

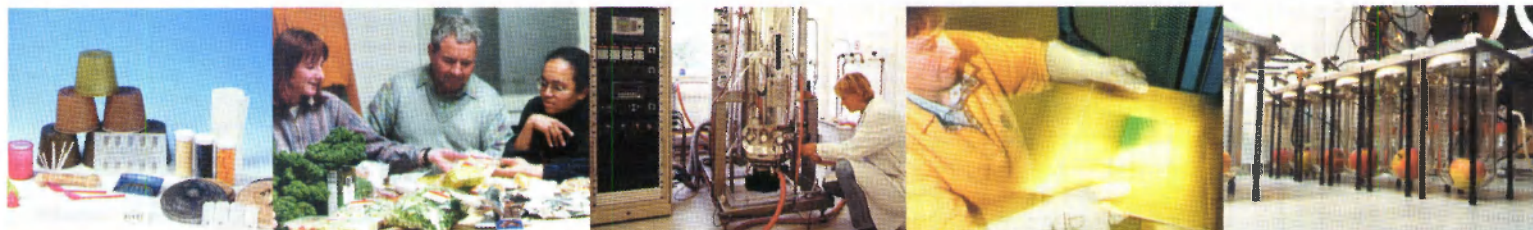


# Labtesten Technologie

## KwaliTenT

Rapportnr. B696 / juni 2003

Vertrouwelijk



# Labtesten Technologie

## KwaliTent

Rapportnr: B696 / juni 2003

Vertrouwelijk

Auteurs:

Fátima Kreft

Frans-Peter Scheer

Marten Thors

**ATO B.V.**  
**Agrotechnologisch Onderzoeksinstituut**  
Bornsesteeg 59  
Postbus 17  
6700 AA Wageningen  
Tel: 0317-475029  
Fax:0317-475347

## Inhoudsopgave

1. Doel .....	2
2. TTI's .....	2
2.1 Opzet .....	2
2.1.1 Geteste TTI's .....	2
2.1.2 Beschrijving experiment .....	5
2.1.3 Distributieketens .....	5
2.2 Resultaten .....	6
2.3 Conclusies .....	7
3. Data-logger's .....	8
3.1 Opzet .....	8
3.1.1 Geteste data-loggers .....	8
3.1.2 Beschrijving experiment .....	8
3.2 Resultaten .....	11
3.3 Conclusies .....	15
4. Overige Technologie .....	16
5. Algemene conclusies lab testen .....	17

## Rapportage labtests

### 1. Doel

In een Kwaliteitsgericht Tracking & Tracing systeem speelt technologie een belangrijk rol. Met name sensoren/technologie waarmee de kwaliteit van het product kan worden gemeten (of waaruit kan worden afgeleid) eisen speciaal aandacht.

Het doel van de technologie lab-tests is om een kwalitatief beeld te krijgen van de hanteerbaarheid en betrouwbaarheid van verschillende types sensoren/technologie onder keten realistische omstandigheden. Specifiek zijn temperatuur en Relatieve Vochtigheid (RV) sensoren getest. De kwaliteit van groenten, fruit en bloemen is immers sterk afhankelijk van de temperatuur en/of RV.

De volgende groepen sensoren/technologie zijn gedefinieerd:

- Tijd-Temperatur Indicatoren (TTI's)
- Data-loggers
- Radio Frequentie technologie (RFID)

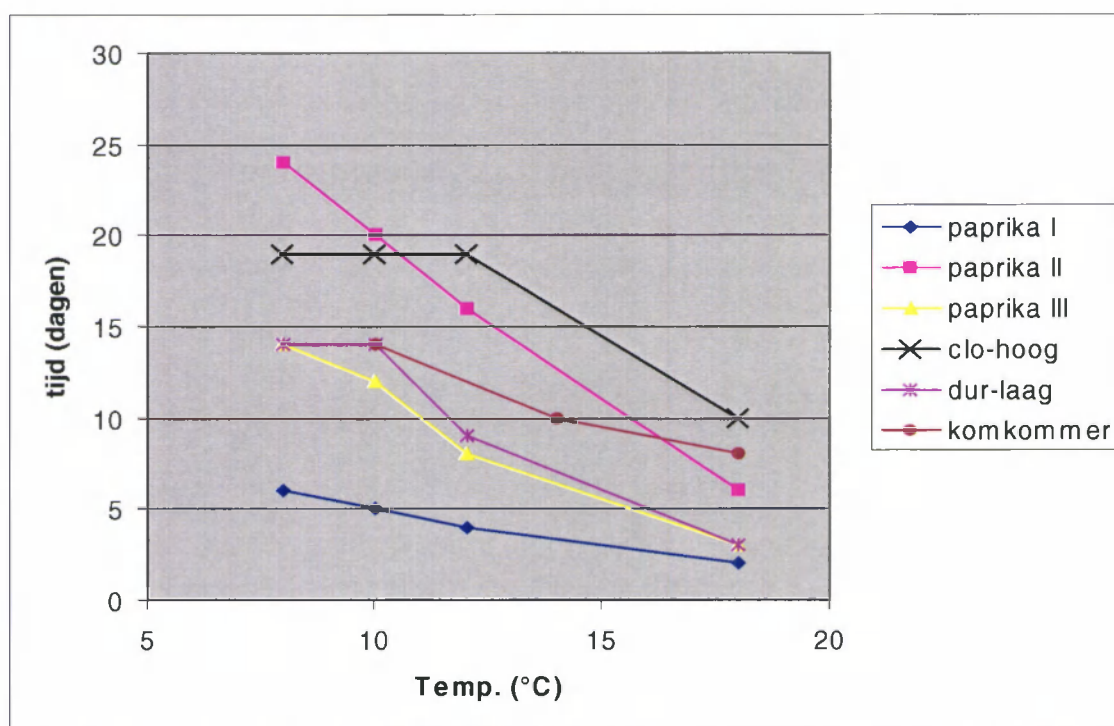
### 2. TTI's

De lab tests zijn in 2 blokken verdeeld. In een blok zijn de TTI's getest en in een ander blok de overige sensoren. Om de resultaten overzichtelijk te houden, wordt ieder blok als een apart hoofdstuk gepresenteerd.

#### 2.1 Opzet

##### 2.1.1 Geteste TTI's

Op basis van houdbaarheid data voor paprika's (verschillende partijen), tomaten (ras Clotilde en Dorinta) en komkommer is de grafiek in figuur 1 getekend. Figuur 1: Relatie houdbaarheid en temperatuur voor verschillende producten.



Hieruit zijn de volgende tijd-temperatuur combinaties gekozen:

- Paprika I (Slechts presterende paprika)
- Paprika II (Best presterende paprika)
- Dur-laag (tomaat)
- Komkommer

Deze 4 tijd-temperatuur combinaties dekken verschillende “gevoeligheden” voor temperatuur (zowel de snelheid als het niveau/absoluut aantal dagen).

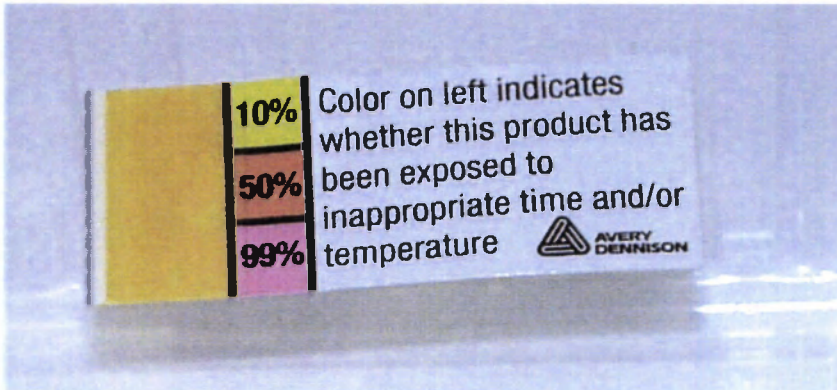
Voor iedere gekozen tijd-temperatuur combinatie wordt de activeringsenergie ( $E_a$ ) en A constant (acceptatiegrens) berekend. Deze 2 parameters beschrijven het verloop van de productkwaliteit (volgens de Arrhenius functie). Op basis hiervan kunnen TTI's bij de leveranciers worden aangevraagd.

Tabel 1 geeft een overzicht van de geteste TTI's, inclusief de activeringsenergie en A constant van ieder TTI, zoals de leverancier heeft aangegeven.

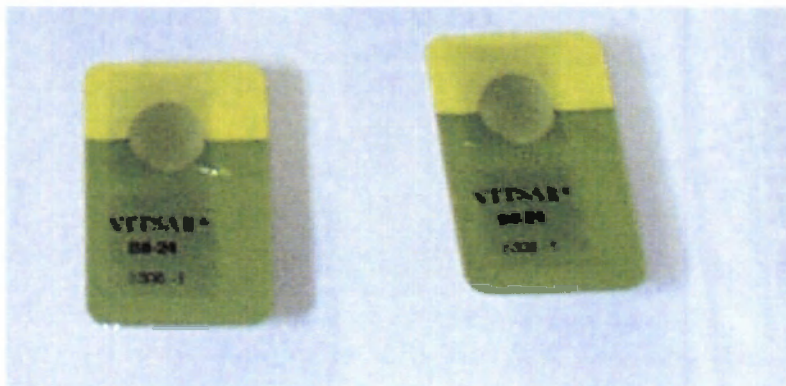
Tabel 1- Overzicht van de geteste TTI's en respectievelijk parameters.

Leverancier	Codering	ATO code	$E_a$ (Kcal/mol)	Ln (A constant) (1/dag)	Omslagpunt
Avery Dennison	A2+I340	AD1	22	36.7	25 dagen op 4°C
Life lines	LG 136/1	LL1	22	37.65	10 dagen op 4°C
	LG 196/1	LL2	22.6	37.99	21 dagen op 4°C
	LG 263/2	LL3	22.8	37.57	46 dagen op 4°C
Vitsab	B8-6	VS1	22.5	38.5	6 dagen op 8°C
	B8-24	VS2	22.5	37.11	24 dagen op 8°C
	C10-14	VS3	12	18.7	14 dagen op 10°C
	M10-4	VS4	26.8	45.01	14 dagen op 10°C

Avery Dennison TTI



Lifelines TTI:



Vitsab TTI

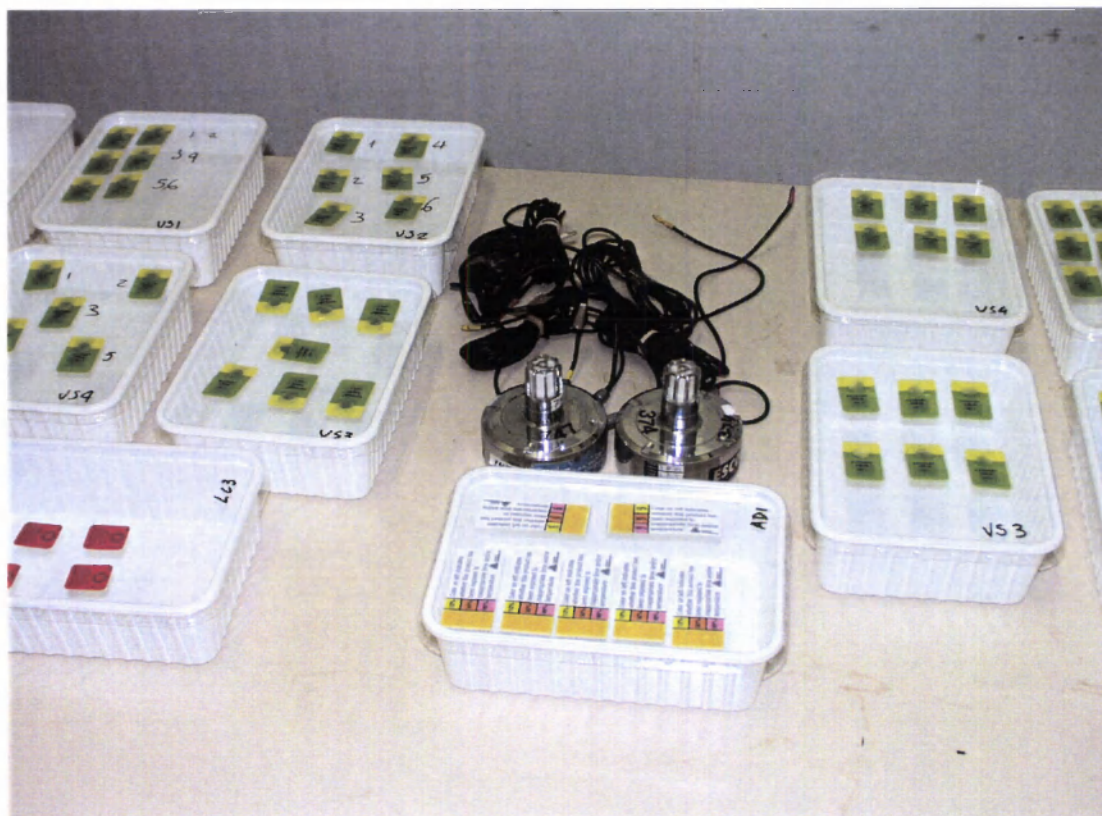




### 2.1.2 Beschrijving experiment

De TTI's zijn, indien nodig geactiveerd, en op de deksel van bakjes geplakt. De bakjes zijn geplaatst in 2 koelcellen waarin 2 verschillende distributieketens zijn gesimuleerd (keten 1 en keten 2). Er zijn 6 stickers per activeringsenergie/type TTI gebruikt. Omdat er 2 ketens worden gesimuleerd zijn er 2 sets met alle gekozen TTI's types gebruikt (2 identieke sets, één per koelcel/keten): 8 type TTI's; 6 sticker's/type TTI =>  $8 * 6 = 48$  sticker's/keten

Een temperatuur recorder is in de direct omgeving van de TTI's geplaatst (zie figuur 2). De temperatuur is om de 3 minuten geregistreerd. De verkleuring van de TTI's in de loop van de tijd is visueel beoordeeld (dagelijks en in de buurt van omslagpunten 2 keer per dag).



Figuur 2 – opzet TTI's test.

### 2.1.3 Distributieketens

*Keten 1 (simulatie van afzetketen met boottransport)*

0.5 dagen op 22°C (oogst)

1.0 dagen op 10°C (opslag+transport)

daarna is de temperatuur verlaagd naar 8°C (transport in container op de boot) en aangehouden totdat de stickers zijn verkleurd.

*Keten 2 (simulatie van afzetketen met vliegtuigtransport)*

0.5 dagen op 22°C (oogst)

1 dagen op 10°C (opslag+transport)

6 uren op 25°C (laadperron – laden)

6.5 uren op 18°C (vliegen)

6 uren op 30°C (laadperron – lossen)  
daarna is de temperatuur verlaagd naar 8°C en aangehouden totdat de stickers zijn verkleurd.

## 2.2 Resultaten

In het gebruik en handhaving van de TTI's zijn de volgende aspecten geïdentificeerd:

- De verkleuring van de TTI's is een gradueel proces. Daardoor is het precies bepalen van het omslagpunt met het blote oog vrij moeilijk. Hoe langer het omslagpunt is, hoe langzamer is de kleur verandering en dus hoe moeilijker het is om het precies omslagpunt te bepalen. Daardoor ontstaan ook verschillen in de beoordeling van verschillende personen. Bepaalde kleurveranderingen zijn juist moeilijker te beoordelen dan andere. Zo is het omslagpunt in de stickers van Avery Denisson (verkleuring van roos naar oranje) minder moeizaam dan bij de Vitsab (groen naar geel) of de Lifelines stickers (van oranje naar zwart).
- Het beoordelen van het omslagpunt eist enige ervaring van de gebruikers om het juiste moment te bepalen.
- Tussen de 6 stickers onderling van ieder type TTI zijn er geen grote verschillen in de snelheid van kleurverandering. De technologie is in dit opzicht vrij robuust. De TTI's van Avery Denisson tonen groter verschillen onderling dan de ander. Omdat de kleurverandering in deze TTI's duidelijker is, zijn de verschillen tussen de stickers onderling daardoor ook duidelijker.
- Wat handhaving betreft, eist de activering van de Vitsab TTI's het goed mengen van de inhoud van de sticker. Als de inhoud niet goed gemengd is dan functioneert de TTI niet correct. Het vouwen van de Avery Denisson stickers (activeringsproces van deze TTI's) eist ook enige handigheid. De TTI's van Lifelines moeten op een hele lage temperatuur worden bewaard (-50°C) en eisen een snelle handeling van de stickers om onnauwkeurigheden te voorkomen. De leveranciers beschikken wel over automatische activerings- en bevestigingsmachines voor het gebruik van TTI's in grote hoeveelheden. M.b.v. deze machines spelen deze aspecten geen belangrijk rol.

Tabel 2 toont het waargenomen omslagpunt van de TTI's en het berekende omslagpunt. Het omslagpunt van iedere TTI is berekend met het temperatuur profiel zoals geregistreerd door de temperatuur recorders en de respectievelijke activeringsenergie en A constant aangegeven door de leverancier. De Arrhenius functie is hiervoor gebruikt. Het omslagpunt is berekend door het temperatuur profiel te verdelen in kleine delen van 3 minuten ieder. Bij ieder klein deel is de Arrhenius functie toegepast. Het berekende omslagpunt zoals gepresenteerd in de tabel is de opsomming van alle deze kleine delen. Voor de uitvoering van deze vrij complexe berekening is het softwareprogramma Matlab gebruikt.

Tabel 2- waargenomen en berekende omslagpunten van de verschillende type TTI's.

Leverancier	TTI code	Vliegtuigketen		Bootketen	
		Reëel (dagen)	Berekend (dagen)	Reëel (dagen)	Berekend (dagen)
Avery Denisson	AD1	13.9	5.9	15.9	11.9
Life-Lines	LL1	1.9	1.7	3.0	2.8
	LL2	2.3	2.4	13.9	8.8
	LL3	10.9-16.9	16.1	24.1-27.1	22.7
Vitsab	VS1	1.9	1.7	3.0	2.97
	VS2	14.1	14.5	29.2	20.9
	VS3	16.4	13.5	15.9	15.2
	VS4	13.9	4.7	15.9	15.1



- Avery Denisson: Het verschil tussen het berekende en waargenomen omslagpunt is groot. De oorzaak hiervan ligt in het feit dat Avery Denisson momenteel nog niet beschikt over methodologie om de activeringsenergie van de geproduceerde TTI's met hoge nauwkeurigheid vast te stellen. Kleine verschillen in de activeringsenergie waarde hebben een grote impact op het berekende omslagpunt (in de berekening wordt gebruik gemaakt van een exponentiële functie; deze type functies zijn erg gevoelig voor de exponentiële factor, in dit geval de activeringsenergie).
- Lifelines: De beoordeling van de TTI type LL3 is door 2 personen volledig onafhankelijk van elkaar gedaan. De 2 waarden bij het waargenomen omslagpunt is het resultaat van de beoordeling van ieder persoon. Zoals te zien is, is het verschil vrij groot. Dit laat zien hoe groot de verschillen in de beoordeling van persoon tot persoon kan zijn. In de vliegtuigketen is de overeenkomst tussen het waargenomen en berekende omslagpunt vrij goed. In de bootketen is deze overeenkomst minder goed. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat hoe langer het duurt om het omslagpunt te bereiken hoe moeilijker het is om de juist moment vast te stellen, en daardoor groter verschillen ontstaan tussen de waargenomen en berekend omslagpunt.
- Vitsab: In de bootketen is de overeenkomst tussen het waargenomen en berekende omslagpunt vrij goed. VS2 is hierbij een uitzondering waarvoor geen verklaring is gevonden. Een eventuele productiefout in de formulering van deze rol sticker is niet volledig uit te sluiten. In de vliegtuigketen is de overeenkomst waargenomen-berekende omslagpunt duidelijker minder goed. De reden hiervoor is dat in de simulatie van de vliegtuigketen worden temperaturen boven 25°C gebruikt. De TTI's van Vitsab zijn niet nauwkeurig genoeg boven 25°C (de fabrikant adviseert om niet boven 25°C te gebruiken). Omdat het omslagpunt van VS1 optreedt voor het moment dat de hogere temperaturen worden toegepast is de overeenkomst waargenomen-berekende wel goed. Daarnaast is de overeenkomst waargenomen-berekende in het geval van VS2 ook vrij goed omdat de formulering van dit type TTI (m.a.w. de gebruikte enzym substraat) stabiel is bij hogere temperaturen.

## 2.3 Conclusies

Zoals aangegeven tonen de TTI's enige beperkingen in het gebruik onder sub-optimale condities. Onder optimale condities lijken de TTI's nauwkeurig te zijn. Wat Avery Denisson betreft is er geen duidelijk inzicht hierin, omdat de leverancier momenteel de activeringsenergie niet nauwkeurig genoeg kan bepalen.

Wat de handhaving van de TTI's betreft zijn er een aantal negatieve aspecten. Het is niet mogelijk om aan te geven welke leverancier beter is omdat ieder TTI/leverancier heeft voor- en nadelen. Zo heeft Vitsab een brede range aan TTI's types (verschillende activeringsenergie en A constant) maar is het omslagpunt moeilijk te bepalen. Aan de andere kant is bij de TTI's van Lifelines geen activering van de sticker nodig maar de TTI's moeten koud bewaard en gehandeld worden. En in het geval van de Avery Denisson is het omslagpunt van de TTI's relatief duidelijk maar zijn momenteel beperkt in het aantal type's (verschillende activeringsenergie) die ze kunnen produceren.

## 3. Data-logger's

### 3.1 Opzet

#### 3.1.1 Geteste data-loggers

De volgende apparatuur/leverancier is getest:

- Testo
- Catec (Microlog en Hanwell)
- i-buttons
- Sensitech

Daarnaast is de Escort als een referentie data-logger gebruikt.

#### 3.1.2 Beschrijving experiment

Als eerste stap is de apparatuur geprogrammeerd (inclusief Escort). Tabel 3 geeft aan hoe de verschillende apparatuur is geprogrammeerd. Vervolgens is de apparatuur op een tafel gelegd in een geconditioneerde cel. Het temperatuur en RV profiel zoals beschreven in tabel 4 is hierbij toegepast. Na 7 dagen zijn de data-loggers uitgelezen.

Tabel 3 – Overzicht geteste data-loggers.

Merk	Type	Start	Stop	Interval
Testo	175-H2	26 mrt 10:55	2 apr 11:31	3 minuten
Testo	177-H1	26 mrt 10:55	2 apr 11:31	3 minuten
Catec	Microlog (1)	26 mrt 10:55	Geen (>2 wk)	3 minuten
Catec	Microlog (2)	26 mrt 10:55	Geen (>2 wk)	3 minuten
Hanwell	Humbug 32 (nr 29831)	26 mrt 10:55	Geen (>2 wk)	3 minuten
Hanwell	Humbug 32 (nr 29832)	26 mrt 10:55	Geen (>2 wk)	3 minuten
Sensitech	TempTale4 (1)	26 mrt 10:55	Geen (6 dagen + 16 uren)	5 minuten
Sensitech	TempTaleH	26 mrt 10:55	Geen (>2 wk)	3 minuten
i-buttons	DS1921H-F5's	Delay van 20 uren (start 26 mrt 11:00 u)	Geen (7.1 dagen)	5 minuten
Escort	Serienr: 0025-023	26 mrt 10:55	2 apr 23:55	3 minuten

Tabel 4 – Temperatuur en RV profiel gebruikt in de test.

Stap	Tijd (dagen)	Temperatuur	RV	Simulatie
1	0.5	22°C	70%	Oogst bij teler
2	1.5	8°C	85 %	Distributie binnen Europa + opslag
3	Deur van de cel open gedurende 30 minuten			Deur vrachtwagen open
4	1.5	8°C	85 %	Distributie binnen Europa + opslag
5	2	18°C	70 %	Winkel
6	0.5	35°C	Zo hoog mogelijk	Extreem situatie 1: hoge temperatuur en hoge RV
7	0.5	0°C	RV zodat er condens kan optreden	Extreem situatie 2: lage temperatuur en hoge RV (condens)
8	0.5	8°C	70%	Extreem situatie 3: beoordeling herstel RV-sensoren

Alle overgangen tussen de stappen zijn zo snel mogelijk uitgevoerd om de situatie in de praktijk goed na te bootsen. Figuur 3 laat zien de data-loggers in de koelcel zien.



Figuur 3 – overzicht van de geteste data-loggers in de geconditioneerde cel.



Catec Dataloggers: Microlog en Hanwell

I-button



Sensitech dataloggers

Testo Dataloggers



## 3.2 Resultaten

In het gebruik en handhaving van de data-loggers zijn de volgende aspecten geïdentificeerd:

### Sensitech- TempTales

De installatie en gebruik van software is gebruiksvriendelijk. Het programmeren is vrij eenvoudig en het uitlezen is snel. De optie om meerdere TempTales volgens dezelfde specificaties te kunnen programmeren is handig, en bespaart dubbel intypen. Voor het uitlezen moet de data-logger naar de uitlees Interface (gekoppeld aan een PC) gebracht worden. M.a.w. er is geen manier om de data-logger uit te lezen terwijl die nog gekoppeld is aan een doos, pallet, container, etc. Deze data-loggers zijn klein en erg licht.

### Testo-175-H2

Installatie en gebruik van de software is zeer gebruiksvriendelijk, het programmeren en uitlezen werkt eenvoudig, net als de exportfunctionaliteit van de data naar Excel. Bij het exporteren van de data naar een Excel bestandje wordt een file met de XLS extensie gegenereerd, waarbij de juiste gegevens direct in een eigen kolom worden geplaatst. Dit bespaart de gebruiker een extra knip en plakhandeling. Bij de logger zit standaard een houder, zodat de logger eenvoudig aan een muur is te monteren. Hiermee lijkt de logger minder bedoeld om los met producten mee te sturen. Het losmaken van de koppeling tussen de uitleesapparatuur en de houder van de logger vereist enige kracht. De extra unit om op locatie data uit te lezen lijkt erg handig, maar is in de labtests verder niet uitgetest.

### Testo-177-H1

De Testo 175-H1 is uitgerust met een duurdere RV-sensor dan de 177-H2. Wat het gebruik en handhaving betreft zijn dezelfde aspecten zoals genoemd bij de Testo 175-H2 van belang.

### Catec-Microlog

Installatie en gebruik van de software is zeer gebruiksvriendelijk, het programmeren en uitlezen werkt eenvoudig, net als de exportfunctionaliteit van de data naar Excel. Bij het exporteren van de data naar Excel wordt er een comma-delimited ('door een comma gescheiden) bestandje met een .XLS extensie gegenereerd. De temperatuur kan zowel in Celsius als in Fahrenheit worden weergegeven. Achterin de Microlog zit (ter bescherming?) een klein rubberen dopje dat op het uitleescontact kan worden geplaatst als de datalogger normaal in gebruik is. De logger is verder vrij robuust uitgevoerd en lijkt tegen een stootje te kunnen.

### Catec-Hanwell

Installatie van de software is gebruiksvriendelijk, het programmeren en uitlezen werkt wat lastiger door het gebruik van een afwijkende windowstructuur. Deze is voor de ervaren Windows/Office gebruiker iets lastiger dan die van bijvoorbeeld de Microlog. De exportfunctionaliteit naar Excel is wat meer verborgen. Bij het exporteren van de data naar Excel wordt er een comma-delimited ('door een comma gescheiden) bestandje met een .CSV extensie gegenereerd. De temperatuur wordt standaard in Celsius weergegeven. Het snoertje dat voor het uitlezen tussen de computer en de Hanwell moet worden geplaatst is erg kort (ong. 50 cm), en daardoor erg onhandig.

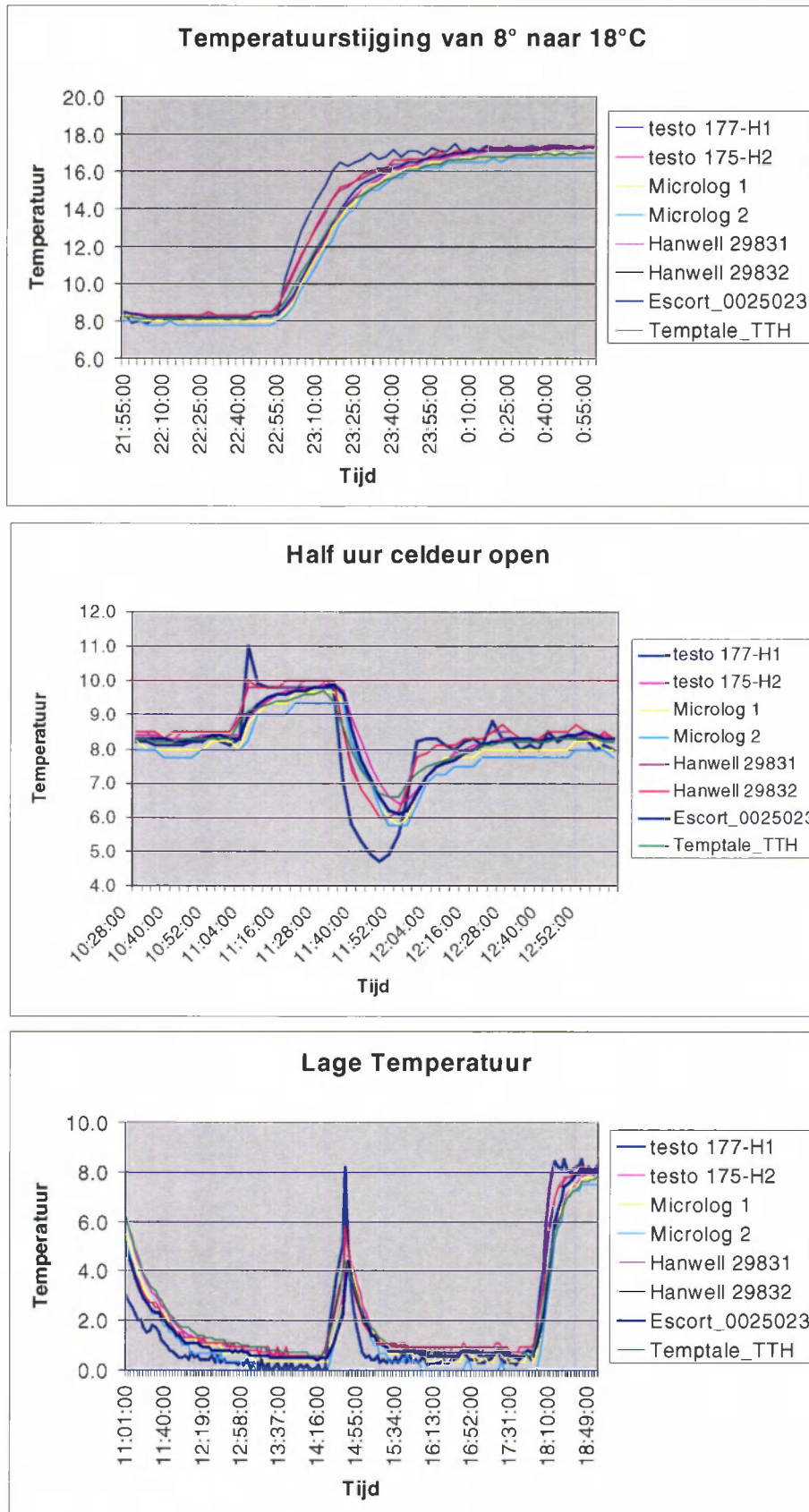
### I-buttons

Installatie en gebruik van de software is zeer gebruiksvriendelijk, het programmeren en uitlezen werkt eenvoudig. Bij het exporteren van data wordt er een comma-delimited ('door een comma gescheiden) bestandje met een .TXT extensie gegenereerd. De temperatuur kan zowel in Celsius als in Fahrenheit worden weergegeven.

De grafieken in figuur 4 geven de temperatuur aan van de geteste apparatuur bij 3 situaties:

- Temperatuur stijging van 8° naar 18°C
- Open laten van de geconditioneerd ruimte gedurende half uur
- Temperatuur logging bij 0°C.





Figuur 4: Temperatuurregistratie door de geteste apparatuur bij 3 verschillende situaties.

De eerste grafiek in figuur 4, laat de gemeten data zien bij een temperatuur stijging van 8°C naar 18°C. De Testo 177-H1 toont de hoogste reactie snelheid en is na 25 minuten al bij 16.5°C. Wat de reactiesnelheid betreft zijn vervolgens de Hanwell's de snelst en de Microlog's en TempTale-H zijn het langzaam. Dezelfde volgorde is te zien in zowel de grafiek die de temperatuur logging aangeeft bij het open laten van de deur van de geconditioneerd ruimte als bij de 0°C logging. Bij de 0°C logging is de Testo 177-H1 de enige sensor die de 0°C meet. De Microlog 2 geeft ook 0°C maar deze sensor geeft de laagste temperatuur waarden in alle 3 situaties.

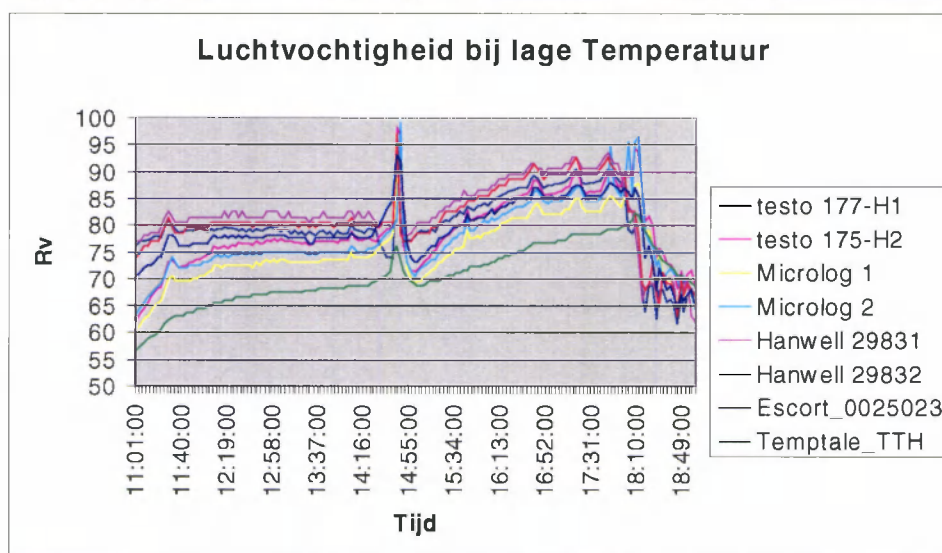
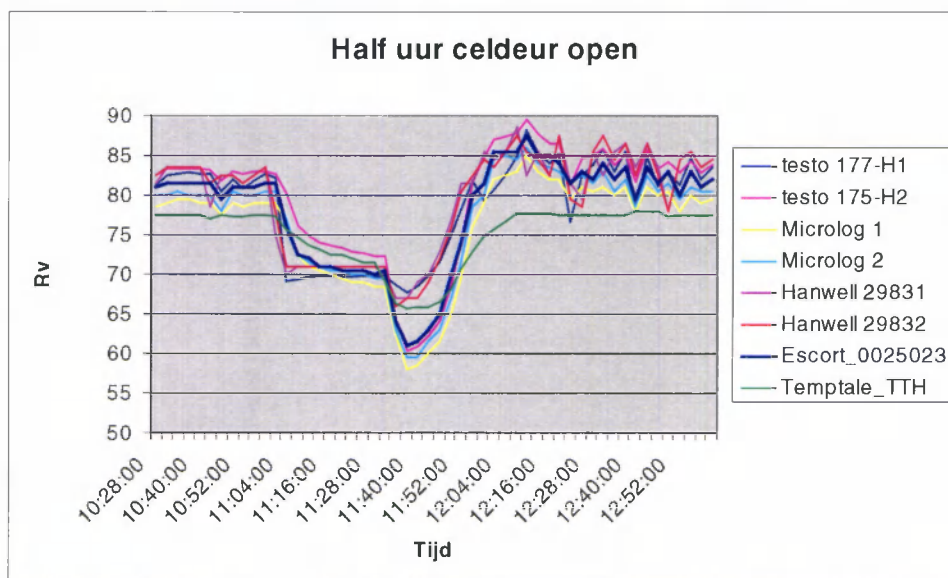
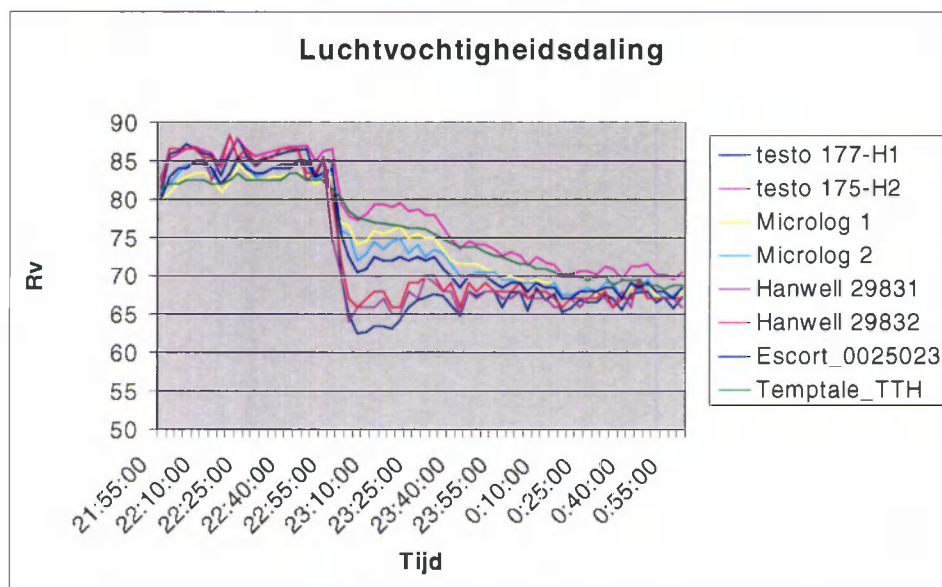
De 2 geteste Hanwell's (precies dezelfde type) komen goed overeen met elkaar. Bij de Microlog's, tevens precies dezelfde type, is het verschil tussen de 2 sensoren groter, met name in de situaties waar een storing optreedt zoals het openen van de deur.

De grafieken in figuur 5 geven de relatieve luchtvochtigheid (RV) aan van de geteste apparatuur bij 3 verschillende situaties:

- RV daling van 85% naar 70%
- Open laten van de geconditioneerd ruimte gedurende half uur
- RV bij lage temperatuur (0°C).

Bij de RV daling zijn de verschillen wat reactiesnelheid betreft tussen de sensoren duidelijk te zien. De Testo 177-H1 en de Hanwell's tonen de hoogste reactiesnelheid. De Testo 175-H2 (uitgerust met een goedkoper RV-sensor dan de 177-H1) en de TempTale-H hebben de laagste reactiesnelheid. Dezelfde verhouding tussen de sensoren is te zien in de andere 2 grafieken van figuur 5. Volgens de specificaties is de TempTale-H geschikt voor RV mentingen tot 90%. Daardoor is in de grafiek met de RV bij lage temperatuur de afwijking van de TempTale's relatief groter. Er is een goede overeenkomst tussen de 2 Hanwell's van hetzelfde type. Dit geldt ook voor de 2 Microlog's maar in mindere mate.

Er zijn geen resultaten van de I-buttons omdat per abuis de verkeerde type I-buttons ingezet in dit experiment. Dit was het gevolg van een verkeerde levering van de leverancier. De gebruikte types I-buttons zijn niet geschikt voor temperatuur metingen onder 15°C. De leverancier heeft inmiddels de juist I-buttons geleverd en deze worden nu ingezet en getest tijdens de lab pilots van dit project.



Figuur 5 : Relatieve luchtvochtigheid (RV) gemeten door de geteste apparatuur bij 3 verschillende situaties.

### 3.3 Conclusies

De temperatuur is een makkelijker te meten parameter en dus zijn de verschillen tussen de sensoren kleiner. In tegenstelling hiermee zijn bij de RV metingen grotere verschillen tussen de verschillende sensoren. De performance van de sensoren is duidelijk gekoppeld aan de prijs. De sensoren met een hogere prijs (Testo en Hanwell) tonen een duidelijk hogere reactiesnelheid.

De keuze tussen data-loggers is een afweging tussen de performance (vereiste nauwkeurigheid en reactiesnelheid) en de prijs van de sensoren. Wat metingen in de keten betreft, vormen het transport van de sensoren naar het begin van de keten en het aantal sensoren die verloren of beschadigd raken voor extra kosten waar rekening mee dient te worden gehouden. Data-loggers zoals de Temptale-H en Temptale-4 zijn ook voor eenmalig gebruik leverbaar. Het inzetten van eenmalig te gebruiken dataloggers voorkomt de extra kosten van het transport naar het begin van de keten en de kosten van data-loggers welke verdwijnen in het gebruik.

Naast reactiesnelheid en nauwkeurigheid is gebruiksvriendelijkheid en handhaving van de sensoren belangrijk. De mogelijkheid om de data van de data-loggers uit te lezen of printen via een Infrarood uitleesapparaat biedt extra mogelijkheden. Op deze manier kan de data worden uitgelezen zonder de sensor te verwijderen van de pallet, doos, etc waar de metingen worden uitgevoerd. Dit is een interessant optie voor metingen van de gelogde data in de tussen schakels van de keten.

Ten slot is de performance van de data-loggers op de lange termijn ook een belangrijk aspect. De stabiliteit van de sensoren in tijd kan sensoren met een hoger prijs uiteindelijk goedkoper maken doordat het ze minder vaak moeten worden vervangen of geijkt. Dit aspect is nog niet door de werkgroep onderzocht.

## 4. Overige Technologie

Naast TTI's en data-loggers zijn er ook kleiner testen gedaan met RFID technologie. De 2 volgende systemen zijn getest:

### KSW-Tempsense

De Tempsense card wordt uitgelezen met behulp van een Psion (een kleine handheld computer). Door deze in een Cradle te plaatsen, welke middels een snoer aan de COM-poort van de PC is gekoppeld, wordt de data overgebracht naar de PC. Middels "Psiwin" software wordt de data gelezen. De software wordt als weinig gebruiksvriendelijk ervaren. Er kunnen maximaal 64 verschillende Temperatuur waarden worden gemeten, het uitlezen hiervan duurt ongeveer 10-13 seconden. Zowel de opslagcapaciteit als de uitleessnelheid worden als (zeer) beperkend ervaren. Het starten van het meetproces kan alleen direct vanuit de Psion, er kan geen vertraagde start ingeprogrammeerd worden.

De Psion zelf komt erg gebruiksonvriendelijk over (zeer veel knopjes), en kent een onhandige menuwerking. Mogelijk wordt dit (mede) veroorzaakt doordat het standaard apparaat betreft die niet specifiek voor dit doel ontworpen is. Het uitlezen zelf gebeurt door de tempsense-card bijna tegen de uitleesunit aan te houden (max. 1 cm afstand). Dit komt absoluut niet overeen met het idee van "uitlezen op afstand". Kantekening hierbij is dat er een labversie van het systeem is uitgetest. Een volledige praktijkversie zal de mogelijkheid bieden om tot circa 50 centimeter afstand uit te lezen waarbij het product (de pallet) tussen 2 uitleespoorten getransporteerd zal moeten worden. Het overall oordeel voor dit systeem is ons inziens ongunstig gezien de geboden functionaliteit versus de kosten van het systeem.

### Zetes/Sensite

De sensoren van Zetes/Sensite kunnen zelf niet loggen, maar sturen hun data door naar een controller. Dit is een antenne-unit die ergens centraal wordt opgehangen. Van hieruit wordt data - middels een koppeling van de controller aan een pc - rechtstreeks doorgestuurd naar een softwareprogramma. Het is mogelijk om een groter netwerk op te bouwen van meerdere controllers, en zo het meetgebied te vergroten. Voorwaarde is wel dat altijd minimaal 1 controller aan een pc is verbonden. De andere controllers sturen hun data dan door naar deze controller. Officieel kunnen de sensoren tot een afstand van 150 meter (!) hun data naar de controller sturen, dit geldt echter alleen in het geval er geen radiografische storingen zijn in het gebied en geen grote obstakels (muren/machines). Zijn deze er wel, dan zal het gebied kleiner worden. Bij de tests op het ATO werd het gebied verkleind tot 10-15 meter. Belangrijkste oorzaak hiervan waren de metalen muren in de testruimte. Als er zich 1 muur tussen een sensor en de controller bevond, kwam de data wel door, bij 2 muren kon er niet meer succesvol gemeten worden.

Bij installatie wordt gemeten hoe groot de radiografische invloeden zijn, uitgedrukt in procenten. Meestal wordt er in een gebied een "standaardruis" waargenomen van zo'n 15%. Om de data door te laten komen, moet het radiografische veld tussen de sensor en de controller groter zijn. Een veld vanaf zo'n 40% geeft een goede kans op het overkomen van de data.

Omdat 1 controller de data van veel verschillende sensoren alleen na elkaar kan ontvangen (en dus niet gelijktijdig), worden deze nooit op een standaard tijdsinterval geprogrammeerd, maar wordt hierin binnen grenzen gevarieerd. Een interval van 10 minuten kan dan in de praktijk betekenen ergens tussen 9 minuut 30 seconden en 10 minuut en dertig seconden. Hierdoor wordt de kans vergroot dat de data daadwerkelijk overkomt. De data wordt in de pc gelogd naar een tekstbestand. De opmaak hiervan is niet erg gebruiksvriendelijk, en kan alleen met veel moeite in xls-grafieken leesbaar worden gemaakt. Kanttekening is dat deze software (nog) niet geschreven is voor eindgebruikers. Sensite schijnt specifieke database software te hebben, deze is voor deze test niet gebruikt.

Er kunnen 4 soorten data worden doorgeseind:

- deurkontakt open en dicht
- temperatuur
- beweging
- wel of niet in het gebied (van de controller)

Voor de ATO tests is geconcentreerd op Temperatuur registratie.



## 5. Algemene conclusies lab testen

De keuze voor een technologie is sterk afhankelijk van de doelstelling van de ketenpartij(en) met behulp van het KTT systeem. Zo zijn de eenvoudige TTI's stickers relatief goedkoop, hebben lage investeringskosten maar leveren beperkte informatie. Aan de andere kant is RFID een dure technologie maar biedt wel meer toegevoegde waarde voor een bedrijf of keten.

### TTI's:

Het grootste voordeel van TTI's is dat de sticker's relatief goedkoop zijn, eenvoudig te gebruiken (informatie is direct zichtbaar door een kleurverandering), en eenmalig inzetbaar zijn (geen retourlogistiek van dataloggers nodig). Aan de andere kant moet er voor ieder product een specifiek TTI worden gebruikt (de relatie tussen kwaliteit en temperatuur is van product tot product verschillend). Een TTI geeft een waardeoordeel van de kwaliteit van het product (is het omslag punt wel of niet bereikt). In dit opzicht speelt de initiële productkwaliteit een belangrijke rol. De initiële kwaliteit van het product beïnvloed het verloop van de kwaliteit bij verschillende temperatuur in sterk mate. Daardoor kan de kleurverandering te vroeg of te laat plaatsvinden respectievelijk bij een hoge initiële product kwaliteit of juist een lage initiële kwaliteit. Dit aspect maakt het gebruik van TTI's in producten met groot variatie in initiële kwaliteit beperkt. Ten slotte kunnen TTI's de omgeving relatieve luchtvochtigheid niet meten.

### Dataloggers:

Wat data-loggers betreft hebben deze het voordeel dat de temperatuur en relatieve vochtigheid (bijna) continu kan worden gemeten en gelogd. De meting van deze parameters is gekoppeld aan de tijd en hierdoor kan precies worden nagegaan waar bijvoorbeeld temperatuurmisbruik heeft plaats gevonden in de keten. Data loggers zijn ook een bekende type technologie, die al lang beschikbaar is en door vele bedrijven gebruikt. De performance van data-loggers, nauwkeurigheid en reactiesnelheid, is sterk gekoppeld aan prijs. De uiteindelijke keuze voor een type data-logger is een afweging tussen de gestelde performance eisen en de prijs. Het gebruik van eenmalig of meerdigmalig gebruik data-loggers is een belangrijk aspect in deze overweging. Zeker als het om complexe netwerken gaat, of ketens waarbij vele schakels betrokken zijn, is de keuze belangrijk. Het terug sturen van data-loggers en het verlies en beschadiging van data-loggers vormt namelijk een belangrijke kostenpost in het gebruik van meermalig inzetbare data-loggers.

### RFID:

Radio Frequentie IDentificatie is een relatief nieuwe technologie welke nu nog beperkt wordt ingezet in de praktijk en dan alleen voor identificatie doeleinden. Nieuwe versies van de RFID-technologie bieden tevens de mogelijkheid om ketencondities (temperatuur) vast te leggen en deze over grotere afstanden (tot 150 meter) te kunnen uitlezen. RFID biedt daarnaast de mogelijkheid van snelle informatieuitwisseling voor grotere hoeveelheden data met een beperkte inzet van personeel. Gezien de relatief hoge investeringskosten van RFID lijkt de technologie met name interessant voor ketens waarbij de partijen intensief (veel data) en langdurig met elkaar samen werken (waardoor een vaste infrastructuur met tags en antennes haalbaar is)

Zowel dataloggers als RFID technologie biedt de mogelijkheid om de verkregen data snel aan te sluiten op een moderne Internet verbinding waardoor data direct beschikbaar zijn op ieder moment en op verschillende plaatsen in de keten.