geen toekomst, 2015). Dit heeft als gevolg dat beslissingen over verschillende aspecten door fabrikanten zelf moeten worden genomen, bijvoorbeeld de beslissing aan welke veiligheidseisen autonome landbouwrobots behoren te voldoen. Algemene veiligheidseisen zijn opgesteld voor verschillende type machines die aan de eisen van de machinerichtlijn voldoen, waar autonome machines ook toe behoren (Europees Parlement, 2006). Echter worden autonome machines hierin niet apart vermeld, wat aantoont dat tot huidig, weinig aandacht is besteed aan deze nieuwe ontwikkeling. Fabrikanten kunnen van mening verschillen over wat de veiligheidseisen moeten zijn, wat zal resulteren in variatie in het ontwerp van de machine (Heijting S., 2013). Variaties kunnen echter met verschillende veiligheidsrisico's gepaard gaan zoals risico's die over het hoofd gezien worden of genegeerd worden om kosten te besparen. Om deze te voorkomen moeten duidelijke regels worden opgesteld, wat betreft de veiligheid van autonome landbouwrobots (Gerrit van Straten, 2006).

## 1.2 Regelgeving bestaande autonome mechanisatie

De veiligheidseisen rondom wet- en regelgeving van autonome machines zijn onduidelijk en aspecifiek. Om mogelijke risico's te minimaliseren hoort toepasbare regelgeving duidelijk te zijn, zodat onveilige machines niet op de markt worden gebracht. Toch bestaan er al een aantal commerciële autonome landbouwvoertuigen die bijvoorbeeld onkruid kan schoffelen (Naïo Technologies, 2020). Om beter inzicht te krijgen in huidige veiligheidseisen van autonome robotica, is het belangrijk om na te gaan aan welke regelgeving commerciële autonome fabrikanten zich hebben gehouden en of er verdere veiligheidsmaatregelen zijn genomen. Op deze manier kan er worden ingeschat of de toegepaste veiligheidsfuncties voldoende zijn om de veiligheid voor de gebruiker te garanderen. Hiernaast hebben fabrikanten van bestaande autonome robots de urgentie om veiligheid als serieus onderwerp te zien door mogelijke aanpassingen in toekomstige



wetgeving (Europees Parlement, 2019). Door deze aanpassingen in toekomstige wetgeving zullen er veranderingen komen in verplichte veiligheidsmaatregelen waarbij de mogelijkheid bestaat dat bestaande autonome landbouwrobots hier niet langer meer aan voldoen, waardoor het risico voor bestaande autonome landbouwrobots bestaat dat de robot herontwerpen moet worden en bestaande modellen teruggedroepen moeten worden om te voldoen aan de nieuwe veiligheidseisen (RDW, 2019).

### 1.3 Valkuilen serviceaspecten autonome mechanisatie

Autonome machines hebben naast onduidelijke regelgeving te maken met problematiek van huidige verzekerings- en onderhoudsaspecten. Hiaten in kennis omtrent autonome mechanisatie zijn aanwezig in zowel de algemene kennis over autonome machines, wat van belang is voor benodigde onderhoud van machines en in aansprakelijkheid in geval van een ongeval met autonome machines (Tjong Tjin Tai, 2017). Door het korte bestaan van autonome mechanisatie bestaan er namelijk vrijwel geen diensten die ervaring hebben met autonome machines naast de fabrikanten. Omdat deze fabrikanten niet in staat zijn om elk probleem op een afstand op te lossen, zal een manier moeten komen om klanten te voorzien van snelle onderhoudsservice in het geval van bijvoorbeeld een defect component van de autonome machine.

Het importeren van autonome mechanisatie is een mogelijkheid waarbij de fabrikant het klantenbestand kan vergroten en afstand tussen fabrikant en klant kan verkleinen. Het is voor importeurs zoals agrarische dealers echter niet mogelijk om zonder enige vorm van opleiding mogelijke gebreken op te lossen, die autonome machines kunnen vertonen. Verder bestaat er onduidelijkheid over wie er de eindverantwoordelijke is bij een ongeval, waarbij autonome machines betrokken zijn (Europees Parlement, 2019).

Om meer duidelijkheid te scheppen over de situaties van autonome landbouwvoertuigen en de mogelijkheden van servicemogelijkheden, moet er onderzocht worden wat deze mogelijkheden en eisen zijn of welke toekomstige toepassingen beschikbaar moeten worden, om zo de service van autonome voertuigen te verbeteren (Neffgen, 2018).

## 1.4 Aandachtspunten autonome mechanisatie

Omdat bestaande autonome machines geen feilloze voertuigen zijn die op elke mogelijke situatie kunnen anticiperen, zijn service mogelijkheden noodzakelijk om hoge kosten te vermijden bij bijvoorbeeld een ongeval (Nationale Nederlanden, 2020). Om een machine autonoom te noemen moeten deze machines echter zoveel mogelijk situaties zelfstandig voorkomen, waarbij de kans op een ongeval mogelijk is (Dario Albani, 2017). Om machines zelfstandig te laten functioneren moeten fabrikanten deze machines nauwkeurig programmeren, waarbij er in het geval van gevaarlijke situaties de autonome machine een beslissing maakt op basis van berekeningen om dit bijvoorbeeld te signaleren naar de eigenaar en als volgt de werkzaamheden stop worden gezet. Hiernaast zullen autonome machines zich moeten aanpassen aan externe factoren (Tjong Tjin Tai, 2017). Belangrijke externe omstandigheden zijn het weer, zoals regen of mist, mensen en dieren, of andere obstakels die mogelijk op het pad van de robot komen.

Om te weten wat bestaande regelgeving is die autonome landbouwvoertuigen moeten volgen om de veiligheid van deze voertuigen te garanderen, zal moeten gekeken worden naar de machinerichtlijn (Europees Parlement, 2006). Omdat de trekker richtlijn niets benoemt over autonome landbouwvoertuigen vallen deze niet onder de trekker richtlijn (Europees Parlement, 2003). In de machinerichtlijn staat beschreven dat een machine een machine genoemd kan worden wanneer deze veiligheidscomponenten bevat (Europees Parlement, 2006).

De machinerichtlijn stelt verder dat risicoanalyses moeten worden uitgevoerd om de machine zodanig te ontwerpen, dat op basis van de verwachte toepassing van de robot, de geïdentificeerde gevaren zoveel mogelijk worden weggenomen (Europees Parlement, 2006). Fabrikanten voeren hierdoor verplicht risicoanalyses uit. Daarbovenop moet volgens de machinerichtlijn een machine van de *Conformité Européenne* (CE) markering worden voorzien, die functioneert om lidstaten te informeren dat de machine aan de machinerichtlijn voldoet (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2020).

De machinerichtlijn wordt huidig gebruikt om er voor te zorgen dat autonome robots aan minimale veiligheidseisen kunnen voldoen (Europees Parlement, 2006). De omschrijving van de bijzondere richtlijnen geeft echter weer dat er weinig eenduidigheid bestaat over de eisen waaraan autonome voertuigen moeten voldoen (Delvaux, 2017). Er wordt namelijk omschreven dat mogelijke risico's van landbouwtrekkers niet vallen onder de machinerichtlijn maar juist onder de trekker richtlijn, hoewel autonome landbouwtrekkers volgens artikel 1 lid 1 juist wel onder de machinerichtlijn zouden vallen omdat deze producten veiligheidscomponenten bevatten. Deze onduidelijkheid gaat gepaard met mogelijke veiligheidsrisico's, aangezien fabrikanten autonome landbouwrobots beschouwen als producten die vallen onder de machinerichtlijn en niet de trekker richtlijn.

Dit is voordelig voor de fabrikant, omdat de trekker richtlijn meer en specifiekere veiligheidseisen bevat dan de machinerichtlijn. Hierbij kunnen er echter wel mogelijke risico's voor de consument ontstaan, die zouden kunnen worden voorkomen wanneer een aparte richtlijn zou worden opgesteld voor autonome machines (Nevejans, 2016). Daarnaast moet de fabrikant in huidige omstandigheden zelf aantonen of de robot voldoet aan de essentiële veiligheidseisen zonder dat een onafhankelijk partij moet worden betrokken, aangezien robots op dit moment nog niet worden genoemd in de Europese Machinerichtlijn 2006/42/EG.

Normen die opgesteld zijn door het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN) zijn een belangrijke bron van kennis en worden ook steeds belangrijker (NEN, 2020). Ondernemers maken gebruik van kwaliteitssystemen gebaseerd op internationale normen om zo technische documentatie up-to-date te houden. Daarnaast zijn normen bij kwesties zoals productaansprakelijkheid essentieel, om aan te kunnen tonen dat volgens de normen is gewerkt. Toepassen van normen kan in dit geval ook ontwikkelingstijd verkorten. Technische afspraken kunnen op vier niveaus worden gemaakt, namelijk op internationaal (ISO), Europees (CEN), nationaal (NEN) en bedrijfsniveau. Het belangrijkste kenmerk van de (technische) afspraak die op deze wijze wordt gemaakt, is dat deze op basis van consensus is opgesteld. Bij de totstandkoming van een norm worden alle belanghebbende groeperingen betrokken. NEN en het Nederlands Elektrotechnisch Comité (NEC), verantwoordelijk in Nederland voor ICT normen, werken bij voorkeur samen met vertegenwoordigers van organisaties en instellingen waarin belanghebbenden zijn verenigd. NEC is betrokken omdat bij landbouwrobots software een belangrijke rol speelt. De robots worden via software aangestuurd en diverse programma's moeten met elkaar kunnen communiceren.

Voor normen van landbouwwerktuigen binnen Europa worden binnen de CEN/TC 144 opgesteld. Dit is een technische commissie in de NEN die zorgt voor de Nederlandse inbreng op het gebied van landbouwmechanisatie

Hiernaast ontwikkelt de markt van autonome voertuigen snel, waardoor het van groot belang is om de mogelijkheden tot verzekeren van autonome voertuigen wordt behandeld. Wanneer na alle preventieve maatregelen alsnog schade optreedt aan het voertuig of aan een betrokken persoon, gaat dit gepaard met hoge kosten. Om een eigenaar van een machine tegen deze hoge kosten te beschermen, bestaan verschillende verzekeringsmaatschappijen die hierbij kunnen helpen. Naast de verplichte wettelijke aansprakelijkheid (WA) verzekering, bestaan mogelijke verzekeringen die beter geschikt zijn voor bijvoorbeeld machines (Verbond van Verzekeraars, 2015). Wanneer wordt gesproken over het verzekeren van autonome voertuigen, zijn er nog geen specifieke oplossingen die voor dit soort machine bedoeld zijn. Wel kunnen wellicht algemenere

verzekeringmethoden toegepast worden die eigenaren van huidige autonome robots kunnen beschermen tegen hoge kosten. Dit blijkt uit het advies uit de bron veiligheid van autonome voertuigen in open teelten (Heijting S., 2013).

## 1.5 Knowledge gap

Na het literatuuronderzoek is er gebleken dat een groot deel van de veiligheidseisen voor autonome landbouwrobots onbekend of onduidelijk is. Hierbij is de vraag voornamelijk of er specifieke richtlijnen zullen komen in de toekomst, die van toepassing zijn op autonome landbouwrobots. Door ontbrekende wetgeving wordt er vrijheid gegeven aan fabrikanten voor het wel of niet toepassen van sommige veiligheidseisen, maar de grens voor wat toegestaan is of wat de mogelijkheden zijn, is onbekend of nog onbepaald door de overheid. Verder is de problematiek rondom aansprakelijkheid van autonome robots een lastig onderwerp, waar op het moment geen concrete oplossingen voor bestaan. Als laatste kan de toekomst allesbepalend zijn, waarbij nieuwe regelgeving invloed kan hebben op wat er nu bekend is.

### 1.5.1 Afbakening

In dit vooronderzoek zijn technische veiligheidsaspecten niet onderzocht. Deze informatie zou te specifiek worden voor de bedoelde doelgroep, die voornamelijk bestaat uit agrariërs met een interesse voor smart farming of regelgeving. Hiernaast is er niet onderzocht naar mogelijke bestaande ongevallen, die veroorzaakt zijn door toedoen van autonome robotica met ontbrekende veiligheidseisen. In een notendop zal in dit onderzoek de verplichte en aanvullende veiligheidseisen van autonome robotica onderzocht worden.

## 1.6 Onderzoeksvragen omtrent autonome robotica

Aan de hand van de onderzochte literatuur zijn er onderzoeksvragen geformuleerd. Deze onderzoeksvragen bestaan uit hoofdvragen en deelvragen. De hoofdonderzoeksvraag luidt:

**“In welke mate voldoen de huidige autonome landbouwrobots aan de geldende veiligheidseisen?”**

Hierbij volgen de deelvragen om de hoofdvraag te beantwoorden.

1. Welke aanvullende veiligheidsmaatregelen die opgesteld zijn door de NEN, worden opgenomen door de fabrikanten naast de verplichte richtlijnen?
2. In hoeverre zijn de bestaande richtlijnen volledig, ten aanzien van de adviezen van robotica experts?
3. Aan welke specifieke eisen moeten autonome robots voldoen, zodat deze door verzekeringsmaatschappijen als verzekerd object kan worden geaccepteerd?

## 1.7 Gewenst eindresultaat

Het doel van dit vooronderzoek is ten eerste om een duidelijk verhaal te schetsen over bestaande regelgeving met betrekking tot autonome landbouwrobots waarbij de lezer de huidige situatie leert kennen, zodat huidige regelgeving en bestaande risico's onder huidige situaties geen verassingen bezorgen. Ten tweede zal dit vooronderzoek antwoord geven op welke veiligheidsmaatregelen mogelijk zijn om autonome machines zo veilig mogelijk te ontwikkelen. Zo kan de lezer mogelijk de veiligheid van landbouw robotica in zekere mate inschatten, waardoor bijvoorbeeld bepaald kan worden hoe er met de robot gehandeld moet worden. Verder zal bij lezers meer belangstelling ontstaan voor veiligheidseisen van autonome machines, zodat er meer aandacht aan dit onderwerp besteedt zal worden. Deze belangstelling zou in de toekomst wellicht kunnen resulteren in het overall verbeteren van de veiligheidseisen van landbouwrobots.

## 2. Materiaal & Methode

In de materiaal & methode worden de drie deelvragen omtrent autonome mechanisatie uitgewerkt, om een duidelijk overzicht te geven op welke manier deze deelvragen worden onderzocht. Zo wordt gespeculeerd welke gegevens benodigd zijn en op welke methodes er gegevens verzameld worden. Hiernaast zal het hoofdstuk een beeld geven tot in hoeverre het onderwerp onderzocht is, en of de gegevens achterhaald zijn met kwantitatief of kwalitatief onderzoek.

### 2.1 Welke aanvullende veiligheidsmaatregelen die opgesteld zijn door de NEN, worden opgenomen door de fabrikanten naast de verplichte richtlijnen?

*Welke gegevens, informatie, data moet verzameld worden?*

Om te onderzoeken welke aanvullende eisen opgesteld kunnen worden door de NEN, zal eerst aandacht aan de bestaande verplichte maatregelen besteedt moeten worden (Cleef, Zonder normalisatie hebben robots in de landbouwsector geen toekomst, 2015). Hierdoor kan er geen verwarring ontstaan tussen verplichte en aanvullende eisen (Subhajit Basu, 2018). Zo is het ook van belang om de toepassingen van aanvullende eisen te begrijpen en waarom aanvullende eisen gebruikt worden naast verplichte regelgeving (Ronkainen, 2010). Een mogelijke oorzaak die voor het bestaan van aanvullende eisen heeft gezorgd, is het feit dat wetgeving een traag proces is wat jaren kan duren (Kloosterman, 2018).

*Op welke methode wordt dit verzameld?*

Met behulp van deskresearch en interviews is deze informatie te achterhalen, in de vorm van kwalitatief onderzoek. Zo worden bronnen als de machinerichtlijn (Europees Parlement, 2006), het Nederlands Normalisatie Instituut (NEN, 2020) en het stappenplan voor een CE-markering (Inrato, 2020) gebruikt, voor de beantwoording van deze deelvraag. Voor aanvullende informatie zal contact worden opgenomen met een commissielid, die expertise op het gebied van robots heeft en onderdeel is van de landbouwwerktuigencommissie, genaamd Vlorax Rexhepi-van der Pol.

## 2.2 In hoeverre zijn de bestaande richtlijnen volledig, ten aanzien van de adviezen van robotica experts?

*Welke gegevens, informatie, data moet verzameld worden?*

Om antwoord te kunnen geven op deze deelvraag, is er kennis met betrekking tot de huidige veiligheidseisen van autonome robotica benodigd. Op deze manier kan er beoordeeld worden of de huidige veiligheidsmaatregelen voldoende zijn voor de consumentenmarkt (Cleef, Zonder normalisatie hebben robots in de landbouwsector geen toekomst, 2015). Hiernaast moet er worden gekeken naar mogelijke risico's die mogelijk ontstaan bij gebruik van autonoom landbouwvoertuigen, zodat er bepaald kan worden of deze risico's voldoende behandeld worden door de fabrikant (Runyan, 1993).

*Op welke methode wordt dit verzameld?*

Deze informatie zal worden verzameld met behulp van kwalitatieve deskresearch en verschillende experts op het gebied van autonome robotica. Bronnen die voor deze informatie benodigd zijn onder andere civielrechtelijke bepalingen over robotica (Europees Parlement, 2019), veiligheid van autonome voertuigen in open teelten (Heijting S., 2013) en een buitenlandse bron waar deze problematiek ook speelt genaamd 'legal consequences of autonomous farming' (Wiseman, Legal consequences of autonomous farming, 2018).

Na het vooronderzoek is ook contact gezocht met autonome machine fabrikanten. Door de ervaring van deze fabrikanten zijn een aantal vragen beantwoord die anders onduidelijk waren gebleven.

## 2.3 Aan welke specifieke eisen moeten autonome robots voldoen, zodat deze door verzekeringsmaatschappijen als verzekerd object worden geaccepteerd?

*Welke gegevens, informatie, data moet verzameld worden?*

Voor dit onderwerp is het van belang om informatie te verzamelen over verschillende bestaande verzekeringstypen, zodat een duidelijk beeld zal ontstaan welke vereisten benodigd zijn voor een volledige dekking van autonome machines (Schwab, 2017). Omdat er wellicht beter geschikte verzekeringsmethoden zijn in het buitenland, zal er worden onderzocht naar minder conventionele maar wellicht geschiktere verzekeringsystemen voor autonome machines die in het buitenland toegepast worden (Devitt S.K, 2019). Verder is aansprakelijkheid een belangrijk maar complex onderdeel voor de verzekering van autonome machines, waar aandacht aan moet worden besteed (Wouter Stein, 2016).

*Op welke methode wordt dit verzameld?*

Aan de hand van kwalitatieve deskresearch zal de benodigde informatie worden verzameld. Ten eerste is de wetenschappelijke bron 'Veiligheid van autonome voertuigen in open teelten' (Heijting S., 2013) gebruikt waarin advies wordt gegeven, op welke methode autonome robots verzekerd kunnen worden. Ten tweede wordt er in Zweden een type verzekering gebruikt die wellicht van toepassing zou kunnen zijn voor autonome landbouwrobots, genaamd de directe verzekering (Verbond van Verzekeraars, 2015). Verder kan er worden geanalyseerd aan de hand van welke vereisten de bestaande autonome robots verzekerd zijn (Lambèr Royakkers, 2012). Deze verzekeringen zijn wellicht niet specifiek voor autonome landbouwrobots maar kunnen alsnog voldoende dekking bieden in het geval van bijvoorbeeld een ongeval (Teepe V., 2017).



## 3. Resultaten

In de literatuur is onderzocht in welke mate de huidige autonome landbouwrobots aan de geldende veiligheidseisen voldoen. Hieruit is voortgekomen dat er veel generalisatie bestaat over de regelgeving, maar dat er nog geen bestaande, specifieke richtlijnen zijn opgesteld die veiligheid kunnen garanderen van autonome machines. Dit komt vooral doordat de ontwikkeling van landbouwrobots recent is, waardoor de wetgeving achterloopt. Aangezien al vele bedrijven zich bezighouden met het ontwikkelen van autonome machines, is het noodzakelijk dat richtlijnen spoedig worden opgesteld om zo uniforme veiligheidseisen te creëren voor alle autonome landbouwrobots. In dit hoofdstuk wordt een duidelijke weergave gegeven van de huidige veiligheidsomstandigheden door experts op het gebied van robots te spreken, aanvullende veiligheidsmaatregelen van de NEN te raadplegen en de verzekeringseisen van autonome voertuigen te onderzoeken.

### 3.1 Aanvullende veiligheidsmaatregelen

Om de veiligheid van autonome machines te reguleren, kan de machinerichtlijn en aanvullende normen als leidraad worden genomen. Volgens experts en de NEN moet rekening worden gehouden met het feit dat een robot als een machine wordt gezien en dus onder de machinerichtlijn valt. In deze richtlijn worden noodzakelijke veiligheidsaspecten beschreven. Dit is een belangrijk onderdeel voor de wetgeving van robotica, wat ook betekent dat autonome voertuigen een CE-certificaat nodig hebben.

Om de vraag 'Welke aanvullende veiligheidsmaatregelen die opgesteld zijn door de NEN, worden opgenomen door de fabrikanten naast de verplichte richtlijnen?' te beantwoorden moet eerst worden begrepen hoe normen tot stand komen en werken. Hoewel normen vrijwillig zijn, zijn ze een belangrijke bron van vakkennis. In de Europese richtlijnen zijn fundamentele wettelijke eisen opgesteld, die in normen kunnen worden uitgewerkt. De machinerichtlijn is hiervan een voorbeeld. Verder worden normen gebruikt als kwaliteitssysteem, gebaseerd op internationale normen, voor het up-to-date houden van technische documentatie. Het kan bij kwesties als productaansprakelijkheid essentieel zijn om aan te tonen dat volgens de normen is gewerkt. Het toepassen van normen zorgt vaak ook voor het verkorten van de ontwikkelingstijd.

Normen zijn een belangrijke bron van kennis en worden ook steeds belangrijker. Ondernemers maken gebruik van kwaliteitssystemen gebaseerd op internationale normen om zo technische documentatie up-to-date te houden. Daarnaast zijn normen bij kwesties zoals productaansprakelijkheid essentieel, om aan te kunnen tonen dat volgens de normen is gewerkt. Toepassen van normen kan in dit geval ook ontwikkelingstijd verkorten. Technische afspraken kunnen op vier niveaus worden gemaakt, namelijk op internationaal (ISO), Europees (CEN), nationaal (NEN) en bedrijfsniveau. Het belangrijkste kenmerk van

de (technische) afspraak die op deze wijze wordt gemaakt, is dat deze op basis van consensus is opgesteld. Bij de totstandkoming van een norm worden alle belanghebbende groeperingen betrokken. NEN en het Nederlands Elektrotechnisch Comité (NEC), verantwoordelijk in Nederland voor ICT normen, werken bij voorkeur samen met vertegenwoordigers van organisaties en instellingen waarin belanghebbenden zijn verenigd. NEC is betrokken omdat bij landbouwrobots software een belangrijke rol speelt. De robots worden via software aangestuurd en diverse programma's moeten met elkaar kunnen communiceren.

Voor normen van landbouwwerktuigen binnen Europa worden binnen de CEN/TC 144 opgesteld. Dit is een technische commissie in de NEN die zorgt voor de Nederlandse inbreng op het gebied van landbouwmechanisatie. De volgende NEN normen worden door autonome machine fabrikanten opgenomen. Als eerste de ISO-norm 18497, waarin de veiligheidseisen, risico reducerende maatregelen, en de verificatie van beiden behandeld. Zo komen onder meer waarschuwings- en alarmsignalen bij machines aan bod, maar ook operationele procedures en diverse eisen waaraan de machines en de communicatie moeten voldoen. Deze norm gaat over agrarische machines en trekkers, de veiligheid van hoog geautomiseerde agrarische machines, en principes voor ontwerp. Verder biedt deze norm informatie om veilig te werk te gaan.

Ten tweede is door de afwezigheid van specifieke productnormen een risicoanalyse volgens EN-ISO 12100 het belangrijkste middel om het product veilig te maken. In deze norm wordt een risicobeoordeling getoetst voor de veiligheid van machines. Het bespaart veel tijd wanneer van te voren rekening wordt gehouden met de veiligheid van een autonome machine, in plaats van na de productie. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de volgende quote: *‘ In het Smart Bot-project wordt gesteld dat (pas) na het zelfstandig kunnen rijden van een suikerbietenrooier, er gedacht gaat worden over de veiligheid. De huidige normen voor landbouwwerktuigen, en dus de noodzakelijke veiligheidsaspecten, vallen echter nu al onder de richtlijn machineveiligheid. Omdat een robot als machine wordt gezien, geldt deze machinerichtlijn. In het begin hiermee al rekening houden, scheelt veel tijd en dubbel werk’*(Cleef,2015).

Relevante paragrafen van genoemde robot normen mogen natuurlijk geraadpleegd worden voor oplossingen. In dat kader kan EN1525 ook interessant zijn, in deze norm wordt namelijk beschreven hoe de veiligheid van bestuurloze oftewel autonome vrachtwagens kan worden verbeterd.

Omdat NEN normen vrijwillig zijn kan er niet met zekerheid worden gezegd dat elke fabrikant deze aanvullende maatregelen zullen nemen. Toch is er bewijs in het feit dat de

bestaande commerciële autonome machines veiligheid serieus nemen. Tijdens de Smart Farming dag die georganiseerd werd door ABMEC is gesproken met de woordvoerders van twee autonome robotica fabrikanten. Hierbij werd verteld dat de fabrikanten het vertrouwen van de mensen wil winnen door een zo veilig mogelijke robot te ontwerpen. Wanneer er meerdere ongelukken ontstaan door dezelfde fabrikant zullen mogelijke klanten dit merk vermijden, dit willen de fabrikanten voorkomen door de veiligheid te waarborgen met onder andere aanvullende normen.

De fabrikant kan dus bij het ontwikkelen van een autonome robot, de machinerichtlijn volgen om de veiligheid van de robot te garanderen, maar ook kan de fabrikant gebruik maken van bestaande normen. Deze normen hebben veel aanvullende waarde, aangezien de machinerichtlijn niet specifiek autonome robots behandelen, en omdat ze meer veiligheidsaspecten beschrijven. Het volgen van de aanvullende normen ISO 18497 voor hoge veiligheidseisen en maatregelen, ISO 12100 voor een grondige risicoanalyse en de mogelijk relevante EN1525 die oorspronkelijk de veiligheid van autonome vrachtwagens verbeterd, leiden dus tot veiligere machines.

### 3.2 Deskundig advies over huidige robotica regelgeving

Om te weten te komen in welke mate de robotica richtlijnen volledig zijn, is er kennis benodigd over wetgeving, robotica en risico's. Voor dit onderzoek zijn experts op het gebied van robotica gevraagd wat hun mening is over de status quo. Hiervoor is echter enig begrip benodigd om de huidige omstandigheden te begrijpen.

Omdat er nog geen specifieke wetgeving of regelgeving bestaat voor landbouwrobotica, moet er gewerkt worden met bestaande algemene regelgeving. De EU overweegt wel om aparte regelgeving voor robotica te maken. In de huidige machinerichtlijn wordt de robotica niet vermeld. In 2023 wordt een nieuwe machinerichtlijn opgesteld, maar onzekerheid bestaat of robotica hierin zullen worden opgenomen. Met de huidige regelgeving zijn autonome landbouwvoertuigen niet op de openbare weg toegestaan. Dit kan worden verklaard door het feit dat op elk moment iemand moet kunnen ingrijpen zoals eerder besproken. Omdat er nog geen regelgeving is voor robots zonder bestuurder is dit dus verboden.

Volgens experts in Wageningen bestaan er echter wel al veel mogelijkheden voor het gebruik van autonome machines, ondanks het tekort aan duidelijke regelgeving. Aan Ard Nieuwenhuizen, onderzoeker van precision agriculture, machine vision en robotics werd gevraagd wat de mate van veiligheid is van autonome machines. Volgens meneer Nieuwenhuizen is het onder huidige omstandigheden belangrijk, dat de autonome machines een CE certificering hebben. Hiernaast werd er gevraagd wat er gedacht wordt over de huidige omstandigheden en wellicht missende delen in de regelgeving van

autonome robotica. Het gebruik op eigen terrein of op de openbare weg moet een belangrijk onderscheid zijn, volgens meneer Nieuwenhuizen. Wanneer er op de openbare weg wordt gereden moet er een duidelijke overschakeling zijn naar 'openbare weg modus'. Als laatste werd opgemerkt dat er altijd toezicht moet worden gehouden op de autonome machines wat tegenstrijdig kan zijn voor de betekenis autonoom.

Op eigen terrein mag een autonome machine autonoom werken. Voor verduidelijking hierover, is contact opgenomen met de Landbouwwerktuigen commissie en Rijksoverheid. De Rijksoverheid had echter weinig kennis over autonome voertuigen. De Landbouwwerktuigen commissie verwees door naar een medewerker van ministerie van landbouw, natuur en voedselveiligheid en een robotica expert van het bedrijf LELY genaamd JW Rodenburg. Deze experts waren beiden van mening dat de machinerichtlijn voldoende was voor het veilig gebruik van autonome machines op eigen terrein. Aan het contactpersoon van de rijksoverheid werd gevraagd of nieuwe regelgeving die specifiek autonome robotica behandelt in de toekomst mogelijk was. Hierop werd geantwoord dat hiervoor de urgentie te laag is, met veel open ruimte op prive terrein is de kans namelijk klein op een ongeval met een langzaamrijdende autonome machine. Om te zorgen dat de overheid aandacht gaat besteden aan autonome robotica regelgeving moet de urgentie hoger zijn, oftewel wanneer er meerdere ongevallen plaatsvinden. Als autonome landbouwrobots op prive terrein blijven zal er waarschijnlijk niks veranderen aan de regelgeving volgens het contactpersoon.

Aan meneer Rodenburg werd de vraag gesteld welke maatregelen fabrikanten kunnen nemen om autonome machines zo veilig mogelijk te maken. Hierop werd geantwoord dat de wettelijke fabrikant zelf verantwoordelijk is voor hoe het product gaat voldoen aan de essentiële veiligheidseisen van de machinerichtlijn. Zoals er vermeld is bij de vorige paragraaf kunnen er ook een aantal aanvullende normen worden toegepast, die het product veiliger kunnen maken.

Aan een fabrikant van het autonome grasmaaierbedrijf Turflynx werd gevraagd over de monitoring van autonome machines. Volgens het contactpersoon is een greenseeker (een persoon die de monitoring uitvoert) een advies die fabrikanten zelf opstellen. Hierdoor hebben fabrikanten een extra beveiliging wanneer er iets mis gaat. Natuurlijk zullen de meeste fabrikanten dit aanbevelen maar de zekerheid dat de gebruiker dit ook gaat toepassen is niet te garanderen omdat dit niet verplicht is.

Zoals eerder onderzocht is wordt er in de huidige machinerichtlijn niets over autonome machines benoemd. Toch zorgt deze richtlijn voor minimale veiligheidsseisen. De machine richtlijn benoemd namelijk dat er onder andere een risicoanalyse uitgevoerd moet worden. Hierdoor kunnen er vele gevaarlijke situaties worden vermeden. In de machinerichtlijn

wordt een risico gedefinieerd als een combinatie van de waarschijnlijkheid en de ernst van een letsel of aantasting van de gezondheid die zich kan voordoen in een gevaarlijke situatie. Een risicoanalyse dient dus te worden uitgevoerd voor een autonome machine. Deze risicoanalyse kan bijvoorbeeld rekening houden met bewegende delen, aanraking van hete onderdelen of emissie van harde geluiden of gevaarlijke stoffen. Gevolgen van bepaalde risico's van de machine kunnen ook worden meegenomen in de risicoanalyse, zoals verpletterd worden, snij- en brandwonden, of gehoorverlies. Het beoordelingsproces van de risico's behoort parallel te lopen aan de ontwerpfase van de machines, waar een driestappenplan kan worden gehandhaafd. Deze stappen bevatten (1) het nemen van maatregelen om veiligheid te integreren in het ontwerp, (2) het integreren van technische veiligheidsmaatregelen in de machine, en (3) het duidelijk beschikbaar maken van de informatie voor gebruikers. Om hiervan een duidelijk voorbeeld te geven is dit in tabel 1 geïllustreerd. Deze tabel is een aanvulling op de versie van Heijting (Sanne Heijting, 2013). Hierin zijn gebeurtenissen weergegeven, waarbij risico's kunnen ontstaan voor autonome robots wanneer situaties niet op situaties wordt geanticipeerd. Om de mogelijkheid op de genoemde risico's te minimaliseren, moeten aanpassingen aan het ontwerp, de beveiligingsinrichting en de informatievoorziening van de autonome machine worden gemaakt. Met een grondige risicoanalyse kan de volledigheid van de richtlijn worden beïnvloed. Zo wordt de kans op een ongeval verkleind en de algemene veiligheid vergroot.

**Tabel 1 Risicoanalyse & risicobeoordeling; aanvullingen op versie van Heijting (Sanne Heijting, 2013)**

<b>Gebeurtenis</b>	<b>Gevaren en risico's</b>	<b>Stap 1</b> Ontwerp benodigdheden	<b>Stap 2</b> Beveiligings- inrichting	<b>Stap 3</b> Informatie- voorziening
<b>1. Niet signaleren van persoon</b>	<p><b>Risico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Botsing of beknelling</li> <li>- Contact met draaiende delen</li> </ul> <p><b>Mogelijke gevolgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zwaargewond raken</li> <li>- Overlijden</li> </ul>	<p><b>Sensoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Warmte-, Nabijheids-, Bewegingssensoren</li> </ul> <p><b>Noodknoppen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buitenkant machine voorzien met fysieke noodknop of bumper</li> </ul> <p><b>Camera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Constant omgeving observeren voor mogelijke obstakels</li> </ul>	<p><b>Maatregel 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geluidssignaal</li> <li>- Vertragen in snelheid</li> </ul> <p><b>Maatregel 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Noodstop machine bij aanraking bumper of noodknop</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versturen van foto</li> <li>- Situatie vermelden aan de beheerder</li> </ul>
<b>2. Niet signaleren van een dier</b>	<p><b>Risico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Botsing of beknelling</li> <li>- Contact met draaiende delen</li> </ul> <p><b>Mogelijke gevolgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zwaargewond raken</li> <li>- Overlijden</li> </ul>	<p><b>Sensoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Warmte-, Nabijheids-, Bewegingssensoren</li> </ul> <p><b>Noodknoppen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Buitenkant machine voorzien met fysieke noodknop of bumper</li> </ul> <p><b>Camera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Constant omgeving observeren voor mogelijke obstakels</li> </ul>	<p><b>Maatregel 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geluidssignaal</li> <li>- Vertragen in snelheid</li> </ul> <p><b>Maatregel 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Noodstop machine bij aanraking bumper of noodknop</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Versturen van foto</li> <li>- Situatie vermelden aan de beheerder</li> </ul>

<b>3. Niet signaleren van bovengrondse obstakels in veld (palen, masten, transformatorhuis, etc.)</b>	<b>Risico</b> - Botsing of verhindering van werkzaamheden <b>Mogelijke gevolgen</b> - Schade aan apparatuur - Vermindering werk efficiëntie	<b>Sensoren</b> - Acceleratie meter - Nabijheidssensor <b>Camera</b> - Constant omgeving observeren voor mogelijke obstakels	<b>Maatregel 1</b> - Vertragen in snelheid - Vermijden object <b>Maatregel 2</b> - Noodstop aanraking bumper	- Versturen van foto - Situatie vermelden aan de beheerder
<b>4. Niet signaleren van ondergrondse obstakels, m.n. bij grondbewerking (kabels, leidingen)</b>	<b>Risico</b> - Raken van ondergronds obstakel - Kabel of leidingschade <b>Mogelijke gevolgen</b> - Kosten reparatie	<b>Sensoren</b> - Acceleratie meter - Weerstand meter (percentage slip) <b>Instellingen</b> - Juiste werkdiepte instellen	<b>Maatregel 1</b> - Noodstop bij toenemende weerstand	- Handleiding volgen - Bij ongeval beheerder informeren
<b>5. Een derde bedreft ongezien het perceel</b>	<b>Risico</b> - Botsing of beknelling - Contact met draaiende delen <b>Mogelijke gevolgen</b> - Zwaargewond raken - Overlijden	<b>Sensoren</b> - Warmte-, Nabijheids-, Bewegingssensoren <b>Noodknoppen</b> - Buitenkant machine voorzien met fysieke noodknop of bumper <b>Camera</b> - Constant omgeving observeren voor mogelijke obstakels	<b>Maatregel 1</b> - Geluidssignaal geven bij detectie van een obstakel <b>Maatregel 2</b> - Noodstop Tractor uit	- Versturen van foto - Situatie vermelden aan de beheerder - Bord met verboden te betreden/ waarschuwing plaatsen
	<b>Risico</b> Inademen/aanraking met chemicaliën van spuitmiddel <b>Mogelijke gevolgen</b> - Gezondheidsklachten	<b>Camera</b> - Constant omgeving observeren voor mogelijke obstakels	<b>Maatregel 1</b> - Geluidssignaal met waarschuwing <b>Maatregel 2</b> - Stoppen met werkzaamheid	- Bord met verboden te betreden - Situatie vermelden aan de beheerder
<b>6. In- of uitstappen op rijdende (semi) autonome trekker</b>	<b>Risico</b> Ongeval bij in- of uitstappen <b>Mogelijke gevolgen</b> Zwaargewond/overlijden	<b>Sensoren</b> - Warmte-, Nabijheids-, Bewegingssensoren <b>Noodknoppen</b> - Buitenkant machine voorzien met fysieke noodknop of bumper	<b>Maatregel 1</b> - Geluidssignaal <b>Maatregel 2</b> - Noodstop - Machine uitzetten	- Handleiding volgen
<b>7. Verbinding met satelliet valt weg</b>	<b>Risico</b> - Trekker rijdt door gewas <b>Mogelijke gevolgen</b> - Schade aan het gewas - Financiële gevolgen	<b>Technologie</b> - Lokaal navigatie systeem - RTX GPS Trimble xFill premium (ook bij wegvallen signaal 2 cm nauwkeurigheid)	<b>Maatregel 1</b> - Meten nauwkeurigheid <b>Maatregel 2</b> - Bij meer dan 10 cm, machine stopt	- Situatie vermelden aan de beheerder
	<b>Risico</b> - Machine rijdt van perceel af - Machine beland op een openbare weg <b>Mogelijke gevolgen</b> - Ongeval met voertuig - Schade aan machine of personen	<b>Technologie</b> - Lokaal navigatie systeem - RTX GPS Trimble xFill premium (ook bij wegvallen signaal 2 cm nauwkeurigheid)	<b>Maatregel 1</b> - Meten nauwkeurigheid <b>Maatregel 2</b> - Bij meer dan 10 cm, machine stopt	- Situatie vermelden aan de beheerder

<b>8.Lekkage in het systeem</b>	<p><b>Risico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Overschrijding van spuitmiddel hoeveelheid op gewas</li> </ul> <p><b>Mogelijke gevolgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewas onverkoopbaar/dood</li> <li>- Financiële last</li> </ul>	<p><b>Sensoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massa meting (hoeveelheid middel verlies per meter)</li> </ul> <p><b>Camera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spuitboom controleren op onregelmatigheden</li> </ul>	<p><b>Maatregel 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stop werkzaamheden</li> </ul> <p><b>Maatregel 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Machine stopt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situatie vermelden aan de beheerder</li> </ul>
<b>9.Spuitdop verstopt</b>	<p><b>Risico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onjuiste hoeveelheid spuitmiddel op gewas</li> </ul> <p><b>Mogelijke gevolgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewas ziek</li> <li>- Vergroeiing onkruid</li> <li>- Financiële last</li> </ul>	<p><b>Sensoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Massa meting (hoeveelheid middel verlies per meter)</li> </ul> <p><b>Camera</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Spuitboom controleren op onregelmatigheden</li> </ul>	<p><b>Maatregel 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stop werkzaamheden</li> </ul> <p><b>Maatregel 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Machine stopt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situatie vermelden aan de beheerder</li> </ul>
<b>10.Drukregelingsap paratuur stuk</b>	<p><b>Risico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Onjuiste hoeveelheid spuitmiddel spuiten</li> </ul> <p><b>Mogelijke gevolgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewas ziek of verbrand</li> <li>- Vergroeiing onkruid</li> <li>- Financiële last</li> </ul>	<p><b>Sensoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale drukmeter</li> <li>- Manometers, analoge controle</li> </ul>	<p><b>Maatregel 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stop werkzaamheden</li> </ul> <p><b>Maatregel 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Machine stopt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Situatie vermelden aan de beheerder</li> </ul>
<b>11.Verbinding met toezichthouder valt weg</b>	<p><b>Risico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diefstal</li> <li>- Hacken</li> <li>- Problemen met voertuig</li> </ul> <p><b>Mogelijke gevolgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Machine kwijt of onbruikbaar</li> </ul>	<p><b>Verbindingscontrole</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mogelijke herverbinding binnen 1 min</li> </ul>	<p><b>Maatregel 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herverbining 5 pogingen</li> </ul> <p><b>Maatregel 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Machine uitzetten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waarbij mogelijk beheerder informeren</li> </ul>
<b>12.Stroomstoring</b>	<p><b>Risico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brandgevaar</li> <li>- Niet reageren systeem</li> </ul> <p><b>Mogelijke gevolgen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Machine onbruikbaar</li> </ul>	<p><b>Verbindingscontrole</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mogelijke herverbinding binnen 1 min</li> </ul>	<p><b>Maatregel 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Herverbining 5 pogingen</li> </ul> <p><b>Maatregel 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Systeem herstarten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waarbij mogelijk beheerder informeren</li> </ul>

Het opgestelde stappenplan geeft hierbij een overzicht van acties en componenten die benodigd zijn om risico's te voorkomen. Tabel 1 is opgesteld om te dienen als voorbeeld van een risicoanalyse voor autonome machines, waar er in de toekomst verdere uitwerkingen gemaakt kunnen worden. Op deze manier ontstaat er een duidelijk overzicht van de risico's die mogelijk zijn voor een autonome landbouwrobot, en hoe hier het beste mee kan worden om gegaan.

### 3.3 Verzekeringsvereisten autonome robotica

Zonder een dekkende verzekering is het risico groot dat er bij een ongeluk hoge kosten ontstaan voor de verantwoordelijke partij. Omdat autonome machines zelfstandig opereren kunnen er wat complicaties ontstaan. Om te ondervinden wat de eisen zijn waaraan een autonome machine zich aan moet voldoen, is een literatuuronderzoek uitgevoerd. Op dit moment zijn er namelijk nog niet veel opties om autonome voertuigen te verzekeren. Dit heeft voornamelijk te maken met de aansprakelijkheid die erg complex is, in het geval van een ongeluk. Het is namelijk discutabel of de schuld ligt bij de fabrikant, de eigenaar of de robot. Wel kunnen traditionele verzekeringen worden toegepast op autonome machines. Mogelijkheden voor meer toepasbare verzekeringen bestaan echter wel, maar worden nog niet gebruikt in Nederland.

Onder huidige omstandigheden zijn de autonome machines nog niet volledig autonoom. Dit betekent dat de machine op elk moment moet worden gemonitord. Fabrikanten bespreken met verzekeringsmaatschappijen welke veiligheidsmaatregelen genomen worden om verzekering mogelijk te maken. Hierbij gaat het voornamelijk om de eisen die die machinerichtlijn heeft opgesteld, zoals het installeren van noodknoppen, bumpers, of andere veiligheidstoepassingen. Monitoring is een garantie voor de fabrikanten, omdat regelgeving en technologie de ontwikkeling van een volledig autonoom voertuig nog niet toestaan.

Naast de WA- verzekering is het verstandig een cascoverzekering af te sluiten. Deze verzekering is mogelijk voor alle soorten machines en dus ook autonome machines. Een volledige cascoverzekering dekt schade aan motorrijtuigen, veroorzaakt door onder andere brand, storm, hagel, diefstal, joyriding, en gebeurtenissen zoals botsingen en het van de weg of te water raken.

Een andere optie voor het verzekeren van autonome machines zou de 'directe verzekering' kunnen zijn. Een directe verzekering is een speciale type verzekering waarbij de verzekering alleen de schade van de verzekerde uitbetaald. De tegenpartij hoort dus ook zijn eigen schade vergoed te krijgen door zijn eigen verzekering. Dit type verzekering hoeft geen rekening te houden met een eindverantwoordelijke en dus zeer geschikt voor autonome machines. Deze manier van verzekeren is echter nog niet beschikbaar in Nederland.

Een andere mogelijkheid is de bedrijfsaansprakelijkheidsverzekering. Met deze verzekering verzekert je de schade die een product van het bedrijf aanricht, bijvoorbeeld wanneer een autonoom voertuig tegen een schuur rijdt, richt een product van het bedrijf schade aan een derde. Dit type verzekering kan elk bedrijf aanvragen voor zijn spullen.



Om deze verzekeringsmethoden mogelijk te maken in de toekomst, is het nodig dat duidelijkheid bestaat over de eisen voor de aansprakelijkheid van veroorzaakte schade, die is aangericht door volledig autonome machines. Wanneer schade door een autonome robot wordt veroorzaakt door een defect in de machine, zou de richtlijn 85/374/EEG moeten worden toegepast (Europees Parlement, 1985). Deze richtlijn kan worden gebruikt wanneer de koper niet genoeg geïnformeerd is door de fabrikant over de gevaren geassocieerd met autonome robotica, of wanneer de veiligheidssystemen niet goed functioneerden. Zo kunnen verzekeringsmaatschappijen een beslissing maken welke partij de eindverantwoordelijke is. Schade veroorzaakt door autonome robotica kan ook terug worden getraceerd bij gebruikersfouten, waarbij de schuld gebaseerde aansprakelijkheid gebruikt kan worden. In een rapport van het Europees Parlement wordt het probleem van aansprakelijkheid besproken (Europees Parlement, 2019). Volgens het Europees Parlement is het niet mogelijk om een machine gedeeltelijk of volledig verantwoordelijk te stellen voor zijn daden of weglatingen. Alleen een fysiek persoon zou aansprakelijk gehouden kunnen worden, door bestaande verzekeringsmechanismen. Om duidelijkheid te scheppen behoren strenge eisen opgesteld te worden door de verzekeringsmaatschappijen, zodat een simpele procedure doorlopen kan worden in gevallen met autonome machines, en er een eindverantwoordelijke aangewezen kan worden.

## 4. Discussie

Het doel van dit onderzoek was het uitzoeken van de mate van veiligheid die wordt verzorgd door huidige wet- en regelgeving omtrent autonome robotica. Om de onderzoeksvraag te beantwoorden, is een literatuuronderzoek uitgevoerd en zijn deskundigen op het gebied van robotica gecontacteerd.

### 4.1 Discussie aanvullende veiligheidsmaatregelen

Op basis van de kennis van een uitgebreid literatuuronderzoek, en informatie verschaft door experts op dit gebied, kan worden gesteld dat door dit onderzoek de veiligheidseisen volledig in kaart is gebracht voor de autonome voertuigen. Uit onderzoek is gebleken dat ondanks dat er geen specifieke wetgeving is opgesteld voor robotica in de landbouw, autonome voertuigen wel zijn toegestaan op het land. Met behulp van algemene regelgeving, namelijk de machinerichtlijn, is het mogelijk om de minimale veiligheid te waarborgen. Hoewel de autonome markt op dit moment nog vrij beperkt is, is de vraag of deze wet- en regelgeving voldoende is om in de toekomst, wanneer de robotica waarschijnlijk in populariteit zullen stijgen, de veiligheid omtrent autonome voertuigen genoeg zal worden gewaarborgd. Om de missende autonome wetgeving in de machinerichtlijn aan te vullen kunnen fabrikanten een aantal maatregelen nemen. Hierin speelt de NEN een grote rol, om toepasselijke normen te maken voor nieuwe ontwikkelingen. Veiligheid voor autonome functies van voertuigen is een probleem in huidige wet- en regelgeving. Er is geen specifieke richtlijn die het duidelijk maakt wat de regels voor autonome machines zijn.

Binnen de CEN/TC 144 is zoals eerder vernoemd het rapport prEN ISO 18497 'Highly Automated Agricultural Machine – Safety' doorgevoerd. Het document met opgestelde norm, omschrijft alle mogelijke significante gevaren, gevaarlijke situaties, en gevaarlijke gebeurtenissen die relevant zijn voor onder andere geautomatiseerde landbouwtrekkers. De norm is echter niet van toepassing op mobiele, semimobiele of stationaire machines die worden gebruikt voor landbouwwerkzaamheden op het erf of in de stal. Verder is deze ook niet van toepassing op werkzaamheden op de openbare weg en landbouw- en bosbouwtrekkers, werktuigen, werktuigen en zelfrijdende machines die vóór de datum van publicatie zijn vervaardigd.

Ook al bestaan er een aantal normen waarmee de veiligheid van autonome machines verbeterd kan worden, betekent dit niet dat elke fabrikant hier aan zal deelnemen. Om deze normen uit te voeren moet er veel extra aandacht worden besteedt terwijl er wellicht niets tegenover staat. Hiernaast zou het ook kunnen voorkomen dat fabrikanten alleen de normen kiezen die bijvoorbeeld minder tijd of geld kosten.

De NEN heeft een breed arsenaal aan personeel en informatie. Hierdoor krijgen snelle ontwikkelingen alsnog een vorm van relevante veiligheidseisen. Helaas maar begrijpelijk is elke norm beschreven achter een betaald slot. Om meer te weten te komen over deze normen moeten deze dus worden gekocht en geïmplementeerd worden in het verslag. In het huidige verslag is namelijk enkel de definitie van de normen beschikbaar.

## 4.2 Discussie volledigheid richtlijnen

Omdat het doel was om de volledigheid van de relevante autonome richtlijnen te onderzoeken, is er geprobeerd om zoveel mogelijk informatie te verschaffen van de geïnterviewde experts. Naderhand had het mogelijk kunnen zijn dat niet elke expert het met elkaar eens was. In plaats van één antwoord van één expert, is het wellicht interessanter om bij een vervolgonderzoek een kleine samenvatting te maken van verschillende expert voor elke vraag. Een ander aandachtspunt is de kennis van de experts. Autonome landbouwrobots is een niche op het moment en er wordt veel aandacht besteed aan de technieken van deze robots. Deze technieken ontwikkelen snel waardoor regels wellicht snel veranderen. Als een expert niet volledig up to date is met de mogelijkheden van de autonome machines kan dit bijvoorbeeld betekenen dat er geen relevante informatie gedeeld wordt.

Volgens een interview met de Rijksoverheid is het niveau van veiligheid, verzorgd door de machinerichtlijn, voldoende. Omdat het op het platteland niet dichtbevolkt is en omdat de machines niet op de openbare weg komen, is de kans op een ongeval klein, waardoor de urgentie om nieuwe wet- en regelgeving op te stellen laag wordt geacht. De verwachting is dat er enkel zal worden gewerkt aan het opstellen van nieuwe regelgeving voor autonome robotica, wanneer meerdere ongevallen met de machines worden gerapporteerd, aangezien dan de noodzaak ervan hoger wordt geacht. Vele instanties vinden deze manier van aanpak gebrekkig, maar helaas is hier weinig aan te veranderen.

Wel zal er binnenkort een specifieke regelgeving ontstaan voor autonome auto's. Omdat deze voertuigen op de openbare weg rijden tussen normale voertuigen is het van belang om duidelijke veiligheidseisen op te stellen om serieuze ongelukken te voorkomen. Wellicht zal de overheid van gedachte veranderen als er ook autonome landbouwvoertuigen op de openbare weg kunnen komen om bijvoorbeeld naar een perceel te rijden. Dit zou voor de akkerbouwer efficiënter zijn dan elke autonome machine naar het perceel en terug te brengen.

Hetzelfde probleem omtrent de tekorten en het achterlopen in regelgeving, geldt voor bijna alle landen in de wereld. Dit probleem wordt duidelijk gemaakt uit het onderzoek van Wiseman in Australië: 'From the perspective of Government regulators, for the most part, as long as autonomous machinery stays off public roads and remains on the farm and in

the field, there are few regulations that regulate these new technologies” (Wiseman, Legal consequences of autonomous farming, 2018). Ook al is Nederland een voorloper in nieuwe ontwikkelingen, lopen buitenlandse landen aantal stappen voor wanneer het gaat om robotica. Er is namelijk meer ruimte om te experimenteren, doordat er nóg minder regelgeving bestaat vergeleken met Nederland. In het buitenland is er daarnaast sprake van mankracht tekort, waardoor veel behoefte is aan een snelle ontwikkeling van autonome robotica.

#### 4.3 Discussie vereisten voor het verzekeren van autonome machines

Naast de veiligheid die de wet- en regelgeving biedt, zijn verzekeringsmogelijkheden ook van belang met betrekking tot autonome voertuigen. Voor het verzekeren van autonome voertuigen blijkt het dat de opties beperkt zijn. De aansprakelijkheid zal in meerdere gevallen technisch gezien bij de fabrikant liggen. Goede verzekering die de fabrikant beschermt tegen hoge kosten is dus van belang. De reden voor de beperkte hoeveelheid verzekeringsmogelijkheden, wordt veroorzaakt door het feit dat autonome machines een innovatief karakter hebben, waardoor veel verzekeringsmaatschappijen het verzekeren van deze voertuigen nog niet hebben overwogen. Wanneer de ontwikkelingen zullen vorderen, zullen mogelijkheden tot een goede verzekering waarschijnlijk groeien.

Om zeker te zijn dat niets verkeerd gaat met de autonome machine hoort hij te worden gemonitord op een afstand. Ook kan het helpen om alles van de machine te kennen zodat het duidelijk is wat er wel en niet kan met de robot. Om te zorgen dat de robot geen mensen in gevaar brengt moet de robot voorlopig van de openbare weg wegblijven. Monitoring zou echter achterhaald moeten worden met de komst van autonome machines. Of zal er nog lang gemonitord moeten worden voordat de autonomie verbeterd en dit niet meer nodig is. Dit zou het nut van autonome machines wegnemen en mogelijk veel manuren zou kosten.

Voor de fabrikant is monitoring een vorm van zelfbescherming, wanneer er een ongeluk zou kunnen optreden moet er ingegrepen worden door een zogenaamde greenkeeper. Om aansprakelijkheid te vermijden zal de volledige verantwoordelijkheid bij de greenkeeper liggen. Hierbij is ook de vraag hoe lang deze situatie zal aanhouden, en of deze regels niet de verkoop en interesse verliest. Een autonome robot die constant gemonitord moet worden klinkt namelijk niet verleidelijk.

De richtlijn 85/374/EEG kent tekortkomingen, omdat in veel gevallen onduidelijk blijft bestaan over wie de schade veroorzaakt heeft, voornamelijk wanneer een robot in staat is om nieuwe dingen zelfstandig te leren. Dit is de reden dat het rapport ‘civielrechtelijke bepaling over robotica’ door het Europees parlement is opgesteld, zodat aanbevelingen die

worden gegeven zullen bijdragen aan de ontwikkeling van richtlijnen omtrent autonome machines.

Om te stellen wie als eindverantwoordelijke kan worden aangewezen blijft lastig. In principe, wanneer eindverantwoordelijken eenmaal worden vastgesteld, zou de aansprakelijkheid in verhouding moeten staan tot het feitelijke niveau van de instructies die werden gegeven aan de robot en zijn autonomie. Hoe groter het leervermogen of de autonomie van een robot is, hoe lager de verantwoordelijkheid van andere partijen zou moeten zijn. Daarnaast, hoe langer de 'opvoeding' van een robot duurt, hoe groter de verantwoordelijkheid van zijn "leraar" zou moeten zijn. Dit wijst er voornamelijk op dat vaardigheden een gevolg zijn van "onderwijs" dat een robot heeft ontvangen. Dit mag echter niet worden verward met vaardigheden die afhankelijk zijn van zijn zelflerende vermogens.

Een groot probleem in toekomstige zaken met betrekking tot aansprakelijkheid over autonome robotica, is het begrijpen van verschillende elementen van robotica die de werking van de robot beïnvloeden. Wanneer condities zich voordoen die niet onder de 85/374/EEG richtlijn vallen, namelijk schade die niet veroorzaakt is door fabricagefouten, zoekt de gedupeerde wellicht andere verantwoordelijke partijen die aansprakelijk kunnen worden gehouden. Hierbij zijn een aantal interessante situaties te noemen.

#### *Voorbeeld 1*

Wanneer een robot verkocht is met 'open source' software zou de verantwoordelijke in principe diegene zijn die de software geprogrammeerd heeft. Een mankement in de software zou namelijk kunnen hebben geleid tot schade. Robotica wordt vaak verkocht met volledige of gedeeltelijke open source software, waar fabrikanten hun eigen applicaties kunnen toepassen met een goede basis autonome software.

#### *Voorbeeld 2*

De producent van een robot zou verantwoordelijk gehouden kunnen worden, wanneer een robot schade veroorzaakt dat terug kan worden getraceerd naar het ontwerp of productie. Hieronder vallen bijvoorbeeld een fout in de montage van de robot, wat schadelijk gedrag veroorzaakt. De verantwoordelijkheid ligt echter bij de gebruiker wanneer er niet gehandeld is zoals in de handleiding beschreven staat, en er een ongeluk ontstaat. Deze tweedeling van type contract kan vaak voorkomen en is niet vermeld in de richtlijn.

#### *Voorbeeld 3*

Wanneer een robot schade veroorzaakt terwijl het nog in een leerfase zit, kan de gebruiker of eigenaar aansprakelijk worden gehouden. Dit zal wel afhangen van het feit of de gebruiker een professional is en of zij gehandeld heeft volgens een protocol om een robot

in de leerfase te testen. Wanneer dit het geval is en alsnog een ongeluk ontstaat, zal de eindverantwoordelijkheid liggen bij de fabrikant die de robot bijvoorbeeld niet goed afgesteld heeft.

Een ander probleem dat zich voordoet omtrent de aansprakelijkheid, is de waarschijnlijkheid dat robots niet als gelijk zullen worden beschouwd. Bij een ongeluk kan het bijvoorbeeld zo zijn dat er voordelen zijn aan een robot als een autonoom voertuig te beschouwen, of juist als een traditionele machine. Wanneer een partij beweert dat het een van de twee is, moet onderzoek gepleegd worden, wat een traag proces is.

Na het contacteren van een aantal verzekeringsbedrijven werd het al snel duidelijk dat er weinig bedrijven met autonome machines werken. Om meer informatie te verschaffen het zou een mogelijke oplossing om fabrikanten van autonome machines te contacteren. Als deze informatie vrijgegeven mag worden krijg je hoogstwaarschijnlijk namen van verzekeringsmaatschappijen die wel werken met autonome machines.

## 5. Conclusie

Voor de start van het onderzoek was het al bekend dat autonome wetgeving onduidelijk was. Hieruit onstond een nieuwsgierigheid voor de veiligheid van autonome machines met een onduidelijke of zelfs missende regelgeving. Het is met dit onderzoek gebleken dat de veiligheidseisen omtrent autonome robotica grotendeels voldoende zijn dankzij regelgeving door de machinerichtlijn en aanvullende, vrijwillige geharmoniseerde normen. Bewijs voor het voldoen aan de machinerichtlijn, is te verifiëren aan de hand van de CE-markering, die aangebracht moet worden op iedere machine. Wanneer een fabrikant geharmoniseerde normen volgt bij het ontwikkelen van een autonome robot, kan meer veiligheid worden gegarandeerd. Onder de machinerichtlijn vallen ook risicoanalyses die moeten worden uitgevoerd, die van groot belang zijn om veilige machines te bewerkstelligen. Een stappenplan omtrent risicoanalyses voor autonome robotica is opgesteld dat is gericht naar fabrikanten, waar mogelijke gebeurtenissen en bijbehorende risico's worden behandeld, waarvoor omgang strategieën en oplossingen worden gegeven. Fabrikanten kunnen dit stappenplan gebruiken voor eigen risicoanalyses, wat zal bijdragen aan een hogere veiligheid. Deze analyses worden vervolgens gecontroleerd door een 'notified body'. Omdat de fabrikant ervoor kan kiezen vrijwillige geharmoniseerde normen te volgen en om aanvullende veiligheid te garanderen, kan wel worden gezegd dat de fabrikant voor het grootste deel de verantwoordelijkheid draagt voor de veiligheid van de robotica.

Onder huidige omstandigheden wordt aangeraden een autonome robot te verzekeren met een WA-verzekering en een cascoverzekering. Een directe verzekering zou echter voor een autonome robot geschikter zijn, maar wordt nog niet toegepast in Nederland. Bij deze verzekering is iedere gebruiker verantwoordelijk over de schade van de eigen machine, waardoor het proces van aansprakelijkheid versimpelt wordt. Aansprakelijkheid zou verder kunnen worden bepaald aan de hand van de mate van autonomie van een machine. Zo wordt namelijk de eigenaar als aansprakelijke gezien over machines met een autonomie niveau tot en met 4, omdat bij deze niveaus observatie en het kunnen ingrijpen door de eigenaar nog verplicht is. Bij hogere niveaus van autonomie zou ingrijpen door de eigenaar dus niet van toepassing zijn, waardoor de fabrikant als verantwoordelijke zou moeten worden genomen over mogelijke schade.

Over het algemeen worden de veiligheidsrisico's van reeds ontwikkelde autonome robotica als laag geacht. Dit kan worden verklaard door het feit dat huidige robotica klein zijn qua grootte, traag rijden, en enkel op het land functioneren.

Bestaande wet- en regelgeving kan echter niet de gehele veiligheid van autonome robotica garanderen, aangezien bepaalde onderdelen buiten huidige normeringen vallen. Het

ontbreken van wet- en regelgeving rondom autonome landbouwvoertuigen kan vanuit robotica gezien worden als een 'regulatory gap'. Dit omdat er verschillende type autonome voortbewegende robots op de markt zijn waar nog geen regulering voor bestaat. Ook in het buitenland bestaat hier nog geen regulering voor. Het is belangrijk voor de ontwikkeling van nieuwe robots dat het wettelijk kader hier gereed voor wordt gemaakt, om veiligheidsrisico's te voorkomen. Bij het ontwikkelen van robots en het analyseren van veiligheidsaspecten moet al in een vroeg stadium worden nagedacht over wetgeving, omdat anders later ontstane wetgeving bepaalde robotica als onveilig zullen beschouwen waardoor het product zal falen. Wanneer passende wetgeving dus niet wordt opgesteld, zal het minder aantrekkelijk zijn om hier een bedrijf rondom op te starten, waardoor ontwikkelingen op dit gebied ook zullen stagneren. Echter, na contact met de Rijksoverheid, kan worden bevestigd dat er op het moment niet wordt gewerkt aan het ontwikkelen van specifieke richtlijnen voor autonome robotica, en wordt deze urgentie ook niet hoog geacht. Dit komt omdat veiligheidsrisico's klein worden geacht omdat de machines functioneren op privé landbouwgrond.

Voor het uitvoeren van vervolgonderzoek, wordt geadviseerd om in contact te komen met de NEN, de WUR en de CEMA. Deze instanties beiden relevante onderzoeken over autonome robotica en de wetgeving er van. Recentelijk bestaat er een toename voor de aandacht van de autonome robotica, wat wellicht zal leiden tot nieuwe ontwikkeling. Aangezien de Rijksoverheid echter de wetgeving omtrent de robotica beschouwd als lage urgentie, is de kans groot dat wetgeving achter zal blijven. Dit is nadelig voor de duidelijkheid en dus de veiligheid. Als laatste is het aan te raden contact op te nemen met verschillende fabrikanten die werken met autonome technologieën. Wellicht zal niet elke fabrikant evenveel informatie vrijgeven maar een aantal fabrikanten kunnen zeer open zijn in het beantwoorden van complexe vragen.



## Bibliografie

- CBS. (2014, juni 26). *Afname aantal boerenbedrijven zet door*. Opgeroepen op Juni 2020, van cbs: <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2014/26/afname-aantal-boerenbedrijven-zet-door>
- Cleef, B. v. (2015). *Zonder normalisatie hebben robots in de landbouwsector geen toekomst*. Nederland: NEN. Opgeroepen op Juni 2020
- Cleef, B. v. (2015). *Zonder normalisatie hebben robots in de landbouwsector geen toekomst*. Nederland: NEN.
- Dario Albani, J. I. (2017). *Monitoring and Mapping with Robot Swarms for Agricultural Applications*. Italië: IEEE AVSS. Opgeroepen op Juni 2020
- Delvaux, M. (2017, Februari 15). Robots: is nieuwe wetgeving nodig voor aansprakelijkheid. (E. Parlement, Interviewer) Opgeroepen op Mei 2020
- Devitt S.K, B. P. (2019). *The ethics of biosurveillance*. Australië: Plant Biosecurity Cooperative Research Centre. Opgeroepen op Mei 2020
- Europees Parlement. (1985). *Richtlijn 85/374/EEG*. Europa: Europees Parlement.
- Europees Parlement. (2003). *Richtlijn 2003/37/EG*. Europa: Europees Parlement en de Raad. Opgeroepen op Mei 2020, van <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=celex:32003L0037>
- Europees Parlement. (2006). *Richtlijn 2006/42/EG machinerichtlijn*. Europese Unie: Publicatieblad van de Europese Unie. Opgeroepen op Mei 2020, van <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:nl:PDF>
- Europees Parlement. (2006). *Richtlijn 2006/42/EG machinerichtlijn*. Europese Unie: Publicatieblad van de Europese Unie. Opgehaald van <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:157:0024:0086:nl:PDF>
- Europees Parlement. (2019). *Civielrechtelijke bepalingen over robotica*. Europa: Europees Parlement. Opgeroepen op Mei 2020, van [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_NL.pdf?redirect](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_NL.pdf?redirect)
- Europees Parlement. (2019). *Civielrechtelijke bepalingen over robotica*. Europa: Europees Parlement. Opgehaald van [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051\\_NL.pdf?redirect](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_NL.pdf?redirect)

- Gerrit van Straten, T. B. (2006). *Robotisering in de landbouw: Autonome agrarische voertuigen*. Wageningen: Wageningen UR. Opgeroepen op Juni 2020
- Heijting S., C. k. (2013). *Veiligheid van autonome voertuigen in open teelten*. Wageningen: Programma precisie landbouw, Wageningen UR. Opgeroepen op mei 2020
- Inrato. (2020). *CE-Markering*. Opgeroepen op Juni 2020, van Inrato International: <https://www.inrato.com/ce-markering#:~:text=Afkorting%20van%20Conformit%C3%A9%20Europ%C3%A9enne.,aangedreven%20machines%2C%20CE%20gemarkeerd%20zijn>
- Kloosterman, C. (2018, Maart 29). Regelgeving loopt achter op robotica in landbouw. *Boerderij*. Opgeroepen op Juni 2020
- Lambèr Royakkers, F. D. (2012). *Overal robots*. Den Haag: Boom Lemma. Opgeroepen op Mei 2020
- Nationale Nederlanden. (2020). *Machinebreukverzekering*. Den Haag: NN. Opgeroepen op Juni 2020, van <https://www.nn.nl/nn/file?uuid=3d51d018-d97a-41be-af43-d875c1d17314&owner=17c6d8d8-86e6-4aef-84b9-3381b332bb2b&contentid=25412&elementid=3137071>
- Naïo Technologies. (2020). *OZ WEEDING ROBOT*. (Naïo Technologies) Opgeroepen op Mei 2020, van naio-technologies: <https://www.naio-technologies.com/en/agricultural-equipment/weeding-robot-oz/>
- Neffgen, M. (2018). *Whitepaper Industriële robots*. Nederland: NEN. Opgeroepen op Juni 2020
- NEN. (2020). *Afspraken voor een betere wereld*. Opgeroepen op Mei 2020, van nen: <https://www.nen.nl/Over-NEN.htm>
- Nevejans, N. (2016). *European civil law rules in robotics*. Europa: European parliament. Opgeroepen op Juni 2020
- RDW. (2019). *Recall doen we samen*. Nederland: RDW. Opgeroepen op Mei 2020, van <https://www.rijksoverheid.nl/binaries/rijksoverheid/documenten/rapporten/2020/01/23/bijlage-4-rapport-onderzoek-effectiviteit-terugroepacties/bijlage-4-rapport-onderzoek-effectiviteit-terugroepacties.pdf>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2020). *CE-markering: stappenplan*. Opgeroepen op Juni 2020, van rvo: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/tools/wet-en-regelgeving/eu-wetgeving/ce-markering/stappenplan>

- Ronkainen, A. (2010). *Safety of autonomous agricultural tractor-implement combinations with ISOBUS capabilities*. Jokiainen: MTT. Opgeroepen op Juni 2020
- Runyan, J. L. (1993). *A Review of Farm Accident Data Sources and Research: Review of Recently Published and Current Research*. USA: U.S. Department of Agriculture. Opgeroepen op Juni 2020
- Sanne Heijting, C. k. (2013). *Veiligheid van autonome voertuigen in open teelten*. Wageningen: Programma precisie landbouw, Wageningen UR.
- Schwab, K. (2017). *The Global Risks Report 2017*. Geneva: World Economic Forum. Opgeroepen op Juni 2020
- Subhajit Basu, A. O. (2018). *Legal framework for small autonomous agricultural robots*. UK: Crossmark. Opgeroepen op Juni 2020
- Teepe V. (2017, Oktober 11). *Centraal Beheer verzekert als eerste in Nederland de zelfrijdende (deel)auto*. Opgeroepen op Juni 2020, van centraalbeheer: <https://nieuws.centraalbeheer.nl/centraal-beheer-verzekert-als-eerste-in-nederland-de-zelfrijdende-deelauto/>
- Tjong Tjin Tai, E. (2017). *Aansprakelijkheid voor robots en algoritmes*. Tilburg: Nederlands Tijdschrift voor Handelsrecht. Opgeroepen op Juni 2020
- Verbond van Verzekeraars. (2015, Juni). *Toekomstvisie Automotive*. Opgeroepen op Juni 2020, van verzekeraars: <https://www.verzekeraars.nl/media/4684/onderweg-naar-morgen.pdf>
- Wiseman, L. C. (2018). *Legal consequences of autonomous farming*. Australia: Queensland University of Technology. Opgeroepen op Juni 2020
- Wiseman, L. C. (2018). *Legal consequences of autonomous farming*. Australia: Queensland University of Technology.
- Wouter Stein, E. L. (2016). *Opkomend risico voor arbeidsveiligheid door inzet van robots op de werkvloer*. Utrecht: TNO. Opgeroepen op Mei 2020