

De Connected Vuilnisbak

Een casestudie naar de effecten van mobiele connectiviteit in de keten van huishoudelijk afval.



Auteurs:

Martin de Jong MSc

Ir. Karin Smorenburg

Status:

Definitief

Publicatiedatum:

8 juli 2014

Copyright:

Vodafone Libertel bv

Samenvatting

Onder de titel “connected” publiceert Vodafone een aantal praktische beschrijvingen van de effecten van mobiele technologie in de samenleving. Vooral de machine-to-machine (M2M) oplossingen van Vodafone en haar partners hebben vaak een positief effect op de maatschappij, terwijl dit niet algemeen bekend is. Doel van deze casestudie is om de afvalketen van huishoudelijk afval in kaart te brengen, de rol van M2M en de effecten hiervan te beschrijven. Ook wordt de ambitie van de Nederlandse overheid en de hierbij onmisbare inzet van mobiele technologie besproken.

Een belangrijk onderdeel om van Nederland een circulaire economie te maken is om het ontstane afval als grondstof te beschouwen. Nederland heeft een systeem waarbij de vervuiler zelf verantwoordelijk is voor het scheiden van het afval. In 2014 zijn de meest gangbare afvalstromen van huishoudelijk afval: GFT, papier, glas, plastic en restafval. Op dit moment is het percentage afval dat gescheiden wordt 60%. Dit zal in 2020 naar 75% worden gebracht.

Om deze doelstelling te halen zal de logistieke afvalketen ‘slim’ moeten worden. Door de inzet van mobiele technologie worden intelligente systemen gecreëerd. Voor de afvalketen betekent dit:

- Ondergrondse afvalcontainers met toegangscontrole en vulgraadmeters;
- Minicontainers met chip die herkend kunnen worden door;
- Slimme vuilniswagens met boordcomputer.

Een gemeente is verantwoordelijk voor de afvalinzameling en -verwerking. Een dienst waarvoor een inwoner jaarlijks ook moet betalen. Vaak wordt deze dienst door een gemeente uitbesteed aan een inzamelaar die voor meerdere gemeentes werkt waardoor schaalvoordelen benut kunnen worden.

Door mobiele technologie toe te passen is een inzamelaar in staat om processen te optimaliseren. Afvalcontainers worden alleen nog geleegd als deze (bijna) vol zijn. Factuurinformatie en klachtenafhandeling kunnen worden gebaseerd op het daadwerkelijk aangeboden afval. Het effect van mobiele technologie op de resultaten is groot. Er is sprake van efficiencyverbetering door inzicht in vraag en aanbod met als gevolg route-optimalisatie, maar ook een stijging van kwaliteit (minder afval op straat, klachtenafhandeling).

Belangrijkste effect van mobiele technologie is het effect op afvalscheiding. Omgekeerd inzamelen, waarbij juist restafval lastiger is om in te leveren en de invoering van een systeem waar op basis van afval kilo's door de inwoner moet worden betaald (Diftar), worden op steeds grotere schaal toegepast. Voor de nabije toekomst is het gebruik van big data een kans; door per huishouden afvalscheidingsprestaties inzichtelijk te maken, te vergelijken met het gemiddelde van de wijk en deze informatie terug te koppelen, kan het gedrag worden beïnvloed.

M2M speelt hierbij een cruciale ‘empower’ rol en deze rol zal in de toekomst alleen maar toenemen. Mobiele connectiviteit is hierbij een elementair onderdeel om de afvalscheidingsambitie van Nederland te verwezenlijken. Maar niet vergeten mag worden dat het één van de stappen is om tot een efficiënt, goedkoop en kwalitatief hoogwaardig logistiek en circulair inzamelingsstelsel te komen. Het is een samenspel tussen techniek, de politieke wil, de mogelijkheden van de uitvoerder en de inwoners.

Inhoudsopgave

1. Inleiding	4
2. Huisvuil in Nederland	5
2.2 Afval logistiek in Nederland.....	6
2.3 Inzamelingsmethoden in Nederland	8
3. Mobiele connectiviteit	10
3.1 M2M	10
3.2 Ondergrondse container met mobiele connectie	11
3.3 Minicontainer met chip	13
3.4 Vuilniswagen met mobiele connectie	14
3.5 Gegevens slim gebruiken.....	14
4. Het effect van mobiele connectiviteit	16
4.1 Effect op processen	16
4.2 Effect op resultaat	17
5. Toekomst van connectiviteit in de afvalketen	19
Bronnen	19
Bijlage A – Ondergrondse afvalcontainers	21
Bijlage B – Wat is M2M bij Vodafone?	23

1. Inleiding

Voor velen in Nederland is het een routinekwestie: je huisvuil scheiden in papier, glas, plastic, organisch materiaal (GFT) en de rest. Je deponeert je gescheiden afval in verschillende bakken en die bakken worden regelmatig geleegd. Maar de systemen die achter deze dagelijkse handelingen zitten, zijn voor velen onzichtbaar. Slimme systemen die er voor zorgen dat de afvalscheidingsambities van Nederland op een efficiënte manier worden behaald. Efficiency die niet alleen gecreëerd kan worden door bestaande processen en systemen te optimaliseren, maar ook door bestaande processen overbodig te maken.

Doel van deze casestudie is om duidelijk te maken wat het positieve effect van ICT (en hiermee ook Vodafone) is op de samenleving. Dit door een complexe en niet-zichtbare oplossing in kaart te brengen en te verbinden aan ICT in het algemeen en M2M (machine naar machine) communicatie in het bijzonder. Deze casestudie staat niet op zichzelf maar maakt deel uit van de reeks casestudies uit de 'connected' reeks die Vodafone vanaf 2014 regelmatig zal publiceren.

De casestudie is interessant voor iedereen die geïnteresseerd is in enerzijds de mogelijkheden van ICT in het algemeen en mobiele technologie specifiek, of anderzijds hoe de afvalketen in Nederland is gestructureerd. Gezien de innovatie in deze sector is deze casestudie ook interessant voor een internationaal publiek. Nederland is één van de koplopers in de wereld op dit gebied. Er is gekozen voor een diepgaande analyse van het afvalinzamelingssysteem in Nederland om zo ook een beeld te geven van de complexiteit en afwegingen die gemaakt zijn. De keten rondom afvalinzameling is een voorbeeld van een bestaand systeem dat dankzij ICT een enorme efficiëncyslag gemaakt heeft, terwijl de kwaliteit en tevredenheid van de eindgebruikers gestegen zijn. Het Nederlandse systeem is voor Europa een goed voorbeeld hoe deze keten in te richten, getuige ook het groot aantal Nederlandse bedrijven dat in Europa een markt gevonden heeft. Centrale vraag van de casestudie: *Wat is het effect van mobiele connectiviteit op de logistieke huishoudelijke afvalketen in Nederland?*

Om deze vraag te beantwoorden wordt achtereenvolgens besproken hoe de huishoudelijke afvalketen er uitziet, welke ambities Nederland heeft op dit gebied, wat mobiele connectiviteit in deze keten is en wat de effecten en mogelijke effecten hiervan zijn.

Naast het raadplegen van openbare bronnen zijn interviews met experts gehouden. Hierdoor wordt beleid op het gebied van afvalinzameling onderbouwd met de afwegingen en effecten uit de praktijk. Vodafone bedankt (op alfabetische volgorde) de volgende mensen voor hun medewerking:

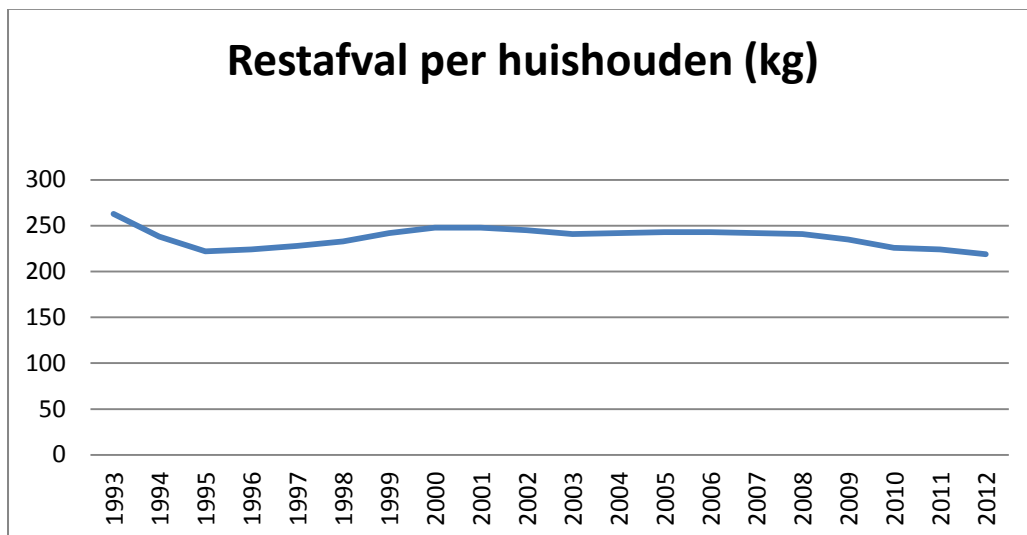
- Herman Beerding, van Beerding Management Support (BMS). Projectleider en adviseur van o.a. de Gemeente Amsterdam (Stadsdeel Oost)
- Tim Blömer, directeur Mic-o-data, één van de grootste Nederlandse leveranciers van oplossingen voor toegangs- en vulgraadsystemen van ondergrondse afvalcontainers.
- Erik van Cuyk, hoofd communicatie ROVA. Het bedrijf ROVA is een publieke dienstverlener op de terreinen grondstoffen & afval, openbare ruimte en duurzame energie.
- Quirijn van Loon, adjunct directeur van VConsyst. VConsyst is één van de grootste Europese leveranciers van 'slimme' boven- en ondergrondse afvalcontainers.
- Bernard van Well, sectiehoofd inzameling, Gemeente 's-Hertogenbosch.

2. Huisvuil in Nederland

De overheidsambities op afvalscheiding, afvalinzameling en afvalverwerking zijn leidend voor de manier waarop de logistieke afvalketen in Nederland is vormgegeven. Daarom zal in dit hoofdstuk worden beschreven wat het overheidsbeleid is en welk effect dit heeft op de keten.

2.1 Overheidsbeleid en Afval

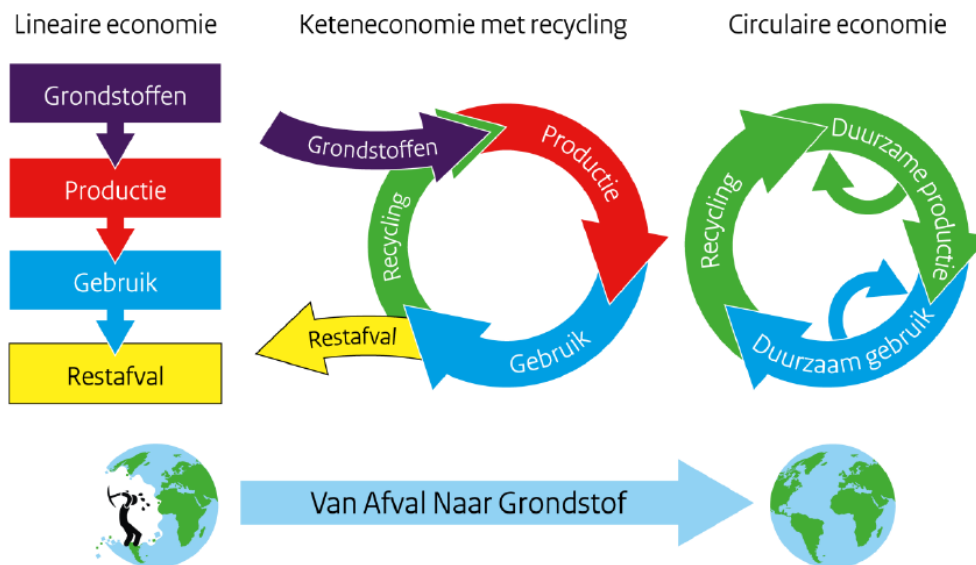
Nederland loopt voorop in de wereld als het gaat om afvalbeheer: de groei van de afvalproductie is gestopt (zie ook grafiek 1), het afval wordt hoogwaardig verwerkt en de afvalsector is een duurzame en innovatieve sector. De cijfers bevestigen dit: 80% van het afval wordt gerecycled en uit 16% van het afval wordt energie gewonnen. Slechts 4% van ons afval belandt op de stortplaats. Ter vergelijking: in 2008 werd in de Europese Unie 40% van het afval nog gestort, dat is 10x zoveel als in Nederland (I&M, 2011).



Grafiek 1. Restafval per huishouden (CBS, 2014)

Er is nog veel ruimte voor verbetering volgens staatssecretaris Mansfeld (2014): “Afval is waardevol. Weggooien is geen optie meer. Afval kan dienen als grondstof voor een ander product”. De 219 kilo restafval die in 2012 nog per huishouden werd geproduceerd, moet nog verder omlaag.

Hoofddoelstelling van dit beleid is de ambitie van Nederland om naar een circulaire economie te gaan, zie ook figuur 1. Daarom is het doel om in 2020 75% van al het ingezamelde afval in Nederland gescheiden in te zamelen (dit percentage was in 2012 circa 60%). Hierdoor zal het gebruik van grondstoffen tot een minimum worden beperkt.



Figuur 1. Van Afval naar Grondstof van Nederland (Mansfeld, 2014)

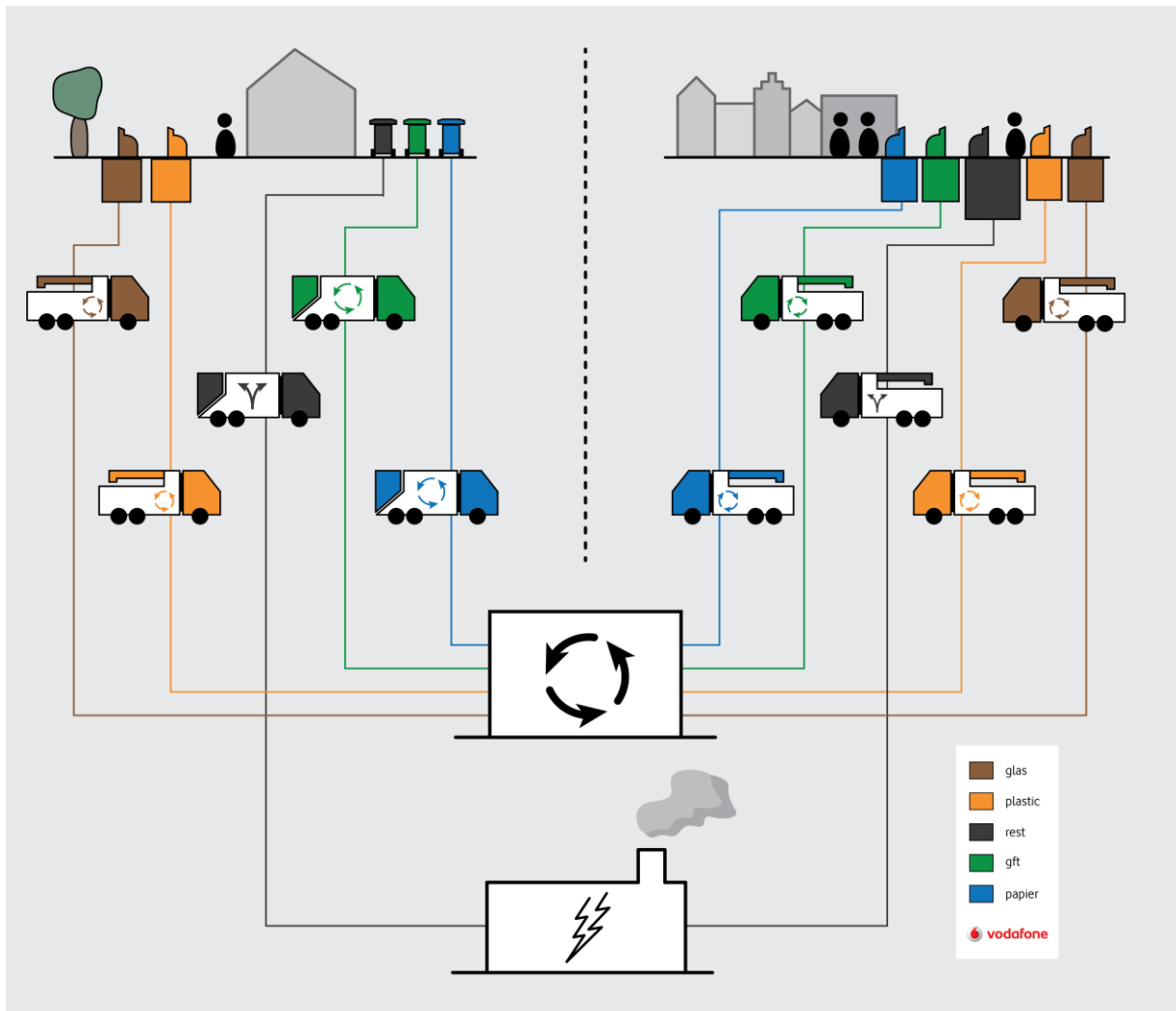
Van Afval naar Grondstof, Uitwerking 8 operationele doelstellingen (Mansfeld, 2014) laat zien welke operationele doelstellingen en acties de centrale overheid wil gaan uitvoeren om de afvalscheiding en -verwerking te verbeteren. De derde doelstelling is zeer relevant voor deze casestudie: Verbetering van de afvalscheiding en -inzameling. Hiertoe zijn onder anderen de volgende 4 acties gedefinieerd:

- De hoeveelheid Nederlands restafval in verbrandingsinstallaties minimaliseren
- Gemeenten faciliteren bij verbetering van afvalscheiding en -inzameling
- Huishoudens inspireren om afval beter te scheiden
- Afval uit kantoren, winkels en openbare ruimten scheiden

Het mag duidelijk zijn dat alleen een ontwikkeld logistiek systeem in staat zal zijn de Nederlandse ambities te vervullen. Een logistiek systeem dat reeds bestaat en op verschillende manieren wordt ingezet. De volgende paragraaf zal dit systeem beschrijven.

2.2 Afvallogistiek in Nederland

Ieder huishouden of bedrijf produceert afval. Circa 40% is restafval, 20% is groenafval (GFT) en de rest is overig afval als glas, plastic en papier. Grofvuil, elektrisch & chemisch afval en bouwafval worden gezien hun specifieke kenmerken, buiten beschouwing gelaten. Met name voor de inzameling van restafval hebben de afgelopen jaren grote veranderingen plaatsgevonden. Over het algemeen wordt restafval op een centraal punt in een straat verzameld (vaak via een restafval verzamelcontainer) of huis aan huis opgehaald, vaak met een minicontainer. De afvalauto brengt het afval naar een verwerkingsinstallatie of overslagvoorziening. De verwerking vindt plaats in 2 stappen: het na-scheiden (bijvoorbeeld door metalen uit het restafval te filteren) en het verwerken van het restafval. In Nederland wordt restafval nauwelijks meer gestort, maar voornamelijk verbrand voor elektriciteitswinning. Zie verder figuur 2, de afvalketen in beeld.



Figuur 2. De afvalketen in beeld

De gemeente is verantwoordelijk¹ voor de inzameling van huishoudelijk afval van de inwoners. De manier waarop verschilt per gemeente. De meest vooruitstrevende gemeenten werken volgens het 'omgekeerd inzamelen' systeem, waarbij het inwoners gemakkelijk wordt gemaakt om afval gescheiden in te leveren en restafval lastiger af te voeren is of waarbij de frequentie van het ophalen wordt verlaagd. Veel gemeenten werken met ondergrondse containers voor restafval, papier, glas en plastic . Soms gecombineerd met GFT minicontainers per huishouden.

¹ Primair is de gemeente verantwoordelijk voor de openbare ruimte en leefomgeving. Hiertoe behoort ook reiniging en vuilverwerking, deze taken zijn geborgd in de [wet milieubeheer](#).



Foto 1. Ondergrondse containers voor restafval, papier en glas

Binnen een gemeente kan de werkwijze ook nog verschillen. Er zullen altijd straten blijven waar door bijvoorbeeld ondergrondse bekabeling of ruimtegebrek geen ondergrondse containers gebruikt kunnen worden. Er zijn ook nog gemeenten die nog werken met vuilniszakken die op vaste tijden aan de straat gezet moeten worden. Herman Beerding, adviseur Gemeente Amsterdam: “De trend is dat er in Nederland voor een groot deel en in de steden zelfs voor het overgrote deel gewerkt zal gaan worden met ondergrondse containers, zowel voor restafval als voor papier, glas en plastic. Dit sluit goed aan op de ambitie van de overheid. De belangrijkste vraag hierbij is hoe je dit optimaal kunt vormgeven waarbij de lokale (politieke) wensen en eisen gewaarborgd kunnen blijven”.

De inzameling en verwerking wordt in veel gevallen door de gemeente uitbesteed aan een externe dienstverlener. Aangezien het hier om een publieke taak gaat, is de gemeente vaak ook aandeelhouder van deze externe dienstverlener. Een volledige uitbesteding aan een particuliere dienstverlener komt overigens ook voor. De aanpak is afhankelijk van de lokale prioriteiten. Zo wordt de leefomgeving door (zwerf)vuil beïnvloed wat kan leiden tot extra vandalisme, verdere verloedering van woonwijken en zelfs tot criminaliteit. Dit is met name voor grote steden een belangrijke leidraad in het beleid ten aanzien van afval.

2.3 Inzamelingsmethoden in Nederland

De doelstellingen rondom het afvalbeleid van de centrale overheid, en de lokale doelstellingen van gemeenten zijn ambitieus. Dit vraagt om een intelligent inzamelingsstelsel. Een stelsel dat in staat is om in te spelen op lokale (wijkniveau) behoeften. Er zijn grofweg 3 soorten inzamelingsmethoden voor restafval, zie tabel 1.

Inzamelingsmethode <u>restafval</u> ²	Connected	Vraag/Aanbod	Diftar ³	Geschat aandeel in Nederland	Geschat aantal inwoners
Ondergrondse container	Ja	Mogelijk	Mogelijk	25%-35%	30%-40%
Huis aan huis minicontainer	Soms, via chip en inzamelingsauto	Nee	Mogelijk	60%-70%	50%-60%
Huis aan huis vuilniszakken	Nee	Nee	Nee	5%-15%	10%-20%

Tabel 1. Drie inzamelingsmethoden voor restafval

Er zijn in Nederland circa 60.000 ondergrondse restafvalcontainers. Als het volledige potentieel wordt benut is er behoefte aan 150.000 ondergrondse restafvalcontainer. Veel gemeenten hebben uitbreidingsplannen en gaan de komende jaren meer ondergrondse containers plaatsen zoals de gemeente 's-Hertogenbosch: "Wij zijn van plan om in 2014 het aantal ondergrondse containers te verdubbelen naar 600", volgens Bernard van Well, sectiehoofd inzameling 's-Hertogenbosch. Een belangrijke reden hiervoor is de verdere afvalscheidingsambitie van de overheid en de kostenbesparing door efficiency. Zo is het Amsterdamse stadsdeel Oost van 9 naar 6 vuilniswagens gegaan, mede dankzij de mogelijkheden die de ondergrondse inzamelingscontainers bieden. Het huishoudelijk afval kan met ondergrondse containers namelijk, onafhankelijk van het tijdstip dat het publiek zijn afval aanbiedt, ingezameld worden. Dit biedt logistieke voordelen waarvan in Amsterdam Oost met efficiënter inzamelmaterieel gebruik is gemaakt (Herman Beerding, adviseur Gemeente Amsterdam).

Financiën

Voor particulieren wordt per huishouden een afvalstoffenbelasting geïnd. Deze verschilt per gemeente in hoogte: Zo is deze in 2014 voor de gemeente Den Haag € 287,64 per jaar, voor de gemeente 's-Hertogenbosch € 258,00 per jaar en de gemeente Zwolle vraagt € 269,23.

Een stijgend aantal gemeenten, inmiddels meer dan 20% (zie ook Allers & Hoeben (2010) en Dijkgraaf en Gradus (2009)) heeft een Diftar-systeem ingevoerd. De gedachte hierachter is dat als iemand moet betalen voor restafval en het aanbieden van gescheiden afval gratis is, deze financiële prikkel ervoor zorgt dat er meer afval wordt gescheiden. Huishoudens ontvangen periodiek een afrekening gebaseerd op verschillende variabelen als:

- het gewicht van het aangeboden afval;
- of het aantal keren dat de openingsklep van een ondergrondse afvalcontainer is opengegaan.

Anders dan bij particulieren is een onderneming zelf verantwoordelijk voor het verwerken en scheiden van afval. Hiervoor kan een afvalinzamelingsbedrijf worden ingehuurd. De kosten hiervan variëren per soort afval en zijn gebaseerd op gewicht. Deze afvalstroom wordt in deze case verder buiten beschouwing gelaten.

² Dit is een schatting, er zijn geen exacte cijfers bekend. Zie bijlage A voor een verdere onderbouwing.

³ Diftar: hierbij wordt naast een jaarlijks vast bedrag aan afvalstoffenheffing ook een *variabel* deel belast, gebaseerd op daadwerkelijk aangeboden afval.

3. Mobiele connectiviteit

Voor het bereiken van het doel om in 2020 75% van al het ingezamelde afval in Nederland gescheiden in te zamelen, zal de logistieke afvalketen een 'slimme' keten moeten worden. Alleen door het meten van de huidige afvalstromen per huishouden kan het logistieke systeem de huidige afvalstromen optimaliseren en de toekomstige afvalstromen gaan beïnvloeden. Informatie is onmisbaar geworden voor de inzameling van afval. Dit maakt de afhankelijkheid van mobiele communicatie en de IT-systemen ook in deze sector alleen maar groter. Met een verzamelwoord wordt het communiceren van apparaten met elkaar ook wel machine-to-machine (M2M) genoemd.

Voordat in dit hoofdstuk de M2M toepassingen specifiek worden besproken zal de volgende paragraaf eerst toelichten wat onder M2M wordt verstaan.

3.1 M2M

Machine-to-machine technologie, of kortweg M2M, verbindt machines of apparaten met elkaar en maakt hiermee informatieoverdracht mogelijk zonder menselijke tussenkomst. Apparaten en machines worden in staat gesteld relevante informatie te verzamelen en vervolgens via een mobiel netwerk te verzenden. M2M toepassingen kunnen bijdragen aan het verminderen van kosten, verhogen van efficiëntie, verbeteren van dienstverlening en het behalen van duurzaamheidsdoelstellingen.

Vodafone & M2M

Vodafone heeft als doel 'to empower everybody to be confidently connected'. Naast mobiele telefoons kunnen dit dus ook apparaten of machines zijn die via het mobiele netwerk van Vodafone informatie uitwisselen. Vodafone heeft meer dan 20 jaar ervaring in de wereld van 'connected products' en via een zelfontwikkeld platform worden gebruikers in staat gesteld eenvoudig hun aansluitingen te monitoren en beheren. Vodafone werkt op het gebied van M2M vanuit een wereldwijd team dat meewerkt aan de ontwikkeling en support van machine-to-machine oplossingen.

Het aantal M2M aansluitingen wereldwijd is de afgelopen jaren snel gegroeid en voorspellingen laten zien dat deze groei de komende jaren zal doorzetten. Het aandeel van non-human data binnen de telecommunicatie zal snel toenemen. Op dit moment domineert een aantal grote spelers de machine-to-machine markt en binnen Europe is Vodafone de provider met veruit de meeste M2M aansluitingen. Ook in Nederland is Vodafone marktleider op het gebied van M2M met een marktaandeel van meer dan 50%. Binnen veel van de toepassingen van machine-to-machine levert Vodafone alleen de connectiviteit. Steeds vaker wordt er echter actief samengewerkt met partners om gezamenlijk totaaloplossingen aan te kunnen bieden en verder te zoeken naar innovatieve toepassingen van machine-to-machine.

Toepassingen van Vodafone machine-to-machine kunnen worden onderverdeeld in tien verschillende categorieën. Binnen deze categorieën zijn vele verschillende oplossingen mogelijk maar niet iedere categorie is op dit moment even ver ontwikkeld. Met name in de automotive, energy & utilities en transport & logistics industrie zijn op dit moment relatief veel actieve toepassingen van M2M te vinden (zie verder bijlage B).

Machine-to-machine wordt een snel groeiende toekomst voorspeld met een toenemend aantal 'connected products'. De toepassingen zullen steeds meer van context verschuiven, van industrie naar de consument. Steeds vaker zullen consumentenproducten in staat zijn met elkaar te communiceren en gegevens uit te wisselen binnen een huis; het Smart Home. Zo zal je kopje koffie automatisch worden gezet wanneer je wekker afgaat, en bestuur je op afstand je elektrische apparatuur. Omdat er vele mogelijkheden zijn in het in verbinding brengen van machines en producten, zal een consument steeds meer verbindingen hebben om te managen.

Naast de verschuiving van een toenemend aantal toepassingen van de industrie naar de consument, zal er ook een toename zijn van het aandeel van M2M in de stedelijke omgeving. Steden transformeren in 'smart cities' die de bewoners ondersteunen in hun dagelijkse bezigheden en waarin dienstverlening wordt geoptimaliseerd. Slimme parkeersystemen, afvalmanagement en real-time informatie over het openbaar vervoer zijn voorbeelden van M2M toepassingen waarmee de leefbaarheid van de stad wordt vergroot.

Onder mobiele connectiviteit wordt verstaan: het uitwisselen van gegevens via een mobiel netwerk. Deze uitwisseling kan via een simkaart (softwarematig of hardwarematig) en kan éénrichtings- of tweerichtingsverkeer zijn. Welke mobiele techniek gebruikt wordt, 2G, 3G of 4G maakt niet uit, echter de meeste mobiele connecties zijn 2G verbindingen.

Voordat het effect en mogelijke effect van mobiele connectiviteit in de afvalketen nader wordt geanalyseerd, zal eerst worden beschreven wat hieronder wordt verstaan. Hierbij worden 3 vormen onderscheiden:

- Ondergrondse container met mobiele connectie (paragraaf 3.2)
- Minicontainer met chip (paragraaf 3.3)
- Vuilniswagen met mobiele connectie (paragraaf 3.4)

3.2 Ondergrondse container met mobiele connectie

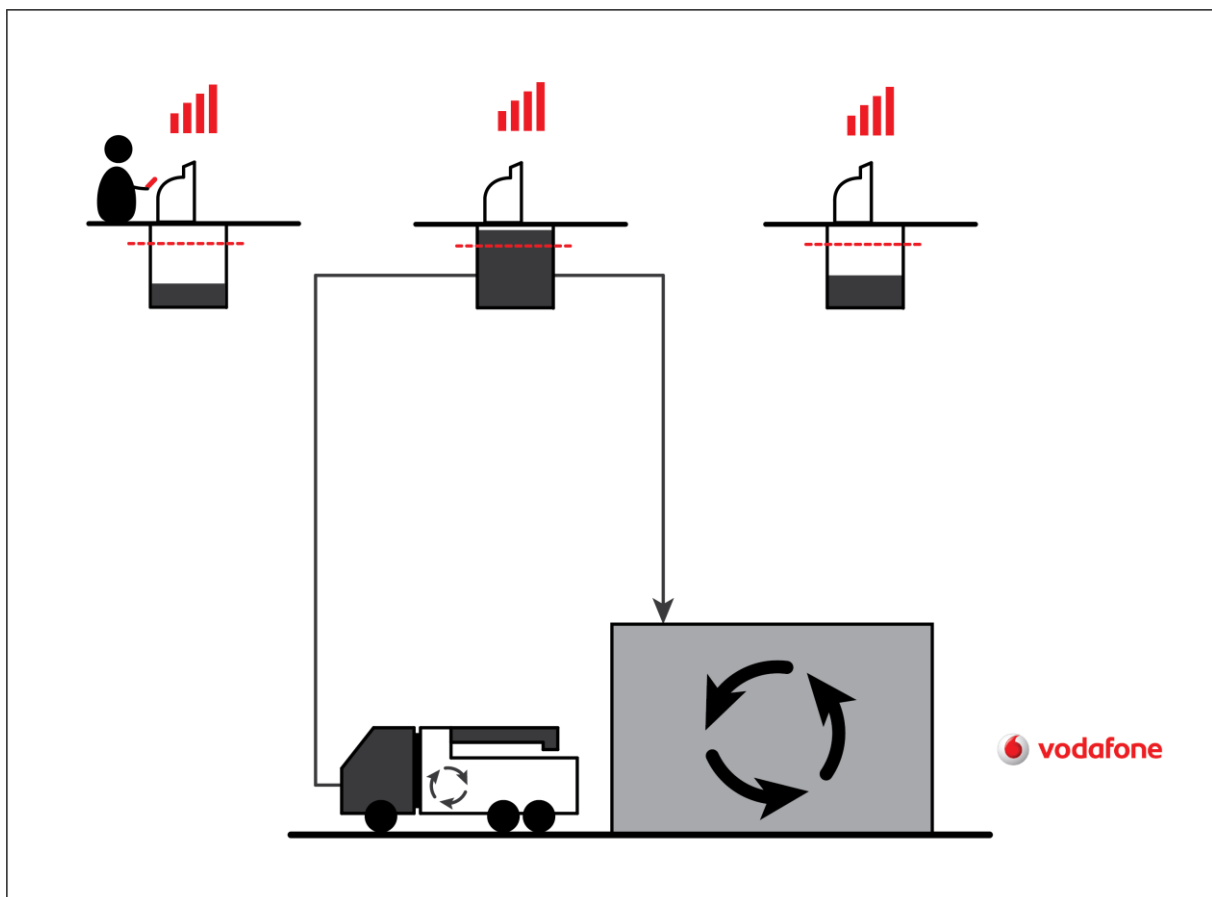
De meeste ondergrondse containers met connectie zijn bedoeld voor restafval, volgens Tim Blömer van Mic-o-data. Hij stelt dat 20-30% van het totaal aantal restafvalcontainers zijn uitgerust met een mobiele connectie. Quirijn van Loon van VConsys beaamt dit: "En de gegevens die worden doorgegeven aan de centrale variëren per gemeente. Vaak gaat het om klepentellingen: hoe vaak een klep open en dicht gaat, zegt iets over de vulgraad van de container. Maar als gemeenten gebruik zouden maken van een sensor, dan zouden ze een veel beter beeld hebben van de vulgraad." "Andere informatie die wordt verzameld is bijvoorbeeld welk huishouden de ondergrondse container opendoet", aldus Bernard van Well van de gemeente 's-Hertogenbosch (zie ook figuur 2, Mobiele connectiviteit in ondergrondse containers).

Het herkennen van huishoudens gaat met een RFID-pasje dat wordt verstrekt aan ieder huishouden in het verzorgingsgebied. Een RFID-pas werkt volgens dezelfde technologie als bijvoorbeeld de OV-chipkaart. Voor de gemeenten met een Diftar-systeem wordt hier ook de informatie voor de betaling aan gekoppeld. "Er zijn gemeenten die per opening van een ondergrondse restvuilcontainer een vast bedrag aan hun inwoner in rekening brengen, ook in ons verzorgingsgebied", zegt Erik van Cuyk, van ROVA.

Andere informatie die wordt doorgegeven is de vulgraad, gebaseerd op sensors. Het bepalen van de vulgraad is hierdoor factueler. Tim Blömer van Mic-o-data: “Immers, het aantal keren dat de klep van de ondergrondse container opengaat is slechts een indicatie. Het weten van de exacte vulgraad is zeer belangrijk om direct te kunnen handelen mocht een ondergrondse container plotseling (bijna) vol zijn.”



Foto 2. Toegang tot de ondergrondse container



Figuur 2. Mobiele connectiviteit van ondergrondse containers

Ook de status van een container wordt nauwkeurig gemonitord. “Je moet je voorstellen dat een storing of een volle container al snel kan leiden tot een lokale toename van zwerfafval. Een gemeente moet daarom *near to real-time* de status van een container weten en proactief een signaal krijgen als er actie benodigd is”, zegt Quirijn van Loon, VConsys.

De informatie die kan worden doorgegeven via de mobiele connecties van ondergrondse restafvalcontainers is dus:

- Status (technisch)
- Aantal klepbewegingen
- Vulgraad
- Gebruik per huishouden
- *ID container*
- *Datum/tijd*



Foto 3. Ondergrondse container met toegangscontrole

Andere soorten ondergrondse containers zijn de papier-, plastic-, glas- en GFT-containers. Op GFT-containers na, zijn dergelijke ondergrondse containers in bijna iedere gemeente in Nederland aanwezig. Echter de mobiele connectiviteit wordt hierbij nog maar heel beperkt gebruikt. Belangrijkste reden is het afvalbeleid: inwoners moeten gestimuleerd worden om restafval te scheiden. Mede hierdoor is het betrekkelijk eenvoudig om afval te deponeren en wordt er nauwelijks nog toegangscontrole gevraagd. Ook vulgraad wordt nog niet op grote schaal gebruikt bij dergelijke ondergrondse containers. Quirijn van Loon van VConsys verwacht overigens wel dat dit gaat toenemen: “Afvalinzameling kan en moet veel efficiënter worden, gebaseerd op vraag en aanbod. Voor veel inzameldiensten geldt dat de druk op budget toeneemt, terwijl de eisen rondom kwaliteit stijgen. Niveaudetectie op deze containers, al dan niet in combinatie met route-optimalisatie, maakt grote efficiëncyslagen voor inzameling mogelijk”.

Ook Herman Beerding ziet dit. “Het beleid van veel gemeenten was de afgelopen jaren onvoldoende gericht op stimulering van de inwoner om überhaupt afval te scheiden. Dit past niet in het landelijke beleid van afvalscheiding. Ik zie dat ook grote steden als Amsterdam de stap gaan maken naar afvalscheiding. Naar mijn mening is hierbij belangrijk dat er na een waarschuwing wordt gehandhaafd. Ik vergelijk deze situatie altijd met de parkeerproblematiek. Toen Amsterdam de parkeeroverlast te lijf ging met onder andere strikte handhaving middels boetes, werd het probleem snel minder. Hetzelfde kan in belangrijke mate ook gelden voor afvalinzameling”.

3.3 Minicontainer met chip

De minicontainer is inmiddels een begrip in Nederland. Er bestaan verschillende soorten, de grijze en de groene zijn de meest voorkomende. Grijs is voor restafval, groen of bruin voor GFT (groenteafval, fruitafval en tuinafval). De minicontainer wordt op vaste dagen huis aan huis opgehaald. Een aantal gemeenten is overgegaan om een chip in de minicontainer te plaatsen. Hierdoor is het mogelijk dat een slimme vuilniswagen in staat is om:

- De container te herkennen en te linken aan locatie
- Te wegen en het gewicht door te geven aan de centrale
- De afhandeling (het legen) te registreren en toe te wijzen aan een huishouden
- Gestolen containers te identificeren

De vuilniswagen staat in verbinding met de centrale en via het mobiele netwerk wordt informatie op detailniveau uitgewisseld. “Zo kan de klantenservice van ROVA via de informatiesystemen ook direct zien of een container wel aan de straat staat als de vuilniswagen langskomt om de minicontainer te legen. Wij hebben hierdoor een veel beter inzicht als er een klacht of melding is”, aldus Erik van Cuyk, van ROVA.

3.4 Vuilniswagen met mobiele connectie

In Nederland zijn de meeste vuilniswagens uitgerust met boordcomputers en een mobiele dataconnectie. De basisinformatie die hierbij gebruikt wordt is de positie en de (resterende) inhoud van de vuilniswagen. Maar steeds meer informatie wordt verkregen en doorgegeven zoals in de vorige paragraaf beschreven, bijv. chipherkenning van minicontainers. “Naast dat de boordcomputers inzicht geven in de prestaties, maakt het systeem het ook mogelijk om het telefoon- en brandstofgebruik en het rijgedrag van de chauffeur te bewaken”, zegt Quirijn van Loon van VConsys. Maar ook routeplanning is mogelijk. De chauffeur van de auto kan door middel van navigatiesystemen gedirigeerd worden naar locaties waar ondergrondse containers geleegd moeten worden, gebaseerd op vulgraadinformatie. “Een slim systeem rekent dan niet alleen de route uit, maar zorgt er ook voor dat ondergrondse containers die minder vol zitten, maar wel op de route liggen, ook worden meegenomen. Tevens wordt hierbij rekening gehouden met het verwachte ophaalvolume en de volume van de auto”, geeft Bernard van Well, van de gemeente 's-Hertogenbosch aan.

Ook Herman Beerding, adviseur van de gemeente Amsterdam vindt dit een belangrijke ontwikkeling, al zijn ze daar op dit moment nog niet zo ver. “Ik ben voorzitter van de werkgroep die zich binnen de gemeente Amsterdam bezighoudt met deze ontwikkelingen. Echter er zijn verschillende afhankelijkheden; zo moeten vuilniswagens uit stadsdeel Oost drie kwartier rijden voordat een auto bij het Afvalenergiebedrijf (de Amsterdamse afvalverwerker) geleegd kan worden. En daarna weer drie kwartier terug, iets dat we liever niet in de spits willen laten plaatsvinden. De stadsdelen aan de westkant van de stad hebben dit probleem niet. Dit vraagt intelligente logistieke oplossingen in combinatie met software en *near to real-time* informatie, maar ook lokale maatwerkoplossingen. Het blijft mensenwerk.”



Foto 4. Minicontainer met de verhouding afvalsoorten t.o.v. van het totaal aan huishoudelijk afval

3.5 Gegevens slim gebruiken

Informatie wordt via 'slimme' ondergrondse containers en 'slimme' vuilniswagens in de IT-systemen van de inzameldienst ingelezen en verder gebruikt binnen de operatie. De manier waarop deze informatie wordt gebruikt verschilt per inzameldienst en per gemeente. Zo wordt ROVA als koploper gezien in Nederland met een verzorgingsgebied van bijna 1 miljoen inwoners. ROVA neemt de hele zorg van een gemeente uit handen, het organiseren van de verwerking en uitvoeren van klantenservice en klachtenafhandeling. Verder geeft ROVA de inwoners informatie over de afvalstromen en stimuleert daardoor afvalscheiding. ROVA stuurt zelf nog geen facturen naar de inwoners, maar zorgt wel voor de informatie op basis waarvan Diftar-facturen gemaakt worden.

Omgekeerd inzamelen, Diftar, duurzaamheid en operationele winst lijken hier hand in hand te gaan. Erik van Cuyk van ROVA is blij met deze erkenning: "Het toont aan dat we de juiste keuzes hebben gemaakt. Onze 20 aandeelhouders zijn ook onze klanten (van middelgrote, klasse 2, gemeenten als Zwolle en Amersfoort tot kleinere plattelandsgemeenten). Het gebruik van mobiele connectiviteit is niet de oorzaak van succes, maar wel het middel".

Maar zelfs binnen ROVA zijn er nog voldoende onbenutte kansen, vooral op het gebied van dynamische routeplanning. Hiermee worden de geoptimaliseerde routes van vuilniswagens, gebaseerd op vulgraad bedoeld. Bijvoorbeeld een route die iedere week anders kan zijn omdat er in die week minder vuilnis is aangeboden of een routewijziging tijdens de rit omdat de boordcomputer de route wijzigt op basis van actuele informatie en de vulgraad van de vuilniswagen.

Iets dat bij veel gemeenten nog veel ruimte voor verbetering lijkt te bieden en ook wordt gezien door Bernard van Well van de gemeente 's-Hertogenbosch. "Wij zamelen ook voor een aantal kleinere gemeenten in. Vooral op het platteland en in de winter rijdt de GFT-inzameling vaak voor een heel beperkt aanbod. Wij hebben ideeën om een mobiele app te ontwikkelen voor inwoners. Zij kunnen dan hun afvalcontainer registreren als ze deze willen laten legen. Zo zijn wij in staat om beter in te springen op vraag en aanbod".

"De winst zit uiteindelijk niet in het vergaren van de gegevens via mobiele connectiviteit, maar wat je er mee doet", licht Tim Blömer van Mic-o-data toe. En dat kan een complexe puzzel zijn, waarbij niet moet worden vergeten dat de 'winkel' tijdens de verbouwing open moet blijven.

Privacy

Wat binnen alle bronnen en interviews onbesproken blijft is het privacyvraagstuk. Terwijl het gebruik van big data tot felle discussies leidt en ICT-leveranciers zich strikt houden aan de richtlijnen en wetgeving rondom de bescherming persoonsgegevens, is hier binnen de afvalketen geen discussie over. Enerzijds omdat er gegevens per huishouden worden bijgehouden en dus niet per persoon en anderzijds omdat de rol van ICT in het algemeen en mobiele connectiviteit niet direct wordt geassocieerd met het deponeren van je afvalzak in een ondergrondse container en het bewaren van gegevens rondom afvalstortingen.

4. Het effect van mobiele connectiviteit

De ondergrondse container is op dit moment al een van de belangrijkste manieren van afvalinzameling en zal in de toekomst alleen nog maar belangrijker worden. Het effect van mobiele connectiviteit kan in twee delen worden gesplitst; het effect op de processen en het effect op het uiteindelijke resultaat van deze processen.

4.1 Effect op processen

Primair zijn er 3 processen te herleiden uit de logistieke afvalinzamelingsystemen binnen Nederland waarbij mobiele connectiviteit een voorwaarde voor succes lijkt te zijn:

- Dynamisch plannen
- Factuurinformatie
- Klachtenafhandeling inwoners

Dynamisch plannen

Met dynamisch plannen wordt bedoeld dat de inzameling van afval alleen op basis van aanbod gebeurt waarbij rekening wordt gehouden met efficiency. Quirijn van Loon vertaalt dit als volgt: “Hoe haal ik met zo min mogelijk afvalinzamelkilometers het aangeboden afval op”. Idealiter zou een vuilniswagen 's morgens aan een rit beginnen waarbij de chauffeur via de boordcomputer zijn route binnenkrijgt. De ondergrondse containers die geleegd moeten worden zijn geselecteerd op basis van vulgraad. Er kan rekening gehouden worden met verschillende parameters als optimale route, andere chauffeurs die de route niet kennen, incidentele wijzingen op basis van oplettende burgers en storingen. Maar ook prognose van aanbod biedt een mogelijkheid voor dynamisch plannen. “Na het weekend moet er bij ondergrondse containers op de maandagen en dinsdagen meer afval worden ingezameld dan op andere dagen”, volgens Herman Beerding adviseur van de gemeente Amsterdam. En ook bijzondere gebeurtenissen als het WK voetbal, feestdagen en vakanties hebben invloed op het aanbod van afval.

Factuurinformatie

Per huishouden kan in kaart worden gebracht hoeveel kilo afval er wordt aangeboden en welk soort afval dit is. Nog niet genoemd in dit kader is het huishoudelijke grofvuil, ook hiervan wordt vaak het gewicht en/of het volume geregistreerd. Al deze informatie kan gebruikt worden voor betalingen. Zo kan een gemeente afvalscheiding belonen door financiële prikkels te genereren. “Mobiele connectiviteit maakt hiermee een brede invoering van het Diftar-systeem mogelijk. Maar ook ‘omgekeerd’ inzamelen kan hierdoor worden gerealiseerd”, aldus Erik van Cuyk, van ROVA. En hierdoor kunnen kostenbesparingen voor de gemeente worden gerealiseerd (Dijkgraaf en Gradus, 2014).

Klachtenafhandeling inwoners

Veel sneller in staat zijn om storingen te signaleren door de mobiele connectiviteit, zal leiden tot het verminderen van klachten. Maar ook klachten over bijvoorbeeld niet opgehaald vuilnis kan door een afvaldienst snel worden opgelost door een vuilniswagen die op dat moment in de buurt is, er naar toe te dirigeren. Ook kan bij gemeenten met minicontainers gevolgd worden welke containers er op het moment van passeren van een vuilniswagen waren aangeboden, waardoor klachten over het niet legen met feiten kunnen worden weerlegd.

4.2 Effect op resultaat

Resultaat van het verbeteren van de processen middels mobiele connectiviteit en verdere inzet van ICT hard- en software ligt op het gebied van:

- Efficiency;
- Kwaliteit;
- Afvalscheiding.

Efficiency

De reductie van het vuilniswagenpark met 33% bij de gemeente Amsterdam Stadsdeel Oost is een voorbeeld van vele efficiency slagen die gemaakt zijn en kunnen worden binnen de afvallogistiek. Zo heeft de gemeente Groningen door de inzet van slimme vuilnisbakken 20% CO₂-reductie gerealiseerd en een besparing van bijna € 100.000,- per jaar (Vodafone, 2013). Tim Blömer van Mic-o-data noemt dit ook wel 'strategisch containermanagement'. "Een gemeente kan hiermee een intelligent systeem opzetten, geoptimaliseerd naar het gebruik van de inwoners en de logistieke afhandeling. Door de efficiencywinst worden kostenbesparingen gerealiseerd".

Efficiency en kosten/batenverhoudingen zijn belangrijk. Zo is de gemeente 's-Hertogenbosch in staat geweest om in 2 jaar tijd de belasting € 33 per huishouden te laten dalen door optimalisatieslagen die dankzij mobiele techniek mogelijk zijn gemaakt volgens Bernard van Well, sectiehoofd inzameling 's-Hertogenbosch.

Kwaliteit

Dat mobiele connectiviteit zal leiden tot een stijging van de kwaliteit van de afvalketen, zal gezien het voorgaande wel duidelijk zijn. "Wij zijn in staat om 'service op afval' te gaan leveren", vertelt Erik van Cuyk, ROVA. "Tijdig legen van ondergrondse containers, meldpunten voor klachten en de data gebruiken om beter te kunnen inspelen op het afvalaanbod van de inwoners".

"Volgens onderzoek van de gemeente 's-Hertogenbosch is 85% van de inwoners (zeer) tevreden met ondergrondse containers", zegt Bernard van Well. "Je hebt geen stinkende vuilniszak meer in je huis". Van Well geeft ook aan dat de leefbaarheid in de wijken toeneemt door de vermindering van zwerfafval. "Het gebruiken van de ondergrondse containers moest een gewoonte worden en door goede voorlichting en handhaving is dit ook heel goed gelukt".

“Bij een paar containers die dicht op de terrassen staan in het centrum, wordt nog wel geklaagd over stankoverlast, zeker op hete zomerse dagen”, aldus Bernard van Well. Hij lost dit op door deze containers vaker te legen en experimenteert door een ozonachtige laag in de containers te spuiten waardoor de geur niet meer te ruiken is.

Afvalscheiding

Mobiele connectiviteit is onmisbaar voor afvalscheiding. Het beleid vanuit de centrale overheid is gericht op afvalscheiding door de inwoners zelf, uitgevoerd door de lokale overheid. Dankzij mobiele connectiviteit is de huidige complexe en dynamische logistieke keten rondom afvalinzameling mogelijk. Naast het bieden van de mogelijkheid tot afvalscheiding is er nog een belangrijke manier waarop een gemeente afvalscheiding kan stimuleren; het geven van financiële prikkels. “Bij een gemeente met minicontainers kan de frequentie van het aanbieden van restafval worden verlaagd en de prijs per kilo worden verhoogd. Ook kan het aanbieden van GFT goedkoper worden gemaakt. “Dit wordt al enige tijd uitgevoerd in een aantal van de gemeenten waar wij actief zijn”, geeft Erik van Cuyk (ROVA) aan.

Vraag is dan wel of de afvalstromen niet worden vermengd met elkaar: “Inwoners kunnen dan een verkeerde incentive krijgen en hun restafval in de goedkopere GFT afvalstroom stoppen. Onze ervaring is dat dit met name door sociale controle en goede voorlichting nauwelijks voorkomt”, aldus Erik van Cuyk, ROVA. Echter de prijselasticiteit is hierbij wel een belangrijk vraagteken: hoe duurder restafval, hoe groter de incentive om te frauderen, terwijl duur restafval ook een grote stimulans kan zijn om afvalscheiding te stimuleren. Door ervaring zal hier een balans in gevonden moeten worden, waarbij de afhankelijkheid van de lokale situatie altijd om een oplossing op maat zal vragen.

Een verder effect op het resultaat van afvalscheiding kan het gebruiken van big data zijn. “Stel je voor dat je een brief krijgt bij je jaarlijkse afrekening waarop staat dat jij gemiddeld 2x zoveel restafval hebt dan een vergelijkbaar huishouden in je straat of wijk”, Quirijn van Loon, VConsys. Op deze manier kan een gemeente duurzaam gedrag op een positieve manier stimuleren. “Ik verwacht dat je op deze manier vrij snel een gedragsverandering kan vaststellen”. De app van de gemeente 's-Hertogenbosch kan hier ook een rol in spelen. “Op een klantvriendelijke manier persoonlijke informatie aanbieden die voor jou relevant is, lijkt ons een goede stap vooruit. En ja een app op een mobiele telefoon is hier zeer geschikt voor”, aldus Bernhard van Well, gemeente 's-Hertogenbosch.

Het effect van mobiele connectiviteit op de afvalketen is dus te vinden op efficiency, kwaliteit en afvalscheiding. Efficiency die leidt tot financiële besparingen (minder vuilniswagens, brandstofbesparingen) en hiermee ook milieubesparingen (minder CO₂-uitstoot). Een stijging van kwaliteit doordat er minder afval op straat terechtkomt en misschien wel het belangrijkste effect: afvalscheiding. Door mobiele connectiviteit worden ondergrondse containers ineens 'slim', is een systeem als Diftar in steeds meer gemeentes ingevoerd, kan beleid rondom afvalscheiding worden uitgevoerd en ligt er een belofte om feedback per huishouden te kunnen geven waardoor afvalscheidingsgedrag verder gestimuleerd kan worden.

5. Toekomst van connectiviteit in de afvalketen

In haar brief aan de Tweede Kamer (Mansfeld, 2014), maakt Staatssecretaris Mansfeld het zeer duidelijk: de Nederlandse overheid ziet de circulaire economie als de enige manier om een antwoord te geven op de groeiende vraag naar grondstoffen. Zij schetst hierbij ook het toekomstbeeld van afval. Samengevat wordt de hoeveelheid restafval verminderd en de verschillende afvalproducten hergebruikt. Verbetering van de afvalscheiding en -inzameling is hierbij één van de acht doelstellingen van het overheidsprogramma. *“Met de complexe waardenketens die een kenmerk van onze globale economie zijn vraagt dit om technische, sociale en economische innovatie.”*, aldus Staatssecretaris Mansfeld in haar brief.

De verandering in de afvalketen van het huishoudelijk afval van de afgelopen jaren laat die technische, sociale en economische innovatie zien. Met een centrale rol voor de ‘slimme’ ondergrondse afvalcontainer, de ‘slimme’ minicontainer en de ‘slimme’ vuilniswagen. Die slimheid wordt gecreëerd door mobiele connectiviteit te combineren met hardware en software waardoor M2M oplossingen ontstaan. Maar er is meer nodig om het beleid van Mansfeld uit te voeren. De politieke wil binnen de lokale overheid is een belangrijke, maar ook het gedrag van inwoners alsmede een excellente uitvoering door de partijen actief in deze keten.

Deze case heeft laten zien dat de ondergrondse restcontainer een belangrijke plaats inneemt in de afvalketen. En door deze ‘slim’ te maken, er aardig wat lokale en centrale beleidsdoelen gehaald kunnen worden. Informatie over de ondergrondse en minicontainers zal leiden tot:

- Efficiency (inzicht in vraag en aanbod en hierdoor route-optimalisatie, invoering Diftar-systeem)
- Kwaliteit (minder afval op straat, klachtenafhandeling)
- Afvalscheiding (per huishouden afvalscheidingsprestaties inzichtelijk maken en zo gedrag beïnvloeden)

Het is ook duidelijk geworden dat nog lang niet alle mogelijkheden ook echt worden benut. Niet overal is mobiele connectiviteit geïmplementeerd, niet alle routes zijn geoptimaliseerd, de vulgraad wordt nog niet overal gebruikt om de kwaliteit te verhogen. Het afvalscheidingsgedrag beïnvloeden door het inzetten van informatie is zelfs nog toekomstmuziek.

De toekomstige ontwikkelingen rondom mobiele connectiviteit lijken zich dus vooral te richten op het beter benutten van de kansen die reeds gecreëerd zijn. Maar zeker niet ondenkbaar is het toepassen van de techniek buiten de grenzen van huisafval. Denk hierbij aan de openbare afvalbakken in stadscentra en bij recreatieplekken, maar ook aan bedrijfsafval.

M2M speelt hierbij een cruciale ‘empower’ rol en deze rol zal in te toekomst alleen maar toenemen. Mobiele connectiviteit is hierbij een elementair onderdeel om de afvalscheidingsambitie van Nederland te verwezenlijken. Maar niet vergeten mag worden dat het één van de stappen is om tot een efficiënt, goedkoop en kwalitatief hoogwaardig logistiek en circulair inzamelingsstelsel te komen. Het is een samenspel tussen techniek, de politieke wil, de mogelijkheden van de uitvoerder en de inwoners.

Bronnen

Centraal Bureau voor de Statistiek (2014). *Statline: Gemeentelijke*. Verkregen op 31 januari 2014, van <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=7467&D1=1-26,91-116&D2=0&D3=a&HD=100719-1209&HDR=G1,G2&STB=T>.

Allers, M. en C. Hoeben (2010), 'Effects of unit-based garbage pricing: a differences-indifferences approach', *Environmental and Resource Economics* 45(3): 405–28.

Dijkgraaf, E. en R.H.J.M. Gradus (2009), 'Environmental activism and dynamics of unit-based pricing systems', *Resource and Energy Economics* 31(1): 13–23.

Dijkgraaf, E. en R.H.J.M. Gradus (2014), 'Efficiency Effects of Unit-based Pricing Systems and Institutional Choices of Waste Collection', *discussion paper*. Tinbergen Institute (TI 2014-003/VI).

IenM, 2011: [Brief van staatssecretaris Atsma \(IenM\) over meer waarde uit afval](#). Kamerstuk. 26-08-2011. Ministerie van Infrastructuur en Milieu, Den Haag.

Mansfeld, 2014: *Invulling programma Van Afval Naar Grondstof, Brief Tweede Kamer 28 januari 2014*.

Mansfeld, 2014: *Van Afval naar Grondstof, Uitwerking 8 operationele doelstellingen, 2014*

Vodafone, 2013: *Met Smart waste management helpen Mic-o-data en Vodafone de lokale overheid*. https://www.vodafone.nl/assets/downloads/zakelijk/whitepaper_smart_waste_management.pdf

⋮

Bijlage A – Ondergrondse afvalcontainers

Inzamelingsmethode <u>restafval</u>	Connected	Vraag/Aanbod	Diftar	Geschat aandeel in Nederland	Geschat aantal inwoners
Ondergrondse container	Ja	Mogelijk	Mogelijk	25%-35%	30%-40%
Huis aan huis minicontainer	Soms, via chip en inzamelingsauto	Nee	Mogelijk	60%-70%	50%-20%
Huis aan huis vuilniszakken	Nee	Nee	Nee	5%-15%	10%-20%

Ondergrondse restafvalcontainers

Er zijn geen recente cijfers bekend over het beleid per gemeente en het gevolg hiervan op het aantal ondergrondse containers. Een rondgang bij experts leerde dat er ongeveer 60.000 ondergrondse restafvalcontainers zijn, waarvan 25% is uitgerust met elektronica (toegangssystemen en modems met mobiele connectie voor het doorgeven van gegevens) en daarnaast rond de 15.000 ondergrondse containers voor papier, glas en plastic (zonder elektronica). In 2014 werkt een groot deel van de gemeenten met ondergrondse restafvalcontainers, meestal voor een deel van hun inzameling.

Gebaseerd op het aantal containers in grote gemeenten als Den Haag (0,014 container per huishouden) en Amsterdam Stadsdeel Oost (0,026 container per huishouden) lijkt het aantal containers in Nederland maximaal 150.000 te zijn, waarbij de spreidingsgraad tussen stedelijke gebieden en het platteland zeer verschilt. Immers op het platteland zullen er minder huishoudens per container zijn, waardoor het aantal containers per huishouden hoger zal liggen. Ook zal een aantal plattelandsgemeenten vanwege dit lagere aantal huishoudens per container juist langzamer overgaan tot het plaatsen van ondergrondse containers.

Voordelen ondergrondse restafvalcontainers

- Burger kan 24/7 zijn afval kwijt
- Burger bewust van afvalscheiding
- Vuilnis overlast beperken
- Efficiency bij ophaaldienst door minder ophaalplekken
- Efficiency bij ophaaldienst door rijden op basis van aanbod (vulgraad)
- Diftar-implementatie mogelijk

Nadelen ondergrondse restafvalcontainers

- Investering in ondergrondse containers en plaatsen
- Versnelde afschrijving van vuilniswagens voor minicontainers
- Veranderingen bij reinigingsdienst
- Per gemeente/wijk verschillende methoden (niet overal is plaats voor een ondergrondse container)
- Gewenning burgers waardoor risico op zwerfvuil
- Bestaande contracten met ophaaldiensten (vaak financiële vergoedingen per gereden rit)
- Clandestiene bijplaatsing van afval, waardoor inzet van milieuhandhaving nodig is.

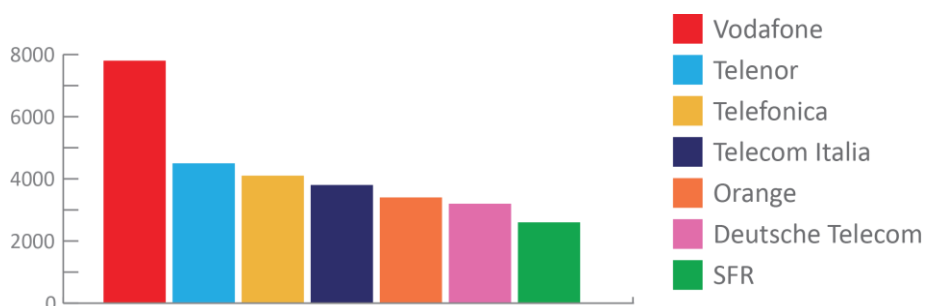
Bijlage B – Wat is M2M bij Vodafone?

B.1 Machine-to-machine & Vodafone

Machine-to-machine technologie, of kortweg M2M, verbindt machines of apparaten met elkaar en maakt hiermee informatieoverdracht mogelijk zonder menselijke tussenkomst. Apparaten en machines worden in staat gesteld relevante informatie te verzamelen en vervolgens via een mobiel netwerk te verzenden. M2M toepassingen kunnen bijdragen aan het verminderen van kosten, verhogen van efficiëntie, verbeteren van dienstverlening en het behalen van duurzaamheidsdoelstellingen.

Vodafone heeft als doel 'to empower everybody to be confidently connected'. Naast mobiele telefoons kunnen dit dus ook apparaten of machines zijn die via het mobiele netwerk van Vodafone informatie uitwisselen. Vodafone heeft meer dan 20 jaar ervaring in de wereld van 'connected products' en via een zelfontwikkeld platform worden gebruikers in staat gesteld eenvoudig hun aansluitingen te monitoren en beheren. Vodafone werkt op het gebied van M2M vanuit een wereldwijd team dat meewerkt aan de ontwikkeling en support van machine-to-machine oplossingen.

Het aantal M2M aansluitingen wereldwijd is de afgelopen jaren snel gegroeid en voorspellingen laten zien dat deze groei de komende jaren zal doorzetten. Het aandeel van non-human data binnen de telecommunicatie zal snel toenemen. Op dit moment domineert een aantal grote spelers de machine-to-machine markt en binnen Europe is Vodafone de provider met veruit de meeste M2M aansluitingen, zie figuur B.1. Ook in Nederland is Vodafone marktleider op het gebied van M2M met een marktaandeel van meer dan 50%. Binnen veel van de toepassingen van machine-to-machine levert Vodafone alleen de connectiviteit. Steeds vaker wordt er echter actief samengewerkt met partners om gezamenlijk totaaloplossingen aan te kunnen bieden en verder te zoeken naar innovatieve toepassingen van machine-to-machine.



Figuur B.1 Aantal M2M aansluiting x1000 voor Europese operators

(Ryberg, T. (2013). *The Global Wireless M2M Market*. Gotheburg, Sweden: Berg Insights).

Toepassingen van Vodafone machine-to-machine kunnen worden onderverdeeld in tien verschillende categorieën. Binnen deze categorieën zijn vele verschillende oplossingen mogelijk, maar niet iedere categorie is op dit moment even ver ontwikkeld. Met name de automotive, energy & utilities en transport & logistics industrie heeft op dit moment relatief veel actieve toepassingen van M2M.

Automotive

In de automotive industrie levert M2M vooral oplossingen op het gebied van track-and-trace, diefstalpreventie, voertuigmonitoring en veiligheid. Een voorbeeld van een toepassing op het gebied van veiligheid is de e-call. Hierbij wordt automatisch een alarmnummer gebeld wanneer een auto in een ongeluk terecht is gekomen.

Transport & Logistics

De transportindustrie is net als de automotive industrie extra interessant voor M2M toepassingen vanwege de benodigde mobiliteit. Optimalisaties worden gemaakt met behulp van 'fleet management' systemen ondersteund door M2M verbindingen.

Energy & Utilities

De Energy & Utilities sector is ver in de ontwikkeling van M2M. Dit wordt onder andere gestimuleerd door wet- en regelgeving op het gebied van slimme meters. Dit zijn energiemeters op basis van een M2M verbinding waarbij de meterstanden automatisch worden doorgestuurd naar de energieleverancier.

Financial Services

Mobiele pinapparaten zijn een welbekend voorbeeld van een machine-to-machine toepassing binnen de financiële wereld. Voor financiële services is veiligheid en privacy van groot belang, aspecten die kunnen worden geleverd door een M2M aansluiting.

Security

De beelden van beveiligingscamera's kunnen met behulp van M2M altijd en overal worden bekeken. De camera's staan draadloos in verbinding met een mobiel netwerk en kunnen zo ook eenvoudig verplaatst worden.

Manufacturing

Binnen de manufacturing industrie zijn er allerlei processen die worden geoptimaliseerd dankzij machine-to-machine. Variërende vraag kan eenvoudig worden gekoppeld aan productie waardoor overproductie wordt voorkomen of productie minder lang stil hoeft te liggen.

Consumer Goods

M2M is verder ontwikkeld in de industrie dan binnen de consumentenmarkt. Toch wordt ook de consument dagelijks geconfronteerd met machine-to-machine oplossingen. Frisdrankautomaten houden de voorraad in de automaat bij en geven een signaal wanneer bevoorrading nodig is. Hetzelfde geldt voor koffiemachines, die aangeven wanneer schoonmaak of bijvullen nodig is. Dit voorkomt onnodig onderhoud of bevoorrading.

Consumer Electronics

Naast dat het voor consumenten voordelig kan zijn informatie te vergaren over de eigen producten, is diezelfde informatie ook interessant voor producenten of ontwerpers. Dankzij M2M hebben producenten beter inzicht in het gebruik van consumentenproducten zoals wasmachines of koffiezetapparaten.

Health

Ook binnen de gezondheidszorg wordt machine-to-machine steeds meer toegepast. Zo worden bijvoorbeeld defibrillatoren uitgerust met een M2M verbinding waardoor de werking van deze apparaten op afstand kan worden getest. Ook kunnen allerlei metingen, zoals bloedsuiker of hartslag, voortaan op afstand van een arts plaatsvinden doordat deze gegevens direct worden doorgestuurd.

Public Services

De publieke ruimte wordt ook steeds 'slimmer' onder de noemer Smart City. Toepassingen van machine-to-machine binnen dit kader zijn bijvoorbeeld slimme straatlantaarns die uitgaan wanneer weinig verkeer wordt geregistreerd.

Toekomstperspectief

Machine-to-machine wordt een snel groeiende toekomst voorspeld met een toenemend aantal 'connected products'. De toepassingen zullen steeds meer van context verschuiven, van industrie naar de consument. Steeds vaker zullen consumentenproducten in staat zijn met elkaar te communiceren en gegevens uit te wisselen binnen een huis; het Smart Home. Zo zal je kopje koffie automatisch worden gezet wanneer je wekker afgaat, en bestuur je op afstand je elektrische apparatuur. Omdat de mogelijkheden in het verbinden van machines en producten in principe eindeloos zijn, zal een consument steeds meer verbindingen hebben om te managen.

Naast de verschuiving van een toenemend aantal toepassingen van de industrie naar de consument, zal er ook een toename zijn van het aandeel van M2M in de stedelijke omgeving. Steden transformeren in 'smart cities' die de bewoners ondersteunen in hun dagelijkse bezigheden en waarin dienstverlening wordt geoptimaliseerd. Slimme parkeersystemen, afvalmanagement en real-time informatie over het openbaar vervoer zijn voorbeelden van M2M toepassingen waarmee de leefbaarheid van de stad wordt vergroot.

De toekomstmogelijkheden van machine-to-machine zijn omvangrijk. Alle producten en machines zullen in de toekomst in verbinding staan met een mobiel netwerk. Dit levert een gigantische hoeveelheid aan informatie op en te verwachten valt dat beslissingen zoveel mogelijk alleen nog zullen worden genomen op basis van real-time informatie. Deze informatie kan alleen worden verzonden via een vorm van connectiviteit.

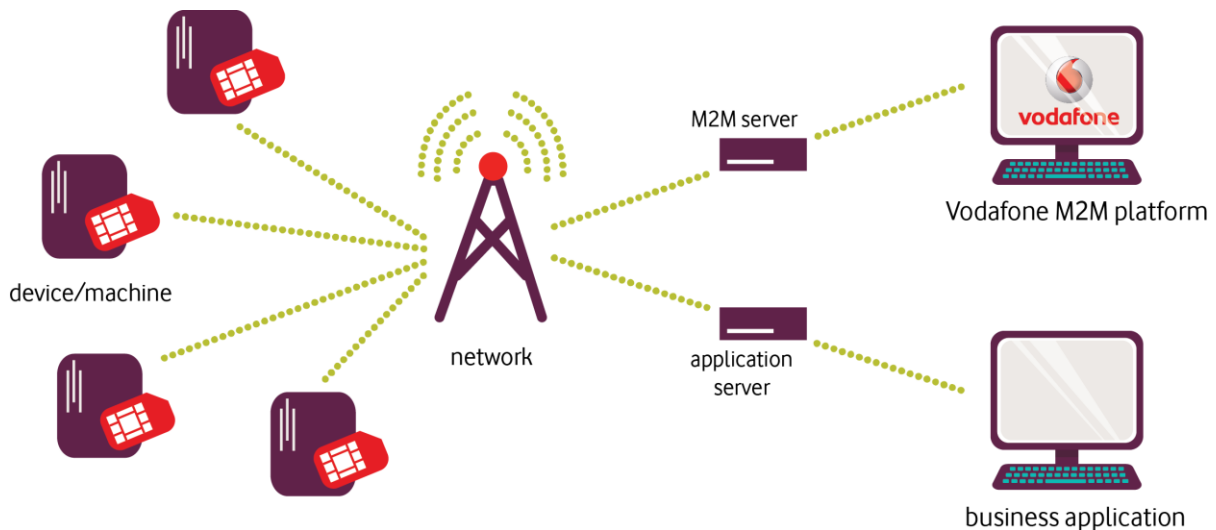
B.2 Machine-to-machine technologie

Machine-to-machine communicatie is gebaseerd op het uitwisselen van sensorinformatie. Sensoren in of aan een machine meten een variabele en verzamelen de verkregen informatie. Deze informatie wordt verzonden via een mobiel netwerk. Om informatie via een mobiel netwerk te kunnen verzenden moet een modem en een SIM kaart worden ingebouwd in de machine of het apparaat. Het modem levert de mogelijkheid tot communicatie en de SIM kaart zorgt voor een verbinding met een specifiek mobiel netwerk. Deze SIM kaart is vergelijkbaar met de SIM kaart zoals die ook in mobiele telefoons wordt gebruikt. Het verzenden van de informatie gebeurt via de zendmasten van Vodafone.

In principe kan machine-to-machine via ieder type connectiviteit plaatsvinden, zowel mobiel als vast. Voor bepaalde toepassingen is mobiel noodzakelijk, zoals in een mobiele toepassing. Vaste verbindingen zouden in andere gevallen ook kunnen volstaan, net als Wi-Fi connecties. Daarnaast hangt de urgentie van de verbinding en de beoogde kwaliteit nauw samen met de keuze voor de vorm van connectiviteit. Wanneer een bepaalde kwaliteit en zekerheid van de communicatie vereist is, biedt een kwalitatief betrouwbaar mobiel netwerk uitkomst. Via dit netwerk kan ook een hogere veiligheid worden gegarandeerd dan via bijvoorbeeld een Wi-Fi netwerk. In Nederland gaat M2M verkeer grotendeels over het 2G netwerk. Dit netwerk is robuust en heeft een goede indoordekking. Het 3G netwerk wordt in mindere mate gebruikt vanwege de hoge kosten van in het bijzonder het modem dat benodigd is voor de netwerkcommunicatie.

De verzamelde sensorinformatie wordt vanaf het apparaat via het modem in het apparaat naar zendmasten verzonden. Deze zendmasten sturen de informatie vervolgens weer door naar een online portal van de eigenaar van het apparaat of de machine. Deze online omgeving vormt de toepassing van de M2M oplossing, oftewel business application. Deze application is ontwikkeld door een software ontwikkelaar en maakt het mogelijk om de binnengekomen informatie te analyseren en daarop eventueel direct te reageren. Wanneer bijvoorbeeld een machine informatie doorgeeft dat een onderdeel van het apparaat niet meer in werking is, kan de machine op afstand worden uitgeschakeld en direct een monteur worden gewaarschuwd. In deze vorm zorgt machine-to-machine niet alleen voor inzicht, maar ook voor directe actie op de verkregen informatie. De informatie wordt dus vanaf het apparaat via een zendmast verstuurd naar een business application.

Omdat het vaak niet nodig is dat een apparaat constant in verbinding staat met het netwerk, kan deze door de gebruiker op inactief worden gezet. Het Vodafone machine-to-machine platform biedt gebruikers de mogelijkheid om hun aansluitingen te monitoren en te beheren. Wanneer er informatie van een apparaat benodigd is, kan de gebruiker via het platform een SMS verzenden naar het apparaat waardoor het wordt geactiveerd. Het apparaat 'ontwaakt' door deze SMS en maakt verbinding met het netwerk om de benodigde informatie te verzenden. Dit wordt bijvoorbeeld toegepast bij slimme straatlantaarns. Deze lantaarns kunnen op afstand worden gemonitord om te checken of deze werkzaam zijn. Eens in de zoveel tijd wordt een SMS naar de straatlantaarn verstuurd met de vraag of deze nog werkt. Vervolgens is de lantaarn in staat om een bericht terug te sturen wanneer dit het geval is. Wanneer er geen bericht terugkomt, is het apparaat hoogstwaarschijnlijk niet werkzaam en kan er een monteur op af worden gestuurd.



*Figuur B.2 Machine-to-machine technologie; van machine tot business application.
Communicatie is mogelijk in beide richtingen.*

Naast de verbinding tussen het apparaat en de online omgeving, is er dus ook een verbinding tussen het apparaat en het Vodafone M2M platform. De informatie die hiernaar wordt verzonden is verschillend van de informatie die naar de business application gaat. Daar gaat het om sensorinformatie terwijl het hier gaat om de status en werking van de SIM. Via beide verbindingen, die naar het M2M platform en die naar de business application, kan informatie twee kanten op worden gestuurd. Tussen het M2M platform, waar de SIM's worden beheerd, en de business application is geen directe verbinding benodigd.

Vodafone's kenmerken in M2M

Naast een internationale SIM biedt Vodafone voor M2M ook een speciaal platform. Omdat M2M gebruikers vaak veel SIM's in gebruik hebben kunnen deze via het platform eenvoudig worden beheerd. De SIM's kunnen worden geactiveerd wanneer deze in gebruik worden genomen. Ook kunnen de SIM's worden gedeactiveerd wanneer deze een bepaalde periode niet in gebruik zijn. Via het platform heeft de beheerder ook inzicht in de status van een bepaalde SIM (actief of passief) en de laatste acties rondom deze SIM.