



Stadslandbouw in kantoorpanden: Optie of utopie?

Joanneke Spruijt¹, Jan-Eelco Jansma¹, Tycho Vermeulen², Janjo de Haan¹
en Wijnand Sukkel¹

¹ Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

² Wageningen UR Glastuinbouw



WAGENINGEN UR

For quality of life

Stadslandbouw in kantoorpanden: Optie of utopie?

Joanneke Spruijt¹, Jan-Eelco Jansma¹, Tycho Vermeulen², Janjo de Haan¹ en Wijnand Sukkel¹

1 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving

2 Wageningen UR Glastuinbouw

Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Wageningen, januari 2015

PPO-rapport 623



**PRAKTIJKONDERZOEK
PLANT & OMGEVING**

WAGENINGEN UR

Stadslandbouw in kantoorpanden: Optie of utopie?

PPO Publicatienr.623

In opdracht van :



PROVINCIE  UTRECHT

Nieuwegein



Met bijdrage uit het Kennisbasisprogramma Duurzame Landbouw van het ministerie van Economische zaken, project KB-12-003.01-004, Teelt de grond uit - monitoring en evaluatie



Ministerie van Economische Zaken

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, onderdeel van Wageningen UR
Business Unit Akkerbouw, Groene ruimte en Vollegrondsgroenten

Adres : Postbus 430, 8200 AK Lelystad
: Edelhertweg 1, Lelystad
Tel. : +31 320 291 11
Fax : +31 320 17 41 80 94
E-mail : info.ppo@wur.nl
Internet : www.ppo.wur.nl

© 2015 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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 DLO. Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Akkerbouw, Groene Ruimte en Vollegrondsgroenten. DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Inhoud

Inhoud	3
1 Inleiding	4
1.1 Aanleiding	4
1.2 Vraagstelling	5
1.3 Aanpak	5
1.4 Afbakening	5
2 Feiten	6
2.1 Resultaten van lopende pilots	6
2.2 Teelten	7
2.2.1 Planten	7
2.2.2 Aquaponics	11
2.2.3 Paddenstoelen	12
2.2.4 Insecten	12
2.2.5 Micro-algen	12
2.3 Omgevingsfactoren en bouwtechnische en juridische randvoorwaarden	14
2.3.1 Omgevingsfactoren	14
2.3.2 Technische randvoorwaarden	14
2.3.3 Juridische randvoorwaarden	15
2.4 Milieu	17
2.4.1 Teeltsysteem	17
2.4.2 Productieketen	18
2.4.3 Samenhang met andere systemen	18
2.5 Economie	20
2.5.1 Kostprijs	20
2.5.2 Productievolume versus afzetmarkt	23
2.5.3 Marktwaaarde	23
2.5.4 Nichemarkten	24
2.5.5 Neveninkomsten	24
2.6 Maatschappij	25
3 Conclusie en kansen	26
Literatuur	29
Websites	31
Geraadpleegde externe experts	32
Bijlage: Kostprijsberekening sla voor verschillende teeltsystemen	33

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Leegstand in kantoorpanden is sinds 2008 een groeiend probleem. Inmiddels staat in Nederland 8,32 miljoen vierkante meter te huur of te koop, ofwel een oppervlakte van ruim 800 ha. Dat is bijna 17 procent van de totale kantorenvorraad in Nederland (data: NVM Business, 2013). Ook provincie Utrecht laat vergelijkbare cijfers zien. Momenteel staat 16% van de ruim 6 miljoen vierkante meter kantoren in de provincie Utrecht leeg. Tegelijkertijd staat er nog ruim 1 miljoen vierkante meter kantoor gepland. Verwacht wordt dat een deel van de markt nooit meer terugkomt. De impact hiervan lijkt vooral groot op bedrijventerreinen en snelweglocaties. Met haar provinciale aanpak kantorenleegstand: kiezen met gezond verstand (2013) is Utrecht de eerste provincie in Nederland die leegstand actief aanpakt. Utrecht wil versneld kantoorlocaties herbestemmen en transformeren, en gaat nieuwe plannen voor kantoren voor de helft schrappen.

Een aantal gemeenten heeft al een actief beleid gericht op transformatie van kantoorpanden. Veelal gaat het om transformatie naar woningfunctie, bijvoorbeeld naar kleine appartementen in het goedkopere marktsegment zoals in Nieuwegein (Gemeente Nieuwegein i.s.m. Provincie Utrecht, 2013). De vraag roept zich op of leegstand ook kan leiden tot ander gebruik. Een van de opties die regelmatig genoemd wordt is stadslandbouw. Maar wat is stadslandbouw?

Stadslandbouw wordt hier gedefinieerd als het voortbrengen, verwerken en vermarkten van voedsel en daaraan gerelateerde producten en diensten, in urbane en peri-urbane gebieden, daarbij gebruikmakend van stedelijke hulpbronnen en reststoffen. Het staat nu volop in de maatschappelijke belangstelling; lokale voedselproductie is hip en landbouw gerelateerde diensten en activiteiten staan in de publieke schijnwerpers (Denk aan 'koe in de wei' of 'Kom in de kas'). Provincie Utrecht definieert stadslandbouw in haar landbouwvisie uit 2011 als landbouw die zich in nieuwbouwlocaties en stadsrandzones zo ontwikkelt dat de landbouw toekomstperspectief heeft en de relatie stad-landbouw wordt benut. Stadslandbouw wordt veelal geassocieerd met stedelingen die in hun directe omgeving groente en fruit willen gaan verbouwen. Wat in de praktijk nog wel eens onderbelicht blijft is dat het pallet van verschijningsvormen van stadslandbouw veel groter is. Het kenmerkende aan stadslandbouw is dat het multifunctioneel, sector overstijgend en schaal verbindend is. Bestaande praktijkvoorbeelden omvatten de hele range tussen kleinschalige buurtmoestuinen, volks- en schooltuinen, tot ondernemingen in de stadsrand die rond voedselproductie nieuwe markten aanboren als kinderopvang, landschapsbeheer of energieproductie voor een nabijgelegen woonwijk. Ook landbouw in en op gebouwen wordt gezien als een vorm van stadslandbouw, waarbij de verschijningsvormen breed kunnen zijn: van moestuin tot grootschalige productiefaciliteiten in de stad en waarbij voedselproductie vaak gekoppeld wordt aan andere (maatschappelijke) doelen.

In potentie zou stadslandbouw leegstaande kantoorgebouwen een nieuwe bestemming kunnen geven. Op papier zijn er volop kansen: veel leegstand, productieruimte dicht bij stedelijke afzetmarkt, maatschappelijke belangstelling voor lokale producten en beschikbaarheid van geavanceerde teelttechnieken (LED, aquaponics). Uit verschillende hoeken (o.a. Provinciale Staten Utrecht en de gemeenteraad van Nieuwegein) komt de vraag of stadslandbouw leegstaande kantoren en industrieterreinen inderdaad weer een duurzame, productieve en maatschappelijke bestemming kan geven. Hoewel de mogelijkheden er dus liggen, zijn praktijkvoorbeelden in Nederland nog steeds schaars. In enkele steden, zoals in Den Haag, zijn er voedsel-gerelateerde activiteiten in gebouwen, maar concrete rendabele initiatieven zijn schaars in Nederland. Ook wereldwijd zijn er nog weinig concrete voorbeelden van teelt in kantoorgebouwen. De vraag is waarom het nog niet heeft geleid tot benutting van de leegstand voor stadslandbouw. Liggen er structurele blokkades, worden kansen overschat, is de technologische ontwikkeling toch niet ver genoeg, ontbreekt het aan goede business modellen of is de afzetmarkt er nog niet rijp voor? Is het thema desondanks kansrijk of niet? Provincie Utrecht vindt dit een goed moment om feit en fictie rond teelt in kantoorgebouwen in Nederland onder de loep te nemen. Is stadslandbouw in kantoorgebouwen nu een optie of utopie!

1.2 Vraagstelling

Hoofdvraag voor de provincie Utrecht is: Is stadslandbouw een substantieel alternatief voor leegstaande kantoorgebouwen? Binnen deze hoofdvraag zijn er de volgende vijf deelvragen:

1. Wat zijn de resultaten van (al lopende) pilots?
2. Wat zijn slaag- en faalfactoren?
3. Wat zijn de inzichten en opvattingen van experts uit vastgoed en landbouw?
4. Is het een tijdelijke of permanente oplossing?
5. Wat zijn concrete mogelijkheden in de Gemeenten Nieuwegein en Woerden?

1.3 Aanpak

De vraag is in dit achtergrondrapport in drie stappen uitgewerkt: van feiten (wat weten we) en kansen (waar liggen reële mogelijkheden) naar potentie (heeft beleid gericht op stimulering zin en zo ja, onder welke voorwaarden). In Hoofdstuk 2: Feiten worden de resultaten van (al lopende) pilots en de slaag- en faalfactoren besproken. Vervolgens worden teelttechnische aspecten, omgevingsfactoren, technische en juridische randvoorwaarden, milieutechnische, economische en maatschappelijke aspecten van stadslandbouw in kantoorgebouwen in kaart gebracht. Het gaat hier om wat kan en waar de beperkingen liggen. Deze verkenning is gebaseerd op expertkennis van de auteurs, enkele interviews met externe experts en beschikbare kennis uit literatuur en op internet. Er wordt antwoord gegeven op de vraag of stadslandbouw in kantoorgebouwen kan en onder welke voorwaarden. Kansrijke ontwikkelingen worden besproken in Hoofdstuk 3: Conclusie en Kansen. Op basis van de inzichten uit de eerste twee stappen wordt tevens antwoord gegeven op de vraag of (grootschalig) stimuleren van stadlandbouw in kantoorgebouwen uiteindelijk zinvol is en zo ja onder welke voorwaarden er welke stappen door wie gezet moeten worden. Als onderdeel van dit derde hoofdstuk zijn de conclusies en kansen besproken met de opdrachtgever en experts uit de provincie Utrecht in een zogenaamde expertmeeting.

1.4 Afbakening

We richten ons op plantaardige productie (incl. biobased productie), aquacultuur en de kweek van insecten, omdat hiervan de meeste expertise is en omdat deze vormen van stadslandbouw maatschappelijk geaccepteerd zijn. Dierhouderij in gebouwen is uiteraard ook mogelijk en interessant met oog op het sluiten van kringlopen, maar de maatschappelijke acceptatie van deze vorm van stadslandbouw is verder weg.

Het rapport richt zich op de teelt in gebouwen. Benutting van daken, (buiten-) wanden of buitenruimten van gebouwen voor landbouw krijgt beperkt aandacht in deze studie.

2 Feiten

2.1 Resultaten van lopende pilots

Op dit moment is RotterZwam het enige voorbeeld van stadslandbouw in een leegstaand gebouw in Nederland dat daadwerkelijk in bedrijf is. RotterZwam teelt paddenstoelen in een oud zwembad op koffiedik dat men bij de plaatselijke horeca ophaalt. Men verkoopt hiermee een product met een uniek verhaal. Voor de paddenstoelen teelt is een donkere ruimte en een hoge luchtvochtigheid gewenst. Een voormalig zwembad is daar dus heel geschikt voor. RotterZwam is pas gestart, op dit moment is nog niet bekend of dit initiatief op de langere termijn rendabel is (www.rotterzwam.nl).



Figuur 1: RotterZwam teelt paddenstoelen in een oud zwembad (www.rotterzwam.nl)

Verder is er in Amsterdam een geslaagd voorbeeld van voedselproductie bovenop een gebouw. Op het dak van Kantoor Zuidpark is een daktuin van 3.000 m² gerealiseerd (<http://zuidpark.nl/zalen-en-catering/urban-farming-dak/>). Het dak past bij het concept van het kantoorgebouw, waar duurzaam ondernemerschap en het nieuwe werken samenkomen. Huurders verbouwen en oogsten hier hun eigen voedselproducten en de oogst wordt aan lokale horeca geleverd. Het moet een sluitend business model opleveren, waarbij er aandacht is voor duurzaamheid, sociale relevantie en maatschappelijke verantwoordelijkheid (Oskam et al., 2013).



Figuur 2: Op het dak van Kantoor Zuidpark in Amsterdam is een daktuin gerealiseerd

Het voormalige CBS gebouw in Heerlen is getransformeerd naar een multifunctionele evenementen-, werk- en ontmoetingsplek voor met name creatieve bedrijvigheid (www.carbon6.nl). Stadslandbouw was ook een van de opties voor dit gebouw. Volgens Benraad (zie geraadpleegde externe experts) die betrokken was bij de planvorming was stadslandbouw exploitatie technisch niet interessant en heeft het geen doorgang gevonden.

In Den Haag is er een initiatief (Urban Farmers De Schilde), waarbij mogelijk een bedrijf met een aquaponics (zie ook 2.2.2) teeltsysteem zich gaat vestigen in gebouw De Schilde. (www.urbanfarmers.com)

2.2 Teelten

Voor teelt in gebouwen zal gewerkt moeten worden met teelt los van de grond. Hiervoor komt vooral plantaardige productie in de vorm van groenten, kruiden of siergewassen als potplanten of bolbloemen in aanmerking. Ter bevordering van de recirculatie van water- en nutriënten is de combinatie van plantenteelt met visteelt (aquaponics) mogelijk interessant. Ook kan men denken aan de teelt van paddenstoelen, insecten of micro-algen. In de volgende paragrafen worden deze verschillende teelten achtereenvolgens behandeld.

2.2.1 Planten

Teeltsystemen

In het programma 'Teelt de Grond uit' werken onderzoekers van Wageningen UR en Proeftuin Zwaagdijk in samenwerking met telers, brancheorganisaties en adviseurs aan de ontwikkeling van teeltsystemen los van de grond (de Haan et al, 2013 en 2014, Breukers et al., 2014., www.teeltdegrond.nl). De volgende systemen lijken hiervoor het meest geschikt:

- Diepe Waterlaag (Deep Flow- DF): Dit systeem bestaat uit een waterlaag van 10 tot 30 cm, met drijvers waarin de plantjes staan, zie Figuur 3. Het systeem wordt internationaal regelmatig toegepast, maar is nog niet grootschalig doorgebroken. Knelpunten zijn de ziekteontwikkeling die vooral bij hogere temperaturen een rol spelen. Voor de teelt in gebouwen zou met een dunne laag (5-10 cm) gewerkt kunnen worden.
- Dunne waterlaag (Nutriënt Film Technique – NFT): hier staan plantjes in een goot ('open regenpijp') waar continu een laagje voedingswater doorloopt. Internationaal is dit het meest gangbare teeltsysteem voor stedelijke toepassing. Alle kruiden en bladgewassen kunnen er wel op geteeld worden en grotere systemen worden ook gebruikt voor tomaat en komkommer. In Figuur 4 is te zien hoe er aardbeien op dit systeem worden geteeld.
- Teelt in potten: dit is de meest reguliere teelt en het meest herkenbaar voor mensen – een plant in een pot met substraat. Het substraat kan zowel potgrond zijn als kokos, perliet of andere typen. De pot kan dan zowel op een eb/vloed tafel staan (tafel met opstaande rand waar 2x per dag een laag water in wordt gepompt, zodat de pot zich kan volzuigen met water) of met een druppelleiding. Zie Figuur 5.

Voor de waterbehoefte zal gebruik moeten worden gemaakt van gezuiverd hemelwater, leidingwater is hiervoor niet geschikt omdat het te zout is.



Figuur 3: Deep Flow systeem voor sla en chrysant



Figuur 4: Waterfilm (NFT) voor aardbeien in de open lucht (stellingenteelt)



Figuur 5: Teelt in potten

Meerlagenteelt

Om de (dure) grondoppervlakte in gebouwen efficiënter te benutten zal gedacht moeten worden aan meerlagenteelt. Hier is NFT het meest logische teeltprincipe, omdat het gewicht per oppervlakte-eenheid erg laag is. In Figuur 6 is een systeem te zien waar elke laag bestaat uit een 'omgekeerd deksel' waar een waterlaagje in staat met een overloop. Op die manier staat er altijd voldoende water in het deksel. De planten worden door een planthouder op zijn plaats gehouden. Op dit principe zijn veel varianten denkbaar (en beschikbaar op de markt). Deze systemen zijn erg populair bij 'artists impressions', en worden als demonstratie-systeem getest in Singapore, Japan en USA.



Figuur 6: Vertical hydroponics (foto: <http://aquaponicfarming.landscapeideasandpicture.com/vertical-hydroponics/>)

Een structureel zwaardere vorm van meerlagen teelt met belichting is te zien op Figuur 7. Hier kan ook gewerkt worden met het overloop principe, of per tafel (laag) een eb/vloed systeem te maken, waar de tafel enkele malen per dag gevuld wordt met water, om vervolgens weer leeg te lopen in een voorraadbak. Omdat Nederlandse (kantoor)gebouwen doorgaans relatief weinig licht naar binnen laten, lijkt dit systeem de meest logische optie om over door te denken.



Figuur 7: Meerlagenteelt met belichting Koppert Cress <http://benelux.koppertcress.com/content/demonstratieproject-meerlagenteelt>

Teelt op het dak

Verder zou men gebruik kunnen maken van het dakoppervlak voor verschillende tuinbouwgewassen, dit kan zowel in de open lucht als in een kas op het dak. In Basel (Zwitserland) is door Urban Farmers een kas van 250 m² gerealiseerd, waar men groenten en vis kweekt (met een aquaponics-systeem, zie 2.2.2) en verkoopt.



Figuur 8: Urban Farmers realiseerde in Basel een kas op een dak (www.urbanfarmers.com)

Kunstlicht

In gebouwen is licht een beperkende factor. Het ligt voor de hand om 'schaduwminnende' planten zoals (kiem) kruiden als eerste een plek te geven in gebouwen. Later in dit document worden ook de paddenstoelen en insecten behandeld. Ook voor dergelijke schaduwminnende planten is de lichtintensiteit in gebouwen vaak te laag en niet uniform om een goede groei te krijgen. Er is daarom altijd kunstlicht nodig. De vier typen kunstlicht die in de tuinbouw gebruikt worden zijn:

- SON-T lamp. Dit is de regulier toegepaste lamp in de tuinbouw. Het is een goedkope lamp die relatief veel warmte produceert. Het heeft een efficiëntie van 1,85 $\mu\text{mol}/\text{joule}$ elektra.
- LED licht (2,3 $\mu\text{mol}/\text{joule}$ elektra). Deze lichtsoort is sterk in opkomst en wordt gezien als de lichtbron van de toekomst. Veel initiatieven die bezig zijn met teelt in gebouwen onderzoeken de mogelijkheden van LED-licht. De lampen zijn duur, maar efficiënter. Het grote (theoretische) voordeel is dat met LED licht de groei ook te sturen is. Proeven laten zien dat er gestuurd kan worden op de ontwikkeling van planten en zelfs inhoudsstoffen door verschillende combinaties kleuren te gebruiken. Er zijn echter nog geen standaardrecepten voor specifieke gewassen. Gezien de grote interesse zullen deze er binnen afzienbare tijd (3-5 jaar) wel zijn (Dueck et al., 2011; Cools et al., 2014).
- Hoge druk Natrium (HPN). Dit is een enorm sterke energiebron. Het vele licht komt uit één punt, en is daarmee op de kleine afstand tussen lichtbron en gewas moeilijk gelijkmatig te krijgen.
- TL-lamp 1,3 $\mu\text{mol}/\text{joule}$ elektra. Deze werd veel gebruikt voor opkweek en in thuishoofsystemen. TL-lampen zijn goedkoop, relatief koel en veelvuldig beschikbaar. De lichtefficiëntie is echter niet zo hoog als de SON-T.



Figuur 9 : LED-verlichting bij tomatenteelt in de kas (bron: www.ledspectrum.nl)

Klimaat

In gebouwen – of in klimaatcellen – kan het teeltklimaat optimaal gestuurd worden. Dat wil zeggen dat de luchtvochtigheid, temperatuur, de lichtniveaus (en soort licht) en voedingssturing perfect op elkaar afgestemd kunnen worden. Dit vertaalt zich in mooie teelt, optimale voedselveiligheid en weinig problemen met ziekten en plagen. Om dit te kunnen benutten zal de inrichting dus klimaatsensoren moeten hebben, een computer om de gegevens te verwerken en een ventilatiesysteem om het klimaat goed te houden. Zonder dit klimaatsysteem zal het erg vochtig worden (bij veel gewasverdamping) of juist erg droog (als er relatief veel kaal beton is en weinig bladoppervlak). Het is lastig om dit met een grote hoeveelheid planten netjes in balans te krijgen.

Zeker met meerlagenteelt is het nodig om het vocht goed tussen het gewas weg te halen, om zo de verdamping op peil te houden en schimmelinfecties te voorkomen.

De optimale relatieve luchtvochtigheid voor de teelt van plantaardige producten is ongeveer 70 tot 80%. Bestaande gebouwen zullen wel bestand moeten zijn tegen deze hoge luchtvochtigheden of daar beter bestand tegen moeten worden gemaakt.

2.2.2 Aquaponics

Bij een aquaponics teeltsysteem wordt de teelt van plantenvoedsel op water (substraatloze teelt, maar er wordt ook wel gewerkt met planten op kleikorrels) gecombineerd met de teelt van vissen of andere aquaculturen. De vissen worden gevoerd met plantenresten en visvoer. De ontlasting van de vissen wordt door micro-organismen omgezet in nutriënten. Het water uit het vissenkweekbassin wordt vervolgens verwerkt tot plantenvoeding door een nitrificatiestap (ureum, ammonium en nitriet wordt omgezet in nitraat) en gebruikt als voeding voor de planten, waardoor een vrijwel gesloten kringloop kan ontstaan. Het is niet eenvoudig en het duurt een tijd om een goed evenwicht in het systeem te krijgen. Niet alle kweekvis soorten zijn geschikt en sommige vissoorten hebben extra warm water nodig.

Dit teeltsysteem wordt door Urban Farmers in Zwitserland al op praktijkschaal toegepast (www.urbanfarmers.com). Ook in Den Haag is er een Urban Farmers initiatief (UF De Schilde), waarbij men hoopt dat een bedrijf met dit teeltsysteem zich gaat vestigen in gebouw De Schilde.

2.2.3 Paddenstoelen

Paddenstoelen kunnen goed in leegstaande gebouwen geteeld worden, omdat er geen dag- of kunstlicht nodig is. In de gebouwen moet de luchtvochtigheid waarschijnlijk wel kunnen worden verhoogd. Paddenstoelen hebben namelijk een herfstachtig klimaat nodig om goed te kunnen groeien: donker, lagere temperatuur en een hoge luchtvochtigheid. Ze kunnen worden geteeld op paardenmest, maar ook op reststromen als sloopmaaisel of koffiedik. Gro Holland en RotterZwam telen op koffiedik, waarbij het restant aan koffiedik als compost het land op gaat (van der Eijk, 2014). RotterZwam haalt koffiedik op bij lokale horeca. Het koffiedik wordt gemengd met stro en in zakken gedaan. Daarna wordt er broed aan toegevoegd en worden de grote zakken opgehangen in de kweekruimte (www.rotterzwam.nl). Niet alle leegstaande gebouwen zullen geschikt zijn om de luchtvochtigheid op te schroeven, in bijvoorbeeld een kas (zoals bij Gro Holland) of in een oud zwembad (zoals bij RotterZwam) is dit wel goed mogelijk.

2.2.4 Insecten

Gezien de wereldwijde stijgende vraag naar eiwitten wordt de kweek van insecten steeds interessanter. Insecten kunnen laagwaardige biomassa, bijvoorbeeld rest- en nevenstromen, efficiënt omzetten in hoogwaardig eiwit. Visvoeding en petfood toepassingen liggen het meest voor de hand, maar er zijn ook mogelijkheden voor gebruik van insecten in varkens- en pluimveevoeding. Momenteel worden in Nederland de eerste stappen gezet naar toepassing in humane voeding. Belangrijke uitdagingen voor grootschalige productie van insecten voor diervoeding liggen op het terrein van wet- en regelgeving en in de snelheid waarmee schaalvergroting van de insectenproductie en kostprijsverlaging gerealiseerd kunnen worden (Veldkamp et al., 2012).

Wageningen UR en Insect Europe BV werken sinds 2014 samen in Insectpoint. Bedoeling is om onderzoek te doen naar het grootschalig kweken van eetbare insecten. Webwinkel Delibugs verkoopt vanaf die locatie nu al eetbare insecten. Ook worden er workshops, rondleidingen en excursies gegeven. Andere bedrijven in de insectenindustrie kunnen ook ruimtes huren om zelf praktijkonderzoek te doen naar insectenkweek.



Figuur 10: Foto eetbare insecten op de site insectpoint.webs.com

Volgens drie grotere insectentelers die wij gesproken hebben, is teelt in de stad minder voor de hand liggend. Ze geven aan dat insecten erg steriel gekweekt moeten worden, groot risico leveren op uitbraak (meelworm in je gebouw) en stinken. Ze hebben hun bedrijven daarom ver van de bebouwde kom.

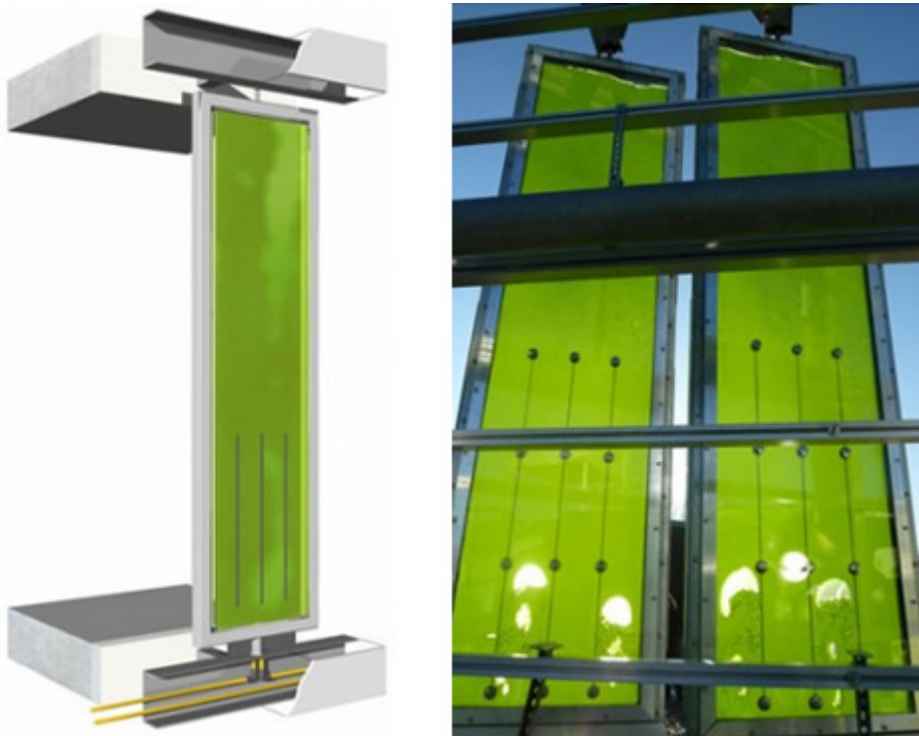
2.2.5 Micro-algen

De kweek van algen komt in Nederland nog op beperkte schaal voor en vindt meestal plaats in open vijvers, maar ook in buizenreactoren (Figuur 11) of in plastic zakken die aan zonlicht worden

blootgesteld. Algen kunnen worden gebruikt voor humane voeding, veevoeding of hoogwaardige moleculen voor bijvoorbeeld de farmaceutische industrie. Het gaat in Nederland voor een groot deel nog om testfaciliteiten, waarbij vaak afvalstromen (in de vorm van CO₂, warmte en afvalwater) gebruikt worden uit de landbouw, industrie, afvalwaterzuiveringen of de transportsector. Er vindt door ACRRES-Wageningen UR in samenwerking met Algae Food & Fuel onderzoek plaats naar o.a. de kweek van algen en het zuiveren van afvalwater in LED-reactoren. Vooral nog is voor de teelt van algen nog veel stroom nodig, zeker wanneer er LED-licht gebruikt wordt. Afhankelijk van het type afvalstroom zijn de mogelijkheden voor gebruik als humane voeding dan beperkt. Een heel bijzondere innovatieve ontwikkeling op het gebied van algenkweek in de gebouwde omgeving is een woongebouw in Hamburg. Hier groeien algen onder het zonlicht in glazen panelen in de gevels (Figuur 12), vervolgens wordt de algenbiomassa vergist voor de warmwatervoorziening.



Figuur 11: Onderzoeker Wim Voogt bij het de algenbuisreactor van Wageningen UR Glastuinbouw (foto Groentennieuws.nl)



Figuur 12: Algenbioreactoren in de vorm van glazen panelen in de gevels (weburbanist.com)

2.3 Omgevingsfactoren en bouwtechnische en juridische randvoorwaarden

2.3.1 Omgevingsfactoren

Er zijn diverse omgevingsfactoren te noemen die de kans van slagen van stadslandbouw in kantoorgebouwen in meer of mindere mate beïnvloeden. Hierbij valt te denken aan:

- Bereikbaarheid van het gebouw:
 - o voor aan- en afvoer materialen (vrachtauto's)
 - o voor bezoekers (indien winkel, rondleidingen, etc.)
 - o parkeergelegenheid
- Zijn er voldoende afnemers in de nabijheid?
- Aantrekkelijkheid locatie, is het een zichtlocatie (van belang als men veel bezoekers wil trekken)?
- Wat zijn de ambities van de locatie en directe omgeving?
- Aanwezigheid industrie/kantoren/vergiftigingsinstallatie voor kringlopen bijv. CO₂ en warmte

Leegstaande kantoorpanden in de stad zijn gezien hun ligging vooral geschikt voor kleinschalig wonen, kunstenaars en studenten denkt Benraad (zie geraadpleegde externe experts). Naar zijn mening is stadslandbouw in voormalige kantoorgebouwen één van de laatste opties en liggen de kansen meer in kleinschalige woonfuncties (voor starters en studenten) en creatieve bedrijvigheid.

2.3.2 Technische randvoorwaarden

Sebregts (2013) noemt de volgende technische randvoorwaarden voor het kantoorgebouw, waar stadslandbouw in kan plaatsvinden:

- veiligheid (vluchtwegen; brandveiligheid)
- gezondheid (daglicht, binnenklimaat, etc.)
- bruikbaarheid
 - o dimensies en draagvermogen i.r.t. teeltsysteem
 - o verdiepingshoogte, vloeren, openen ramen, geluidsbelasting op de gevel
 - o uitstraling aantrekkelijk voor retail functie?
- energetische prestatie: Investeren in de energetische prestatie van schil en dak vraagt mogelijk een grote investering. Een gebouw met een acceptabele Rc-waarde¹ heeft hierdoor de voorkeur. Dit om het juiste binnenklimaat voor het gewas te realiseren zonder onnodig energieverlies.
- milieu (materiaalgebruik, zoals asbest)

In de vorige paragrafen is al duidelijk geworden dat er enorm veel variaties van stadslandbouw in kantoorgebouwen mogelijk zijn:

- waar is het gesitueerd: in, op of aan het gebouw?
- welke teelten (of –combinaties) betreft het?
- welk teeltsystemen (of –combinaties) worden toegepast?
- wat is de schaalgrootte?
- vinden er ook nevenactiviteiten plaats (bijvoorbeeld horeca, educatie en/of verkoop)?

Het is daarom niet mogelijk om in zijn algemeenheid iets te zeggen over de bouwtechnische randvoorwaarden waar een kantoorgebouw aan moet (gaan) voldoen om het geschikt te maken voor stadslandbouw. Er zijn wel een aantal zaken te noemen die juist bij verandering van een kantoorfunctie naar een stadslandbouwfunctie speciale aandacht vragen:

¹ Rc = de totale warmteweerstand van de constructie

Er moeten desgewenst faciliteiten als kantoor, wc's, pauzeruimte, verwarmingssysteem, tanks voor meststoffen, (hemel)wateropvang, water-opslag en -zuivering en gekoelde opslagruimten voor voedselproducten aanwezig zijn. Daarbij is het draagvermogen voor al deze voorzieningen belangrijk, met name in het geval van bijvoorbeeld groenten- of algenteelt op water en aquaponics zijn grote watervolumes nodig zijn. Over het algemeen is de mogelijke vloerbelasting in kantoorgebouwen wel in orde volgens van der Leij (zie geraadpleegde externe experts). Een goede opvang en opslag (en zuivering) van hemelwater is belangrijk omdat leidingwater ongeschikt is voor de teelt van gewassen. Voor de logistiek binnen het gebouw zijn het aantal, de hoogte, breedte van in- en uitgangen van belang, evenals de bereikbaarheid van verdiepingen en zo nodig geschikte goederen liften. Tenslotte vragen veel teelten vochtige klimaatomstandigheden. Hier moet het gebouw goed bestand tegen zijn, bijvoorbeeld bij beton kan veel vocht het materiaal aantasten.

Volgens van der Leij kun je bij leegstaande kantoorpanden het beste uitgaan van de kansen die het betreffende pand biedt en daar je teelt of teeltcombinaties op afstemmen. Zo kun je bij een gebouw met een kolommenstructuur volledige glazen gevels toepassen, wat zich meer leent voor licht behoevende teelten dan voor de teelt van paddenstoelen. Een aanwezige parkeerkelder biedt mogelijkheden voor bijvoorbeeld een waterbassin met viskwekerij.

2.3.3 Juridische randvoorwaarden

Juridische randvoorwaarden liggen volgens Sebregts (2013) op het vlak van:

- Bestemmingsplan (wet ruimtelijke ordening)
- Wet milieubeheer
- Bouwbesluit
- Gemeentelijke bouwverordening (welstand)
- Tijdelijke wet- en regelgeving, stimuleringsmaatregelen
- Diverse subsidieregelingen
- Voedsel- en warenwet

Algemeen genomen zal een soepele handhaving van wet- en regelgeving door gemeenten de kansen op transformatie van gebouwen vergroten.

Wanneer kantoorpanden worden getransformeerd naar panden met stadslandbouw, is een wijziging van het bestemmingsplan nodig. Bijvoorbeeld de Gemeente Nieuwegein heeft een positieve insteek bij functieverandering van kantoren en zal men dus zoveel als mogelijk meewerken, maar de transformatie zal natuurlijk altijd minimaal aan de wettelijke eisen moeten voldoen. Wanneer er bijvoorbeeld veel extra vrachtverkeer gaat plaatsvinden, zal dit in of nabij woongebieden wellicht kritisch worden, terwijl dit op locaties op bedrijventerreinen wellicht geen enkel probleem oplevert. In Nieuwegein is omzetting van kantoorgebouwen naar een detailhandelsfunctie uitgesloten vanwege de huidige gemeentelijke 'Detailhandelsvisie Nieuwegein 2010'. Dit maakt het combineren van de teelt met de verkoop van voedsel ter plekke in deze gemeente op dit moment niet voor de hand liggend. Wellicht kan het lokaal geproduceerde voedsel wel via andere bestaande lokale verkoopkanalen worden verkocht.

Een ander punt is de vraag of stadslandbouw bijdraagt aan de uitstraling van het gebouw of de locatie. Een ander gebruik kan immers invloed hebben op de uitstraling van het gebouw. Volgens Benraad is stadslandbouw in kantoorgebouwen stedenbouwkundig niet aantrekkelijk. Vanwege LED-verlichting zal men de ramen moeten afsluiten, waardoor de gebouwen dichte dozen lijken zonder enige uitstraling,. Aandacht voor de uitstraling kan een punt zijn wanneer het gebouw een stadslandbouw functie zou krijgen.

Stadslandbouw-initiatieven vallen als gevolg van de bedrijfsmatige activiteiten onder de Wet milieubeheer en zullen dus een milieuvergunning nodig hebben. Tegenwoordig is de milieuvergunning opgenomen in de omgevingsvergunning. Aan de verlening van een vergunning kunnen voorschriften worden verbonden bijvoorbeeld ter voorkoming van geluidshinder, stankhinder en verontreiniging.

Verder zal men bij de verbouwing van een kantoorpand moeten voldoen aan het Bouwbesluit. In het Bouwbesluit zijn voorschriften voor veiligheid, gezondheid, bruikbaarheid, energiezuinigheid en milieu vastgelegd. Bij transformatie van een kantoorpand naar een andere functie kunnen de regels

veranderen. In een kantoor hoeven bijvoorbeeld de ramen niet open te kunnen, maar bij een woning is dit wel een vereiste, aldus van der Leij.

In de Warenwet staat aan welke eisen voedingsmiddelen en andere producten voor consumenten moeten voldoen, opdat de gezondheid of veiligheid van de consument niet in gevaar wordt gebracht. Er zijn bijvoorbeeld regels voor de hygiënische bereiding en de etikettering van levensmiddelen.

2.4 Milieu

Er zijn veel mogelijke pluspunten van teelt in gebouwen t.a.v. duurzaamheid op te sommen:

- hergebruik van het gebouw
- geen brandstofverbruik voor veldwerkzaamheden
- minder waterverbruik
- minder nutriëntengebruik
- minder/geen bestrijdingsmiddelen
- minder grondgebruik (stapelen)
- geen lichtvervuiling
- minder voedseltransport: local for local én jaarrond productie (geen import uit warme landen)
- minder voedsel weggooien door kortere keten
- mogelijke kringlopen binnen de stad

Sommige mogelijke milieuvoordelen hebben betrekking op het teeltsysteem op zich, andere hebben meer te maken met de totale productieketen of samenhang met andere systemen. Op basis van deze indeling worden mogelijke pluspunten t.a.v. duurzaamheid nader besproken.

2.4.1 Teeltsysteem

Breukers et al. (2014) onderzochten de milieuprestaties van teeltsystemen uit de grond, die in de open lucht plaatsvinden (substraatsystemen in de buitenlucht). Ten opzichte van teelt in de grond leveren teeltsystemen uit de grond betere prestaties op gebied van nutriëntenemissies, milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen, en landgebruik, maar scoren ze minder goed op het energieverbruik.

Er is worden minder gewasbeschermingsmiddelen gebruikt doordat er minder tot geen last is van onkruiden en bodemgebonden ziekten en plagen. Gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen komen niet in het grondwater. Deze betere prestaties zullen in kantoorgebouwen in ieder geval ook haalbaar moeten zijn, omdat het geen grondteelten betreft. Teeltsystemen op water hebben een hoger direct energieverbruik en uitstoot van broeikasgasemissies vergeleken met de grondteelt. Dat komt door een hoog elektriciteitsverbruik als gevolg van het continu rondpompen van water en het gebruik van materialen met een hoge CO₂ foot-print, bijvoorbeeld de drijvers. Bij teelt in gebouwen komt daar nog het hoge stroomverbruik voor verlichting en klimaatregulatie bij. Ook het toegepaste teeltmedium of substraat kan een hoge CO₂ foot-print opleveren (bijvoorbeeld steenwol en turf). Teeltsystemen op water in de open lucht presteren goed op waterverbruik als gevolg van een optimale benutting van hemelwater. In kantoorgebouwen is het de vraag of dit voordeel ook speelt, afhankelijk van de verdamping en het kunnen beschikken over voldoende hemelwater.

De hierboven beschreven studie geeft aan dat er nog onzekerheden zijn rond de keuze van de gebruikte inputs (materialen, water etc) en de referentie waarmee vergeleken wordt (in de vollegrond of in de kas). In potentie kunnen de milieuprestaties van teelt in gebouwen beter zijn dan in de studie, maar ook slechter.

Vergeleken met de natrium-lampen die traditioneel in de glastuinbouw gebruikt worden is LED verlichting efficiënter en energiezuiniger. Dit voordeel is echter niet inherent aan teelt in gebouwen, ook in kassen kan LED-verlichting worden toegepast.

Teelt in gebouwen heeft een hogere energiebehoefte dan enkel-laags teelt buiten of in een kas doordat de plantontwikkeling volledig onder kunstlicht moet plaatsvinden. Er zijn wel allerlei mogelijkheden om het energieverbruik te verminderen:

- beperken van verliezen: Zeer efficiënt omgaan met het licht door de planten steeds dicht op elkaar te houden en te werken met gewassen die weinig licht nodig hebben (kiemgroenten, kleine bladgewassen).
- combineren van energiestromen: restwarmte van de lampen gebruiken in teeltruimte; gebruik maken van energiestromen uit de stad
- opslag van energie: vergisten van biomassa tot gas; gebruik maken van zonne-energie voor elektriciteit en warmte

Een eenvoudige berekening laat zien hoeveel energie er nodig is om licht-behoevende gewassen, zoals sla te telen onder 100 % kunstlicht:

- Op basis van berekeningen met zware botersla, is de licht-efficiëntie 65-145 mol licht per kilogram vers product (winter – zomer: in de winter gaat een plant efficiënter om met het licht). In deze proeven zijn de planten direct op eindafstand gezet. Als het systeem voorkomt dat er licht naast het gewas valt - dus zoveel mogelijk licht door het blad nuttig opgevangen wordt, zou de licht-efficiëntie 2-3 maal zo hoog kunnen zijn. Hiervoor moeten de planten twee of drie maal gedurende de teelt wijder gezet worden. We gaan hieronder uit van een efficiënte plant (winterteelt) met regelmatig wijder zetten, en daardoor een efficiëntie van 25 mol licht per kg vers product.
- LED heeft een efficiëntie van 2,3 μmol /joule elektra.
- Dit betekent dat er – uitgaande van de winterteelt - 3,0 kWh elektra nodig is per kg verse sla
- Omdat er bij 3,0 kWh licht ook 3,0 kWh aan warmte vrij komt, is er een koelvermogen van 0,75 kWh nodig.

Dit betekent dat een kg sla aan licht en koeling 3,75 kWh aan energie kost. Dit terwijl er bij de teelt van sla in het juiste seizoen in de vollegrond helemaal geen energie voor verlichting of koeling nodig is. Bij een energieprijis van 15 ct per kWh is dit dus een meerprijs van ruim 55 ct. per kg sla, oftewel energiekosten van ongeveer 10 cent per kropje sla.

2.4.2 Productieketen

Lokale productie

Sukkel et al. (2010) onderzochten in welke mate lokale voedselproductie kan bijdragen aan een duurzame voedselvoorziening in Almere. Scenario's met lokale productie laten een duidelijke vermindering van fossiel energieverbruik, broeikasgasemissies en voedselkilometers zien. De vermindering van het zware (landelijke) vrachtverkeer is het belangrijkste effect dat rechtstreeks is gekoppeld aan lokale productie. Veel maatregelen die milieuwinst opleveren zijn overigens niet direct het gevolg van lokale productie, maar gaan er wel goed mee samen en ze zouden elkaar kunnen versterken, zoals vermindering van het aantal consumentenkilometers, vervanging van fossiele brandstof door hernieuwbare energiebronnen en een grotere mate van vervanging van kunstmest door organische reststromen van de stad. Ten slotte hebben aanpassingen van de voedselmand zoals minder vlees, minder bewerkt voedsel, meer seizoensproducten en groenten en fruit een veel sterker effect op energieverbruik en broeikasgasemissies, dan lokale productie.

Voedselproductie dicht bij de consument, zoals op locaties in de stad, kan bijdragen aan vermindering van de voedselkilometers. Maar er zal nog steeds veel aandacht geschonken moeten worden aan een efficiënte logistiek en distributie.

Als men de energiewinst voor lokale afzet vergelijkt met de extra energie die nodig is voor verlichting en dergelijke bij teelt in gebouwen, dan zal de energiewinst door kortere afstanden waarschijnlijk volledig in het niet vallen.

Korte ketens

Door kortere ketens is er hoogstwaarschijnlijk minder uitval doordat het moment van consumptie van voedsel dicht bij het productiemoment komt te liggen. Het grootste deel van de voedselverspilling vindt echter plaats bij de consument thuis doordat men onbekend is met de houdbaarheidsduur van voedsel en de manier waarop het ingekocht en moet worden (Sukkel et al., 2010).

2.4.3 Samenhang met andere systemen

In samenhang met andere systemen zijn er interessante mogelijkheden om de duurzaamheid te bevorderen:

Gebruik van reststromen uit de stad

- aansluiten op CO₂ netwerk in de stad -> er hoeft niet gestookt te worden om CO₂ te produceren, zoals in kassen
- regenwater in de stad opvangen en gebruiken
- champignons kweken op restmateriaal als koffiedik
- gebruik maken van energiestromen uit de stad
- afvalwater uit de stad om algen op te kweken (naast CO₂- en warmtereststromen)

Leveren van reststromen aan de stad

- biologisch afval leveren aan vergister voor biogas
- rest warmte LED gebruiken voor stadsverwarming
- warmte of koude opslaan in WKO

Zelf duurzaam energie opwekken

- biologisch afval vergisten tot biogas
- gebruik maken van zonne-energie voor elektriciteit en warmte

Kringlopen met andere teeltsystemen

- gebruik maken van short cycle animals als vissen (aquaponics), insecten, en bacteriën, die biologisch afval omzetten in nutriënten

2.5 Economie

Of teelt in kantoorgebouwen economisch rendabel is, hangt vooral af van de kostprijs van de geteelde producten in vergelijking met concurrerende voedselproducten. Maar ook het productievolume is van belang net als de marktwaarde en de daardoor te realiseren verkoopprijs in vergelijking met concurrentproducten. Daarnaast kunnen er bepaalde nichemarkten ontstaan of biedt de locatie kans voor interessante neveninkomsten (zorg of recreatie), die de rentabiliteit kunnen verhogen. Deze verschillende aspecten worden in de volgende paragrafen behandeld.

Ook de eerder genoemde vastgoeddeskundigen werd hun mening gevraagd over de economische haalbaarheid. Volgens van der Leij durft niemand op dit moment nog te investeren in stadslandbouw initiatieven in kantoorpanden, omdat het financieel risico te groot is. Er zijn nog veel onzekerheden over de economische haalbaarheid.

Ook Benraad is van mening dat het exploitatie technisch niet uit kan. Probleem is dat groenten telen op de traditionele plekken relatief goedkoop kan. Bovendien heeft men de logistiek prima op orde.

2.5.1 Kostprijs

De kostprijs van teelt in gebouwen ligt hoger dan de reguliere teelt in de open grond of in kassen. De verschillen tussen kostprijzen worden ten eerste veroorzaakt door verschil in kosten tussen grond- en gebouwhuur.

Grond- en gebouwhuur

De huurprijs van kantoorruimte is veel hoger dan de huurprijs voor akker- of tuinbouwgrond of voor kassen. In 2013 bedroeg de gemiddelde huurprijs voor bestaande kantoorruimtes ca. €115 per m² verhuurbaar vloeroppervlak (zie Bak (NVM Business), 2014). De pachtnorm voor los akker- en tuinbouwland ligt rond de €1.000 per hectare (zie Silvis et al, 2014), dat is dus ca. €0,10 per m². Voor de huur van losse percelen voor bijvoorbeeld bloembollen worden in de praktijk ook wel prijzen boven de €3.000 per hectare (€0,30 per m²) betaald. De huurprijs voor een grondteelt onder glas is hoger en bedraagt €1 per m² (KWIN Glastuinbouw, 2012), maar dit is nog steeds veel lager dan de vierkante meterprijs in kantoorpanden.

Doordat het aanbod aan kantoorruimtes in Nederland vele malen groter is dan de vraag daalt de huurprijs de laatste jaren sterk (Bak (NVM Business), 2014). Wanneer kantoorpanden geheel of gedeeltelijk leeg staan, zijn verhuurders meer bereid tot aantrekkelijk prijsvoorstellen, zodat bijvoorbeeld in de regio Utrecht de laagst betaalde huurprijs in 2013 slechts €70 per m² was (Dynamis, 2014). Doordat de waarde van kantoorpanden steeds lager wordt neemt het rendement voor de eigenaar of belegger af. In 2013 was het rendement op kantoorgebouwen negatief, doordat de gemiddelde waardedaling hoger was dan de huurinkomsten, zo blijkt uit de publicatie Kantoren in cijfers 2013 (Bak, 2013). Men zal dus toch een redelijke huurprijs willen ontvangen om nog enig rendement te behalen, anders kan men beter tot sloop overgaan. Er is landelijk een stijging waarneembaar van het aantal vierkante meters kantoorruimte dat via sloop of herbestemming aan de voorraad onttrokken wordt (Bak (NVM Business), 2014).

Benraad gaf de volgende richtlijnen aan: uitgaande van een vrij laag investeringsbedrag van €200-€300 per m² voor een voormalig kantoorgebouw zal, met kosten voor gebouwaanpassingen, architecten, vergunningen e.d. de totale investering ongeveer €400-€500 per m² bedragen. Hier zal een exploitant een minimaal rendement van 10% voor willen hebben, wat een minimale huurprijs van €50 per m² betekent.

Tuinbouwgewassen

Berekende kostprijzen voor groenten geteeld op DF systemen (op kleine schaal) in de open lucht zijn hoger dan de conventionele vollegrondsgroenten volgens de Haan et al. (2014). Belangrijkste redenen zijn de hoge kosten voor kapitaalgoederen in vergelijking met de kosten voor tractoren en landbouwmachines, onvoldoende opbrengstverhoging en onvoldoende toename van de arbeidsefficiëntie. De onderzoekers verwachten dat de telers in staat zijn om het systeem rendabel te maken voor prei, sla en spinazie door schaalvergroting, optimalisatie van productieprocessen en mechanisatie en automatisering van het systeem.

Wanneer dergelijke teeltsystemen in kantoorgebouwen plaatsvinden, zal de kostprijs waarschijnlijk nog hoger liggen vanwege de extra kosten voor verlichting en de hogere grondkosten in de stad.

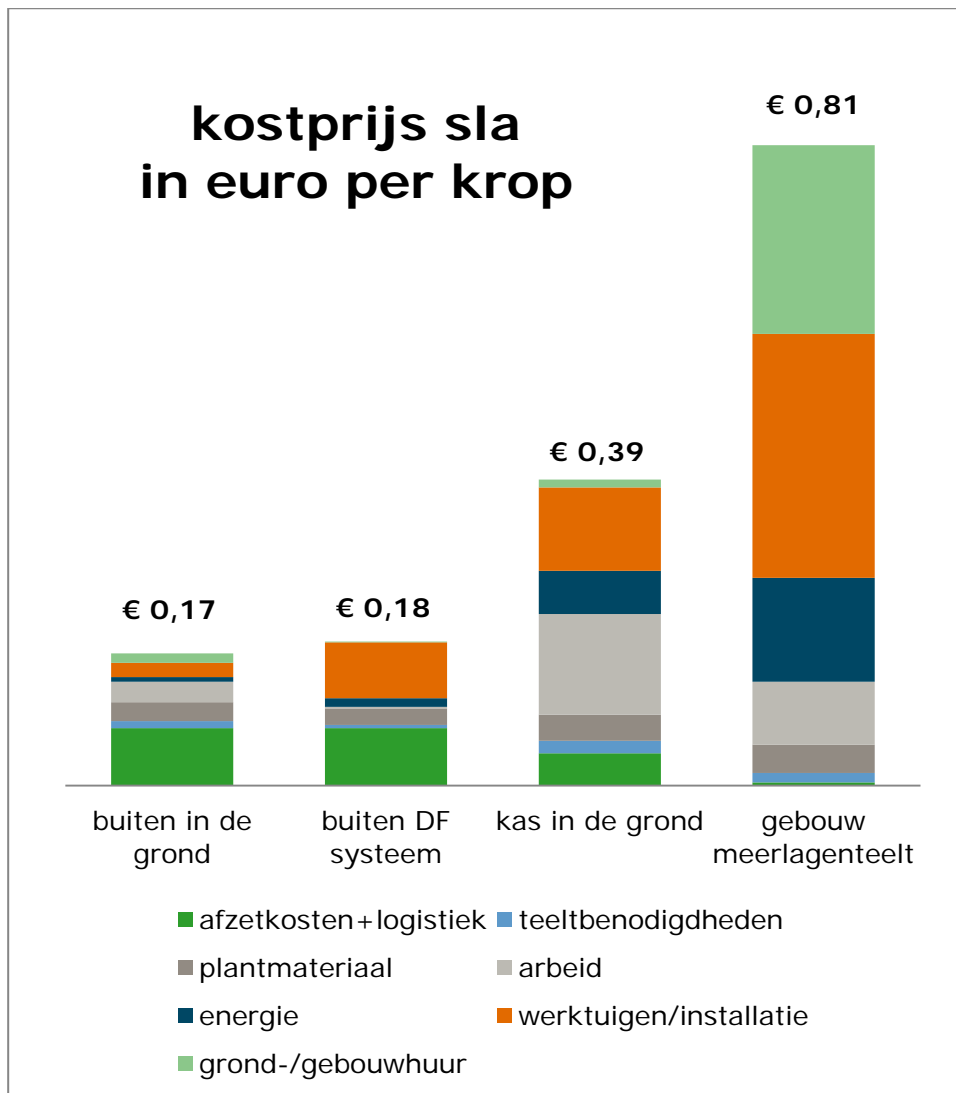
kostprijsvergelijking sla bij verschillende teeltsystemen

Voor sla is op basis van gegevens uit bovengenoemde studie, KWIN Glastuinbouw en eigen expertinschattingen een vergelijking van de kostprijs bij de verschillende teeltsystemen gemaakt. Voor grondhuur is uitgegaan van 0,10 euro per m² voor de buitenteelt, 1 euro voor de kasteelt en 60 euro per m² voor de teelt in een kantoorgebouw.

De benodigde investering voor het geschikt maken van het kantoorgebouw is ingeschat op 10 euro per m² en voor de technische installatie op 300 euro per m² t.o.v. 30 euro per m² voor de teelt onder glas. In de Bijlage is de volledige berekening weergegeven.

Uit Figuur 13 blijkt dat de kostprijs voor een krop sla geteeld in een gebouw veel hoger is dan sla die buiten of in de kas wordt geteeld. Vooral de rente en afschrijving van de technische installatie voor de meerlagenteelt, de hogere grondhuurprijs en de energiekosten maken meerlagenteelt in gebouwen duurder. Daartegenover staat dat het product ook van hogere kwaliteit is doordat de teeltomstandigheden beter te beheersen zijn dan buiten of in een kas, en dat er een kortere weg tot de markt is. Deze meerwaarde (de verwachte marktwaarde) is niet meegenomen in de kostprijsberekening.

Zelfs als men gratis van het kantoorgebouw gebruik kan maken is de kostprijs met €0,57 per krop nog steeds hoger dan die van sla uit de kas of van de vollegrond.



Figuur 13: Kostprijs sla in euro per krop voor verschillende teeltsystemen

Sla is genomen als gemakkelijke referentie. In de praktijk zullen ondernemers bij teelt in gebouwen eerder kiezen voor gewassen met meer toegevoegde waarde, zoals kruiden, tarwegras en kiemgewassen (kressen). Van deze gewassen zijn echter geen referentieprijzen beschikbaar. Ook hier zal echter blijven dat de productie in een gebouw duurder is dan in de vollegrond of in een (goedkope) kas.

Voor een GroRack teeltsysteem met LED verlichting in een in leegstaand kantoorpand in Den Haag heeft Sebrechts (2013) een business case doorgerekend. De teeltoppervlakte bedraagt 4.920 m² met 90% sla, 6% sugar snaps en 4% tarwegras. Deze business case blijkt niet haalbaar: de minimale huurprijs van de eigenaar ligt ver af van het maximaal, door de huurder, te betalen huursom. Sebrechts concludeert dat er nog weinig informatie is over potentiële gewasopbrengsten bij deze manier van telen (teeltrecepten zijn nog in ontwikkeling), waardoor er nog een groot risico is. Omdat de technieken nog volop in ontwikkeling zijn, zijn investeringskosten op dit moment nog (te) hoog en zijn de technieken snel verouderd.

Oskam et al. (2013) concluderen dat het op grote schaal telen met LED van een brede range van voedsel voorlopig moeilijk zal kunnen concurreren met traditionele productiewijzen. De efficiency van LED belichting zal volgens hen in ieder geval moeten worden vergroot en verder kan lokale, duurzame en goedkope energieopwekking bijdragen. Voorlopig zullen complexere constructies nodig zijn die meerlaagsteelt combineren met meer traditionele teeltmethoden.

Volgens Cools et al. (2014) zijn de kosten voor teelt in gebouwen met LED hoog door de aanschaf van de installaties en het hoge energieverbruik. Ook is het transformeren van bestaande bebouwing zodat ze geoptimaliseerd, of zelfs geschikt, zijn voor voedselproductie erg duur. In het rapport staat dat Jasper den Besten van de HAS in Den Bosch op dit moment uit gaat van een kostprijs die drie maal hoger ligt dan producten die op een meer conventionele manier worden geproduceerd, Philips Horticulture houdt drie tot vier maal hoger aan en Daan Kuiper van CropEye durft voorzichtig aan een factor twee tot drie te denken. In alle drie de gevallen kan gesteld worden dat het moeilijk zal zijn om producten die twee tot vier maal duurder zijn dan min of meer vergelijkbare producten, op grote schaal af te zetten, aldus Cools et al. (2014). Mogelijk is een markt te vinden bij een select publiek dat zich verbonden voelt met directe afzet van lokale producten. Door de directe afzet kunnen kosten van de keten beperkt blijven.

Aquaponics

Er is nog onvoldoende bekend over de economische rendabiliteit van aquaponics teeltsystemen. De Amerikaanse Ecoponics group wil in Nederland een pilot starten, maar focust vooral op aquaponics-systemen in leegstaande of onvolledig gebruikte kassen (www.ecoponicsgroup.com). Dit is een stuk goedkoper dan aanleg van een dergelijk systeem in leegstaande gebouwen. Deze pilot zal overigens nog vooral op onderzoek gericht zijn, voordat men op commerciële exploitatie overgaat. Aquaponics geniet wereldwijd grote aandacht vanwege de groeiende druk op de visserij. Het systeem heeft zich na een uitgebreide proef in 2010 en een faillissement van een bedrijf nog niet bewezen in Nederland. Toch zijn er veel bedrijven en investeerders bezig pilots te realiseren en meer onderzoek uit te zetten. Het is niet gezegd dat dit systeem bij uitstek geschikt is voor teelt in gebouwen, maar de productiewijze is aansprekend.

Paddenstoelen

Volgens paddenstoelenkweker Bosman Jansen van Gro Holland zijn de marges in de paddenstoelensector klein en de risico's groot. Zijn initiatief om oesterzwammen op koffiedik te telen kon bedrijfseconomisch nog niet uit, maar opschaling van de teelt moet het bedrijf rendabel maken (van der Eijk, 2014).

RotterZwam is daadwerkelijk gestart met de teelt en verkoop van paddenstoelen. De praktijk zal leren in hoeverre dit initiatief economisch rendabel is.

Insecten

De huidige kostprijs van insecten als vervanger van vismeel voor veevoeding is nu nog 12 maal hoger dan vismeel. Er is nog veel onderzoek nodig om een snelle introductie van insecten als diervoedergrondstof mogelijk te maken (Veltkamp et al., 2012).

Micro-algen

De kostprijs voor algenbiomassa die in fotobioreactoren (onder invloed van daglicht) worden geteeld is lager dan die voor algenkweek in open vijvers. Bij de huidige verkoopprijs voor gebruik in algenlikstenen voor vee is dit economisch rendabel. Deze verkoopprijs is echter relatief hoog, waarbij het marktvolume beperkt is. Bij de teelt in gebouwen zal kunstlicht moeten worden toegepast. Bij Wageningen UR (ACRRES en Wageningen UR Glastuinbouw) vindt momenteel onderzoek plaats naar de effecten kunstlicht (LED en SON-T). Het is nog de vraag of de kosten van kunstlicht (voor teeltsturing en absolute lichtintensiteit) opwegen tegen de mogelijk hogere algenproductie.

2.5.2 Productievolume versus afzetmarkt

In de diverse onderzoeksrapporten wordt aangehaald, dat de kostprijs bij grootschaliger productie verlaagd zou kunnen worden. Sebregts (2013) geeft aan dat er indien er in zijn business case relatief veel meer tarwegras (met een hoge verkoopprijs per kg) in plaats van sla geteeld zou worden, de business case in principe wel haalbaar is, maar dat het echter de vraag is of er voldoende lokale afzetmarkt voor tarwegras is. Een nadeel van grote productievolumes van een beperkt assortiment aan gewassen is dat de lokale afzetmarkt te klein kan worden, waardoor er alsnog gedistribueerd moet worden. Hiermee vervalt het prijsvoordeel voor lokale afzet ten opzichte van de conventionele landbouw (Cools et al., 2014).

Het voordeel van teelt in gebouwen kan zijn dat de directe relatie met klanten leidt tot betere afstemming van productassortiment met de marktvraag. Het inzetten van een generiek teeltsysteem (eb/vloed) maakt dat de ondernemer snel kan wisselen van teelt en af kan stemmen op de markt.

2.5.3 Marktwaaarde

Bij een hogere kostprijs dan de conventioneel geteelde producten, zal een hogere verkoopprijs dan conventioneel kunnen bijdragen aan de economische haalbaarheid voor teelt in kantoorgebouwen.

In Japan is er voor high-tech groenten zeker een markt. Multinationals als Toshiba, Fujitsu en Panasonic bouwen daar leegstaande elektronicafabrieken om tot hypermoderne groentekwekerijen. De huidige omzet is nu nog relatief klein, maar de verwachting is dat de Japanse markt voor hightech-groenten explosief gaat groeien (Outenaar, 2014). In grote metropolen als Tokyo lijkt eerder een markt voor dergelijke in gebouwen geteelde verse producten vanwege de lange aanvoerlijnen van reguliere (verse) producten. In Nederlandse steden zijn de aanvoerlijnen van verse producten nog relatief kort. Daarnaast Het is het de vraag of er in Nederland wel een cultuur bestaat, waarin men bereid is hightech groenten te kopen en daar meer voor te betalen.

In het onderzoeksprogramma Teelt de Grond Uit zijn groepsinterviews met burgers gehouden om inzicht te krijgen in de meningen van burgers over de teeltsystemen los van de (onder)grond en de producten die voortkomen uit deze teeltsystemen. De geïnterviewde burgers reageerden vooral als consument. Vooral smaak, voedingswaarde en versheid werden als belangrijke aandachtspunten genoemd. De teelt van bladgewassen op water vonden de deelnemers er anders uitzien. Dit systeem lokte soms uitgesproken reacties op. Er werd bijvoorbeeld gevraagd of deze sla evenveel voedingsstoffen bevatte als teelt in de grond. Sommigen vonden de slakrop uit het teeltsysteem te kunstmatig en te perfect, wat zorgen opriep over de smaak en de gezondheid van het product. Anderen vonden het juist wél een aantrekkelijk product. Natuurlijkheid, betrokkenheid van tuinders en minder gebruik van gewasbeschermingsmiddelen zijn ook belangrijk, terwijl men ook onder de indruk is van 'een staaltje prachtige nieuwe Nederlandse techniek' (van Dijk, 2012).

Voor de meeste groenten geteeld op een DF systeem in de open lucht wordt niet verwacht dat er hogere verkoopprijzen kunnen worden gerealiseerd dan voor in de vollegrond geteelde groenten (dit geldt voor sla, spinazie en bloemkool). Alleen voor prei kan vanwege een schoner product, namelijk vrij van grond, een iets hogere verkoopprijs worden gerealiseerd, die overigens niet opweegt tegen de hogere kostprijs (de Haan et al., 2014).

De humane consumptie van insecten (geheel of vermalen) zal in Nederland nog weinig markt vinden, omdat dit niet gebruikelijk is in onze eetcultuur. In Afrika, Azië en Zuid-Amerika worden wel regelmatig insecten gegeten. Het is een goedkope en eiwitrijke voedingsbron.

Door een goede marketing kan men hogere verkoopprijzen ten opzichte van conventioneel geteelde producten realiseren. Door lokaliteit, kringloopconcepten en kwalitatief of culinair hoogwaardige producten kan men zich in de markt onderscheiden. Zo wil paddenstoelenkweker Bosman Jansen van Gro Holland een lekkernij op de markt brengen met een verhaal, namelijk het sluiten van de kringloop door gebruik te maken van koffiedik van restaurants, die zijn oesterzwammen in hun maaltijden toepassen (van der Eijk, 2014). Ook voor RotterZwam die koffiedik bij de lokale horeca ophaalt is dit een belangrijk marketing pluspunt.

Koppert Cress is nog een voorbeeld van een bedrijf wat succesvol is dankzij een zeer sterke marketingstrategie. Zij schrijven op hun website "Smaak, geur, gevoel of presentatie, er is een cress voor alle toepassingen. En de keuze wordt steeds groter. Ieder jaar wordt minstens één nieuw product toegevoegd aan het sortiment 'Micro-vegetables', een collectie die als 'Architecture Aromatique' onder de aandacht wordt gebracht." (www.benelux.koppertcress.com) Zij telen hun producten in de kas, maar dergelijke producten zouden ook in gebouwen geteeld kunnen worden. Ook hier geldt echter dat de dure locatie (het gebouw) een meerwaarde moet hebben in het bedrijfsconcept ten opzichte van de (goedkopere) kas.

Ook UrbanFarmers in Basel is een goed voorbeeld, waarbij door een goede marktintroductie een hoge marktwaarde verworven is. In een kas op het dak van een supermarkt realiseert men daar veel hogere verkoopprijzen dan gebruikelijk voor de bladgewassen en de vis die ze er produceren. (www.Urbanfarmers.com).

De genoemde marketingconcepten zijn veelal unieke voorbeelden. Er zijn nog geen voorbeelden van op-te-schalen concepten van teelt in gebouwen in de Nederlandse of West-Europese context.

2.5.4 Nichemarkten

Bij teelt van een nichemarkt op kleine schaal kunnen de investeringskosten lager zijn, omdat er minder ruimte nodig is. Bijvoorbeeld lokale producten met een bijzondere smaak. Een goede marketing aanpak is dan belangrijk. Bediening van dergelijke kleine nichemarkten leent zich echter minder voor gebruik van volledige kantoorpanden, omdat de ruimtebehoefte beperkt is, Cools et al. (2014).

Leegstaande kantoorgebouwen zouden ook kunnen dienen als proeftuin voor onderzoek naar vertical farming, bijvoorbeeld voor klimaat- en lichtreceptoptimalisatie of voor de opkweek van uitgangsmateriaal. Nederland heeft hierin een grote kennisvoorsprong, die verder ontwikkeld en (internationaal) uitgedragen kan worden.

Volgens van der Leij zal men hier in Nederland op dit moment nog niet gauw in stadslandbouw initiatieven in kantoorpanden durven investeren, omdat er nog teveel onzekerheden zijn. Er zou eerst in een pand praktijkervaring moeten worden opgedaan in de vorm van een proeftuin.

Landbouwkundigen en vastgoeddeskundigen zouden dan kennis kunnen inbrengen en samen met een bedrijfsleider aan een concept werken, zonder dat daar een financieel risico voor een ondernemer aan zit. Als een dergelijke pilot slaagt, met veel exposure kan het concept verder in de praktijk worden opgeschaald.

2.5.5 Neveninkomsten

Naast financiële opbrengsten uit de agrarische productie kan men juist vanwege de ligging in de stad neveninkomsten creëren via bijvoorbeeld directe verkoop aan de consument, een restaurant, rondleidingen, cursussen, proeven, educatie, dagopvang etc., waardoor er toch een rendabele business mogelijk is. In Chicago is The Plant een exemplarisch voorbeeld, waar in en rond een oude fabriekshal diverse voedselproducten gekweekt en verkocht worden en daarnaast worden er rondleidingen, workshops en allerlei evenementen georganiseerd. Door middel van een vergister met een warmtekrachtkoppeling wordt zelf energie opgewekt uit afvalstromen en probeert men energieneutraal te werken, (www.plantchicago.com).



Figuur 14: The Plant in Chicago (www.plantchicago.com)

Een goed Nederlands voorbeeld is Rotterzwam waar paddenstoelen geteeld worden in een oud zwembad in Rotterdam, daar organiseert men workshops, team-uitjes en heeft men een vergaderlocatie (www.rotterzwam.nl).



Figuur 15: Bij RotterZwam worden workshops gehouden om zelf eetbare paddenstoelen te kweken op eigen gemaakt substraat (www.rotterzwam.nl)

2.6 Maatschappij

Naast mogelijke extra financiële baten voor de ondernemer zelf zijn er ook maatschappelijke baten te behalen als gevolg van de unieke locatie in de stad.

Van de verschillende interessante bijkomende voordelen die stadslandbouw volgens Cools et al (2013) kan bieden, zijn er een aantal die ook kunnen gelden voor stadslandbouw in voormalige kantoorpanden, namelijk: versterken van de sociale cohesie, verlagen van de zorgkosten en het vergroten van de bewustwording ten aanzien van voedselproductie.

Voor drie stadslandbouw cases is een maatschappelijke kostenbatenanalyse (MKBA) uitgevoerd. Hieruit blijkt dat deze cases (die weliswaar geen leegstaande kantoorpanden betroffen) maatschappelijk rendabel zijn (Abma et al., 2013). Veel van de maatschappelijke baten bij deze drie cases zouden ook bij teelt in gebouwen kunnen optreden, indien men de teelt van voedsel combineert met allerlei nevenactiviteiten. De maatschappelijke baten kunnen volgens Abma et al. bijvoorbeeld bestaan uit woongenot, recreatieve belevingswaarde, vermeden delicten in de buurt, de creatie van banen voor laagopgeleiden, reactivering van laaggeschoolde arbeid (vermeden kosten van uitkeringen), gezondheidseffecten (vermeden ziektekosten bij vrijwilligers en zorgcliënten).

Een pilot stadslandbouw in kantoorpanden biedt volgens van der Leij kans om werkelozen een zinvolle dagbesteding te geven, die hen kan helpen bij de re-integratie in het arbeidsproces.

3 Conclusie en kansen

In deze korte verkenning proberen we een antwoord te krijgen op de vraag of stadslandbouw een substantieel alternatief is voor leegstaande kantoorgebouwen.

In deze verkenning waren de onderstaande vragen leidend:

1. Wat zijn de resultaten van (al lopende) pilots?
2. Wat zijn slaag- en faalfactoren?
3. Wat zijn de inzichten en opvattingen van experts uit vastgoed en landbouw?
4. Is het een tijdelijke of permanente oplossing?
5. Wat zijn concrete mogelijkheden in de Gemeenten Nieuwegein en Woerden?

Er zijn nog maar enkele lopende of startende pilots in Nederland. Een belangrijke slaagfactor bij deze initiatieven is de combinatie van zowel financiële, milieutechnische als sociaalmaatschappelijke duurzaamheid. Het is nog niet duidelijk of de initiatieven op langere termijn stand kunnen houden.

Op basis van literatuur, websites en expertkennis concluderen wij dat agrarische productie in gebouwen duurder is dan conventionele productie in de open grond of in de kas en dat het moeilijk zal zijn om rendabele business cases voor stadslandbouw in leegstaande kantoorpanden te creëren die alleen op productie van gewassen zijn gebaseerd. Stadslandbouw in kantoorpanden is daardoor geen structurele oplossing voor de grootschalige leegstand van kantoorpanden. Wat betreft de economische haalbaarheid trekken wij puntsgewijs de volgende conclusies:

- Het is voor ondernemers die tegen gangbare (lage) kostprijs landbouwproducten willen telen niet interessant om dit juist in leegstaande kantoorpanden te doen. Kostprijzen in een gebouw liggen veel hoger dan in de open teelt of onder glas.
- Om het gebouw met een voormalige kantoorfunctie geschikt te maken voor de productie van voedsel, zullen er veel bouwtechnische aanpassingen nodig zijn. Hierbij moet gedacht worden aan voorzieningen en draagvermogen voor het teeltsysteem, aanpassingen voor een goede logistiek van de producten, opvang (en zuivering van) hemelwater en gekoelde opslag van voedselproducten. Zo biedt teelt in gebouwen weliswaar goede kansen voor een optimale klimaatsturing, maar de optimale luchtvochtigheid voor de teelt van plantaardige producten is dusdanig hoog dat dit bij betonnen constructies problemen kan gaan opleveren.
- De huurprijs voor bebouwde oppervlakte is in de stad vele malen hoger dan die voor een kasoppervlakte of voor een open teelt (namelijk grofweg 50-100 €/m² versus respectievelijk 1 €/m² of 0,10 €/m²).
- Door gebrek aan daglicht zal er voor de meeste teelten extra geïnvesteerd moeten worden in kunstlichtapparatuur en zal het energieverbruik hoog zijn – ook als er minder lichtbehoevende gewassen geteeld worden.
- Door het uitdragen van een goed marketingconcept zoals lokale productie, het sluiten van kringlopen, kwalitatief of culinair hoogwaardige producten kan men mogelijk een hogere verkoopprijs realiseren. De locatie en constructie van het gebouw bepaalt in sterke mate welk bedrijfs- en marketingconcept mogelijk en haalbaar is.
- Mogelijk kunnen neveninkomsten zorgen voor economisch haalbare initiatieven, bijvoorbeeld in de vorm van directe verkoop, horeca, educatie, beleving of zorg.
- Voor investeerders zijn er nog geen bewezen concepten ter referentie.

Stadslandbouw in gebouwen kan mogelijk een positieve maatschappelijke bijdrage geven in de vorm van woongenot, recreatieve belevingswaarde, vermeden delicten in de buurt, de creatie van banen voor laagopgeleiden, reactivering van laaggeschoolde arbeid (vermeden kosten van uitkeringen), gezondheidseffecten (vermeden ziektekosten bij vrijwilligers en zorgcliënten).

Wat betreft het milieu zijn er zowel voor- als nadelen van stadslandbouw in kantoorpanden:

- Ten opzichte van teelt in de grond leveren teeltsystemen uit de grond betere prestaties op het gebied van nutriëntenemissies, milieubelasting door gewasbeschermingsmiddelen en landgebruik, maar scoren ze minder goed op het energieverbruik. Teeltsystemen op water

hebben een hoger direct energieverbruik en uitstoot van broeikasgasemissies vergeleken met de grondteelt. Bij teelt in gebouwen komt daar nog het hoge stroomverbruik voor verlichting en klimaatregulatie bij.

- Ook het toegepaste teeltmedium of substraat (bijvoorbeeld steenwol en turf) kan een hoge CO₂ foot-print opleveren vergeleken met teelt in de grond.
- Voedselproductie in de stad, dicht bij de consument, kan het aantal voedselkilometers beperken, maar de eventueel behaalde energiewinst zal waarschijnlijk volledig in het niet vallen bij de extra energie die nodig is voor verlichting en klimaatregulatie bij teelt in gebouwen.
- Door kortere ketens is er hoogstwaarschijnlijk minder uitval doordat het moment van consumptie van voedsel dicht bij het productiemoment komt te liggen.
- In samenhang met andere systemen zijn er interessante mogelijkheden om de duurzaamheid te bevorderen, te weten: uitwisseling met de stad van reststromen voor hergebruik, zelf duurzaam energie opwekken en kringlopen met andere teeltsystemen (waarbij short cycle animals biologisch afval omzetten in nutriënten).

Mede gezien het feit dat voor de teeltsystemen veelal behoorlijke bouwtechnische aanpassingen nodig zullen zijn, zal gedacht moeten worden aan lange termijn oplossingen om de investeringen terug te verdienen.

Om gebruik te maken van de lokaliteit en om neveninkomsten te creëren zal directe verkoop in het betreffende gebouw gewenst zijn. In dat geval moet de gemeente dat ook toestaan.

Hoewel grootschalige voedselproductie in leegstaande kantoorgebouwen kostentechnisch een utopie lijkt, kunnen er bij een goede ligging van het gebouw rond woningen en winkels weldegelijk unieke kansen ontstaan.

Op basis van deze verkenning zien we (voorlopig) kansen voor een drietal type initiatieven:

1. Teelt van producten met een hoge toegevoegde waarde, waarbij een optimaal sturing en conditionering vereist is en waarbij de afzetmarkt in de directe omgeving ligt, denk bijvoorbeeld aan paddenstoelen, verse kruiden en kiemgroenten.
2. Unieke product-marktcombinaties voor het stedelijk gebied, denk bijvoorbeeld aan een restaurant met productfaciliteit van groenten en vis (aquaponics).
3. Stapeling van functies: wonen, groen en voedselproductie; zorginstelling met groen en voedselproductie.

Initiatieven zullen succesvol zijn als zij worden opgezet door zeer innovatieve ondernemers, die vaak uit idealisme gedreven worden en een groot doorzettingsvermogen hebben, zoals RotterZwam en Plant Chicago. Dit zijn ook de ondernemers die zich bewust zijn van de potentiële maatschappelijke baten en daardoor op zoek zullen gaan naar medefinanciering door diverse organisatie of bijvoorbeeld crowd-funding.

Leegstaande kantoorgebouwen zouden ook kunnen dienen als hightech onderzoek locatie voor bijvoorbeeld klimaat- en lichtreceptoptimalisatie of voor de opkweek van uitgangsmateriaal. Nederland heeft hierin een grote kennisvoorsprong, die verder ontwikkeld en (internationaal) uitgedragen kan worden. Landbouw- en biomedische wetenschappers van Wageningen UR en de Universiteit van Utrecht zouden hier zelf ook hun bedrijven kunnen starten. Zo zou er naar voorbeeld van Eindhoven een hightech campus kunnen ontstaan.

Er is echter nog veel onzekerheid over de financiële haalbaarheid, zodat men hier op particulier initiatief niet zo makkelijk in zal stappen.

Om de mogelijkheden verder te verkennen zou er in de regio Utrecht een pilot kunnen worden gestart zonder dat ondernemers een groot financieel risico dragen. Landbouwkundigen en vastgoeddeskundigen zouden kennis kunnen inbrengen en samen een haalbaar praktijkconcept ontwikkelen en dit in pilotvorm realiseren. Kennisuitwisseling en exposure zijn daarbij essentieel om een dergelijk concept verder in de praktijk op te schalen. Studenten landbouw, techniek en

bouwkunde en zouden hier in diverse projecten aan kunnen bijdragen met verfrissende ideeën en slimme technische oplossingen.

Literatuur

Abma, R., Kirchholtes, U., Jansma, J.E. en Vijn, M., 2013. Maatschappelijke kosten-batenanalyse stadslandbouw; De cases Voedseltuin Rotterdam, De Nieuwe Warande en Hazennest Tilburg. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, publicatienr. 562, september 2013.

Bak, R.L., 2014. Stand van zaken Nederlandse kantorenmarkt. NVM Business, Maart 2014

Bak, R.L., 2014. Kantoren in cijfers 2013; Statistiek van de Nederlandse kantorenmarkt. NVM Business, 2014.

Breukers, A., Stokkers, R., Spruijt, J., Roelofs, P. en Haan, J.J. de., 2014. Teelt de grond uit in perspectief: prestaties van teeltsystemen op het gebied van integrale duurzaamheid. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, publicatienummer 578, januari 2014.

Cools, A., Ruhe, M. en Klundert, N. van de, 2014. Pluk de Stad: kansen en (on)mogelijkheden voor (semi-) professionele voedselproductie in de stad, 2014.

Dijk, S. van., 2012. Wat vinden burgers belangrijk? Factsheet Teelt de Grond Uit, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, 2012.

Dueck, T.A., Janse, J., Eveleens, B.A., Kempkes, F.L.K. and Marcelis, L.F.M., 2011. Growth of Tomatoes under Hybrid LED and HPS Lighting, Wageningen UR Greenhouse Horticulture, 2011.

Dynamis B.V. Spreekende Cijfers Kantorenmarkten 2014.

Eijk, A. van der., 2014. Oesterzwammen op koffiedik. Vakblad Afval nr. 3 april 2014.

Haan, J.J. de, Dijk, S. van, Spruijt, J., Blind, M., en Breukers, A., 2013. Soilless cropping systems for outdoor vegetable production. Clean, efficient and sustainable?, presentatie Nutrihort, 17 september 2013.

Haan, J.J. de, Spruijt, J en Vermeulen, T., 2014. Farm Management and Economic Drivers for Implementation of Soilless Cultivation of Field Vegetables in The Netherlands. Ata Horticulturae, 2014.

Oskam, I., Lange, K. en Thissen, P., 2013. Vertical farming: Technologie en innovatierichtingen voor de toekomst, Kenniscentrum Techniek, Hogeschool van Amsterdam, April 2013.

Outenaar, E. van den., 2014. Hightech-sla uit fabriek van Toshiba, Volkskrant, 9 juli 2014.

Sebregts, M., 2013. Urban Farming; De toepassing in leegstaand vastgoed, de economische haalbaarheid. Afstudeerrapport Hogeschool van Arnhem en Nijmegen, juni 2013.

Silvis, H.J., Meer, R.W. van der en Voskuilen, M.J., 2014. Berekening hoogst toelaatbare pachtprizen voor los land, agrarische bedrijfsgebouwen en agrarische woningen. LEI Nota 14-045, mei 2014.

Spruijt, J., Schipperus, R., Kootstra, M. en Visser, C. de. Algaeconomics: bio-economic production models of micro-algae and downstream processing to produce bio-energy. EnAlgae report WP2A7.02, in voorbereiding.

Sukkel, W., Dijk, S. van. en Wijk, K. van, 2014. Duurzaamheid van een regionale voedselketen; Energieverbruik, emissie van broeikasgassen en voedselvoertuigkilometers voor de keten Oregonal – Sint Maartenskliniek. PPO Publicatienr. 604, maart 2014.

Sukkel, W., Stilma, E. en Jansma, J.E, 2010. Verkenning van de milieueffecten van lokale productie en distributie van voedsel in Almere; Energieverbruik, emissie van broeikasgassen en voedselkilometers. PPO Publicatienr. 392, 2010.

Veldkamp, T., Duinkerken, G. van en Huis, A. van, 2012. 'Insects as a sustainable feed ingredient in pig.' In: Food Chemistry, 50, p. 192-195. Lelystad: Wageningen UR, 2012.

Vermeulen, P.C.M. 2010. KWIN Glastuinbouw 2010.

Websites

aquaponicfarming.landscapeideasandpicture.com/vertical-hydroponics, bekeken op 21 augustus 2014

duurzaamsecteneten.nl, bekeken op 4 augustus 2014

insectpoint.webs.com, bekeken op 1 augustus 2014

www.benelux.koppertcress.com, bekeken op 17 september 2014

www.carbon6.nl, bekeken op 14 oktober 2014

www.ecoponicsgroup.com, bekeken op 27 augustus 2014

www.plantchicago.com, bekeken op 30 juli 2014

www.rotterzwam.nl, bekeken op 18 juli 2014

www.teeltdegrond.nl, bekeken op 21 juli 2014

www.urbanfarmers.com, bekeken op 17 september 2014

zuidpark.nl/zalen-en-catering/urban-farming-dak/ bekeken op 14 oktober 2014

Geraadpleegde externe experts

Geurt Schepers, adviseur milieu (klimaat, energie en duurzaam bouwen), afdeling Duurzame Ontwikkeling, Gemeente Nieuwegein

Hielke Jan van der Leij, van Van der Leij Vastgoed Advies

Jean Baptiste Benraad, zelfstandig adviseur op het terrein van kantoortransformatie/ lid van het Landelijk Expertteam Leegstaande Kantoren

Bijlage: Kostprijsberekening sla voor verschillende teeltsystemen

Tabel: Kostprijsberekening sla in euro per krop voor verschillende teeltsystemen

	buiten in de grond ²	buiten DF systeem ²	kas in de grond ³	gebouw meerlagenteelt ⁴
investering in €/m²				
gebouw aanpassen				10
technische installatie		41	30	300
totaal		41	30	310
jaarkosten in €/m²				
werktuigen	0.15			
installatie		4.86	10.40	77.50
grond- of gebouwhuur	0.10	0.07	1.00	60.00
plantmateriaal	0.20	1.44	3.20	9.00
teeltbenodigdheden	0.08	0.27	1.60	3.00
energie	0.05	0.75	5.40	32.90
arbeid	0.22	0.14	12.50	20.00
afzetkosten+logistiek	0.62	4.99	4.00	1.00
totaal	1.42	12.52	38.10	203.40
opbrengst in stuks/m²/jaar	8.5	68.4	98	250
jaarkosten in € per krop				
werktuigen	0.018			
installatie		0.071	0.106	0.310
grond- of gebouwhuur	0.012	0.001	0.010	0.240
plantmateriaal	0.024	0.021	0.033	0.036
teeltbenodigdheden	0.009	0.004	0.016	0.012
energie	0.006	0.011	0.055	0.132
arbeid	0.026	0.002	0.128	0.080
afzetkosten+logistiek	0.073	0.073	0.041	0.004
kostprijs in € per krop	0.168	0.183	0.389	0.814

² Bron: de Haan et al. (2014)

³ op basis van KWIN Glastuinbouw, Vermeulen (2010)

⁴ eigen expertinschattingen

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Praktijkonderzoek Plant & Omgeving,
onderdeel van Wageningen UR
Edelhertweg 1
Postbus 430
8200 AK Lelystad
T (+31)320 29 11 11
www.wageningenUR.nl/ppo

Report 623

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

