

# Het opwaarderen van boomzaden door middel van vloeistofscheiden

Dr. Ir. M.P.M. Derkx

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.  
Sector Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit

PPO nr. 3231113900  
Maart 2007



© 2007 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.



Projectnummer: 32 311139 00

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Bomen

Adres : Professor van Slogterenweg 2, Lisse

: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 – 46 21 21

Fax : 0252 – 46 21 00

E-mail : [infobomen.ppo@wur.nl](mailto:infobomen.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)



# Inhoudsopgave

pagina

1	SAMENVATTING.....	7
2	INLEIDING .....	9
2.1	Algemeen.....	9
2.2	Doelstelling .....	10
3	MATERIAAL EN METHODEN .....	11
3.1	Experimenten 2004/2005.....	11
3.1.1	Stratificatie.....	11
3.1.2	Vloeistofscheiden.....	12
3.1.3	Kieming en veldopkomst .....	12
3.2	Experimenten 2005/2006.....	12
3.2.1	Stratificatie.....	12
3.2.2	Vloeistofscheiden.....	13
3.2.3	Kieming en veldopkomst .....	13
4	RESULTATEN .....	15
4.1	Experimenten 2004/2005.....	15
4.1.1	Acer pseudoplatanus.....	15
4.1.2	Carpinus betulus .....	17
4.1.3	Crataegus monogyna .....	19
4.1.4	Prunus avium.....	21
4.1.5	Larix kaempferi.....	23
4.2	Experimenten 2005/2006.....	24
4.2.1	Acer pseudoplatanus.....	24
4.2.2	Carpinus betulus .....	27
4.2.3	Crataegus monogyna .....	29
4.2.4	Prunus avium.....	31
4.2.5	Larix kaempferi.....	32
5	DISCUSSIE .....	35



# 1 Samenvatting

Voor groente- en bloemzaden is ruim 10 jaar geleden een schoningstechniek ontwikkeld (vloeistofscheiding), waarbij zaden gesorteerd worden op basis van hun dichtheid. Bij deze techniek worden de zaden kort in vloeistoffen met verschillende dichtheden gebracht en dit resulteert in zaadfracties met verschillende dichtheden. De dichtheid van het zaad correleert met het kiemgedrag. De afgelopen jaren is onderzocht of deze techniek ook perspectief biedt voor boomzaden. Gekozen is voor soorten die met de huidige sorteertechnieken onvoldoende te verbeteren zijn, t.w. *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Crataegus monogyna*, *Prunus avium* en *Larix kaempferi*. In twee opeenvolgende jaren zijn 2-3 herkomsten van elke soort gesorteerd door middel van vloeistofscheiden. Dit resulteerde in zaadfracties met verschillende dichtheden. Vaak was de kieming van een fractie beter naarmate de dichtheid van het zaad hoger was. Zaadfracties met de laagste dichtheid kiemden soms helemaal niet of zeer beperkt. Op basis van de kiemcijfers van de verschillende fracties kan dan besloten worden welke fracties uitgezaaid worden. Eventueel kunnen slechter kiemende fracties ook uitgezaaid worden, maar dan dichter of eventueel voor een andere toepassing.

Bij *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus* en *Larix kaempferi* maakte het weinig uit of het vloeistofscheiden vóór of na stratificatie plaatsvond. Bij *Prunus avium* en *Crataegus monogyna* lieten vruchtwanden los tijdens warme stratificatie en deze verstoorden het vloeistofscheiden. *Crataegus*-zaden kunnen daarom het beste vóór de start van de stratificatie gesorteerd worden. Bij *Prunus avium* lukte het sorteren voorafgaand aan de stratificatie niet zo goed. Bij deze soort moet geprobeerd worden het loslaten van vruchtwanden tijdens de warme stratificatie te voorkomen. Dit is mogelijk door het vochtgehalte van het zaad tijdens de stratificatie op 28% te houden, maar dit kan alleen als tijdig met de stratificatie gestart kan worden.

Vloeistofscheiden resulteerde niet in elke partij zaad in een winst in kieming. Dit kan verschillende oorzaken hebben, bijvoorbeeld een niet-optimale stratificatie. Dit kan zowel een te korte, maar ook een te lange stratificatie zijn. Ook het vooraf in water sorteren van het zaad zorgt er vaak voor dat vloeistofscheiden onvoldoende resultaat geeft. Om een goed scheidingsresultaat te krijgen is het nodig aanhangende lucht aan het zaad te verwijderen, omdat deze lucht invloed heeft op de dichtheid. Het verwijderen van aanhangende lucht had vaak geen negatief effect op de kieming. Soms liep de kieming iets terug en kan wellicht een kortere periode van lucht verwijderen uitkomst bieden. In *Acer pseudoplatanus* lukte het in 2005 om in drie goede partijen zaad zaden uit de partij te halen die ruim 95% kieming gaven. Dit was een winst van 5-27% in vergelijking met niet gesorteerd zaad. De lichtste fractie met een kieming van 70% kan dan apart uitgezaaid worden. In 2006 was de zaadkwaliteit duidelijk minder. Vloeistofscheiden verbeterde de kieming met ruim 20%. Dat gold zowel voor gevleugeld zaad, als voor zaad waarvan de vleugel handmatig verwijderd was.

In *Carpinus betulus* had vloeistofscheiden een licht positief effect op de kieming van zowel een goede als een slechte partij zaad in 2005. In 2006 werkte de techniek goed in één partij zaad. In de andere partij trad geen winst op. Deze partij was van te voren al in water geschoond.

In enkele partijen *Crataegus monogyna* zaad resulteerde vloeistofscheiden in een winst in kieming rond 10%. In andere partijen verbeterde vloeistofscheiden de kieming niet.

De kieming van twee partijen *Prunus avium* zaad was laag in 2005. Vloeistofscheiden verbeterde de kieming met ongeveer 20%. In 2006 lieten de kiemresultaten een dusdanig vreemd beeld zien, dat hieruit geen conclusies te trekken waren.

Vloeistofscheiden van *Larix kaempferi* zaad gaf een uitstekend resultaat in 2005 en in een van de twee herkomsten in 2006. Het geringere resultaat in de tweede herkomst in 2006 was toe te schrijven aan het vooraf in water sorteren van dit zaad.

Vloeistofscheiden verbeterde vaak ook de veldopkomst. *Prunus avium* en *Crataegus monogyna* gaven de beste resultaten. In beide soorten verbeterde vloeistofscheiden de opkomst met ruim 20%. Ook in de andere soorten gaf vloeistofscheiden een winst in opkomst tussen 5 en 15%.

De resultaten laten zien dat de techniek perspectief biedt voor de boomkwekerijsector. Voor praktijktoepassing is het noodzakelijk dat de techniek eenvoudig en algemeen toepasbaar is. Hiervoor is ervaring nodig en meer inzicht in de precieze relatie tussen dichtheid en kieming.

Het uiteindelijke rendement en daardoor het economisch perspectief hangt af van een aantal factoren: 1) het gewas, 2) de schaal van toepassing, 3) de oorspronkelijke kwaliteit van de partij zaad, 4) de verbetering die je in een partij kunt bewerkstelligen, 5) wijze van uitzaai en 6) voordelen na uitzaai.





## 2 Inleiding

### 2.1 Algemeen

Niet ieder zaad levert een goede plant op. Dat geldt voor groente- en bloemzaden, maar zeker ook voor zaden van bos- en haagplantsoen. Zaadhandelaar en boomkweker doen er alles aan om een zo goed mogelijke kwaliteit zaden in handen te krijgen. Ze nemen hiervoor diverse maatregelen. Deze maatregelen kunnen liggen op het gebied van selectie door te kiezen voor bepaalde opstanden of zelfs voor bepaalde bomen binnen een opstand. Ook het oogsttijdstip en de positie in de boom beïnvloeden de kwaliteit. Zaden die het eerst van de boom vallen, zijn vaak van mindere kwaliteit dan zaden die wat later vallen. Ook zijn zaden bovenin de boom vaak beter dan zaden onderin.

Nadat de zaden zijn verzameld kan de zaadhandelaar of de boomkweker diverse technieken toepassen om een partij zaad op te waarden. Enkele opties zijn een zeefmachine, een schoningsmachine op basis van een luchtstroom, een soortelijk gewichttafel en scheiden op basis van de hoeveelheid chlorofyl (bladgroen) in het zaad. Een andere optie is het schonen in vloeistoffen. Schonen in water bijvoorbeeld is een techniek die in de boomkwekerij niet onbekend is. Slechte zaden, die vaak rot, leeg of aangeprikt zijn, blijven drijven en goede zaden zinken. Bij beuk en eik werkt deze techniek vaak goed. Andere soorten zaden zijn vaak lastiger in water te sorteren. Sorteren in water heeft nog als bijkomend nadeel dat de hoeveelheid vocht in het zaad kan oplopen. Dit is vooral lastig in combinatie met een geconditioneerde stratificatie, waarbij vocht, temperatuur en tijdsduur van de behandeling zodanig gekozen zijn dat goede en volledige opheffing van de kiemrust plaatsvindt en geen voortijdige kieming vóór uitzaaï. Door de zaden in water te sorteren, kan het vochtgehalte van het zaad dusdanig oplopen, dat een kiemklare partij zaad gaat kiemen voordat zij in het zaabed zit.

In het verleden is gezocht naar andere vloeistoffen om zaden te sorteren. In naaldhout is bijvoorbeeld geëxperimenteerd met het gebruik van alcohol, dat een lagere dichtheid heeft dan water. Hoewel de scheiding vaak goed is, is de schade aan het zaad onacceptabel groot.

Nieuw is het scheiden van zaden in vloeistoffen met een soortelijke dichtheid hoger dan 1. Water heeft bij 4°C een dichtheid van precies 1 en alcohol heeft een dichtheid van 0,8. Vloeistoffen met een dichtheid hoger dan 1 zijn bijvoorbeeld glycerol of water met daarin opgelost zout of suiker (Tabel 1). De dichtheid van een vloeistof bepaalt welke zaden drijven en welke zaden zinken.

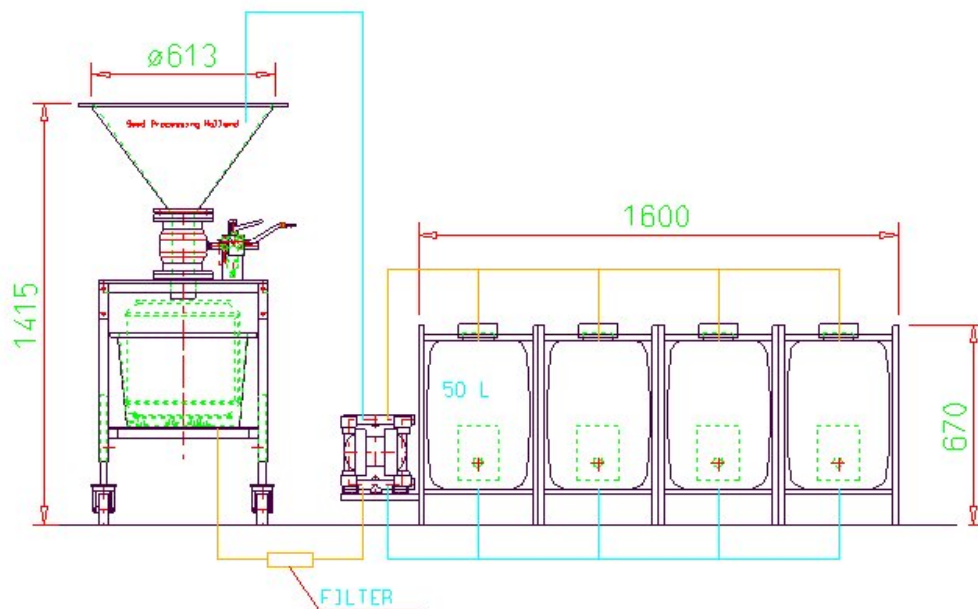
Tabel 1. Soortelijke dichtheid van enkele vloeistoffen die mogelijk voor het sorteren van zaden kunnen worden gebruikt.

Vloeistof	Soortelijke dichtheid (g/cm <sup>3</sup> )
Ethanol	0,79
petroleum ether	0,66
Water	1
Glycerol	1,26
Zout	> 1

De Kooi Zaadtechnologie in Enkhuizen heeft vloeistofscheiden ontwikkeld voor groente- en bloemzaden. De techniek wordt al meer dan 10 jaar met succes toegepast. Bij deze techniek worden de zaden kort (1 minuut) in een vloeistof met een soortelijke dichtheid hoger dan 1 gebracht. Een deel van het zaad zinkt en een deel blijft drijven. Beide fracties kunnen apart afgetapt worden. De lichte drijvende fractie kan eventueel weer in een vloeistof met een iets lagere dichtheid gebracht worden en ook dit resulteert weer in een zware en een lichte fractie. Afhankelijk van de variatie in dichtheid in een partij zaad, kan je verder of minder ver gaan met sorteren. Je krijgt dan dus zaadfracties in handen met verschillende dichtheden. De dichtheid van het zaad correleert met het kiemgedrag. Hoe hoger de dichtheid, des te beter de kieming.

Een groot voordeel van de techniek is dat de gebruikte vloeistoffen voorkómen dat het vochtgehalte van het

zaad oploopt tijdens het scheidingsproces. Bovendien is de techniek volledig reproduceerbaar, waardoor resultaten die zijn behaald op kleine schaal, moeiteloos te vertalen zijn naar productieschaal. De vloeistoffen zijn onschadelijk voor mens, zaad en milieu. De oplossingen zijn eindeloos te hergebruiken na verwijdering van verontreinigingen die met het zaad meekomen.



Figuur 1. De scheidingseenheid die de Kooi Zaadtechnologie gebruikt voor het vloeistofscheiden van zaden. Het ontwerp is van Seed Processing Holland in Enkhuizen. Zaden komen links in de trechter. Vervolgens komt er vloeistof uit een van de vier voorraadvaten bij de zaden. Een deel van het zaad zinkt, een deel blijft drijven. De afsluiter onderaan de trechter gaat open en de zware, zinkende fractie en de vloeistof komen in een gazen trommel die in een bak hangt. Het zaad in de trommel wordt gespoeld en gecentrifugeerd. De vloeistof wordt langs een filter teruggevoerd naar het voorraadvat. De afsluiter onderaan de trechter gaat opnieuw open om de lichtere zaadfractie in een trommel op te vangen. Ook dit zaad wordt gespoeld en gecentrifugeerd en eventueel opnieuw in de trechter gebracht in een vloeistof met een lagere dichtheid. Ook dit resulteert weer in een zware en een lichte fractie die apart afgetapt kunnen worden.

## 2.2 Doelstelling

Het voor boomzaden ontwikkelen en toepasbaar maken van vloeistofscheiding, zoals door de Kooi Zaadtechnologie voor groente- en bloemzaden ontwikkeld. Vloeistofscheiden moet resulteren in het verwijderen van weinig levensvatbare en weinig kiemkrachtige zaden. Dit heeft positieve gevolgen voor opkomst, plantverdeling in het zaai-bed en infectiedruk binnen partijen zaad. De methodiek zal ontwikkeld worden voor zaden van vijf soorten waarbij sorteren met andere technieken lastig is.

## 3 Materiaal en methoden

Effecten van vloeistofscheiden op de kieming en veldopkomst zijn onderzocht in 2004/2005 en in 2005/2006.

### 3.1 Experimenten 2004/2005

In 2004/2005 is het effect van vloeistofscheiden op vijf soorten onderzocht: *Acer pseudoplatanus*, *Carpinus betulus*, *Crataegus monogyna*, *Prunus avium* en *Larix kaempferi*. Van elke soort zijn twee of drie herkomsten met behulp van vloeistofscheiden gesorteerd. Om snel een indruk te krijgen van de kwaliteit van een partij zaad zijn van elke herkomst 100 zaden doorsneden en is het aantal op het oog goede zaden geteld (snijproef).

#### 3.1.1 Stratificatie

Om de kiemrust van de zaden op te heffen zijn de zaden op geconditioneerde manier gestratificeerd, zoals aangegeven in tabel 2. Bij zaden van *Larix kaempferi* is het vochtgehalte van het zaad tijdens de stratificatie niet gecontroleerd. De zaden waren volledig verzadigd met water. Het is niet nodig het vochtgehalte van deze soort tijdens de stratificatie te reduceren en strikt te controleren omdat voortijdige kieming toch niet mogelijk is tijdens de relatief korte koude stratificatie bij 3°C. Bij de andere soorten waren de zaden tijdens de koude stratificatie niet volledig met water verzadigd om voortijdige kieming tijdens de stratificatie te voorkomen. Van deze soorten werd het vochtgehalte tijdens de koude stratificatie regelmatig gecontroleerd en indien nodig, bijgesteld. Het controleren van het vochtgehalte gebeurde regelmatig door weging van het zakje met zaad. Wanneer het gewicht afgenomen was, werd water bijgevoegd. Enkele keren werd een precieze vochtgehaltebepaling gedaan door drie monsters van 5 gram uit de partij te nemen en deze 17 uur in een oven bij 105°C te drogen. Uit het verlies aan gewicht kan dan het vochtgehalte berekend worden. Tijdens de warme stratificatie waren de zaden volledig met water verzadigd, enerzijds omdat dan toch geen voortijdige kieming kan plaatsvinden, anderzijds omdat de opheffing van kiemrust dan beter is. Warme stratificatie vond plaats in een medium van turfmolm (Finn peat A0) en zand. De verhouding van turfmolm en zand was 1:1. Eén deel zaad werd gemengd met drie delen medium. Wekelijks zijn de zaden en het medium gemengd. Voorafgaand aan de warme stratificatie is ervoor gezorgd dat de zaden goed met water verzadigd waren. Zaden van *Carpinus betulus*, *Crataegus monogyna* en *Larix kaempferi* werden gedurende drie opeenvolgende dagen 8 uur te imbiberen gezet in water dat met behulp van een aquariumpomp doorborreld werd. Na 8 uur werden de zaden uit het water gehaald en konden ze uitlekken bij kamertemperatuur. 's Nachts bleven de zaden bij kamertemperatuur staan. De volgende ochtend kwamen ze opnieuw in water te staan. Zaden van *Prunus avium* werden gedurende twee opeenvolgende dagen 4 uur te imbiberen gezet. Na afloop van de warme stratificatie werd het medium over een zeef uitgespoeld en werden de zaden op het vochtgehalte gebracht, zoals aangegeven in tabel 2 en overgezet naar 3°C.

Tabel 2. Overzicht van de stratificatie behandelingen in 2004/2005.

Soort	Stratificatie
<i>Acer pseudoplatanus</i>	15 weken 3°C, 46% vocht
<i>Carpinus betulus</i>	5-6 weken 20°C in turfmolm/zand + 16 weken 3°C, 28% vocht
<i>Crataegus monogyna</i>	10 weken 25°C in turfmolm/zand + 24 weken 3°C, 24% vocht
<i>Larix kaempferi</i>	10 weken 3°C, vocht niet gecontroleerd
<i>Prunus avium</i>	8 weken 20°C in turfmolm/zand + 18 weken 3°C, 28% vocht Herkomst Vaartbos: 7 weken 24°C in turf + 26 weken 3°C, 28% vocht

### 3.1.2 Vloeistofscheiden

Vloeistofscheiden is op twee verschillende momenten toegepast, voorafgaand aan de koude stratificatie en aan het einde van de koude stratificatie. Zaden van *Acer pseudoplatanus* werden voorafgaand aan het vloeistofscheiden op 46% vocht gebracht omdat anders alle zaden bleven drijven in de vloeistoffen. Zaden van *Larix kaempferi* werden om dezelfde reden met water verzadigd. Van de andere soorten was het medium uitgespoeld en waren de zaden op het vochtgehalte gebracht zoals aangegeven in tabel 2.

Om de scheiding van het zaad te verbeteren werd voorafgaand aan het vloeistofscheiden aanhangende lucht van het zaad verwijderd in een exsiccator.

Om te kijken of het transport van het zaad tussen Boskoop en Enkhuizen geen effect had op de kieming, is een deel van het getransporteerde zaad niet gesorteerd. Ook is gekeken naar het effect van het verwijderen van de aanhangende lucht van het zaad.

Afhankelijk van de variatie in dichtheid in een partij zaad, is de partij in een aantal fracties met verschillende dichtheden verdeeld. Het aantal dichtheidfracties varieerde tussen 3 en 5.

### 3.1.3 Kieming en veldopkomst

Om te kijken of er een relatie is tussen de dichtheid van het zaad en de kieming is van elke dichtheidsfractie zaad de kieming bepaald. Dit is gebeurd bij 15°C (*Larix kaempferi*) of bij 10°C (andere soorten). Drie herhalingen van elk 50 zaden zijn te kiemen gezet op vochtig filtreerpapier. Naar aanleiding van de kiemcijfers in het laboratorium is van elke soort één herkomst gekozen die is uitgezaaid op de PPO Proeftuin in Noordbroek. Van elke zaadfractie zijn 2 herhalingen van elk 225 zaden uitgezaaid op 1,5 m bed

## 3.2 Experimenten 2005/2006

In het tweede projectjaar is gewerkt met dezelfde soorten als in het eerste jaar. Ook nu is weer met verschillende herkomsten per soort gewerkt. In *Acer pseudoplatanus* is vloeistofscheiden vergeleken in gevleugeld en ontvleugeld zaad. Het ontvleugelen van het zaad is met de hand gebeurd.

### 3.2.1 Stratificatie

In enkele gevallen week de stratificatie iets af van die in 2004/2005. Een volledig overzicht van alle stratificatiebehandelingen staat in tabel 3. Verdere details over de stratificatie zijn eerder vermeld in hoofdstuk 3.1.1.

Tabel 3. Overzicht van de stratificatie behandelingen in 2005/2006.

Soort	Stratificatie
<i>Acer pseudoplatanus</i>	15 of 19 weken 3°C, 46% vocht
<i>Carpinus betulus</i>	5-6 weken 20°C in turfmolm/zand + 16 weken 3°C, 28% vocht
<i>Crataegus monogyna</i>	10 weken 25°C in turfmolm/zand + 21 weken 3°C, 22% vocht (Italië 2003 en 2004), daarna 4 weken -2°C 10 weken 25°C in turfmolm/zand + 25 weken 3°C, 22% vocht (Oost-Europa 2004)
<i>Larix kaempferi</i>	6 weken 3°C, vocht niet gecontroleerd
<i>Prunus avium</i>	2 weken 20°C, 6 weken 3°C, 2 weken 20°C, 2 weken 3° 2 weken 20°C, 16 weken 3°C, 28% vocht

### 3.2.2 Vloeistofscheiden

In het tweede projectjaar is vloeistofscheiden alleen vóór aanvang van de stratificatie uitgevoerd. De zaden waren op vocht gebracht van te voren, zoals beschreven in hoofdstuk 3.1.1. Voorafgaand aan het vloeistofscheiden werd aanhangende lucht verwijderd in een exsiccator.

Om te kijken of het transport van het zaad tussen Boskoop en Enkhuizen geen effect had op de kieming, is een deel van het zaad niet gesorteerd, maar alleen getransporteerd tussen Boskoop en Enkhuizen v.v. Ook is gekeken naar het effect van het verwijderen van de aanhangende lucht van het zaad.

Afhankelijk van de variatie in dichtheid in een partij zaad, is de partij in een aantal fracties met verschillende dichtheden verdeeld. Het aantal dichtheidfracties varieerde tussen 3 en 7.

### 3.2.3 Kieming en veldopkomst

Na stratificatie is van elke dichtheidsfractie zaad en van de verschillende controles de kieming bepaald bij 15°C (*Larix kaempferi*) of bij 10°C (andere soorten). Drie herhalingen van elk 50 zaden zijn te kiemen gezet op vochtig filtreerpapier. Ook zijn zaden uitgezaaid op verschillende bedrijven. *Acer pseudoplatanus* en *Prunus avium* zijn uitgezaaid door Boomkwekerijen Ladders BV in Wernhout, *Crataegus monogyna* is uitgezaaid door P.C.C. van Hasselt uit Zundert en *Larix kaempferi* is uitgezaaid door Boomkwekerijen de Rutven in Wernhout.



## 4 Resultaten

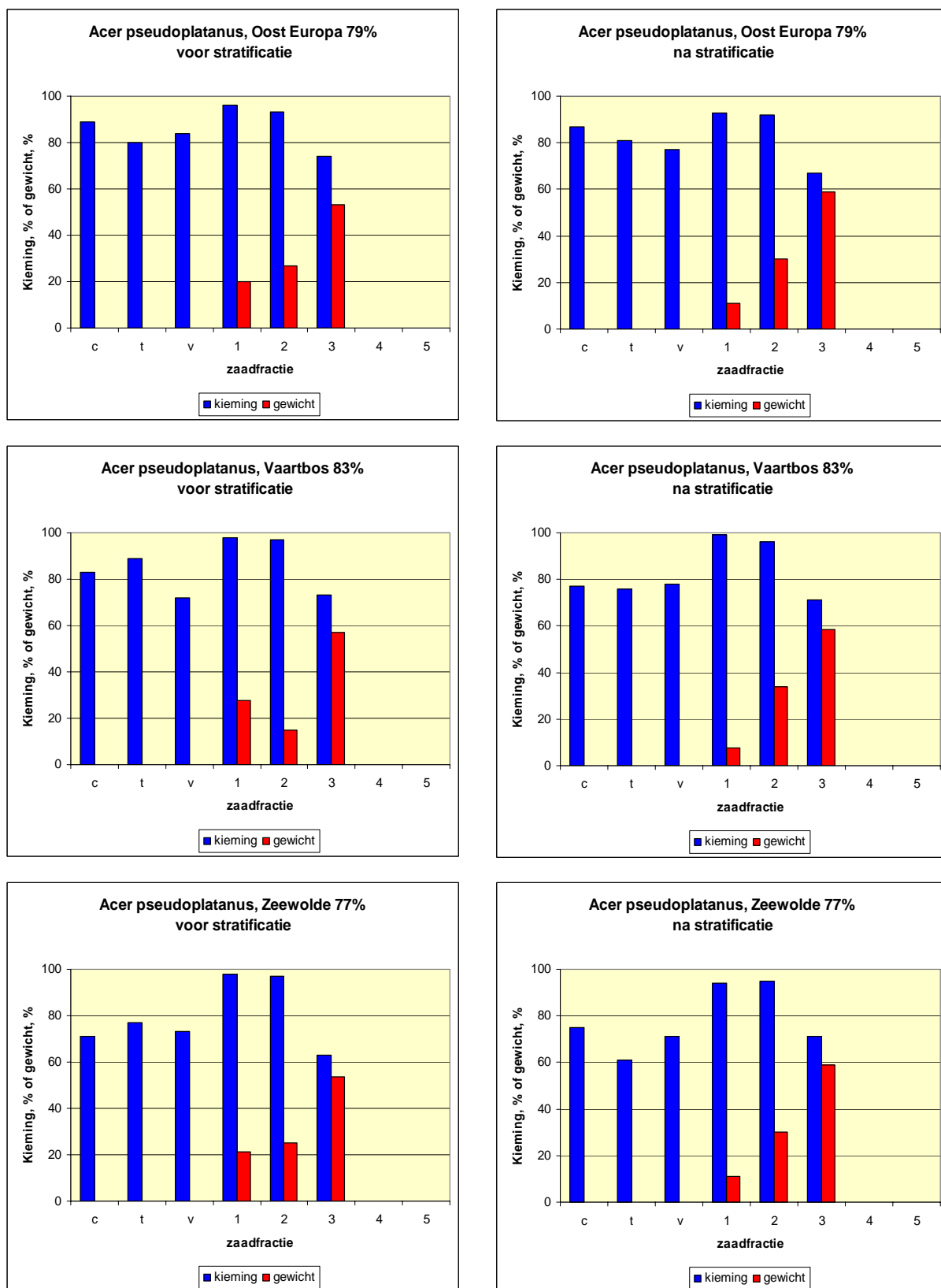
### 4.1 Experimenten 2004/2005

#### 4.1.1 Acer pseudoplatanus

Tabel 4. Proefgegevens van *Acer pseudoplatanus* in 2004/2005.

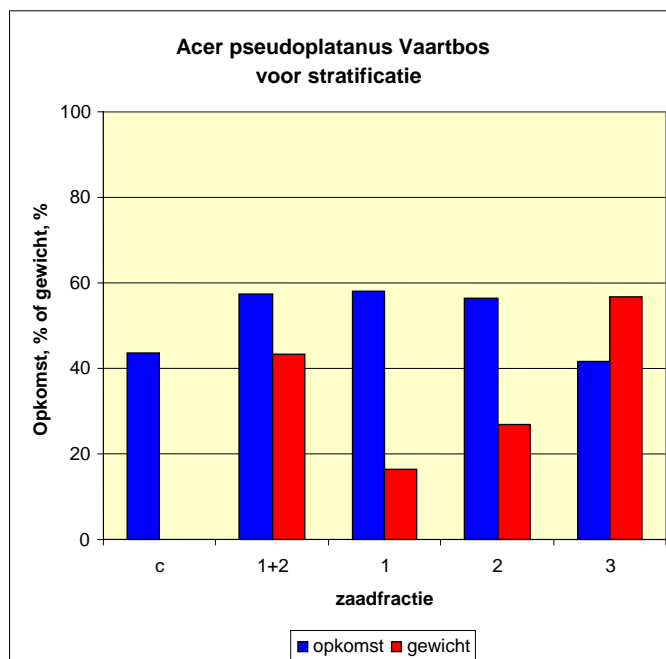
Soort	Acer pseudoplatanus
Herkomst	Oost-Europa, Vaartbos en Zeewolde
Snijproef	79 (Oost-Europa), 83 (Vaartbos) en 77 (Zeewolde)
Stratificatie	15 weken 3°C, 46% vocht
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór en na koude stratificatie
Sorteerfracties vóór koude stratificatie	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.060 2 = 1.000 – 1.060 3 < 1.000
Sorteerfracties na koude stratificatie	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.030 2 = 1.000 – 1.030 3 < 1.000

Kiemingsresultaten van de drie herkomsten *Acer pseudoplatanus* lieten een vergelijkbaar beeld zien (Figuur 2). Transport tussen Boskoop en Enkhuizen beïnvloedde de kieming nauwelijks. Het verwijderen van aanhangende lucht aan het zaad had geen negatief effect op de kieming van het zaad. Vloeistofscheiden vóór en na stratificatie gaf vergelijkbare resultaten. De zaden werden in drie dichtheidsfracties verdeeld. De hoge dichtheidsfracties 1 en 2 kiemden beter dan zaden die niet gesorteerd waren. De verbetering in kieming lag tussen 10 en 30%. De dichtheidsfracties 1 en 2 maakten echter maar 40-50% van het totale zaadgewicht uit. De fractie met de laagste dichtheid die in water, dat een dichtheid van 1 heeft, bleef drijven, gaf 20-30% minder kieming dan niet gesorteerd zaad. In deze laagste dichtheidsfractie zat 50-60% van het zaad. Om een beter sorteeresultaat te krijgen, moet het verwijderen van aanhangende lucht aan het zaad verbeterd worden, zodat meer zaden in zwaardere fracties komen. Bij de partijen die in 2004/2005 gesorteerd werden, volstond water als scheidingsvloeistof. Vloeistoffen met een dichtheid hoger dan 1 hadden hier geen meerwaarde. Van de herkomst Vaartbos werden zaden uitgezaaid op de Proeftuin Noordbroek (Figuur 3). De veldopkomst lag 30-40% lager dan de kieming in het laboratorium. Tendensen waren vergelijkbaar met die in de kiemtesten. De fracties met de hoogste dichtheid gaven de beste veldopkomst. In vergelijking met niet gesorteerde zaden was een winst van 14% in veldopkomst mogelijk.



Figuur 2. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Acer pseudoplatanus*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór of na koude stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 4.



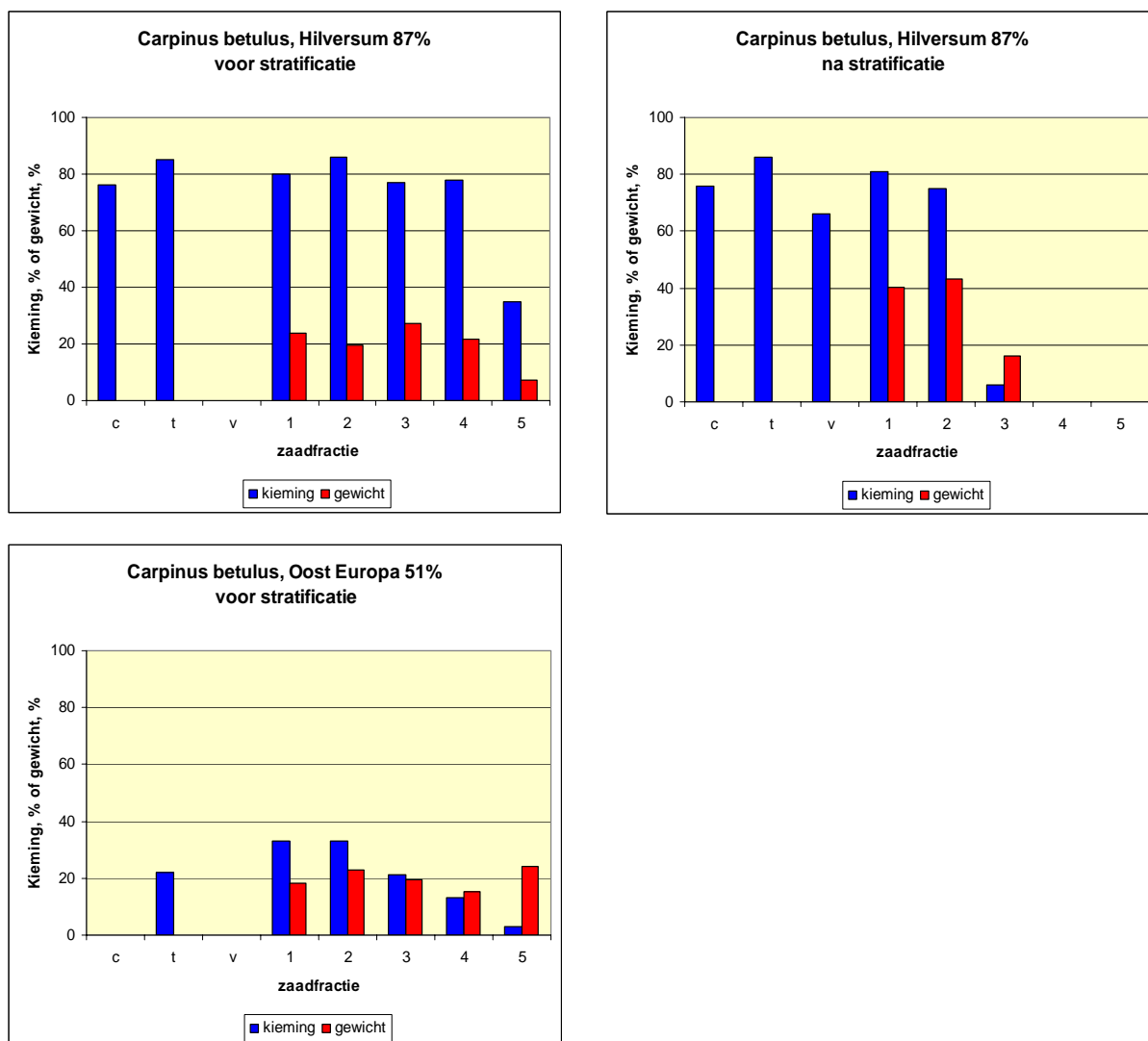


Figuur 3. Het effect van vloeistofscheiden op de veldopkomst van *Acer pseudoplatanus*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór stratificatie. Zie verder bijschrift figuur 2.

#### 4.1.2 Carpinus betulus

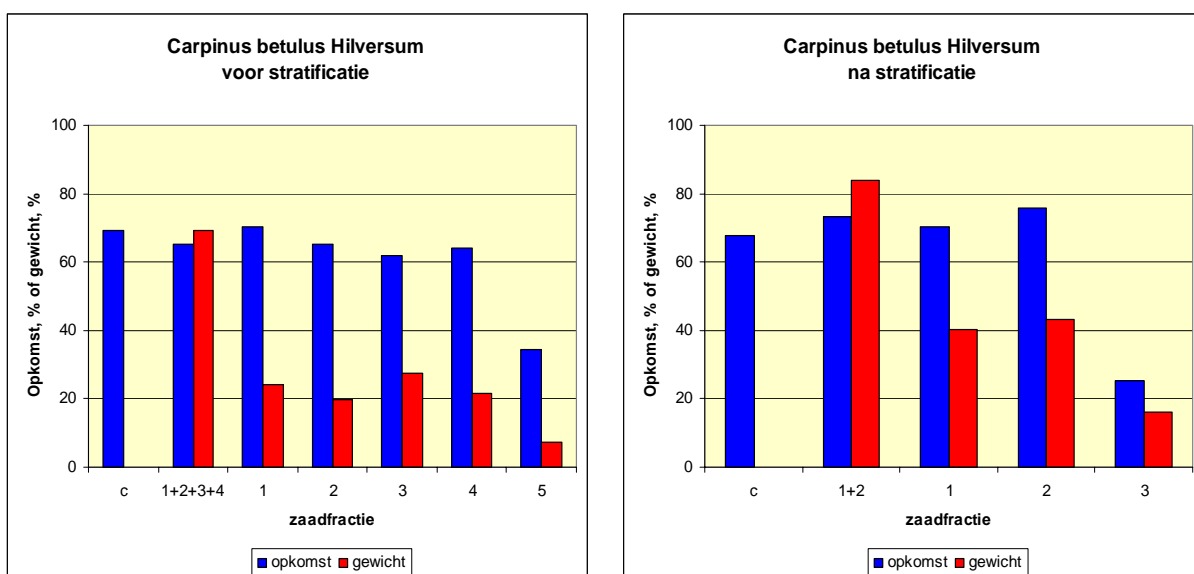
Tabel 5. Proefgegevens van *Carpinus betulus* in 2004/2005.

Soort	Carpinus betulus
Herkomst	Hilversum, Oost-Europa
Snijproef	87 (Hilversum), 51 (Oost-Europa)
Stratificatie	5-6 weken 20°C in turfmolm/zand + 16 weken 3°C, 28% vocht
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór en na koude stratificatie
Sorteerfracties vóór koude stratificatie Hilversum	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. 1 > 1.230 2 = 1.1215 – 1.230 3 = 1.195 – 1.1215 4 = 1.175 – 1.195 5 < 1.175
Sorteerfracties vóór koude stratificatie Oost-Europa	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. 1 > 1.19 2 = 1.17 – 1.19 3 = 1.15 – 1.17 4 = 1.13 – 1.15 5 < 1.13
Sorteerfracties na koude stratificatie	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.225 2 = 1.190 – 1.225 3 < 1.190



Figuur 4. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Carpinus betulus*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór of na koude stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 5.

*Carpinus betulus* zaden, herkomst Hilversum lieten een goede kieming zien. Herkomst Oost-Europa kiemde slecht. Transport van het zaad tussen Boskoop en Enkhuizen had geen negatief effect op de kieming. Verwijderen van aanhangende lucht aan het zaad deed de kieming licht afnemen. Vloeistofscheiden kan zowel vóór als na stratificatie toegepast worden. Op beide tijdstippen resulteerde het in dichtheidsfracties met verschillend kiemgedrag. De zwaarste fracties kiemden het best. De zaden van herkomst Hilversum waren door de zaadleverancier vóór levering al in water opgeschoond. Het is aannemelijk dat het effect van vloeistofscheiden groter was geweest, als de zaden niet van tevoren in water geschoond waren. Zaden van herkomst Hilversum zijn ook buiten uitgezaaid (Figuur 5). De opkomst was goed en tendensen waren vergelijkbaar met die van de kiemtesten.



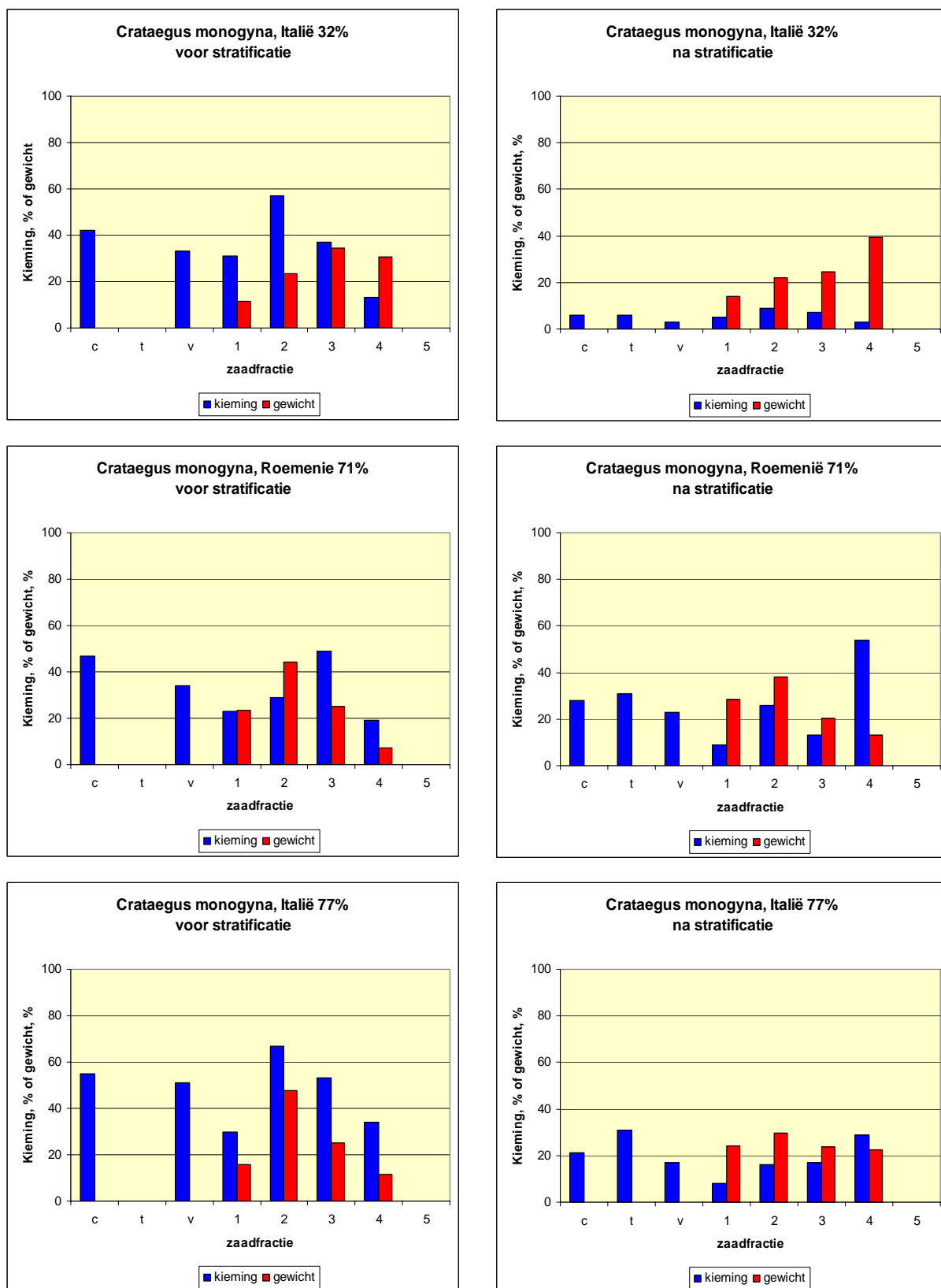
Figuur 5. Het effect van vloeistofscheiden op de veldopkomst van *Carpinus betulus*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór of na koude stratificatie. Zie verder bijschrift figuur 4.

#### 4.1.3 Crataegus monogyna

Tabel 6. Proefgegevens van *Crataegus monogyna* in 2004/2005.

Soort	Crataegus monogyna
Herkomst	Italië, Italië en Roemenië
Snijproef	32 (Italië), 77 (Italië) en 71 (Roemenië)
Stratificatie	10 weken 25°C in turf/molm/zand + 24 weken 3°C, 24% vocht
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór en na koude stratificatie
Sorteerfracties vóór koude stratificatie	C = controle V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.300 2 = 1.260 – 1.300 3 = 1.175 – 1.260 4 < 1.175
Sorteerfracties na koude stratificatie	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.290 2 = 1.255 – 1.290 3 = 1.170 – 1.255 4 < 1.170

Tijdens de warme stratificatie van *Crataegus monogyna* liet een deel van de vruchtwanden los. De lege doppen kwamen bij vloeistofscheiden in de zware fractie 1 terecht. De niet-gekiemde embryos kwamen in de lichtste fractie 4 terecht. Het verwijderen van aanhangende lucht aan het zaad had over het algemeen een licht negatief effect op de kieming. Vloeistofscheiden vóór stratificatie gaf over het algemeen betere resultaten dan vloeistofscheiden na stratificatie (Figuur 6). Als vloeistofscheiden vóór stratificatie was toegepast, kiemden de fracties 2 en 3 het beste. Als vloeistofscheiden na stratificatie was toegepast, was er geen duidelijke relatie tussen de dichtheid van het zaad en de kieming. Buiten kwam *Crataegus monogyna* vrijwel niet op.



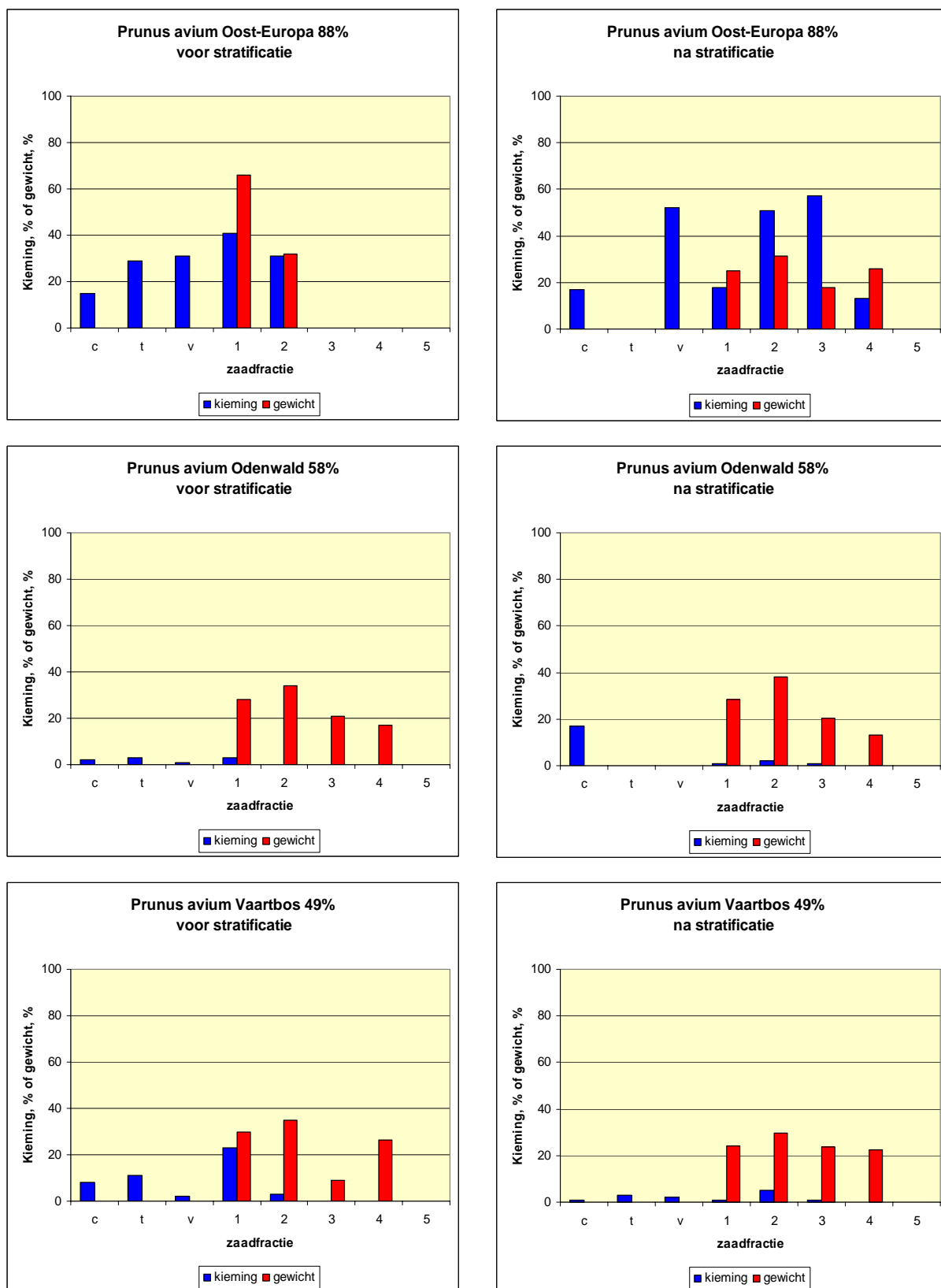
Figuur 6. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Crataegus monogyna*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór of na koude stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 6.

#### 4.1.4 Prunus avium

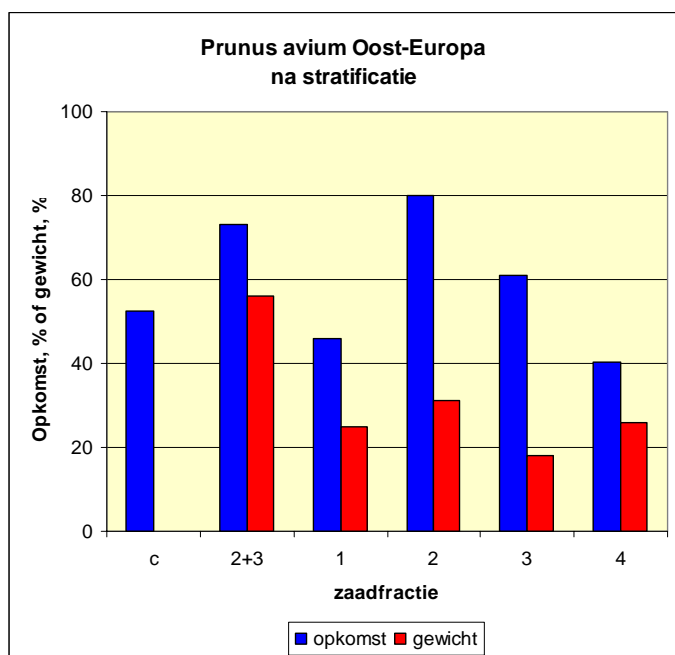
Tabel 7. Proefgegevens van *Prunus avium* in 2004/2005.

Soort	Prunus avium
Herkomst	Odenwald, Vaartbos en Oost-Europa
Snijproef	58 (Odenwald), 49 (Vaartbos) en 88 (Oost-Europa)
Stratificatie	8 weken 20°C in turf/molm/zand + 18 weken 3°C, 28 % vocht Herkomst Vaartbos: 7 weken 24°C in turf + 26 weken 3°C, 28% vocht
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór en na koude stratificatie
Sorteerfracties vóór koude stratificatie Odenwald en Vaartbos	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 = 1.21 – 1.29 2 = 1.18 – 1.21 3 = 1.13 – 1.18 4 < 1.13
Sorteerfracties vóór koude stratificatie Oost-Europa	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.29 2 = 1.18 – 1.21
Sorteerfracties na koude stratificatie Odenwald en Vaartbos	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 = 1.20 – 1.22 2 = 1.155 – 1.20 3 = 1.10 – 1.155 4 < 1.10
Sorteerfracties na koude stratificatie Oost-Europa	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.22 2 = 1.20 – 1.22 3 = 1.155 – 1.20 4 < 1.10 – 1.155

Net als bij *Crataegus monogyna* liet een deel van de vruchtwanden van *Prunus avium* los tijdens de warme stratificatie. Tijdens het vloeistofscheiden kwamen de lege doppen in fractie 1 terecht. *Prunus avium* kiemde slecht in de kiemtesten. Hierdoor waren bij twee van de drie herkomsten geen uitspraken mogelijk over een eventueel effect van vloeistofscheiden. Bij herkomst Oost-Europa waren er wel verschillen in kieming van verschillende dichtheidsfracties. Zaden van herkomst Oost-Europa werden uitgezaaid op de Proeftuin Noordbroek. Tussen de start van de kiemtesten en uitzaai buiten zaten nog ruim 5 weken. Deze 5 weken extra stratificatie hadden duidelijk een positief effect op de opkomst, die een stuk hoger lag dan de kieming in het laboratorium. De fractie met de lege doppen (fractie 1) en de fractie met de laagste dichtheid (fractie 4) kiemden duidelijk slechter dan de fracties 2 en 3. Uitzaaai van deze twee fracties leverde een aanzienlijke winst op in vergelijking met niet gesorteerd zaad.



Figuur 7. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Prunus avium*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór of na koude stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 7.

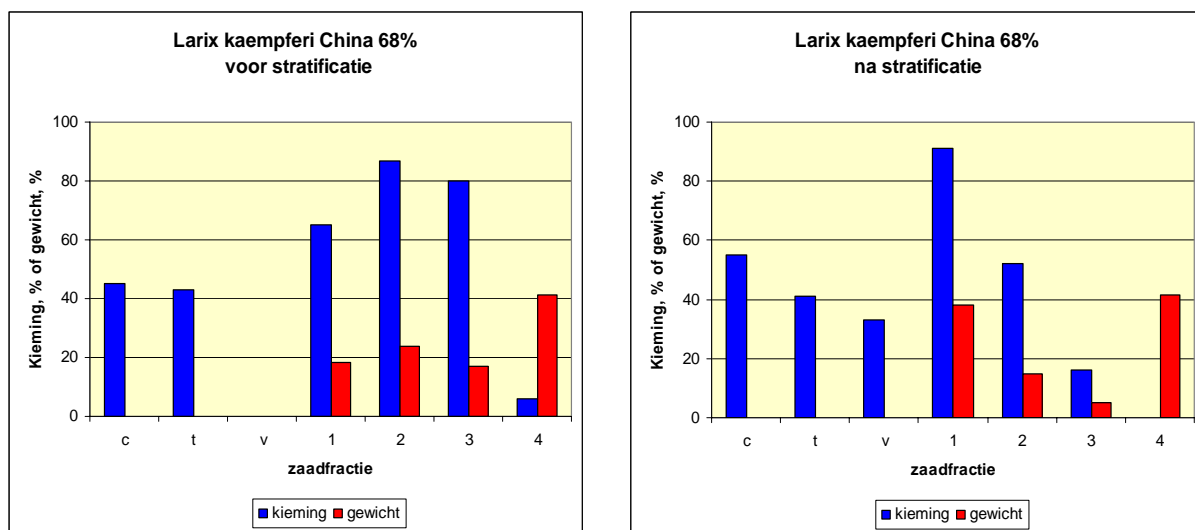


Figuur 8. Het effect van vloeistofscheiden op de veldopkomst van *Prunus avium*. Vloeistofscheiden gebeurde na koude stratificatie. Zie verder bijschrift figuur 7.

#### 4.1.5 Larix kaempferi

Tabel 8. Proefgegevens van *Larix kaempferi* in 2004/2005.

Soort	Larix kaempferi
Herkomst	China en Japan
Snijproef	68 (China), 35 (Japan)
Stratificatie	10 weken 3°C, vocht niet gecontroleerd
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór en na koude stratificatie
Sorteerfracties vóór koude stratificatie	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. 1 > 1.140 2 = 1.125 – 1.140 3 = 1.095 – 1.125 4 < 1.095
Sorteerfracties na koude stratificatie	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.110 2 = 1.075 – 1.110 3 = 1.025 – 1.075 4 < 1.025



Figuur 9. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Larix kaempferi*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór of na koude stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 8.

Herkomst Japan kiemde helemaal niet, herkomst China kiemde goed in het laboratorium. Het verwijderen van aanhangende lucht na stratificatie deed de kieming van *Larix kaempferi* wat afnemen. Hetzelfde gold voor transport tussen Boskoop en Enkhuizen. Wanneer vloeistofscheiden vóór stratificatie werd toegepast, liet de zwaarste fractie (fractie 1) een wat lagere kieming zien dan fracties 2 en 3. Fractie 4 kiemde vrijwel niet. Wanneer vloeistofscheiden na stratificatie werd toegepast, was er een heel duidelijke correlatie tussen de dichtheid van het zaad en de kieming. Door het verwijderen van fracties met slechte kieming kan in deze soort een enorme winst in kieming gehaald worden. Buiten kwamen vrijwel geen zaden op.

## 4.2 Experimenten 2005/2006

### 4.2.1 Acer pseudoplatanus

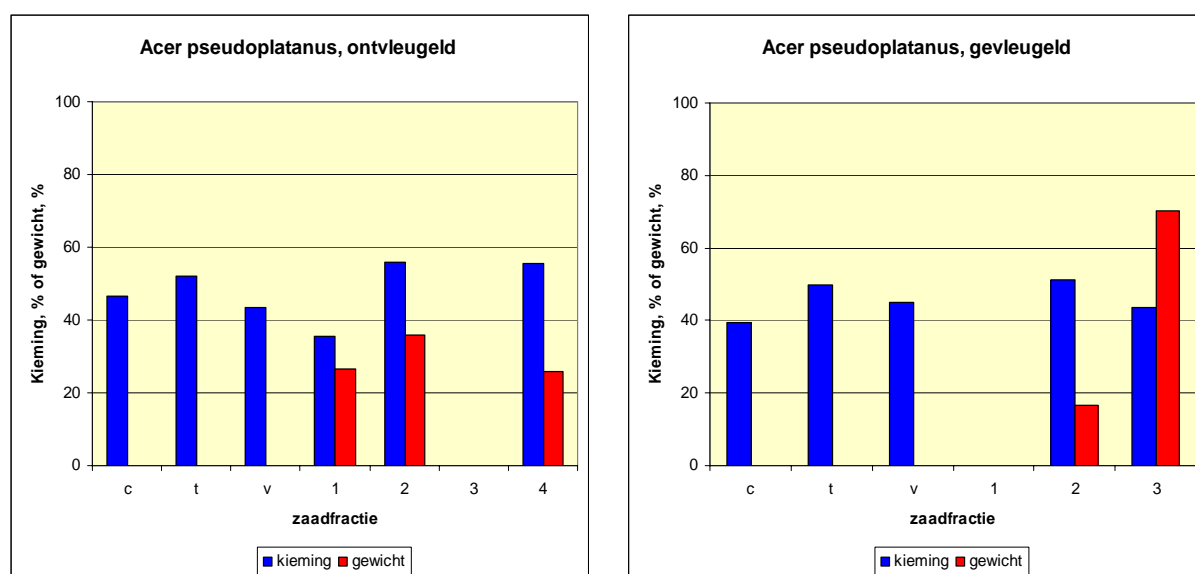
In zowel gevleugeld als ontvleugeld zaad had transport van het zaad tussen Boskoop en Enkhuizen geen negatief effect op de kieming (figuur 10). Het verwijderen van aanhangende lucht aan het zaad had eveneens geen negatief effect. In ontvleugeld zaad gaf de zwaarste fractie minder kieming dan de lichtere fracties. De lichtste fractie (fractie 4) bleef in water drijven. Dit was 26% van het zaad. Het uitzaaien van fracties 2, 3 en 4 gaf een verbetering in kieming van 23% in vergelijking met de niet gesorteerde zaden. In gevleugeld zaad gaven alle sorteerfracties een betere kieming dan niet gesorteerd zaad. Nu bleef 70% van het zaad drijven in water (fractie 3).

Deze eerste serie kiemprouven was reeds op 7 maart 2006 gestart. Omdat zaden eind april geleverd moesten worden aan Ladders Boomkwekerijen voor uitzaai buiten, is op 4 april een nieuwe kiemttest ingezet. De resultaten hiervan staan in figuur 11. Na 19 weken stratificatie was er minder effect van vloeistofscheiden dan na 15 weken stratificatie. Ook nu kiemde de zwaarste fractie (fractie 1) ontvleugeld zaad slechter dan de lichtere fracties. In gevleugeld zaad was weinig effect van vloeistofscheiden te zien. Na uitzaai buiten was eveneens geen positief effect van vloeistofscheiden te zien (Tabel 10).

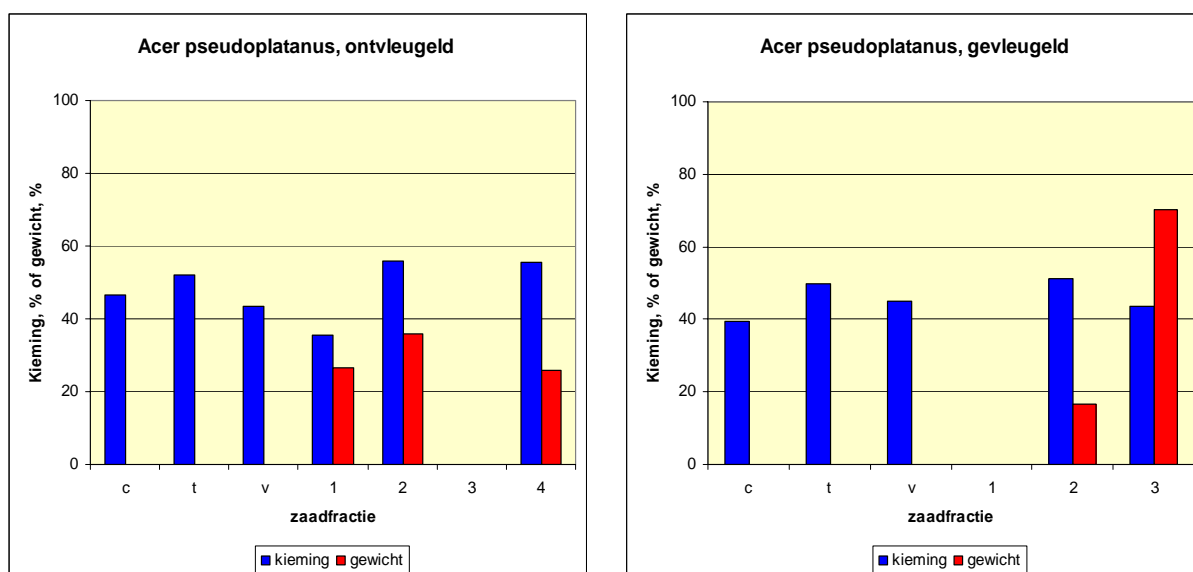


Tabel 9. Proefgegevens van *Acer pseudoplatanus* in 2005/2006.

Soort	<i>Acer pseudoplatanus</i>
Herkomst	Vaartbos, gevleugeld en ontvleugeld
Stratificatie	15 of 19 weken 3°C, 46% vocht
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór koude stratificatie
Sorteerfracties ontvleugeld	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.090 2 = 1.030 – 1.090 3 = 1.000 – 1.030 4 < 1.000
Sorteerfracties gevleugeld	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.060 2 = 1.030 – 1.060 3 < 1.000



Figuur 10. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van gevleugeld en ontvleugeld zaad van *Acer pseudoplatanus* na 15 weken stratificatie bij 3°C. Vloeistofscheiden gebeurde vóór koude stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 9.



Figuur 11. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van gevleugeld en ontvleugeld zaad van *Acer pseudoplatanus* na 19 weken stratificatie bij 3°C. Vloeistofscheiden gebeurde vóór koude stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 9.

Tabel 10. Het effect van vloeistofscheiden vóór stratificatie op de opkomst van gevleugeld en ontvleugeld zaad van *Acer pseudoplatanus* na 19 weken stratificatie bij 3°C. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 9.

met/zonder vleugel	Wel/niet gesorteerd	zaadfracties	Opkomst
met	Niet	c	21
Met	Wel	3	19
Zonder	Niet	c	31
Zonder	Wel	2 en 4	25



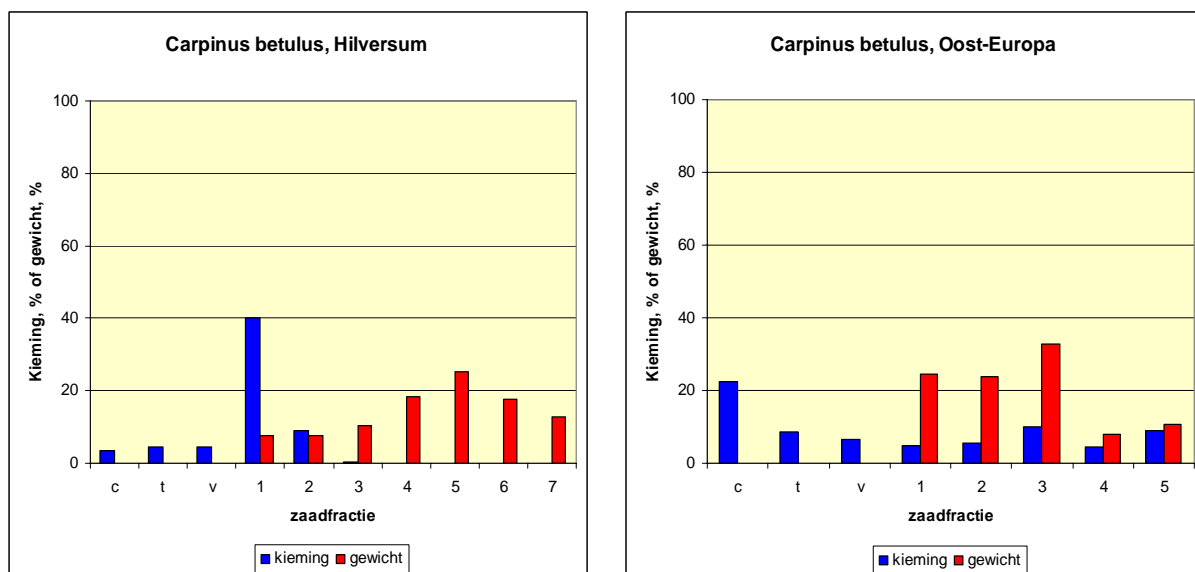
Uitzaaioproef van *Acer pseudoplatanus* bij Loders Boomkwekerijen in Wernhout. In deze proef was geen positief effect van vloeistofscheiden in het veld te zien.

#### 4.2.2 *Carpinus betulus*

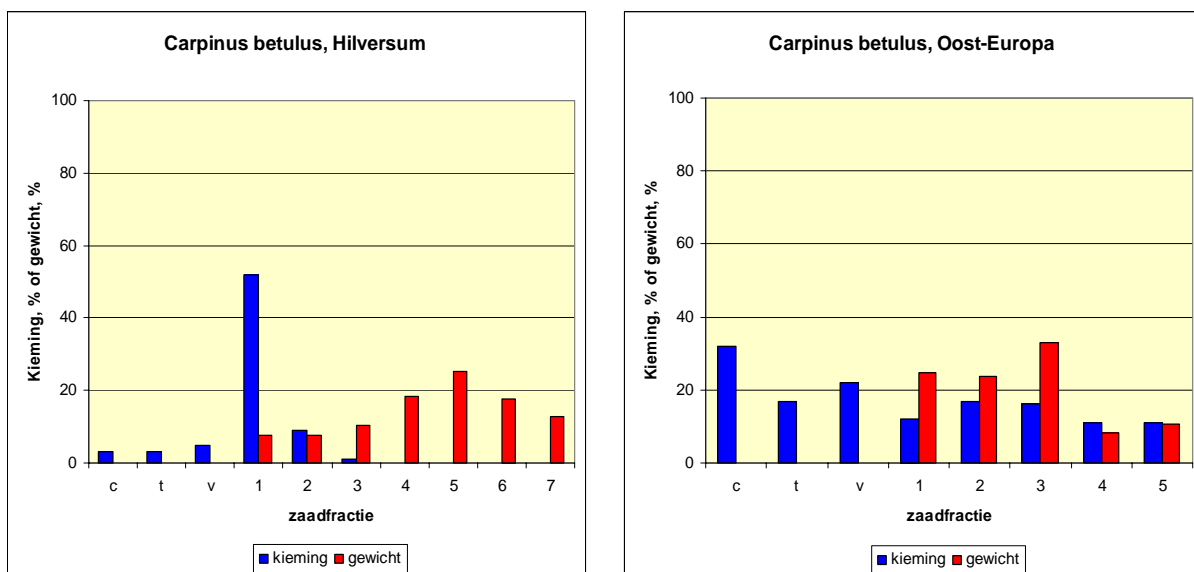
Beide herkomsten *Carpinus betulus* kiemden slecht (Figuur 12). Niet gesorteerd zaad van de herkomst Hilversum kiemde vrijwel niet. Over effecten van transport en lucht verwijderen zijn daarom geen uitspraken mogelijk. In herkomst Oost-Europa gaf het getransporteerde zaad 10% minder kieming dan het niet-getransporteerde zaad. Lucht verwijderen had geen negatief effect op de kieming. In herkomst Hilversum lukte het een fractie eruit te halen die 40% kieming gaf. Dit was een winst van 37% in vergelijking met het niet-gesorteerde zaad. Bij herkomst Oost-Europa had vloeistofscheiden geen effect. Omdat de zaden eigenlijk te kort gestratificeerd waren op het moment dat de kiemtesten ingezet werden, werden 6 weken later nieuwe kiemtesten ingezet (Figuur 13). De kieming van beide herkomsten was iets beter dan 6 weken daarvoor. Tendensen waren hetzelfde. In herkomst Hilversum sprong fractie 1 eruit: 52% kieming in vergelijking met 3% kieming van het niet-gesorteerde zaad. In herkomst Oost-Europa gaf vloeistofscheiden geen verbetering van de kieming. Zaden van deze soort zijn niet buiten uitgezaaid.

Tabel 11. Proefgegevens van *Carpinus betulus* in 2005/2006.

Soort	<i>Carpinus betulus</i>
Herkomst	Hilversum, Oost-Europa
Stratificatie	5 (OE) of 6 (HIL) weken 20°C in turfmolm/zand gevolgd door 16 of 22 weken 3°C, 28% vocht
Sorteerfracties Hilversum	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.180 2 = 1.125 – 1.180 3 = 1.090 – 1.125 4 = 1.050 – 1.090 5 = 1.030 – 1.050 6 = 1.000 – 1.030 7 < 1.000
Sorteerfracties Oost-Europa	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.245 2 = 1.235 – 1.245 3 = 1.220 – 1.235 4 = 1.180 – 1.235 5 < 1.180
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór warme stratificatie



Figuur 12. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Carpinus betulus* na 5 (OE) of 6 (HIL) weken 20°C gevolgd door 16 weken 3°C. Vloeistofscheiden gebeurde vóór warme stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 11.



Figuur 13. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Carpinus betulus* na 5 (OE) of 6 (HIL) weken 20°C gevolgd door 22 weken 3°C. Vloeistofscheiden gebeurde vóór warme stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 11.

### 4.2.3 Crataegus monogyna

Tabel 12. Proefgegevens van *Crataegus monogyna* in 2005/2006.

Soort	Crataegus monogyna
Herkomst	Italië 2004, Italië 2003, Oost-Europa 2004
Stratificatie	10 weken 25°C in turfmolm/zand gevolgd door 21 weken 3°C, 22% vocht (Italië 2003 en 2004), daarna 4 weken -2°C 10 weken 25°C in turfmolm/zand gevolgd door 25 weken 3°C, 22% vocht (Oost-Europa 2004)
Sorteerfracties alle herkomsten	C = controle 1 > 1.290 2 = 1.250 – 1.290 3 < 1.250
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór warme stratificatie

In alle herkomsten was er een duidelijk verband tussen de dichtheid van het zaad en de kieming. De zwaarste fractie (fractie 1) kiemde het beste. De fracties 2 en 3 kiemden slecht. Door verwijdering van de fracties 2 en 3 nam de kieming van herkomst Italië 2003 met 15% toe en de kieming van herkomst Italië 2004 met 11%. In herkomst Oost-Europa gaf vloeistofscheiden geen verbetering van de kieming.

Zaden zijn uitgezaaid door P.C.C. van Hasselt uit Zundert. Beide Italiaanse herkomsten zijn daarbij samengevoegd. Uitgezaaid zijn de fracties 1 en de niet-gesorteerde zaden.

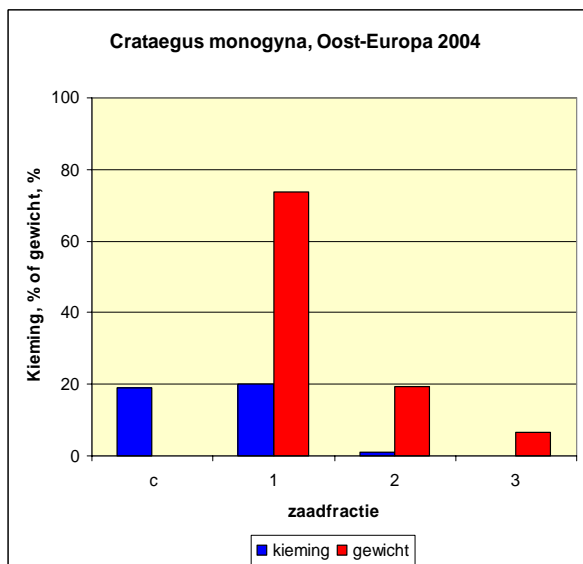
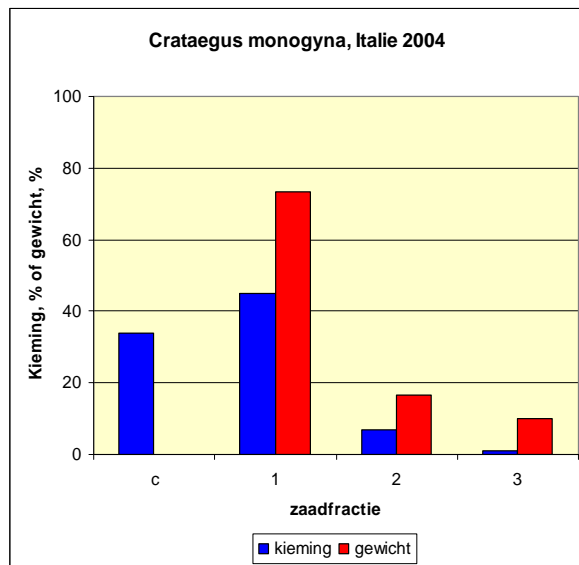
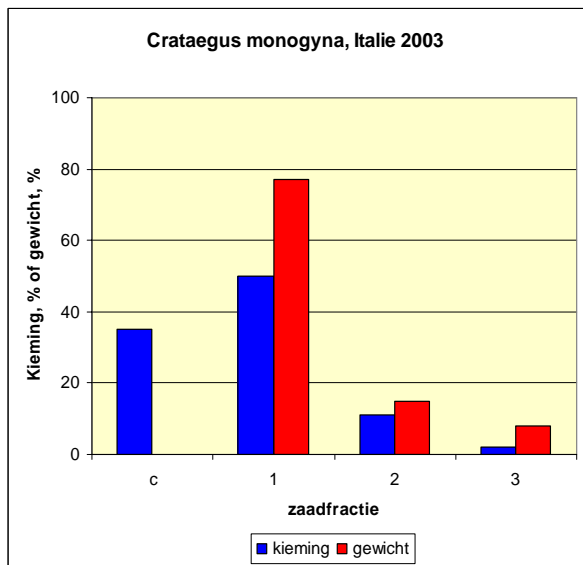
Vloeistofscheiden gaf een aanzienlijke verbetering van de veldopkomst. De veldopkomst was beter dan de kieming in het laboratorium.

Tabel 13. Het effect van vloeistofscheiden vóór warme stratificatie op de opkomst van *Crataegus monogyna* zaad. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 12.

Wel/niet gesorteerd	zaadfracties	Opkomst
Niet	C	47
Wel	1	69



Uitzaaioproef van *Crataegus monogyna* bij P.C.C. van Hasselt in Zundert. Vloeistofscheiden verbeterde de opkomst met 22%.

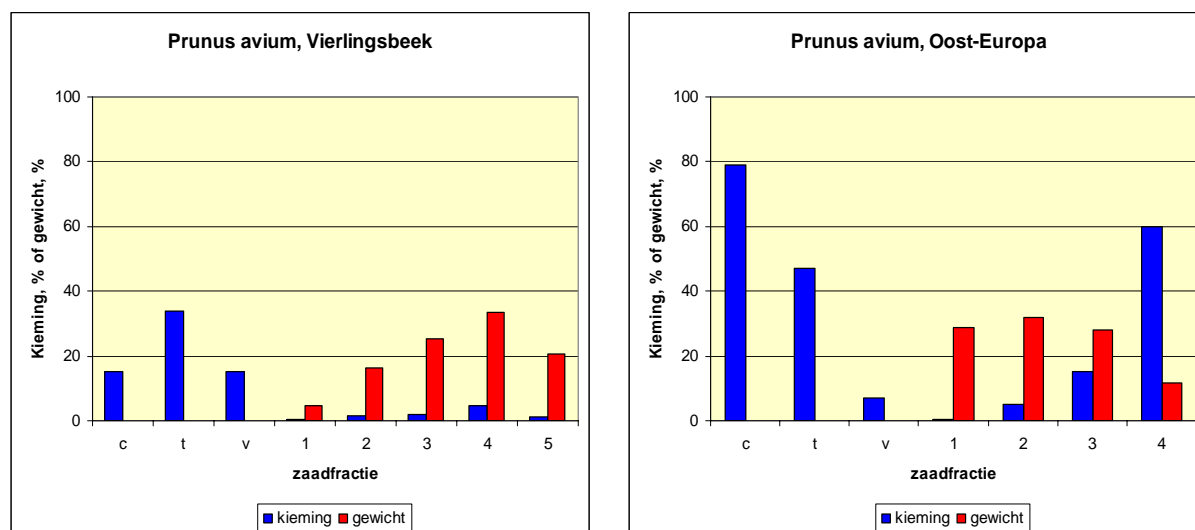


Figuur 14. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Crataegus monogyna*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór warme stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 12.

#### 4.2.4 Prunus avium

Tabel 14. Proefgegevens van *Prunus avium* in 2005/2006.

Soort	Prunus avium
Herkomst	Vierlingsbeek en Oost-Europa
Stratificatie	2 weken 20°C, 6 weken 3°C, 2 weken 20°C, 2 weken 3°C, 2 weken 20°C, 16 weken 3°C, 28% vocht
Sorteerfracties Vierlingsbeek	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 = 1.240 – 1.250 2 = 1.230 – 1.240 3 = 1.220 – 1.230 4 = 1.200 – 1.220 5 < 1.200
Sorteerfracties Oost-Europa	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.250 2 = 1.240 – 1.250 3 = 1.230 – 1.240 4 < 1.230
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór warme stratificatie



Figuur 15. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Prunus avium*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór de start van de stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 10°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 14.

Beide herkomsten lieten een onverklaarbaar beeld zien. Van herkomst Vierlingsbeek kiemden alle sorteerfracties slecht. Zaad dat getransporteerd was tussen Boskoop en Enkhuizen kiemde beter dan het niet-getransporteerde zaad. Het verwijderen van aanhangende lucht aan het zaad deed de kieming afnemen. In herkomst Oost-Europa was de kieming beter naarmate de dichtheid lager was. Dit is vreemd, zeker omdat de

zaden in fractie 4 gaatjes hadden. Ook de dramatische effecten van transport en lucht verwijderen van het zaad zijn onverklaarbaar. Herkomst Vierlingsbeek is 8 weken later nog een keer te kiemen gezet. De kieming lag ongeveer 10% hoger, maar tendensen waren precies hetzelfde (niet getoond). Van herkomst Vierlingsbeek zijn drie 3 fracties aan Boomkwekerijen Ladders geleverd voor uitzaaï. De opkomstgegevens lieten hetzelfde beeld zien als de kiemingsgegevens (Tabel 15).

Tabel 15. Het effect van vloeistofscheiden vóór de start van de stratificatie op de opkomst van *Prunus avium* zaad. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 14.

Behandeling	Zaadfracties	Opkomst
Niet gesorteerd, geen transport	c	46
Niet gesorteerd, wel transport	t	23
wel gesorteerd, wel transport	4	52



Uitzaaioproef van *Prunus avium* bij Ladders Boomkwekerijen in Wernhout. De resultaten in het veld bevestigden de resultaten van de kiemtesten.

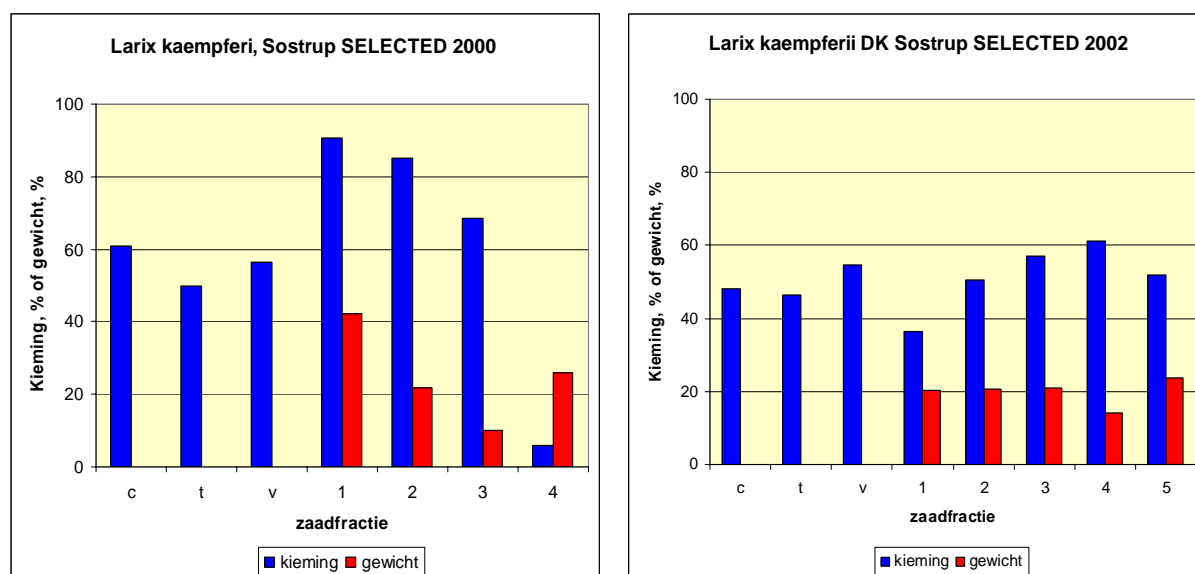
#### 4.2.5 Larix kaempferi

In beide oogsten was er weinig effect van transport van het zaad tussen Lisse en Enkhuizen en van het verwijderen van aanhangende lucht aan het zaad (Figuur 16). In oogst 2000 was er een duidelijke correlatie tussen de dichtheid van het zaad en de kieming. De gemiddelde kieming van de fracties 1, 2 en 3 lag 25% hoger dan de kieming van het niet-gesorteerde zaad. In oogst 2002 was er geen correlatie tussen de dichtheid van het zaad en de kieming en verschilden de verschillende sorteerfracties veel minder in kieming. Oogst 2002 was door de zaadleverancier al in water gesorteerd. De zaden waren ook duidelijk zwaarder dan de oogst 2000 zaden. Blijkbaar werkt vloeistofscheiden minder goed als de zaden al in water zijn geweest. Van beide oogsten zijn zaden geleverd aan Boomkwekerijen de Rutven.



Tabel 16. Proefgegevens van *Larix kaempferi* in 2005/2006.

Soort	<i>Larix kaempferi</i>
Herkomst	DK Sostrup SELECTED 2000 en 2002
Stratificatie	6 weken 3°C, niet gecontroleerd vochtgehalte
Sorteerfracties 2000	C = controle T = transport Boskoop – Enkhuizen v.v. V = aanhangende lucht zaad verwijderen in Enkhuizen 1 > 1.125 2 = 1.100 – 1.125 3 = 1.075 – 1.100 4 < 1.075
Sorteerfracties 2002	C = controle 1 > 1.145 2 = 1.135 - 1.145 3 = 1.1250 – 1.135 4 = 1.105 – 1.125 5 < 1.105
Tijdstip vloeistofscheiden	Vóór koude stratificatie



Figuur 16. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van *Larix kaempferi*. Vloeistofscheiden gebeurde vóór de start van de stratificatie. De blauwe kolommen geven de kieming bij 15°C weer van verschillende dichtheidsfracties. De rode kolommen geven weer welk deel van het zaad in de betreffende fractie komt. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 16.

Tabel 17. Het effect van vloeistofscheiden vóór de start van de stratificatie op de opkomst van *Larix kaempferi* zaad, oogst 2000. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 16.

Behandeling	zaadfracties	Opkomst
Niet gesorteerd	C	43
Wel gesorteerd, fractie > 1.100	1 en 2	57
wel gesorteerd, fractie 1.075 – 1.100	3	32

De twee zwaarste fracties (1 en 2) van oogst 2000 kwamen beter op dan het niet-gesorteerde zaad (tabel 17). De winst was echter minder groot dan in kiemtesten. De lichtere zaadfractie gaf minder veldopkomst dan het niet-gesorteerde zaad.

Tabel 18. Het effect van vloeistofscheiden vóór de start van de stratificatie op de opkomst van *Larix kaempferi* zaad, oogst 2002. Gegevens over de verschillende fracties staan in tabel 16.

Behandeling	zaadfracties	Opkomst
Niet gesorteerd	C	32
Wel gesorteerd, fractie > 1.145	1	19
wel gesorteerd, fractie 1.135 -1.145	2	34
Wel gesorteerd, fractie 1.105 – 1.135	3 en 4	40
wel gesorteerd, fractie < 1.105	5	30

De veldopkomst van oogst 2002 liet dezelfde tendensen zien als de kiemtesten. De middenklassen zaden kwamen het beste op (tabel 18).



Uitzaiproef van *Larix kaempferi* bij Boomkwekerij de Rutven in Wernhout. Het effect van vloeistofscheiden in het veld was geringer dan in de kiemtesten.

## 5 Discussie

Vloeistofscheiden van boomzaden resulteerde in zaadfracties met verschillende dichtheden. Naarmate de dichtheid van het zaad hoger was, was de kieming vaak beter. Zaadfracties met de laagste dichtheid kiemden soms helemaal niet of zeer beperkt. Door deze fracties niet uit te zaaien, was een aanzienlijke winst in kieming te behalen in vergelijking met niet gesorteerd zaad. Mooie voorbeelden hiervan waren bijvoorbeeld te zien in enkele herkomsten *Crataegus monogyna*, *Carpinus betulus* en *Larix kaempferi* (Figuur 13, 14, 16). Het lukte echter niet in elke partij zaad een winst in kieming te behalen. De reden hiervoor in sommige partijen zaad was dat de zaden door de zaadleverancier al door water gehaald waren. Dit was bijvoorbeeld het geval in *Larix kaempferi* Sostrup SELECTED 2002 (Figuur 16) en in *Carpinus betulus*, Oost-Europa (Figuur 13). In enkele gevallen gaven zaden met de hoogste dichtheid juist minder kieming dan zaden met een wat lagere dichtheid. Dit kan verschillende oorzaken hebben. Bij *Prunus avium* en *Crataegus monogyna* bijvoorbeeld lieten tijdens de warme stratificatie vruchtwanden los en deze verstoorden het vloeistofscheiden. De lege doppen kwamen in fractie 1 terecht en de embryos in fractie 4. Vloeistofscheiden vóór de start van de warme stratificatie kan dit probleem omzeilen. In *Crataegus monogyna* werkte dat prima. In *Prunus avium* echter was het resultaat niet goed als vloeistofscheiden vóór stratificatie toegepast werd. In deze soort zal er daarom naar gestreefd moeten worden warme stratificatie uit te voeren zonder dat de doppen loslaten. Dit is mogelijk door het vochtgehalte van het zaad tijdens de stratificatie niet hoger dan 28% te houden. In een eerder uitgevoerd Europees project is aangetoond dat vloeistofscheiden na stratificatie dan wel positieve resultaten kan geven. Aantastingen aan het zaad kunnen er ook voor zorgen dat zaden met de hoogste dichtheid juist slechter kiemen dan zaden met lagere dichtheden. Het is mogelijk dat de aangetaste zaden in de fractie met de hoogste dichtheid terecht komen.

Om een goed scheidingsresultaat te krijgen is het nodig aanhangende lucht aan het zaad te verwijderen, omdat deze lucht invloed heeft op de dichtheid. Het verwijderen van aanhangende lucht deed de kieming van *Carpinus betulus*, *Crataegus monogyna* en *Larix kaempferi* in het eerste projectjaar iets afnemen (Figuur 4, 6, 9). In het tweede projectjaar is daarom korter aanhangende lucht verwijderd. In *Crataegus monogyna* was echter nog steeds sprake van enige achteruitgang in kieming (Figuur 14). In de andere soorten was dat minder of niet het geval.

Soms kiemde de fractie met de laagste dichtheid vrijwel niet. Het ligt dan voor de hand deze fractie niet uit te zaaien. Soms liet deze fractie een aanzienlijke kieming zien, bijvoorbeeld in *Acer pseudoplatanus* in het eerste jaar. De lichtste zaden gaven ongeveer 70% kieming, terwijl de zwaardere zaden ruim 95% kieming gaven (Figuur 2). In de lichtste fractie zat ongeveer 60% van het zaad, in de zwaardere fracties 40%. In dit geval is het aantrekkelijk de lichtste fractie apart van de andere fracties uit te zaaien, elk met een verschillende zaaidichtheid. Door het verwijderen van lucht te verbeteren moet het mogelijk zijn meer zaden in zwaardere fracties te krijgen.

Voor elke partij zaad is op basis van de kiemcijfers van de verschillende dichtheidsfracties een aantal fracties geselecteerd die voor uitzaai in aanmerking zouden kunnen komen. De overige fracties worden dan niet uitgezaaid of eventueel dichter uitgezaaid om hiervan ook planten te krijgen. Rekening houdend met de hoeveelheid zaad die in elke fractie zit, is vervolgens de gemiddelde kieming van de uit te zaaien fracties berekend en deze is dan vergeleken met de kieming van niet gesorteerd zaad. De resultaten hiervan staan in tabel 17.

In *Acer pseudoplatanus* lukte het in 2005 om in drie goede partijen zaad zaden uit de partij te halen die ruim 95% kieming gaven. Dit was een winst van 5-27% in vergelijking met niet gesorteerd zaad. De lichtste fractie met een kieming van 70% kan dan apart uitgezaaid worden. In 2006 was de zaadkwaliteit duidelijk minder. Vloeistofscheiden verbeterde de kieming met ruim 20%. Dat gold zowel voor gevleugeld zaad, als voor zaad waarvan de vleugel handmatig verwijderd was.

In *Carpinus betulus* had vloeistofscheiden een licht positief effect op de kieming van zowel een goede als een slechte partij zaad in 2005. In 2006 werkte de techniek goed in één partij zaad. In de andere partij trad geen winst op. Deze partij was van te voren al in water geschoond.

In enkele partijen *Crataegus monogyna* zaad resulteerde vloeistofscheiden in een winst in kieming rond 10%. In andere partijen verbeterde de kieming niet als gevolg van vloeistofscheiden.

De kieming van twee partijen *Prunus avium* zaad was laag in 2005. Vloeistofscheiden verbeterde de kieming met ongeveer 20%. In 2006 lieten de kiemresultaten een dusdanig vreemd beeld zien, dat hieruit geen conclusies te trekken waren.

Vloeistofscheiden van *Larix kaempferi* zaad gaf een uitstekend resultaat in 2005 en in een van de twee herkomsten in 2006. Het geringere resultaat in de tweede herkomst in 2006 was toe te schrijven aan het vooraf in water sorteren van dit zaad.

Vloeistofscheiden verbeterde vaak ook de veldopkomst (tabel 18). *Prunus avium* en *Crataegus monogyna* gaven de beste resultaten. In beide soorten verbeterde vloeistofscheiden de opkomst met ruim 20%. Ook in de andere soorten

gaf vloeistofscheiden een winst in opkomst tussen 5 en 15%. In 2006 gaf *Acer pseudoplatanus* geen winst in veldopkomst, maar dit was waarschijnlijk toe te schrijven aan het te lang stratificeren van het zaad. Voorbehandeling van het zaad is mede-bepalend voor het resultaat van vloeistofscheiden.

Tabel 17. Het effect van vloeistofscheiden op de kieming van verschillende partijen zaad van verschillende soorten. De kieming is getest bij 10°C (Larix bij 15°C). Gesorteerde zaad is geselecteerd op basis van de kiemcijfers van de verschillende sorteerfracties.

Soort	Partij	Jaar	Niet gesorteerd	Gesorteerd	Winst
Acer pseudoplatanus	Oost-Europa	2005	89	94	5
	Vaartbos	2005	83	98	15
	Zeewolde	2005	71	98	27
	Vaartbos Ontvleugeld	2006	33	55	22
	Vaartbos Gevleugeld	2006	31	52	21
Carpinus betulus	Hilversum	2005	76	80	4
	Oost-Europa	2005	22	29	7
	Hilversum	2006	3	52	49
	Oost-Europa	2006	17	14	-3
Crataegus monogyna	Italië	2005	42	57	15
	Italië	2005	55	62	7
	Roemenië	2005	47	49	2
	Italië	2006	34	45	11
	Oost-Europa	2006	19	20	1
Prunus avium	Oost-Europa	2005	15	37	22
	Vaartbos	2005	8	23	15
Larix kaempferi	China	2005	45	84	39
	DK Sostrup 2000	2006	61	89	28
	DK Sostrup 2002	2006	48	55	7

Tabel 18. Het effect van vloeistofscheiden op de veldopkomst (%) van verschillende soorten.

Soort	Partij	Jaar	Niet gesorteerd	Gesorteerd	Winst
Acer pseudoplatanus	Vaartbos	2005	44	58	14
	Vaartbos Ontvleugeld	2006	21	19	-2
	Vaartbos Gevleugeld	2006	31	25	-6
Carpinus betulus	Hilversum	2005	68	74	6
Prunus avium	Oost-Europa	2005	52	73	21
Crataegus monogyna	Italië 2003 + 2004	2006	47	69	22
Larix kaempferi	Sostrup SELECTED 2000	2006	43	57	14
Larix kaempferi	Sostrup SELECTED 2002	2006	32	36	4

## Perspectief

De resultaten laten zien dat de techniek perspectief biedt voor de boomkwekerijsector. Er is vaak een duidelijk verband tussen de dichtheid van het zaad en de kieming. Het is echter niet zo dat een bepaalde dichtheid automatisch garant staat voor een bepaalde kieming.

Voor praktijktoepassing is het noodzakelijk dat de techniek eenvoudig en algemeen toepasbaar is. Ervaring en meer inzicht in de precieze relatie tussen dichtheid en kieming is hiervoor nodig. Op grond van deze kennis kan dan beoordeeld worden of het wel of niet zin heeft een bepaalde partij met vloeistofscheiden te schonen en kan een vloeistof met de juiste dichtheid gekozen worden. Dergelijke ontwikkelingen vinden al met succes bij groente- en bloemzaden plaats. Als dit ook bij boomzaden lukt, is een nieuwe techniek beschikbaar die het rendement bij het zaaien van bos- en haagplantsoen sterk kan verbeteren.

Het uiteindelijke rendement en daardoor het economisch perspectief hangt af van een aantal factoren: 1) het gewas, 2) de schaal van toepassing, 3) de oorspronkelijke kwaliteit van de partij zaad, 4) de verbetering die je in een partij kunt bewerkstelligen, 5) toepassing en 6) voordelen na uitzaaï.

Ad 1. Voor duurdere soorten en herkomsten biedt de methode meer perspectief dan voor goedkopere soorten en herkomsten.

Ad 2. De kosten per zaad hangen sterk af van de schaal van toepassing. Uiteraard is een eerste investering nodig: scheidingseenheid, vloeistoffen. Indicatiekosten voor deze investering zijn 6000 EURO. Vervolgens zijn er kosten verbonden aan het werkelijke proces van vloeistofscheiden en de resultaatafhankelijke licentie die daarmee samenhangt. Deze kosten zijn beperkt omdat de tijdsduur voor scheiding kort is (1 minuut) en vloeistoffen eindeloos hergebruikt kunnen worden, mits verontreinigingen er steeds weer uitgezeefd worden. Tot nu toe wordt op relatief kleine schaal (10 liter emmers) gewerkt. Opschaling naar eenheden van 50 liter is zonder problemen mogelijk. De kosten voor toepassing van de techniek zullen lager zijn wanneer op grotere schaal gewerkt wordt. Uit economisch oogpunt is het daarom voor de hand liggend dat toeleveranciers (zaadbedrijven of zaadbehandelingsbedrijven) of grote boomkwekers de techniek toepassen.

Ad 3. Als de oorspronkelijke kwaliteit van een partij al heel goed is, is met vloeistofscheiding weinig verbetering te realiseren. In de praktijk is het echter voor veel soorten meer regel dan uitzondering dat nogal wat niet-vitale zaden in een partij zitten. In deze partijen biedt vloeistofscheiding perspectief.

Ad 4. De resultaten lieten zien dat het kiemgedrag van verschillende sorteerfracties sterk uiteen kan lopen. Concreet betekent dit dat verbeteringen in kieming van 5-25% mogelijk moeten zijn. Het is te verwachten dat nog grotere verbeteringen mogelijk zijn. De techniek van het verwijderen van aanhangende lucht aan het zaad, dat voorafgaand aan vloeistofscheiden plaatsvindt, moet in ieder geval verbeterd worden. Dit moet geen onoverkomelijke problemen opleveren.

Ad 5. Voor precisielandbouw, bijvoorbeeld zaai in pluggen of precisiezaai op zaaibedden is het kiemresultaat enorm belangrijk. Elke lege plek betekent verlies. Missers tellen hier nog veel zwaarder dan bij overige zaaimethoden, waarbij een verbetering in kieming uiteraard ook meer dan welkom is.

Ad 6. Een goede plantverdeling maakt andere teelttechnieken mogelijk. Deze teelttechnieken hebben diverse milieukundige en arbeidskundige gevolgen. De mogelijkheden voor mechanische onkruidbestrijding nemen toe, de ziektedruk neemt af, bemesting en beregening kunnen efficiënter plaatsvinden, de arbeidsdruk neemt af (niet meer verplanten na eerste teeltjaar, minder handmatig wieden) en de arbeidsspreiding is beter.