

POTENTIEEL EN KANSEN VOOR CO₂-REDUCTIE BIJ BEDRIJFSHALLEN

**Onderzoek naar
aangrijpingspunten voor
overheidsbeleid**

Opdrachtgever : SenterNovem, Utrecht
Contactpersoon : H. Korbee
Uitvoerders : M. van Werkhoven
J. Woudstra

Versie : rv2

Aerdenhout, 2 december 2005

INHOUD

SAMENVATTING	4
1 INLEIDING	6
2 DOELSTELLING	6
3 MARKTGEGEVENS BEDRIJFSHALLEN	8
3.1 Wat is een bedrijfshal?	8
3.2 Markt voor bedrijfshallen in Nederland	8
3.3 Historische ontwikkeling in de nieuwbouw van bedrijfshallen	11
3.4 Status van bouwactiviteiten in bedrijfshallen	12
3.5 Trends	13
4 GEBRUIKERS VAN BEDRIJFSHALLEN	15
4.1 Gebruikers naar sectoren	15
4.2 Kenmerken van gebruik	17
4.3 De eigenaargebruiker	19
4.3.1 Organisatie van de bouw	19
4.3.2 Positie eigenaargebruiker	20
4.3.3 Aangrijpingspunten	20
5 ENERGIEGEBRUIK	22
5.1 Energiegebruik in Nederland	22
5.2 Energiegebruik bestaande bedrijfshallen	22
5.3 Energiegebruik nieuwbouw bedrijfshallen	24
5.4 Verdeling energiegebruik in bedrijfshallen	24
6 TECHNIEK	26
6.1 Technische eisen aan gebouw en installaties	26
6.1.1 Eisen Bouwbesluit aan gebouwen met een industrie functie	26
6.1.2 Eisen Bouwbesluit aan gebouwen met 'overige gebruiksfunctie'	26
6.2 Beschikbare maatregelen voor energiebesparing	27
6.2.1 Beschikbare maatregelen voor energiebesparing	27
6.2.2 Factoren die de keuze beïnvloeden	27
6.2.3 Verantwoording voor kwalificatie van maatregelen	28
6.2.4 Kwalificatie van energiebesparende maatregelen	28
7 AANGRIJPINGSPUNTEN VOOR OVERHEIDSBELEID	32
7.1 Handhaving en regelgeving	32
7.1.1 Handhaving	32
7.1.2 Regelgeving	32
7.1.3 Optimalisatie vergunningen- en handhavingsbeleid	33
7.2 Stimulering energiebesparende maatregelen	34
7.2.1 Maatregelen gebouwschil	34
7.2.1.1 Focus op maatregelen gebouwschil	34
7.2.1.2 Marktpotentieel voor maatregelen gebouwschil	35
7.2.2 Maatregelen installaties	35
7.2.2.1 Focus op maatregelen installaties	35
7.2.2.2 Marktpotentieel voor maatregelen installaties	36
8 AANPAK STIMULERING MAATREGELLEN	37
8.1 Overzicht maatregelen en potentieel	37
8.2 Aanpak in het kort	37
8.3 De TP-scan	38
8.4 Resultaatstelling TP-scan	39
9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	41

Bijlagen

Bijlage 1 Definities

Bijlage 2 Overzicht typen hallen en loodsen volgens het CBS

Bijlage 3 Tabellen

Bijlage 4 Gehanteerde sectorindelingen & SBI '93

Bijlage 5 Literatuurlijst en geraadpleegde bronnen/bedrijven

Bijlage 6 Toelichting benadering energiegebruik bedrijfshallen

Bijlage 7 Indicatie van kosten en besparingen uitvoering TP-scan

©

Alle rechten van deze publicatie zijn voorbehouden aan SenterNovem en Thema Project & Advies bv. Niets uit deze studie 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 SenterNovem of TPA Project & Advies bv.

SAMENVATTING

Het ministerie van VROM overweegt om het gebouwsegment bedrijfshallen toe te voegen aan het CO₂-reductie programma “Kompas, energiebewust wonen en werken”. SenterNovem voert het programma uit en is gevraagd een plan van aanpak voor bedrijfshallen te schrijven. Deze verkennende studie is uitgevoerd om meer informatie over het gebouwsegment bedrijfshallen te verkrijgen en kansrijke aangrijpingspunten te identificeren om betrokken marktpartijen te beïnvloeden.

De hoeveelheid CO₂-emissie die kan worden gereduceerd is substantieel, en rechtvaardigt een gedegen aanpak van de energie consumerende bedrijfshal¹. Het *marktpotentieel* voor CO₂-reductie in de *bestaande* bedrijfshallen in Nederland bedraagt bij benadering 157 tot 185 kton CO₂ (2,8 - 3,3 PJ besparing), trapsgewijze groeiend per kalenderjaar. Voor *nieuwbouw* bedrijfshallen is het marktpotentieel 62 tot 84 kton CO₂-reductie (1,1 - 1,5 PJ besparing), eveneens trapsgewijze groeiend per kalenderjaar.

De markt voor bedrijfshallen is geanalyseerd en trends zijn onderzocht. De Nederlandse markt voor bedrijfshallen is diffuus en moet vanuit verschillende perspectieven in kaart worden gebracht. In de verschillende hoofdstukken worden de volgende parameters en hun onderlinge samenhang geanalyseerd:

- *Contract- of eigendomsverhouding* tussen gebruiker, eigenaar en financier.
- *Financiering* van bedrijfshal en energievoorzieningen (koop, lease of aparte juridische eenheid).
- *Tijdsgebonden factoren*: ouderdom bedrijfshal, afschrijving, verhuurprofiel (kort- of langlopend), etc.
- *Operationeel gebruik* van de bedrijfshal (opslag, transport, productie, kantoorgedeelte, etc.)
- *Sector specifieke eigenschappen* en voorwaarden (levensmiddelenverwerking, spuitereien, etc.)

Vervolgens wordt uitgebreid aandacht geschonken aan de *technische eisen* die aan de bedrijfshal en de installatie worden gesteld vanuit het Bouwbesluit en het bevoegd gezag. De beschikbare (innovatieve) maatregelen die kunnen bijdragen aan energiebesparing en CO₂-emissiereductie worden gekwalificeerd, samen met de factoren die de keuze voor een technologie beïnvloeden.

Het resultaat van de analyse uit het eerste deel van dit rapport wordt gecombineerd met het potentieel aan energiebesparende mogelijkheden. Dit resulteert in een aantal aangrijpingspunten voor overheidsbeleid. Zo kan in vergelijking met de omliggende landen de uitvoering van de handhaving worden geoptimaliseerd. Voorts worden

¹ In deze studie is een bedrijfshal als volgt gedefinieerd: een gebouw met als voornaamste functie het bedrijfsmatig bewerken of opslaan van materialen en goederen. In- of aangebouwde kantooruimte behoort tot de bedrijfshal, als deze ruimte substantieel kleiner is dan de bedrijfshal. Gebouwen die in de landbouw en veeteelt worden gebruikt worden in deze studie niet als bedrijfshal aangemerkt.

besparingsmaatregelen voorgesteld voor de gebouwschil en voor de installaties van bedrijfshallen. Het totale potentieel voor nieuwe en bestaande bedrijfshallen bedraagt bij benadering 219 tot 269 kton CO₂-reductie (3,9 tot 4,8 PJ).

Op basis van deze aangrijpingspunten en de voorgaande analyses wordt een aanpak van stimuleringsmaatregelen voorgesteld. Daarbij vormt de TechnologieProfiel-scan (TP-scan) het kernonderdeel. Dit is een snelle analyse die toegankelijk is voor vrijwel alle partijen die bij (de bouw van) een bedrijfshal zijn betrokken. De deskundige kennis van bouwkundige zaken en innovatieve installatietechniek wordt gecombineerd tot één praktisch maatwerkadvies met een globaal karakter. Deze aanpak wordt ondersteund door de eerder genoemde optimalisering van handhaving en eventuele uitbreiding van de financiële ondersteuning van maatregelen met een lange terugverdientijd.

1 INLEIDING

SenterNovem voert in opdracht van het ministerie van VROM het programma “Kompas, energiebewust wonen en werken” uit met als doel het realiseren van CO₂-reductie. VROM overweegt om het gebouwsegment bedrijfshallen toe te voegen aan het programma. VROM heeft SenterNovem gevraagd een plan van aanpak voor bedrijfshallen te schrijven. Het gebouwsegment bedrijfshallen is zeer divers van samenstelling: qua formaat, bouwwijze, leeftijd, gebruik, locatie en voorkomen/verschijningsvorm. Detailgegevens ontbreken echter. Desondanks is de verwachting dat een aanzienlijke reductie van het energiegebruik en dus van CO₂ mogelijk is.

Om een plan van aanpak voor deze doelgroep te kunnen ontwikkelen heeft SenterNovem meer informatie nodig over het gebouwsegment ‘bedrijfshallen’. Thema Project & Advies is gevraagd hiertoe een verkennende studie uit te voeren.

De resultaten van het marktonderzoek worden niet in detail geanalyseerd. Er wordt direct ingezoomd op marktsegmenten die een substantiële bijdrage kunnen leveren aan de reductie van CO₂ en waarbij kansrijke aangrijpingspunten zijn om betrokken marktpartijen te beïnvloeden.

2 DOELSTELLING

Doel van de studie is het nader onderzoeken en analyseren van de kenmerken en eigenschappen van het gebouwsegment ‘bedrijfshallen’ en haar gebruikers, eigenaren en andere actoren. Met de resultaten dient SenterNovem voldoende bouwstenen aangereikt te krijgen om een plan van aanpak in het kader van Kompas te ontwikkelen.

Daarbij dienen de volgende kernvragen te worden beantwoord:

- Wat zijn de karakteristieken van het gebouwsegment ‘bedrijfshallen’ in termen van bouw, functie, grootte, gebruiker, energiegebruik en financiering?
- Wat is het besparingspotentieel aan CO₂ en wat zijn haalbare maatregelen?
- Wie beslist op welke gronden over energiebesparende (en CO₂-reducerende) maatregelen bij bestaande bouw en nieuwbouw van bedrijfshallen?
- Hoe wordt de keuze en de uitvoering van energiebesparende (en CO₂-reducerende) maatregelen beïnvloed door de overheid?
- Welke benaderingen zijn voor de overheid kansrijk om verduurzaming te stimuleren in het gebouwsegment ‘bedrijfshallen’?

In deze studie wordt een *bedrijfshal* als volgt gedefinieerd:

Gebouw met als voornaamste functie het bedrijfsmatig bewerken of opslaan van materialen en goederen. In- of aangebouwde kantoorruimte behoort tot de bedrijfshal, als deze ruimte substantieel kleiner is dan de bedrijfshal.

Gebouwen die in de landbouw en veeteelt worden gebruikt worden in deze studie niet als bedrijfshal aangemerkt.

Afbakening

- Het onderzoek heeft betrekking op het energiegebruik dat nodig is voor de functionele conditionering van het klimaat binnen het bedrijfsgebouw. De energie die benodigd is voor het uitvoeren van bedrijfsmatige processen in de bedrijfshal, is geen onderdeel van de studie.
- Bedrijfsterreinen zijn geen onderwerp van onderzoek.

Opmerkingen

- De tabellen in de tekst zijn soms samengevat of ingekort. In bijlage 3 staan de meer uitgebreide tabellen. Wanneer dit het geval is wordt ernaar verwezen.
- Als in de tekst naar een bron wordt verwezen [bron], dan is de naam van de bron te vinden in de lijst van bijlage 5.

3 MARKTGEGEVENS BEDRIJFSHALLEN

3.1 WAT IS EEN BEDRIJFSHAL?

Commerciële vastgoedbedrijven en onderzoekbureaus² onderscheiden drie typen bedrijfshuisvesting: winkels, kantoren en *bedrijfsruimte*.

Het CBS definieert *bedrijfsgebouwen* als gebouwen bestemd voor bedrijfsmatig gebruik. Daarbij onderscheidt het CBS: hallen en loodsen, de combinatie van hallen met kantoor, kassen, schuren en stallen, kantoren, winkels en zelfs scholen.

Voor deze studie sluiten we zoveel mogelijk aan bij de definitie van het CBS, maar verbijzonderen de definitie van *bedrijfshal* tot:

Gebouw met als voornaamste functie het bedrijfsmatig bewerken of opslaan van materialen en goederen. In- of aangebouwde kantoorruimte behoort tot de bedrijfshal, als deze ruimte substantieel kleiner is dan de bedrijfshal.

Gebouwen die in de landbouw en veeteelt worden gebruikt worden in deze studie niet als bedrijfshal aangemerkt.

In bijlage 1 zijn de gebruikte definities beschreven, in bijlage 2 is een overzicht opgenomen van bedrijfsgebouwen die tot ‘bedrijfshal’ worden gerekend.

3.2 MARKT VOOR BEDRIJFSHALLEN IN NEDERLAND

Voorraad

Van de totale voorraad aan bedrijfshallen in vierkante meters vloeroppervlak zijn geen officiële cijfers beschikbaar³. Er is inmiddels wel een database bedrijfsruimtegebruikers ontwikkeld door de Stec Groep en NVB [2] waarin allerlei kenmerken van bedrijfsruimtegebruikers zijn opgenomen; relevante informatie hieruit is in deze rapportage opgenomen.

Op basis van het aantal hectare bedrijfsterrein in Nederland kan wel een inschatting worden gemaakt. Dit is gedaan op basis van het totale oppervlakte aan bedrijfsterreinen in Nederland (66.000 ha), het bebouwde deel van de uitgegeven grond op bedrijfsterreinen, het aandeel bedrijfshal in de bebouwing en een toeslag voor de bedrijfshallen die buiten bedrijfsterreinen liggen. Deze schatting komt uit op 182 miljoen m² aan bedrijfshallen, zie ook bijlage 3, tabel 1. Dit getal valt binnen de ruwe benadering die door DTZ Zadelhoff [3] is gemaakt: 100 tot 200 miljoen m². Hierna wordt verder een cijfer van 175 miljoen m² aangehouden.

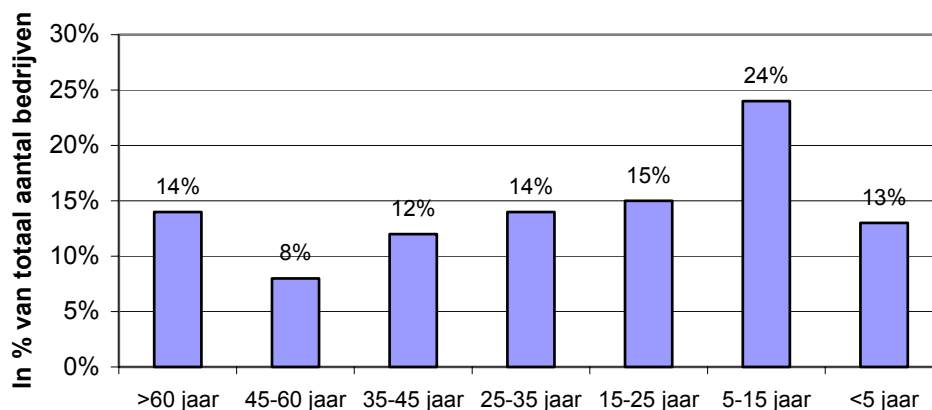
² Bijvoorbeeld Stec Groep, DTZ Zadelhoff Research, PropertyNL, Het Financieele Dagblad. De Stec Groep hanteert als definitie: een vestiging waar tenminste 50% van het totale vloeroppervlak bestemd is voor bedrijvigheid als productie, groothandel, transport, distributie, opslag, reparatie en/of onderhoudswerkzaamheden. Tot 50% kan in gebruik zijn als kantoor, winkelruimte, showroom, balieruimte, horeca dan wel een andere ruimte uitsluitend t.b.v. de bedrijfsvoering.

³ Mede omdat onderzoekers, beleggers e.d. tot op heden alleen in deelsegmenten zijn geïnteresseerd [4]

Overcapaciteit, veroudering en leegstand

Er is overaanbod in de markt voor bedrijfshallen. Volgens de NVB (Vereniging voor ontwikkelaars en bouwondernemingen) bestaat het aanbod van bedrijfshallen voor 90-95% uit oudere gebouwen en voor 5-10% uit moderne [5].

Bijna de helft van de bedrijfshallen is ouder dan 25 jaar. 22% is zelfs ouder dan 45 jaar (bouwjaar voor 1959). In figuur 3.1 is een overzicht van de leeftijdsverdeling gegeven⁴.



Figuur 3.1 Ouderdom van bedrijfshallen. [2]

De oudere bedrijfshallen zitten aan het einde van de ‘doorstroomketen’. Het blijvende aanbod van oude bedrijfshallen heeft een neerwaartse druk op de markt voor moderne. Door de zeer grote leegstand van oude bedrijfshallen worden bedrijven namelijk belemmerd om te verhuizen naar nieuwbouw. Zij raken immers hun oude bedrijfsruimte moeilijk kwijt, of voor een te lage prijs.

Jones Lang LaSalle (JLL) concludeert dat de markt voor bedrijfshallen in hoofdzaak drijft op een regionale vervangingsvraag. De meeste bedrijfsruimten (ca. 75%) zijn in handen van eigenaargebruikers. Zij zien het vastgoed als belegging. Om hun belegging rendabel te houden zien zij zich genoodzaakt om hun bedrijfshallen te herontwikkelen.

Momenteel onderkennen marktpartijen de noodzaak om bedrijfshallen aan de markt te onttrekken via sloop en bedrijventerreinen te renoveren tot moderne bedrijventerreinen of tot nieuwe bestemmingen [5]. Het Ministerie van Economische Zaken werkt op basis van het Actieplan Bedrijventerreinen 2004-2008 samen met provincies en gemeenten aan herstructurering en uitbreiding van bedrijventerreinen. In het plan wordt ervan uitgegaan dat 20% van het oppervlak aan bedrijfsterreinen verouderd is. Dit percentage kan niet worden gerelateerd aan het percentage verouderde bedrijfshallen, omdat bedrijfsterreinen

⁴ De gegevens zijn afkomstig van een recente steekproef onder 4250 bedrijfsruimtegebruikers (>50% bedrijfsruimte) in heel Nederland, uitgezonderd sectoren als detailhandel, horeca, landbouw en gevestigd op bedrijventerreinen. De respons is ca. 1000 bedrijven. Het totale betrokken vloeroppervlak bedrijfsruimte is bij benadering 1,8 mln m² bvo. Overigens maken de onderzoekers geen vertaling naar een marktomvang (in vloeroppervlak) in Nederland.

ook andere typen gebouwen en buitenactiviteiten herbergen. Indicatief wijst dit percentage wél op een substantieel aandeel bedrijfshallen dat technisch en economisch verouderd is.

Logistiek vastgoed

Logistiek vastgoed (distributiecentra) is een apart gebouwsegment binnen de bedrijfshallenmarkt. De hoogte van de hallen is 12 meter en de inrichting is ontworpen voor laden en lossen.

Marktpartijen als DTZ Zadelhoff en Jones Lang LaSalle (JLL) monitoren de ontwikkelingen in dit segment. De totale voorraad aan logistiek vastgoed in Nederland is meer dan 10 miljoen m² met concentraties rond Rotterdam, Schiphol, West-Brabant en Noord-Limburg. Dezelfde partijen schatten dit segment op 10% van de totale vrije markt⁵ voor bedrijfshallen [6].

Transacties in bedrijfshallen

De mutaties in de vrije markt voor bedrijfshallen worden gemonitord door genoemde partijen als DTZ Zadelhoff, JLL, propertyNL en het Financieele Dagblad [7, 8]. Er is daarmee een periodiek inzicht in (een deel van) het aanbod aan bedrijfshallen en in de transacties die plaatsvinden.

In 2003 bedraagt het totale aanbod aan bestaande en nieuw gebouwde bedrijfshallen 6,5 miljoen m². In 2004 is het aanbod gestegen naar 7,5 miljoen m² [5]. De NVB geeft aan dat 90%-95% bestaat uit bestaande bedrijfshallen (d.w.z. ouder dan 2 jaar). Een belangrijk deel van deze ruimte is verouderd en voldoet niet meer aan de hedendaagse vraag.

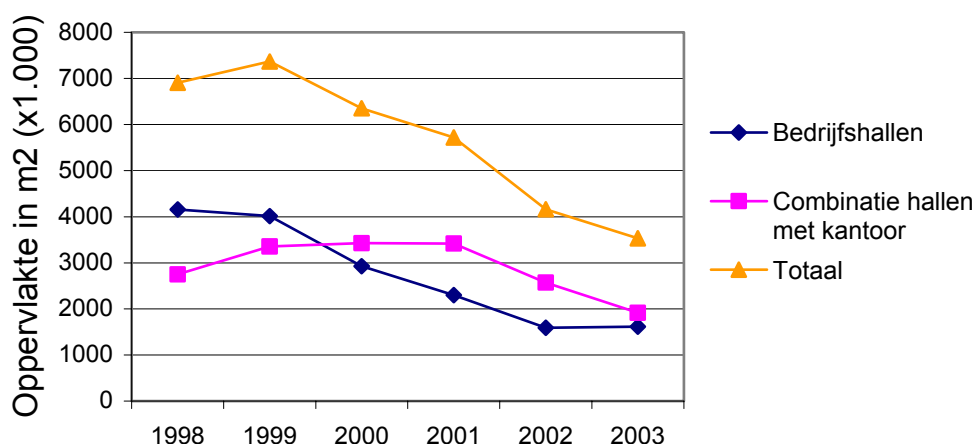
De markt voor bedrijfshallen in Nederland is zeer diffuus qua aantal en type gebruikers, leeftijd van de hallen en functioneel gebruik van de hallen. De totale voorraad aan bedrijfshallen in vierkante meters vloeroppervlak bedraagt circa 175 miljoen m². Er is overaanbod in de markt voor bedrijfshallen; het aanbod bestaat voor 90-95% uit oudere gebouwen, die deels aan het einde van de 'doorstroomketen' zitten. De markt voor bedrijfshallen drijft in hoofdzaak op een regionale vervangingsvraag. Distributiecentra is een apart segment met een eigen dynamiek en kenmerken.

⁵ Hieronder wordt verstaan de huur- en/of koopmarkt waarin projectontwikkelaars en beleggers kantoor-, bedrijfs- en/of winkelruimte aanbieden voor nog onbekende gebruikers. Transacties van eigenaargebruikers vallen hier dus buiten, onder meer vanwege 'de ondoorzichtigheid van deze markt' [9].

3.3 HISTORISCHE ONTWIKKELING IN DE NIEUWBOUW VAN BEDRIJFSHALLEN

Uit de CBS-statistiek Verleende bouwvergunningen⁶ blijkt dat de nieuwbouw van bedrijfshallen sinds het topjaar 1999 een dalende trend vertoont. In 1999 vertegenwoordigen de verleende bouwvergunningen 7,4 miljoen m² bvo. In 2003 en 2004 is dit teruggelopen tot 3,5 miljoen m². Uit figuur 3.2 blijkt dat de teruggang sterker is bij de bedrijfshallen zonder kantoor dan met kantoor. De markt voor bedrijfshallen met kantoor lijkt daarmee stabiel; naar verwachting zal de markt voor bedrijfshallen met kantoor op termijn sterker groeien dan die van traditionele bedrijfshallen [32].

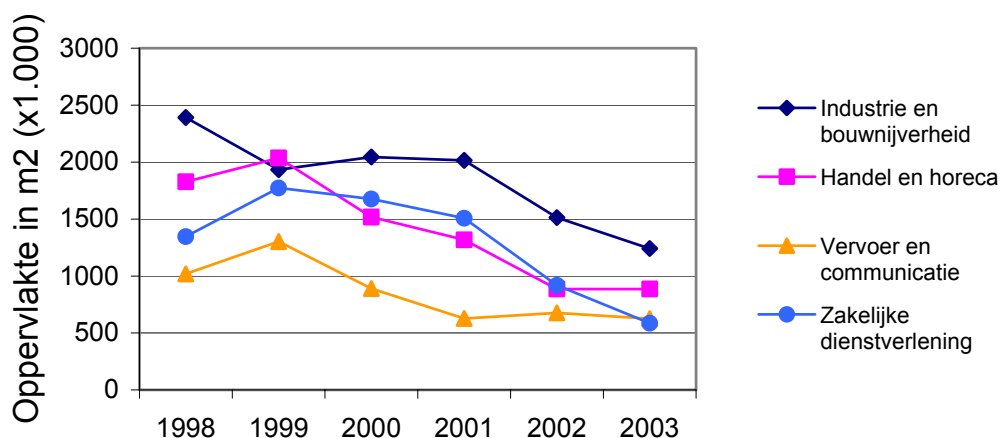
De bouwproductie van bedrijfshallen laat over de periode van de laatste 25 jaar een sterke golfbeweging zien, met een 'golflengte' van circa 10 jaar: pieken in 1990 en 1999 en dalen in 1984, 1994 en nu dan 2004. Naar verwachting van marktpartijen als de NVB zal de bouwproductie de komende jaren weer fors gaan aantrekken (zie ook paragraaf 3.4) [5, 31].



Figuur 3.2 Ontwikkeling nieuwbouw bedrijfshallen met en zonder kantoor op basis van vloeroppervlak [bron: CBS]

De teruggang in de bouw van bedrijfshallen is het sterkst geweest in de sectoren 'handel en horeca' en zakelijke dienstverlening. Het moment van teruglopen van de bouwactiviteiten verschilt per sector. In de sector 'vervoer en communicatie' is de teruggang ingezet in 1999, terwijl 'industrie en bouwnijverheid' vanaf 2002 hun bouwactiviteiten zijn gaan verminderen, zie figuur 3.3 op de volgende bladzijde.

⁶ De statistiek Verleende bouwvergunningen verschaft inzicht in de omvang van de op korte termijn te verwachten productie van gebouwen (nieuwbouw en verbouw). De ondergrens van de waarneming is een bouwsom van de bouwvergunning van 50 duizend euro.



Figuur 3.3 Ontwikkeling nieuwbouw bedrijfshallen per sector op basis van vloeroppervlak [bron: CBS]

3.4 STATUS VAN BOUWACTIVITEITEN IN BEDRIJFSHALLEN

Uit CBS-gegevens (statistiek van verleende bouwvergunningen) blijkt dat in 2002 voor € 7,3 miljard aan nieuwbouw en verbouw van bedrijfsgebouwen staat gepland. Hiervan wordt ruim een kwart (€ 2,0 miljard, 28%) aan bedrijfshallen besteed:

- 1.508 miljoen euro aan bedrijfshallen gecombineerd met kantoor, en
- 512 miljoen euro aan bedrijfshallen zonder kantoor.

Van de 2.029 miljoen euro aan investeringen in bedrijfshallen is € 1.521 miljoen nieuwbouw en gaat 508 miljoen euro naar verbouwingen, uitbreidingen en renovatie. Uit de onderstaande tabel blijkt dat de industrie en bouwnijverheid in 2002 ongeveer 40% van de bouwvergunningen voor hun rekening nemen (822 miljoen euro). Handel en horeca zijn goed voor 20% (397 miljoen euro).

Tabel 3.1 Bouwsom bedrijfsgebouwen in 2002 op basis van verleende bouwvergunningen [Bron: CBS]

	Bedrijfshallen			Overige bedrijfsgebouwen	Aard object
	zonder kantoor	met kantoor	Totaal		
	[€ mln]	[€ mln]	[€ mln]	[€ mln]	
Totaal	521	1.508	2.029	5.273	
Industrie en bouwnijverheid	170	652	822	180	kantoren
Handel en horeca	113	284	397	808	winkels
Vervoer en communicatie	137	154	291	348	divers
Zakelijke dienstverlening	56	357	413	1.125	kantoren
Agrarisch	-	-	-	558	schuren, stallen, kassen
Openbaar bestuur	1	21	22	419	kantoren
Onderwijs	-	-	-	677	scholen
Gezondheids- en welzijnszorg	-	-	-	745	divers
Overige dienstverlening	43	38	81	415	divers

In 2002 bedraagt het totale oppervlak van nieuwbouw aan bedrijfshallen 4,2 miljoen m². De bouwkenmerken zijn weergegeven in tabel 3.2. Meer informatie is te vinden in tabel 4 en tabel 6 in bijlage 3.

De NVB verwacht dat het bouwvolume van bedrijfsruimten (gemeten in vierkante meters) de komende jaren substantieel (met 15% tot 20% per jaar) zal stijgen [5]. De afgelopen 20 jaar (1985-2004) bedroeg het bouwvolume van bedrijfshallen gemiddeld 5,7 miljoen m² per jaar. In 2003 en 2004 ligt de productie rond de 3,4 - 3,5 miljoen m². In deze rapportage houden we voor de komende periode (tot 2010) een gemiddelde bouwproductie van bedrijfshallen aan van 5 miljoen m². Dit is een licht conservatievere inschatting dan andere bronnen als Deerns [10] die uitgaan van 6 miljoen m² per jaar.

Tabel 3.2 Bouwkenmerken van bedrijfshallen op basis van Verleende bouwvergunningen 2002 [bron: CBS]

	Bedrijfshallen met kantoor	Bedrijfshallen zonder kantoor
Oppervlak totaal [m ²]	2,6 miljoen	1,6 miljoen
Oppervlak per hal [m ²] *)	1.700 tot 2.800 (2.600)	1.700 tot 5.300 (2.300)
Hoogte in de sector Vervoer [m]	8,3	12,0
Hoogte in overige sectoren [m] *)	5,9 – 7,4 (6,3)	6,3 – 7,5 (7,1)
Investeringskental [€/m ²] *) (')	420 – 490 (450)	200 – 280 (225)

Noot: *) De gemiddelde waarde is tussenhaakjes aangegeven.

Andere bronnen (Rabobank e.a.) hanteren investeringskentallen voor bedrijfsruimte en kantoren, die beduidend hoger zijn (tot de dubbele waarde), met bovendien een grotere spreiding, zie tabel 6 in bijlage 3 [33]. Het is waarschijnlijk dat bij deze kentallen niet alleen de bouwkosten, maar ook de inrichtingskosten (inclusief inrichting en installaties) zijn meegenomen in deze kentallen.

3.5 TRENDS

Uit de interviews en analyse van marktstatistieken zijn een aantal trends waarneembaar, die van invloed zijn op de ontwikkeling van de markt van bedrijfshallen voor de komende tien tot twintig jaar:

- De volumegroei aan bedrijfshallen vertoont een opwaartse en neerwaartse beweging met een cyclustijd van tien jaar. Het jaar 2003/2004 was een dieptepunt van de neerwaartse beweging. Op grond van deze trendmatigheid verwachten de leveranciers van bouwmaterialen voor bedrijfshallen, dat de opgaande lijn weer is ingezet. Anno 2005 blijkt echter dat deze verwachting (nog) niet wordt waar gemaakt.
- Marktpartijen verwachten dat de extra eisen, die sinds de vuurwerkramp in Enschede aan de brandwerendheid voor bedrijfshallen worden gesteld, een aantal effecten zullen hebben:
 - andere isolatiematerialen met brandvertragers en met een hogere isolatiewaarde,
 - versnelde renovatie van oudere, bestaande bedrijfshallen.

⁷ Voor kantoren is het investeringskental gemiddeld € 825/m² (spreiding: € 725 tot 1550 per m²)

- Vanaf de jaren 90 worden relatief meer bedrijfshallen gebouwd met een groter aandeel kantoorruimte. 54% van de panden heeft 30 tot 50% kantoorvloer. De bedrijfshallen met een hoog aandeel kantoorvloer zijn minder verouderd.
- Beleggers interesseren zich in toenemende mate voor de bedrijfshal als beleggingsobject. Dit wordt mede veroorzaakt door het tekort aan hoogwaardige vastgoedbeleggingsobjecten zoals kantoren en winkels.
- Bedrijfshallen met meerdere lagen zijn in opkomst. Het belangrijkste motief voor meerlaagse bouw is het creëren van parkeerruimte.
- Het aantal verhuurde bedrijfshallen neemt toe. Dit is zichtbaar in de sector ‘vervoer, opslag en communicatie’. Recent hebben grote eigenaargebruikers hun bedrijfshallen verkocht en teruggehuurd (sale-and-lease-back-constructie).
- Huurcontracten worden voor steeds kortere perioden afgesloten. Op dit moment is gemiddeld gebruikelijk om huurcontracten voor perioden van 5 jaar af te sluiten.
- De fysieke belasting van werknemers in de bouw van bedrijfshallen is hoog. De huidige wijze van montage conflicteert met de voorschriften van de Arboret. Marktpartijen verwachten dat de productie van geprefabriceerde hallen zal toenemen om de montage op de bouwplaats te vergemakkelijken.

Momenteel bevinden de bouwactiviteiten voor bedrijfshallen zich op een dieptepunt; de verwachting is dat de (bouw)markt zich de komende jaren zal herstellen, gelijk eerdere groeiperioden. De druk op de markt om verouderde bedrijfshallen te herontwikkelen zal hier mede een bijdrage aan leveren.

Bedrijfshallen met kantoordeel zijn daarbij het belangrijkste type bedrijfshal. In 2002 was de belangrijkste sector qua bouwvolume de industrie en bouwnijverheid. De handel en horeca en de zakelijke dienstverlening waren goede tweede. Driekwart van de investeringen gaan naar nieuwbouw en een kwart naar renovatie, uitbreiding.

De markt voor bedrijfshallen krijgt toenemende interesse van de zijde van beleggers. Het aandeel huur zal daardoor toenemen. Daarentegen worden huurcontracten voor steeds kortere perioden afgesloten.

4 GEBRUIKERS VAN BEDRIJFSHALLEN

4.1 GEBRUIKERS NAAR SECTOREN

De gebruikers van bedrijfshallen zijn te vinden in vrijwel alle sectoren van de *industrie* als ook in de *gebouwde omgeving*. In de onderstaande tabel is het relatieve aantal gebruikers per sector in procenten weergegeven. Eveneens worden de belangrijkste gebruiksfuncties per sector aangegeven.

Tabel 4.1 Gebruik van bedrijfshallen per sector. De percentages staan voor het relatieve aantal gebruikers per sector.

Sector	Aantal gebruikers [% van totaal aantal]	Gebruik bedrijfshal				
		Productie	Opslag	Werkplaats	Showroom verkoop	Kantoor
Industrie	17%	x	x			x
Bouwnijverheid	24%	x	x			x
Reparatie en handel	25%		x	x	x	x
Vervoer, opslag en communicatie	6%		x			x
Verhuur/zakelijke dienstverlening	14%		x	x		x
Milieudienstv., cultuur & recreatie	14% *)				x	x

Noot: *) percentage geldt voor 'overig'

Bronnen: Database bedrijfsruimtegebruikers, Stec [2], Remco Bouw e.a.;

Hieronder volgt een toelichting bij de zes bovengenoemde sectoren, in volgorde van het aantal gebruikers:

Reparatie en Handel

Detailhandel Het belangrijkste vastgoedtype voor de detailhandel is winkelruimte. Bepaalde detailhandelsketens gebruiken echter bedrijfshallen als winkelruimte en distributiecentrum. Winkels kunnen gevestigd zijn op bedrijfsterreinen. Het oppervlak van de bedrijfshallen ligt gemiddeld tussen 1.500 tot 10.000 m². Voorbeelden van winkels zijn: bouwmaterialen (Gamma), autodealers, consumentenelektronica, meubels (Ikea).

Reparatie Dit zijn vooral garagebedrijven en autoschadebedrijven.

Groothandel De meeste groothandelbedrijven opereren bedrijfshallen van 1.000 tot 20.000 m².

Bouwnijverheid

In de bouwnijverheid wordt veelal gebruik gemaakt van bedrijfshallen gecombineerd met een (kleine) kantoorruimte. Grotere ondernemingen huren of leasen daarnaast op zich zelf staande kantoorruimte. Bouwbedrijven gebruiken bedrijfshallen voor opslag en (kleinschalige) productie.

Industrie

In de industrie wordt veelal gebruik gemaakt van bedrijfshallen, gecombineerd met een (kleine) kantoorruimte. De bedrijfshallen worden gebruikt voor productie, assemblage, onderzoek, opslag en distributie. Bij grotere ondernemingen zijn de kantoorfaciliteiten niet gecombineerd met de ruimte van de bedrijfshal.

De hallen kunnen zeer groot zijn. MKB-bedrijven gebruiken doorgaans hallen van 500 tot 2.000 m².

Voorbeelden van bedrijfshallen in de industrie zijn legio: groente- en fruitverwerking, bakkerijen, vleesverwerking, drukkerijen, houtverwerking, metaalindustrie, elektronische componenten, papierindustrie, bouwmaterialen productie, kunststofverwerking en chemicaliën productie.

Verhuur voor zakelijke dienstverlening

Een klein aantal bedrijven in de dienstverlening heeft bedrijfshallen in gebruik. De functie is meestal kantoorruimte voor publieks- of baliewerkzaamheden. Voorbeelden zijn schoonmaakbedrijven en verhuurbedrijven. In tabel 5 van bijlage 3 zijn meerdere voorbeelden van subsectoren vermeld.

Vervoer, opslag en communicatie

Transportbedrijven hebben bedrijfshallen in gebruik voor hun logistieke activiteiten: opslag, overslag, groupage, etc. Meestal is er een kleine kantoorruimte in gebruik. De bedrijfshallen hebben een vloeroppervlak dat in grootte nogal uiteen kan lopen: tussen 1.000 tot 50.000 m².

De gebruikers van bedrijfshallen zijn te vinden in vrijwel alle sectoren van de industrie als ook in de gebouwde omgeving. Belangrijke sectoren – naast de industrie – zijn de bouwnijverheid en de reparatie en handel. De laatste groep herbergt de autobedrijven, de groothandel en de detailhandel.

4.2 KENMERKEN VAN GEBRUIK

Gebruikers van bedrijfshallen specificeren hun functionele eisen voor de bouw en inrichting van een bedrijfshal. Daarnaast hebben zij ook wensen ten aanzien van locatie, toegankelijkheid vanaf weg of spoor en eigendomsrecht of huur. Ongeveer 5 tot 10% van de gebruikers verlangt een representatieve uitstraling die past bij het imago van hun onderneming.

Eigendomsrecht of huur

In Nederland is van oudsher het grootste deel van de bedrijfshallen eigendom van de gebruiker⁸. Het percentage eigendom ligt tussen de 72%⁹ en 75%¹⁰. Naarmate bedrijven groter zijn neemt de voorkeur voor eigendom toe. De belangrijkste redenen daarvoor zijn de functionele eisen die vragen om maatwerk bij de bouw en inrichting van bedrijfshallen. Bovendien vinden bedrijven dat de continuïteit van de bedrijfsvoering beter is geborgd met eigendom dan met huur.

In de afgelopen 10 jaar is de verhouding tussen eigendom en huur gelijk gebleven. 82% van de huurcontracten heeft een looptijd langer dan 5 jaar en 24% heeft een looptijd langer dan 10 jaar. De meeste huurders zijn productie-, onderhouds- en reparatiebedrijven. In de Randstad is het aandeel huurders (36%) groter dan in de rest van Nederland [25, 26]. Het aantal huurbedrijven neemt echter wel toe. Dit is voornamelijk zichtbaar in de sector 'vervoer, opslag en communicatie'. Recent hebben grote eigenaargebruikers hun bedrijfshallen verkocht en teruggehuurd (sale-and-lease-back-constructie). Een tweede trend is dat huurcontracten voor kortere perioden worden afgesloten.

Huurprijs

De verschillen in huurprijs zijn groot. De industriesector betaalt lage huurprijzen van € 50 /m² per jaar. De industriesector heeft een aandeel van 64% in dit lage prijssegment. In het hoogste prijssegment van € 100 /m² per jaar is de sector 'Handel en reparatie' met 24% als grootste aantal huurders vertegenwoordigd.

Er is veel verouderd vastgoed dat voor een lage prijs kan worden gehuurd. Huurprijzen komen nu soms uit op € 20 /m² per jaar. Deze lage prijs is vooral te wijten aan het feit dat het aanbod aan verouderde bedrijfshallen vijf keer groter is dan de vraag (zie ook hoofdstuk 3.2).

Verhuizen

Onderzocht is met welke frequentie gebruikers van locatie veranderen. Het blijkt dat binnen 25 jaar ongeveer 66% van de gebruikers van locatie veranderen als zij eigenaar zijn, tegen 84% in geval de gebruikers huurders zijn.

De afgelopen 2 jaar verhuisden 79% van de bedrijven die van locatie veranderden binnen dezelfde gemeente. Slechts 21% verhuisde over de gemeentegrenzen maar bleven binnen Nederland. De bedrijven geven aan een grote regionale binding te hebben.

⁸ In de markt voor bedrijfshallen wordt zeer weinig voor de vrije markt gebouwd. Recent zijn, als uitzondering op deze regel, enkele bedrijfsruimten rond Schiphol 'op risico' gebouwd. Meer dan 90% van de originele opdrachtgevers wordt tevens eigenaar en/of gebruiker.

⁹ Stec Groep: algemeen bedrijfsruimten > 500 m². Bedrijfsruimtegebruikers in beeld 2005 [2].

¹⁰ EIB, bedrijfshuisvesting in de industrie [25]; bedrijven > 10 werknemers.

Ruimteverdeling

De gebruiker van bedrijfshallen gebruikt gemiddeld 71% van de ruimte voor productie en opslag, 15% voor kantoorruimte en de overige 14% voor archief, kantine en sanitair. 41% van de bedrijfshallen heeft meer dan één bouwlaag.

De *floor space index* (verhouding tussen het oppervlak van de bedrijfshal en het kaveloppervlak) ligt gemiddeld op 0,5. Bij de groothandel en industrie ligt de FSI-index veelal op 0,6.

Aantal arbeidsplaatsen

Ongeveer de helft van het aantal gebruikers van bedrijfshallen exploiteert 5 tot 19 arbeidsplaatsen. 20% zijn kleinere ondernemingen (1 tot 4 arbeidsplaatsen) en eveneens 20% zijn middelgrote ondernemingen (20 tot 99 arbeidsplaatsen). Gebruikers met meer dan 100 arbeidsplaatsen vormen een relatief kleine groep bedrijven in de markt van bedrijfshallen: 5%.

Het grootste deel van de bedrijfshallen is eigendom van de gebruiker: tussen de 72% en 75%. Redenen daarvoor zijn de functionele eisen die vragen om maatwerk bij de bouw en inrichting van bedrijfshallen en men vindt dat de continuïteit van de bedrijfsvoering beter is geborgd met eigendom dan met huur.

De gebruikers van bedrijfshallen geven aan een grote regionale binding te hebben. Circa driekwart van de bedrijven blijft in geval van verhuizing binnen de gemeentegrenzen.

Circa de helft van de gebruikers van bedrijfshallen zijn bedrijven met 5 tot 19 arbeidsplaatsen. Twintig procent zijn middelgrote bedrijven en 5% grootbedrijven (>100 werknemers).

4.3 DE EIGENAARGEBRUIKER

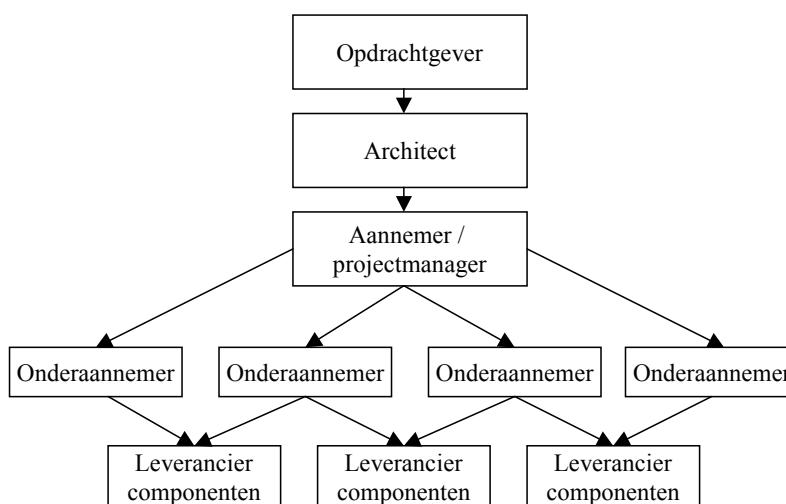
In deze paragraaf wordt het profiel en de positie van de eigenaargebruikers van bedrijfshallen geanalyseerd. Het doel is om aangrijpingspunten te vinden voor het stimuleren van eigenaargebruikers om CO₂-reducerende technieken toe te passen.

4.3.1 Organisatie van de bouw

In het overgrote deel van de gevallen (ca. 75%) is de opdrachtgever de toekomstige eigenaargebruiker¹¹. Als de opdrachtgever een ‘topsegment’ bedrijfshal wil realiseren zal de inbreng van de architect bepalend zijn voor de keuze van bouwmaterialen en –vormen. De opdrachtgever verlangt van het bouwbedrijf (de aannemer) en/of de architect in de meeste gevallen echter een standaard oplossing voor zijn bedrijfshal. Dan is de invloed van de aannemer en zelfs van de onderaannemer groot, en soms zelfs bepalend. De invloed onderin de bouwketen neemt toe naarmate de druk op de *bouwkosten* groter is en de *functionaliteit* van de bedrijfshal ultiem hoger wordt gewaardeerd dan de bouwvorm (imago en uitstraling).

Het valt op dat - in tegenstelling tot de ons omringende landen - de aannemer en de onderaannemer aanzienlijk meer vrijheid van handelen hebben, en zelfs ‘gemachtigd’ zijn om het bestek en afgesproken werkwijzen te veranderen.

In de volgende figuur is de beslisstructuur voor een *standaard* bedrijfshal weergegeven.



Figuur 4.2 Partijen en beslisstructuur bouwproces voor een standaard bedrijfshal.

¹¹ In de markt voor bedrijfshallen wordt zeer weinig voor de vrije markt gebouwd. Recent zijn, als uitzondering op deze regel, enkele bedrijfsruimten rond Schiphol ‘op risico’ gebouwd. Het overgrote deel van de opdrachtgevers is echter eigenaargebruiker.

Behalve de hiervoor genoemde partijen zijn de volgende partijen zijdelings betrokken bij het bouwproces:

- Belegger/financier
- Adviseurs (bouwmanagement, energie, veiligheid, arbo, milieu)
- Bevoegd gezag.

Daarbij moet worden aangetekend dat het bevoegd gezag als vergunningverlener en handhaver, een belangrijke rol speelt (of kan spelen) bij het *begin* (ontwerp, bestek) en het *eind* (oplevering, energietest) van het bouwproces.

4.3.2 Positie eigenaargebruiker

De eigenaargebruiker bevindt zich in een positie waarin hij/zij het functioneren van zijn/haar onderneming moet matchen aan een aantal omstandigheden:

- *Locatie* van de bedrijfshal: toegankelijkheid vanaf weg of spoor.
- *Uitbreiding op locatie*. Als een huisvestingsprobleem zich aandient moet dat op korte termijn kunnen worden opgelost.
- *Functionele eisen* in relatie tot de bedrijfsactiviteiten.
- *Beleggingswaarde* (ca. 75% van de gebruikers is tevens eigenaar).
- *Flexibiliteit van gebruik*, waardoor eventuele herontwikkelingskosten in geval van veroudering niet te hoog worden.
- *Representatieve uitstraling* (5 tot 10% van de gebruikers verlangt een representatieve uitstraling die past bij het imago van hun onderneming).
- *Gebruiksduur* (66% van de eigenaargebruikers verandert binnen 25 jaar van locatie; voor huurders is dit 84%).
- *Lage investeringskosten* in bedrijfshal. Niemand zit op systeemverbredingen te wachten (bv. foolproof montage van panelen) omdat dit tot kostenverhoging leidt [22].
- *Lage exploitatiekosten*. Uit interview van een grote aannemer blijkt dat 10-20% van diens opdrachtgevers geïnteresseerd is in energievriendelijke oplossingen. De opdrachtgever vraagt om daarop te offren. Een terugverdientijd van maximaal drie jaar wordt doorgaans acceptabel gevonden.

4.3.3 Aangrijpingspunten

In geval van nieuwbouw zijn de *aannemer en de architect* in grote mate bepalend voor de energetische eigenschappen van de bedrijfshal en de gebouwgebonden installaties. De eigenaargebruiker heeft weinig tot geen voorstellen voor energiezuinige opties.

In geval van verbouw blijkt er meer ruimte te zijn voor de *adviseur, onderaannemer en installateur* om energiezuinige concepten voor te stellen. Er kunnen dan echter minder energiebesparende technieken worden toegepast dan in geval van nieuwbouw.

Uit het onderzoek komt naar voren dat de eigenaargebruiker niet als primair 'aangrijpingspunt' kan dienen, maar dat veeleer uit de hoek van de aannemer en architect een 'ongevraagd advies' moet worden gegeven om de eigenaargebruiker aan te zetten tot een overweging. Afgezien van milieubewuste gevoelens, zal de eigenaargebruiker zijn keuze voor energiezuinige opties vooral maken wanneer de terugverdientijd maximaal 3 jaar bedraagt.

In de onderstaande tabel is het effect van beïnvloeding van partijen weergegeven voor nieuwbouw en verbouw van grote en middelgrote (MKB) bedrijfshallen.

Tabel 4.3 Effect van beïnvloeding van partijen in het bouwproces voor een standaard bedrijfshal.

	Nieuwbouw		Verbouw/onderhoud	
	Middel	Groot	Middel	Groot
Eigenaangebruiker	+/-	+	+	+
Architect	++	+++	-	+
Aannemer	+	++	+	+
Onderaannemer	+	+	++	++
Installateur	+	+	+++	++
Adviseur	-	+	-	++
Belegger	--	--	--	--
Handhaver passief	-	+/-	--	--
Handhaver actief	+	++	+/-	+

De classificatie met ‘+’ en ‘-’ spreekt voor zich. Een ‘+’ of ‘-’ teken staat voor de mate waarop beïnvloeding van de betreffende marktpartij uiteindelijk leidt tot installatie van energiezuinige systemen. Het maximum aantal plus- of mintekens dat per veld kan worden behaald, is drie.

De opdrachtgever (nieuwbouw of verbouw van bedrijfshal) verlangt van het bouwbedrijf en/of de architect in de meeste gevallen een standaard oplossing voor zijn bedrijfshal, tegen zo laag mogelijke investeringskosten.

In geval van nieuwbouw zijn de *aannemer en de architect* in grote mate bepalend voor de energetische eigenschappen van de bedrijfshal en de gebouwgebonden installaties.

Eventuele energiezuinige concepten komen slechts beperkt op tafel bij de opdrachtgever.

In geval van verbouw blijkt er meer ruimte te zijn voor de *adviseur, onderaannemer en installateur* om energiezuinige concepten voor te stellen.

5 ENERGIEGEBRUIK

5.1 ENERGIEGEBRUIK IN NEDERLAND

In tabel 5.1 is de verdeling van het energieverbruik in Nederland weergegeven per hoofdsector volgens de standaard bedrijfsindeling (SBI). In bijlage 4 zijn de sectoren nader gespecificeerd. De sectoren waar gebruik wordt gemaakt van bedrijfshallen zijn: Industrie, Handel, diensten, overheid en Energiebedrijven. In 2002 gebruiken deze sectoren 1930 TJ aan primaire energie, en emitteren zij 111 Mton CO₂ per jaar.

Tabel 5.1 *Energiegebruik en CO₂-emissies in Nederland in 2002*

	Sectorcode sbi'93	Primair gebruik [PJ]	CO ₂ - emissies [Mton]
Land & tuinbouw	A-B	160	6,8
Industrie	D,F	1271	31,8
Huishoudens	-	546	19,4
Handel, diensten, overheid	G-O	459	11,6
Verkeer	-	544	37,6
Totaal energieafnemers		2980	107,2
Energiebedrijf	C,E	200	67,7
Totaal		3180	174,9

Bron: Referentieramingen 2005-2020, ECN.

5.2 ENERGIEGEBRUIK BESTAANDE BEDRIJFSHALLEN

Bedrijfshallen in de industrie

Van het gebouwsegment bedrijfshallen in de industrie zijn moeilijk gegevens te achterhalen. Op basis van de literatuur (o.m. database Icarus [35]) en met gebruik van kentallen voor het energieverbruik voor ruimteverwarming (GJ/werknemer), is een schatting gemaakt van het energieverbruik voor verlichting en ruimteklimalisering. Op grond van deze schatting ligt het primaire energieverbruik van bedrijfshallen in de *industrie (en bouwnijverheid)* tussen 59 en 66 PJ/jaar in het jaar 2002.

Bedrijfshallen in de utiliteitsbouw

Binnen de utiliteitsbouw (handel, diensten en overheid) zijn kantoren, winkels en bedrijfshallen de grootste energieverbruikers. Op basis van de dezelfde wijze van schatten als gebruikt voor bedrijfshallen in de industrie, ligt het primaire energieverbruik van bedrijfshallen in de *utiliteitsbouw* tussen 42 en 84 PJ/jaar in 2002.

In een scenario van SKGO [12] wordt voor het jaar 2010 een primair energiegebruik van 50 PJ/jaar opgegeven voor bedrijfshallen in de utiliteitsbouw. De uitkomst van dit scenario ondersteunt de eerder genoemde schatting.

In verhouding tot de som van het primaire energiegebruik in kantoren, winkels en bedrijfshallen, vormen *bedrijfshallen in de utiliteitsbouw* ongeveer 22% van het energiegebruik (zie tabel 8 in bijlage 3).

Bedrijfshallen totaal

In tabel 5.2 is een overzicht gegeven van de benadering van het energiegebruik voor ruimteverwarming en verlichting voor de verschillende sectoren volgens SBI-indeling. De tabel is indicatief. In de tabel zijn de gemiddelde waarden van de gebruiken per sector opgenomen; het totale gebruik bedraagt 126 PJ primaire energie. Een toelichting op de benadering is in bijlage 6 gegeven.

Tabel 5.2 Benadering van het energiegebruik voor ruimteverwarming en verlichting in bedrijfshallen in 2002

Sector	sbi'93	Verwarming *)	Verlichting	Som
		[PJ]	[PJe]	
Industrie	D	35,0	5,1	
Bouwnijverheid	F	11,7	1,3	
Reparatie en handel	G	21,1	4,4	
Diensten voor Vervoer, opslag; Communicatie	I-dl	10,9	3,6	
Verhuur/zakelijke dienstverlening	K	2,1	1,1	
Milieudienstverlening, cultuur, recreatie	O	4,1	0,8	
som [PJ]		85	16	
primaire energie [PJ]		85	41	126

*) Ruimteverwarming en tapwater

Het totale energiegebruik en de CO₂-emissie van de bedrijfshallen in de industrie en de utiliteitsbouw kan als volgt worden samengevat:

In 2002 ligt het primaire energiegebruik dat in bedrijfshallen in Nederland voor verlichting en ruimteklimatisering wordt gebruikt tussen 100 en 150 PJ/jaar.

De emissie aan CO₂ bedraagt 3,9 tot 5,6 Mton per jaar, wanneer alleen de 'directe' emissie wordt berekend. Directe emissie is de emissie afkomstig van het verbranden van energiedragers op de locatie van de inrichting.

De indirecte emissie bedraagt 1,7 tot 2,8 Mton per jaar. De indirecte emissie wordt voornamelijk veroorzaakt door het gebruik van elektriciteit, die buiten de inrichting wordt opgewekt. Elektriciteitsproductiebedrijven verbranden daarvoor energiedragers. In de berekening is een opwekkingsrendement van 40% aangenomen.

In 2002 ligt het primaire energiegebruik van bedrijfshallen tussen **100 tot 150 PJ/jaar**. De totale CO₂-emissie ligt tussen **5,6 en 8,4 Mton/jaar**. Deze is onder te verdelen in 'directe emissies' van 3,9 tot 5,6 Mton/jaar, en 'indirecte emissies' van 1,7 tot 2,8 Mton/jaar.

5.3 ENERGIEGEBRUIK NIEUWBOUW BEDRIJFSHALLEN

Gemiddeld bedraagt het energiegebruik voor klimatisering en verlichting van bestaande bedrijfshallen in de industrie: 1.000 tot 1.500 MJ/m² [10]. SenterNovem en ECN hanteren een gemiddeld gebruik voor bestaande bedrijfshallen in de utiliteitsbouw van 1720 MJ/m² en voor nieuw te bouwen bedrijfshallen (in de periode 2002-2010) van 1260 MJ/m² [12, 13].

Volgens eerdere studies [10] zou met de toepassing van energiebesparende technologieën een besparing van 13% mogelijk zijn bij nieuwbouw bedrijfshallen. Met een productie van 5,0 miljoen m² per jaar aan nieuwbouw bedrijfshal (zie paragraaf 3.4) is dit **0,8 PJ/jaar**¹², voortschrijdend groeiend per kalenderjaar.

5.4 VERDELING ENERGIEGEBRUIK IN BEDRIJFSHALLEN

Aan de ruimteklimatisering van een bedrijfshal waarin een (thermisch) proces wordt uitgevoerd worden veelal afwijkende eisen gesteld. Wij onderscheiden de volgende drie categorieën:

- Bedrijfshallen met warmte producerende processen
- Bedrijfshallen met koude producerende processen
- Bedrijfshallen zonder thermische processen

In tabel 5.3 is indicatief weergegeven hoe het energiegebruik is verdeeld.

Tabel 5.3 Verdeling energiegebruik binnen bedrijfshallen

Bedrijfshallen	Gebouwgebonden			Procesgebonden
	Verwarming en koeling	Verlichting	Ventilatie	Proces
Met een warmte-proces	15-20%	15-30%	15-20%	70-85%
Met een koude-proces	10-20%	15-25%	20-25%	60-75%
Zonder thermisch proces	35-45%	35-50%	5-10%	0%

Op basis van vloeroppervlak heeft ongeveer 40% van de bedrijfshallen in de industrie¹³ te maken met een interne warmtelast ten gevolge van een proces. Hiervan is naar schatting 50% winbaar voor klimatisering van de bedrijfshal. Dit betekent dat van de 35 PJ die aan ‘directe’ energie gebruikt wordt voor ruimteklimatisering in bedrijfshallen in de industrie, in potentie ongeveer 7,0 PJ/jaar kan worden bespaard door een ‘warmtekoppeling’ aan te brengen tussen proces en klimatiseringsinstallatie¹⁴.

¹² 1250 * 0,13 * 5 miljoen

¹³ De berekeningen in deze rapportages (Deerns en DHV [10]) zijn specifiek opgesteld voor bedrijfshallen in de industrie.

¹⁴ Belangrijke sectoren met procesverbruiken zijn de voedings- en genotmiddelen industrie, de chemische industrie, de papierindustrie, de staal- en aluminiumindustrie. Galvaniseerbedrijven en metaalbedrijven gebruiken in hoofdzaak elektrische energie voor processen; deze proceswarmte is moeilijk of niet-winbaar voor ruimteklimatisering.

Wij dienen echter rekening te houden met de huidige overcapaciteit aan bedrijfshallen (het aanbod is vijf keer groter dan de vraag), en de huurprijs die onder druk staat.

Dientengevolge zal het enthousiasme om te investeren in energiebesparende maatregelen beperkt zijn. Als wij aannemen dat voor 80% van de nieuwbouw en 20% van de oude bedrijfshallen een rendabele exploitatie mogelijk is dan is de potentie van de 'warmtekoppeling' gereduceerd tot:

$(80\% \times 8\% + 20\% \times 92\%) \times 7,0 = \mathbf{1,8 \text{ PJ/per jaar}}$ en **98 kton CO₂-reductie per jaar**. Dit is ongeveer **1,4%** van het totale primaire energiegebruik van bedrijfshallen in Nederland.

Het toepassen van energiebesparende technologieën bij *nieuwbouw* bedrijfshallen maakt een besparing van 13% mogelijk. Met een productie van 5,0 miljoen m² per jaar aan nieuwbouw bedrijfshallen is dit **0,8 PJ/jaar**, voortschrijdend groeiend per kalenderjaar. Bij *bestaande* en *nieuwe* hallen met warmte producerende processen kan bij benadering **1,8 PJ/jaar** bespaard worden op het directe energiegebruik voor ruimteklimatisering door een 'warmtekoppeling' aan te brengen tussen proces en klimatiseringsinstallatie. Verdere besparingsopties worden in hoofdstuk 6 beschreven.

6 TECHNIEK

6.1 TECHNISCHE EISEN AAN GEBOUW EN INSTALLATIES

Het Bouwbesluit onderscheidt gebouwfuncties en specificeert per gebruiksfunctie bouwkundige eisen. Bedrijfshallen worden niet apart genoemd, maar vallen onder de categorie ‘gebouwen met een industriefunctie’. Voor de gebruiksfunctie van deze gebouwen staat in het Bouwbesluit de volgende definitie: *het bedrijfsmatig bewerken of opslaan van materialen en goederen*.

Bedrijfshallen kunnen ook worden gerangschikt onder een restcategorie: ‘gebouwen met overige gebruiksfuncties’. Een eventueel kantoordeel valt onder de aparte voorschriften voor de gebruiksfunctie kantoor.

In hoofdstuk 5 van het Bouwbesluit worden eisen gesteld aan de energiezuinigheid. Voor het verkrijgen van een milieuvergunning in het kader van de Wet Milieubeheer, kunnen wél eisen worden gesteld aan de installaties in de bedrijfshal. De stand der techniek dient te worden toegepast.

6.1.1 Eisen Bouwbesluit aan gebouwen met een industriefunctie

- *Thermische isolatie*
 - o voor buitengevels, dak en vloeren geldt een warmteweerstand van ten minste $2,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$;
 - o voor ramen, deuren, kozijnen gelegen in een scheidingsconstructie geldt een warmte-doorgangscoefficiënt van ten hoogste $4,2 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$;
 - o max. 2% van de oppervlak van de buitengevels, vloeren en dak hoeft niet aan deze eisen te voldoen;
 - o bij het gedeeltelijk veranderen of vergroten van een bouwwerk kan ontheffing worden verleend voor het aanhouden van een warmteweerstand tot minimaal $1,3 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. In dat geval geldt geen voorschrift voor ramen, deuren, kozijnen met betrekking tot een warmte-doorgangscoefficiënt.
- *Beperking van luchtdoorlatendheid*
 - o de luchtvolumestroom naar buiten of binnen moet kleiner zijn dan $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$;
 - o deze eis geldt niet, als uitsluitend wordt verwarmd voor een ander doel dan het verblijven van mensen of als de ruimte niet wordt verwarmd.

Een energieprestatie-coëfficiënt wordt niet verplicht gesteld.

6.1.2 Eisen Bouwbesluit aan gebouwen met ‘overige gebruiksfunctie’

Aan thermische isolatie en luchtdoorlatendheid worden geen eisen gesteld. Een energieprestatie-coëfficiënt wordt niet verplicht gesteld.

6.2 BESCHIKBARE MAATREGELEN VOOR ENERGIEBESPARING

6.2.1 Beschikbare maatregelen voor energiebesparing

De volgende maatregelen voor energiebesparing (en CO₂-reductie) zijn beschikbaar:

- Gevel- en dakisolatie
- Kierafdichting
- Efficiënte verlichting (werkplekverlichting, schemerschakelaars, hoogfrequente verlichting met spiegelarmaturen, HF verlichting met daglichtafhankelijke regeling)
- Efficiënte ruimteverwarming (HR-gasverwarming, stralingsverwarming, recirculatieventilatoren)
- Ventilatie en frequentieregeling op ventilatormotoren
- Regeling van verwarmingsinstallatie(s)
- Hoogrendementspompen en frequentieregeling
- Daglichtintreding (verlichting)
- Vrije koeling en gerichte afzuiging
- Zonne-energie thermisch
- Warmtepompen
- Vloerisolatie
- Vloerverwarming
- Energieopslag (bijvoorbeeld in de bodem)
- Lage temperatuur verwarming
- Zonne-energie fotovoltaïsch

De energiebesparende maatregelen kunnen worden onderverdeeld in ‘gebouwgebonden’ en ‘installatiegebonden’ maatregelen. Enkele maatregelen hebben zowel bouwkundige als installatietechnische kanten. Dit zijn onder meer:

- Vloerverwarming
- Daglichtintreding
- Lage temperatuurverwarming
- Energieopslag

6.2.2 Factoren die de keuze beïnvloeden

Er zijn legio factoren die de keuze voor één of meerdere energiebesparende technieken beïnvloeden. De rentabiliteit is mede afhankelijk van de combinatie van de gekozen maatregelen. Wij noemen enkele factoren:

- contract- of eigendomsverhouding tussen gebruiker, eigenaar en financier;
- financiering van bedrijfshal en energievoorzieningen (koop, lease of aparte juridische eenheid);
- tijdsgebonden factoren: ouderdom bedrijfshal, afschrijving, verhuurprofiel (kort- of langlopend);

- operationeel gebruik van de bedrijfshal (functies als: opslag, transport, productie, kantoorgedeelte; en de bedrijfstijd);
- sector specifieke eigenschappen en voorwaarden (levensmiddelenverwerking, spuitserijen).

6.2.3 Verantwoording voor kwalificatie van maatregelen

SenterNovem heeft in diverse programma's de 'beschikbare maatregelen' gecombineerd met 'factoren die de keuze beïnvloeden'. Eén van deze programma's is de subsidieregeling DEN (Duurzame Energie Nederland) die sinds 2001 door SenterNovem wordt uitgevoerd. De gesubsidieerde projecten liggen op het gebied van duurzame energie en richten zich op innovaties en het verbeteren van de prijs-prestatie verhouding. De projecten hebben onder meer betrekking op bio-energie, windenergie, zonne-energie, aquifers, energieopslag en warmtepompen. De technieken worden toegepast in uiteenlopende combinaties. Een beperkt aantal projecten betreft bedrijfshallen als zodanig. Het overgrote deel heeft betrekking op utiliteitsbouw en woningbouw. Niettemin bevatten de resultaten een schat aan gegevens over de rentabiliteit van de verschillende energiebesparende maatregelen, en diverse combinaties ervan.

Voor deze studie is onder meer gebruik gemaakt van de resultaten van 1.045 projecten en 334 DE-scans die tot juni 2005 in de gebouwde omgeving zijn uitgevoerd. De resultaten zijn kwalitatief geïnterpreteerd voor *bestaande* bedrijfshallen en *nieuwbouw* bedrijfshallen.

6.2.4 Kwalificatie van energiebesparende maatregelen

In tabel 6.1 is een classificatie gemaakt van energiebesparende technieken in geval van toepassing bij *bestaande* bedrijfshallen. De grijs getinte technieken zijn minder geschikt om toe te passen in bestaande bedrijfshallen. Deze technieken vragen om ingrijpende wijzigingen in het bouwkundige gedeelte van de bedrijfshal. Voor bestaande bedrijfshallen wegen de kosten hiervan niet op tegen de baten.

In tabel 6.1 en 6.2 wordt onder 'Bekende techniek' verstaan dat de techniek bekend is bij relevante partijen in het bouwproces. In geval van *nieuwbouw* zijn dit minimaal de opdrachtgever, architect, aannemer, onderaannemer, installateur en adviseur. In geval van *bestaande* bouw zijn dit de minimaal de opdrachtgever, onderaannemer en installateur. Van de maatregelen in tabel 6.1 en 6.2 zijn geen generieke besparingspercentages beschikbaar, omdat het besparingseffect afhankelijk is van factoren als de bedrijfstijd, gebruiksfunctie, aanwezigheid procesinstallaties (warmtelast, ventilatie), leeftijd gebouw, etc. Elke bedrijfshal is in principe maatwerk. Wel is projectinformatie beschikbaar (zie ook 6.2.3) [18, 24, 29, 30].

De classificatie met '+' en '-' spreekt voor zich. Het maximum aantal plus- of mintekens dat per veld kan worden behaald, is drie.

De terugverdientijd van de maatregelen is bij toepassing op *bestaande* bedrijfshallen doorgaans langer dan vier jaar.

In de kolom 'terugverdientijd' staan de '+' en '-' tekens voor:

+++ = binnen 2 jaar

++ = binnen 3 jaar

- + = tussen 3 en 5 jaar
 - = tussen 5 en 10 jaar
 -- = langer dan 10 jaar.

Bij de 'overall waardering' is het cijfer 10 het hoogst haalbare. De 'Overall waardering' is niet alleen een 'optelsom' van de plussen en minnen uit de voorgaande kolommen.

Meegewogen zijn tevens:

- verstoring van het productieproces dat in de bedrijfshal plaatsvindt,
- overlast en na-effecten, zoals verplaatsing van machines en goederen, geluid en stof dat vrijkomt tijdens de installatie, tijdelijke blootstelling aan weersinvloeden,
- administratieve rompslomp om toestemming of vergunning te bemachtigen van het bevoegd gezag.

Tabel 6.1 Classificatie van energiebesparende technieken bij toepassing op bestaande bedrijfshallen

	Bekende techniek	Lage investering per m ²	Korte terugverdiëntijd	Overall waardering
Gevel- en dakisolatie	+++	+++	++	10
Kieraftichting 1)	+++	+++	+	9
Verlichting 2)	+++	++	++	9
Ventilatie en frequentieregeling op ventilatormotoren 3)	+++	+++	+	8
Hoogrendementspompen en frequentieregeling	+++	+++	+	8
Daglichtintreding (verlichting)	++	-	+	7
Efficiënte verwarming 4)	++	+	+/-	7
Vrije koeling en gerichte afzuiging	+	-	-	6
Zonne-energie thermisch	+	+	+	7
Warmtepompen	+	-	-	6
Vloerisolatie	++	-	--	5
Vloerverwarming met cv-ketel	++	-	--	5
Vloerverwarming met WP & LT-verwarming 5)	+	-	---	5
Energieopslag (bijv. in bodem) 6)	-	-	-	5
Lage temperatuur verwarming	-	-	-	5
Zonne-energie fotovoltaïsch	-	--	--	4

Notaties bij tabel 6.1 en 6.2

- 1) Dit betreft het voorkomen van bekende tekortkomingen als: het niet aanbrengen van tochtrubbers tussen de profielen en beplating, het niet aansluiten van isolatiemateriaal in wand en dak, het niet dichtschuimen van overgangen in wanden, verkeerde zetting van sponningen, etc.
- 2) Grote besparingen zijn mogelijk door over te stappen naar bijvoorbeeld werkplekverlichting, schemerschakelaars, hoogfrequente verlichting met spiegelarmaturen, HF verlichting met

daglichtafhankelijke regeling zijn. Projectinformatie geeft besparingspercentages van 50-70%, met name in gebouwen ouder dan 10 jaar [17, 18, 28].

- 3) Recirculatie (van lucht in de bedrijfshal) levert directe besparingen op; toepassing is mogelijk mede afhankelijk van de vervuilingsgraad van de lucht en Arbo-eisen. Energiezuinige installaties kunnen 10 tot 20% besparing opleveren [24].
- 4) Dit is standaard techniek. Gasluchtverwarmingsunits, kunnen relatief goedkoop worden geïnstalleerd. De HR-uitvoering is 7% efficiënter; terugverdiëntijden liggen tussen de 3 en 6 jaar. Stralingsverwarming is mogelijk voor werkplekken en voor complete hallen. Door de lagere ruimtetemperatuur in de hal (veelal 5 graden lager dan bij conventionele luchtverwarming) wordt een besparing gerealiseerd [23, 30].
- 5) Vloerverwarming heeft extra waarde vanwege het verhoogde comfort voor werknemers en gebruikers van de hal; het wordt toegepast in bijvoorbeeld werkplaatsen en showrooms [29].
- 6) Met energieopslag in de bodem kan zowel warmte als koude worden opgeslagen en benut. De techniek kan worden toegepast voor processen, ruimteverwarming en –koeling. In de nieuwe EngineShop van KLM (bedrijfshalcomplex van 40.000 m²) is een dergelijk systeem toegepast met een terugverdiëntijd van 3-4 jaar [15, 21].

In geval van *nieuwbouw* kunnen de zeven technieken die onderin de tabel grijs zijn aangegeven, doorgaans hoger worden gewaardeerd. In tabel 6.2 zijn de energiebesparende technieken in geval van nieuwbouw geclassificeerd.

Tabel 6.2 Classificatie van energiebesparende technieken bij toepassing op nieuwbouw bedrijfshallen

	Bekende techniek	Lage investering per m²	Korte terugverdiëntijd	Overall waardering
Gevel- en dakisolatie	+++	+++	+++	10
Kieraftichting	+++	+++	+++	9
Verlichting	+++	++	++	9
Ventilatie en frequentieregeling op ventilatormotoren	+++	+++	++	8
Hoogrendementspompen en frequentieregeling	+++	+++	++	8
Efficiënte verwarming	++	+	+/-	7
Daglichtintreding (verlichting)	++	-	++	7
Vrije koeling en gerichte afzuiging	+	+/-	+	7
Zonne-energie thermisch	+	+	++	7
Warmtepompen	++	-	+	7
Vloerisolatie	++	+	+	7
Vloerverwarming met cv-ketel	++	-	+	7
Vloerverwarming met WP & LT-verwarming	+	-	+	5
Energieopslag (bijv. in bodem)	+/-	-	+/-	5
Lage temperatuur verwarming	+/-	-	+/-	5
Zonne-energie fotovoltaïsch	+	--	--	4

Exploitatiekosten

Over het algemeen streven opdrachtgever en betrokkenen naar zo laag mogelijke investeringskosten (dit geldt overigens voor gebouw én installaties). Zeker in economisch zwaardere tijden ligt er een extra druk op het investeringsbudget. Exploitatiekosten komen op de tweede plaats. In een beperkt aantal gevallen (<20%) worden rendabele energiebesparingsopties in het investeringsvoorstel opgenomen. Dit is eerder het geval wanneer de leverancier ook daadwerkelijk met de opdrachtgever aan tafel zit (zie ook 4.3) [20, 23, 28, 29, 30].

Bij grotere bouwwerken wordt veelal met bouwteams gewerkt waarin meerdere disciplines zijn samengebracht. Er is dan een deelbudget voor ‘studies’, bijvoorbeeld voor vormgeving, energie, daglichttoetreding en isolatie. Een van de studies betreft soms ook een ‘lifecycle cost-benadering’ (beschouwing van totale kosten van het gebruik van gebouw en installaties gedurende gehele levensduur) [15, 16].

Elke bedrijfshal, bestaand en nieuwbouw, is maatwerk. Voor de functies verwarming, verlichting en ventilatie zijn vele energie-efficiënte oplossingen mogelijk. De waardering of aantrekkelijkheid van een energiebesparende techniek is in grote mate afhankelijk van bijvoorbeeld de aanwezigheid van procesinstallaties in de bedrijfshal, de ouderdom van de hal, de bedrijfstijd, de gebruiksfuncties, de eigendomsverhoudingen en sectorspecifieke voorwaarden.

7 AANGRIJPINGSPUNTEN VOOR OVERHEIDSBELEID

7.1 HANDHAVING EN REGELGEVING

7.1.1 Handhaving

De overheid handhaaft het naleven van de voorschriften bij het ontwerpen en bouwen van een bedrijfshal. Daarbij toetst zij aan de bouwvergunning en de voorschriften uit het Bouwbesluit. In de praktijk blijkt de handhaving in Nederland beduidend minder intensief plaats te vinden dan in de ons omringende landen. Met name in Duitsland en Engeland wordt de bouw van bedrijfshallen continu begeleid en vindt vrijwel altijd een afnametest plaats op kierdichtheid.

Daarbij komt dat de aannemer in Nederland meer vrijheden heeft om de invulling van het bestek aan te passen dan in Duitsland en Engeland. De architect van bedrijfshallen heeft in Nederland veelal de rol van ‘adviseur’ terwijl de architect in Duitsland en Engeland als ‘bouwbaas’ opereert. In Nederland is het risico groot dat zelfstandig genomen besluiten van aannemers leiden tot mindere kwaliteit van bedrijfshallen. Daarbij zijn veranderingen die gerelateerd zijn aan het energiegebruik van de hal vaak aantrekkelijke besparingen, omdat deze pas lange tijd na oplevering merkbaar en meetbaar zijn.

Bekende tekortkomingen zijn: niet aanbrengen van tochtrubbers tussen de profielen en beplating, niet aansluiten van isolatiemateriaal in wand en dak, niet dichtschuimen van overgangen in wanden, verkeerde zetting van sponningen, etc.

Oude bedrijfshallen en nieuwe bedrijfshallen die niet volgens het Bouwbesluit zijn gebouwd, kunnen een energiegebruik hebben dat **30%** hoger ligt dan hallen die wél volgens het Bouwbesluit zijn gebouwd [10].

Betere handhaving en afnametests leveren direct energiebesparing en reductie van CO₂ op. Naar schatting levert dit potentieel een energiebesparing in de huidige nieuwbouw op tussen 3% en 10%, afhankelijk van de functionele bestemming van de bedrijfshal.

Dit komt overeen met **200 tot 600 TJ per jaar**, voortschrijdend groeiend elk kalenderjaar. Punten van handhaving zijn onder meer: controle tijdens de bouw, controle op de maximale luchtdoorlatendheid van de hal en controle van de isolatiewaarden.

7.1.2 Regelgeving

Lichte aanpassing regelgeving

Een tweede mogelijkheid betreft lichte aanpassing van het Bouwbesluit of van andere regelgeving. Relatief kleine aanpassingen zijn:

- aanscherpen van de eisen aan isolatie,
- aanscherpen van de indeling in de groep ‘overige gebruiksfuncties’; op deze wijze kan een veel kleiner deel van de nieuwbouw bedrijfshallen gebruik maken van de

‘goedkopere’ voorschriften die voor deze groep gelden¹⁵.

Zwaardere aanpassing regelgeving

Een derde mogelijkheid betreft zwaardere aanpassing van het Bouwbesluit of van andere regelgeving. Daarbij wordt gedacht aan twee zaken:

- het invoeren van een energieprestatiecoëfficiënt (EPC) voor bedrijfshallen; dit zal de energie-efficiency van bedrijfshallen vergroten omdat het aspect energie-efficiency bewuster en explicieter in het ontwerp zal worden meegenomen;
- het verplicht stellen om bij nieuwbouw van bedrijfshallen minimaal 5% van de energie die benodigd is voor de ruimteklimatisering, te betrekken van een geïnstalleerde duurzame energietechniek.

7.1.3 Optimalisatie vergunningen- en handhavingsbeleid

Training en informatie ten behoeve van het bevoegd gezag

- Om het handhavingsbeleid te optimaliseren, is het wenselijk om twee keer per kalenderjaar een ééndaagse cursus te organiseren, waarbij vergunningverlenende en handhavende ambtenaren worden getraind in het adequaat afhandelen van het bouwtraject van bedrijfshallen.
- Een tweede suggestie parallel hieraan is de inrichting van een helpdesk voor vergunningverleners en handhavers. Deze helpdesk geeft informatieve flyers uit en handelt vragen (telefonisch) af. Een voorbeeld van een dergelijke helpdesk is *Infomil* te Den Haag. Infomil ondersteunt vergunningverleners op het gebied van vergunningen in het kader van de Wet Milieubeheer.

Opmerking: een aantal branches heeft met de overheid een Meerjarenafspraak (MJA's) of Benchmarking convenant afgesloten over de verbetering van hun energie-efficiency. Een belangrijk deel van de gebruikers van bedrijfshallen wordt echter niet via deze instrumenten bereikt. In de industrie en bouwnijverheid is dit bij benadering 45% (op basis van energiegebruik) en in de gebouwde omgeving meer dan 90%. Zie ook tabel 7 in bijlage 3.

¹⁵ Actueel komt het bij uitzondering voor dat de opdrachtgever kiest voor de zwaardere isolatie-eisen van een productiehal ($R_c > 2,5$), als de bedrijfshal eenmaal is ingedeeld in de groep ‘overige bedrijfsfuncties’ (geen R_c -eis).

7.2 STIMULERING ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN

7.2.1 Maatregelen gebouwschil

De ‘maatregelen gebouwschil’ hebben alleen betrekking op de gebouwschil. In hoofdstuk 6.2 zijn als maatregelen genoemd: gevel- en dakisolatie, kierafdichting, vloerisolatie en daglichtintreding.

Enkele maatregelen hebben zowel bouwkundige als installatietechnische kanten. Dit zijn onder meer: vloerverwarming, daglichtintreding, lage temperatuurverwarming en energieopslag.

7.2.1.1 Focus op maatregelen gebouwschil

Nieuwbouw bedrijfshallen

De maatregelen gebouwschil hebben in principe een levensduur die gelijk is aan de gebruiksduur van de hal. De focus is vooral op *nieuwbouw* bedrijfshallen. Vroegtijdige aandacht in de ontwerpfase levert energiewinst op en reduceert de CO₂-emissie. Daarvoor kunnen alle technieken worden ingezet, die in hoofdstuk 6.2 worden beschreven.

Bestaande bedrijfshallen

Voor *oudere, bestaande* bedrijfshallen is de situatie anders. Uit het marktonderzoek blijkt dat voor deze bedrijfshallen een beperkt aantal renovatiemaatregelen soms rendabel zijn:

- gevel vervangen
- dak vervangen
- voorzetgevel met extra isolatiemateriaal.

Redenen om geen energiebesparende maatregelen uit te voeren bij oudere, bestaande bedrijfshallen, zijn:

- Huurtermijnen die in contracten van bestaande bedrijfshallen zijn opgenomen worden doorgaans korter naarmate de bedrijfshallen ouder worden. Dit betekent dat de terugverdientijd van energiebesparende maatregelen een steeds kortere terugverdientijd moet waarmaken.
- De markt verwacht een renovatieslag van bestaande bedrijfshallen. Er is namelijk een groot potentieel van bedrijfshallen die meer dan 20 jaar oud zijn. Dit is ongeveer de levensduur van wanden en daken, wanneer deze met stalen profielpanelen zijn gebouwd. Sinds 20 jaar is de standaard spantafstand echter toegenomen van 4 naar 5 meter. De oude spantafstand voldoet vaak niet aan de huidige functionaliteitseisen. Daarom is slopen en nieuw bouwen eerder economisch verantwoord dan renoveren.

Het is aan te bevelen om bij het vormgeven van overheidsbeleid niet al te zeer te focussen op energiebesparende maatregelen voor de gebouwschil, als het *oudere, bestaande bedrijfshallen* betreft.

Focuspunten

Focuspunten van aandacht bij nieuwbouw zijn:

- vroegtijdige invloed op planvorming;
- berekening van exploitatiekosten en eventueel lifecyclekosten;
- kennisniveau van de doelgroepen met betrekking tot beschikbare bouwtechnieken.

Doelgroepen

De doelgroepen voor het stimuleren van gebouwgebonden maatregelen zijn:

- Architect: bepaalt bouwkundige uitgangspunten;
- Aannemer, onderaannemer: bepaalt (mede) bouwkundige uitgangspunten;
- Installateur, leverancier: bepaalt kwaliteit van montage van bouwpanelen en isolatie;
- Eigenaar/gebruiker: kan eisen stellen aan isolatiewaarden;
- Financier/belegger: idem, uit oogpunt van verhuurbaarheid, toekomstige gebruiksflexibiliteit en vastgoedwaarde.

7.2.1.2 Marktpotentieel voor maatregelen gebouwschil

Met de toepassing van energiebesparende technologieën zou een besparing van 13% mogelijk zijn bij nieuwbouw bedrijfshallen [10]. Wanneer we aannemen dat het aandeel van de maatregelen gebouwschil hieraan 25% bijdraagt, dan is het potentieel voor 5 miljoen m² /jaar nieuwbouw bedrijfshal **200 TJ/jaar** voortschrijdend groeiend per kalenderjaar.

Het besparingspotentieel voor bestaande bedrijfshallen is in theorie groot: bestaande bedrijfshallen die niet volgens het Bouwbesluit zijn gebouwd, kunnen een energiegebruik hebben dat 30% hoger ligt dan hallen die wél volgens het Bouwbesluit zijn gebouwd. Echter in de praktijk zal het te realiseren potentieel laag zijn: 1) sloop is in veel gevallen een eerder gekozen optie dan renovatie, 2) herstel van kierdichting en/of verbetering van de isolatie is in veel gevallen kostbaar.

7.2.2 Maatregelen installaties

De ‘maatregelen installaties’ hebben betrekking op de klimatisering binnen de bedrijfshal. In hoofdstuk 6.2 zijn als maatregelen genoemd: verlichting, ventilatie, hoogrendementspompen, frequentieregeling, vrije koeling, zonne-energie thermisch, zonne-energie fotovoltaïsch en warmtepompen.

Enkele maatregelen hebben zowel bouwkundige als installatietechnische kanten. Dit zijn onder meer: vloerverwarming, daglichtintrede, lage temperatuurverwarming en energieopslag.

7.2.2.1 Focus op maatregelen installaties

Installaties

In tegenstelling tot maatregelen *gebouwschil*, zijn maatregelen *installaties* interessant voor nieuwbouw én bestaande bedrijfshallen.

Omdat gebouwgebonden installaties een technische levensduur hebben tussen 15 tot 20 jaar, zijn er regelmatig situaties waarin de klimatiseringsinstallatie of de verlichting moet worden gerenoveerd of vervangen.

De belangrijkste energiewinst en CO₂-reductie zijn te behalen in verlichting en ruimteverwarming of ruimeklimatisering. Daarvoor staan meer dan twaalf verschillende technieken ter beschikking (zie hoofdstuk 6.2).

Er zijn additionele technieken voor bedrijfshallen waarin een thermisch proces plaatsvindt:

- (proces)warmtewisselaars
- membraantechniek
- (afval)waterbehandeling.

De rentabiliteit van maatregelen installaties is afhankelijk van legio factoren, die in de voorgaande hoofdstukken zijn beschreven. De tabellen 6.1 en 6.2 in hoofdstuk 6.2 geven een indicatief overzicht van de overall waardering van 14 verschillende maatregelen.

Focuspunten

Focuspunten van aandacht bij nieuwbouw en vervanging van installaties zijn:

- vroegtijdige invloed op planvorming,
- berekening van exploitatiekosten en eventueel lifecyclekosten,
- beschouwing van integratiemogelijkheden (warmte, koude uit proces)
- financieringsvorm voor energiezuinige installaties met een lange terugverdientijd,
- kennisniveau van de doelgroepen met betrekking tot beschikbare technieken.

Doelgroepen

Doelgroepen voor het stimuleren van de maatregelen installaties zijn: installateur, adviseur, leverancier, architect, eigenaar/gebruiker en financier.

7.2.2.2 Marktpotentieel voor maatregelen installaties

Als aantrekkelijke maatregelen zijn te kwalificeren: verlichting, ventilatie, frequentieregeling, hoogrendementspompen en vrije koeling en gerichte afzuiging. Minder rendabel zijn maatregelen als zonne-energie thermisch, warmtepompen, energieopslag en lage temperatuur verwarming.

Met de toepassing van energiebesparende technologieën zou een besparing van 13% mogelijk zijn bij *nieuwbouw* bedrijfshallen [10]. Wanneer we 75% van het potentieel aan de installatiegebonden maatregelen toerekenen dan is het potentieel voor 5 miljoen m² /jaar nieuwbouw bedrijfshal **0,6 PJ/jaar** voortschrijdend groeiend per kalenderjaar.

Het potentieel voor *bestaande* bedrijfshallen is groot: vernieuwing en verbetering van installaties kan besparingen op het energie(deel)gebruik opleveren van vele 20-70%. Bij een besparingspotentieel van 30% en een vervangingstempo van 20 jaar, bedraagt de te realiseren besparing **1,5-2,0 PJ/jaar**.

Voor *bestaande en nieuwe bedrijfshallen met een interne warmtelast* zijn besparingen mogelijk door een ‘warmtekoppeling’ aan te brengen tussen proces en klimatiseringsinstallatie, zie paragraaf 5.4. Het potentieel van de ‘warmtekoppeling’ bedraagt **1,8 PJ/per jaar** (voor bestaande bouw en nieuwbouw respectievelijk 1,3 en 0,5 PJ/jaar).

8 AANPAK STIMULERING MAATREGELEN

8.1 OVERZICHT MAATREGELEN EN POTENTIEEL

In de onderstaande tabel zijn de besproken maatregelen van de voorgaande paragrafen opgenomen, met onderscheid naar bestaande bouw en nieuwbouw bedrijfshallen en met verwijzing naar de betreffende paragraaf.

Tabel 8.1 Overzicht van marktpotentieel besparingsmaatregelen bedrijfshallen

Maatregelen	Marktpotentieel Bestaande bouw	Marktpotentieel Nieuwbouw	Beschrijving in paragraaf
	PJ/jaar	PJ/jaar	
Optimaliseren handhaving		0,2 - 0,6	7.1.1
Aanscherpen regelgeving		pm	7.1.2 & 7.1.3
Maatregelen gebouwschil	pm	0,2	7.2.1
Maatregelen installatie	1,5 - 2,0	0,6	7.2.2
Koppeling proces en klimatisering	1,3	0,5	5.4 & 7.2.2
som	2,8 - 3,3	1,1 - 1,5 *)	

Noot: *) Gecorrigeerd voor dubbeltellingen

Het marktpotentieel voor CO₂-reductie in de bestaande bedrijfshallen bedraagt bij benadering 157 tot 185 kton CO₂ (2,8 – 3,3 PJ besparing cumulatief per jaar). Voor nieuwbouw bedrijfshallen is het marktpotentieel 62 tot 84 kton CO₂-reductie (1,1 – 1,5 PJ besparing cumulatief per jaar).

8.2 AANPAK IN HET KORT

Op basis van de informatie en analyses die in de voorgaande hoofdstukken zijn verricht, wordt een aanpak voorgesteld. Voor *nieuwbouw* en *bestaande* bedrijfshallen kan een traject tot 2012 worden gepland, waarin een stimuleringsprogramma voor duurzame energiebesparende maatregelen bij bedrijfshallen wordt uitgevoerd.

Kenmerkend voor het programma is het maatwerk dat geleverd wordt aan de partijen die betrokken zijn in het bouwproces (zie hoofdstuk 7). Sleutelwoorden voor het programma zijn: laagdrempeligheid, maatwerk en kwaliteit. Kernonderdeel van het programma is de zogenaamde ‘technologie-profiel’-scan (ofwel de TP-scan). Middels deze scans worden bouwpartijen gestimuleerd energiebesparende maatregelen voor gebouwschil en installaties te overwegen en toe te passen. De TP-scan wordt hierna in paragraaf 8.3 beschreven.

Een tweede onderdeel van het programma, ofwel flankerend beleid dat goed bij het programma aansluit, kan bestaan uit activiteiten gericht op het optimaliseren van de handhaving, zoals beschreven in hoofdstuk 7.1. Het gaat hier met name om het zorgen voor controle op de maximale luchtdoorlatendheid en op juiste isolatiewaarden tijdens de

bouw en oplevering van de bedrijfshal. Marktpartijen geven aan dat het energiebesparend effect van besparingsmaatregelen zou kunnen tegenvallen wanneer dit onderdeel niet wordt uitgevoerd, zeker wanneer het gaat om meer complexe (installatie)technieken.

Tenslotte kan nader onderzoek worden gedaan naar mogelijkheden voor opname van besparingsmaatregelen met een lange terugverdientijd in de EIA- of VAMIL-regeling, of in een andersoortige financieringsregeling.

8.3 DE TP-SCAN

Met als uitgangspunten de genoemde sleutelwoorden laagdrempeligheid, maatwerk en kwaliteit is het concept van de TP-scan ontwikkeld.

Het idee is als volgt: middels de TP-scan kunnen betrokken bouwpartijen bij de (ver)bouw van een bedrijfshal gemakkelijk toegang krijgen tot de voor hen relevante informatie over de mogelijkheden voor energiebesparing. Daarbij verkrijgen meerdere partijen of projectpartners dezelfde informatie-op-maat, zodat het onderwerp ook daadwerkelijk op de agenda van de beslisser(s) kan komen.

De TP-scan werkt als volgt: via een gemakkelijk toegankelijke website kan een bouwpartij een 'quickscan' aanvragen. Deze quickscan bestaat uit een globaal 'technologie profiel' met een selectie van de mogelijke energiebesparende maatregelen. Daarbij worden factsheets met de meest kenmerkende informatie per technologie toegevoegd en een factsheet over financieel ondersteunende programma's. Het profiel wordt aan de vragende bouwpartij gestuurd met een kopie aan de andere betrokkenen in de bouwketen van de betreffende bedrijfshal.

Meer in detail over de uitvoering van de TP-scan: de scan wordt uitgevoerd door een onafhankelijke deskundige. Na ontvangst van een ingevuld formulier (met laagdrempelige vragen), neemt de deskundige telefonisch contact op met de vragende bouwpartij. Afhankelijk van de verzamelde informatie stelt de deskundige een globaal 'technologie profiel' op van de mogelijkheden. Hierin kan een palet van energiebesparende maatregelen worden opgenomen uit tabel 6.1 en 6.2. In het 'technologie profiel' kunnen nul tot 14 maatregelen worden voorgesteld. De deskundige verstuurt het profiel (niet meer dan 3 A4-tjes) aan de vragende bouwpartij, met een kopie aan de andere betrokkenen in de bouwketen van de betreffende bedrijfshal. Factsheets met de meest kenmerkende informatie per technologie, worden toegevoegd. Tevens wordt een factsheet toegevoegd over de EIA, VAMIL en eventuele andere financieel ondersteunende programma's.

Verwacht wordt dat een quickscan met levering van een technologie profiel ongeveer 3 uur tijd kost van de deskundige. De TP-scan brengt geen kosten mee voor de aanvrager. De deskundige heeft het recht om quickscan-aanvragen af te wijzen, en de aanvrager heeft de plicht om minstens één tweede partij te noemen, die betrokken is bij het bouwproces, en die een kopie van de TP-scan krijgt toegestuurd.

Een bijzondere maatregel voor een TP-scan is de 'warmtekoppeling' tussen proces en klimatiseringsinstallatie (zie hoofdstuk 5.4). Voor een TP-scan met betrekking tot warmtekoppeling moet aanvullend circa 3 uur voor deskundig advies worden gebudgetteerd. Wanneer een bedrijfshal in aanmerking komt voor zowel

energiebesparende maatregelen als ook voor warmtekoppeling is dus 6 uur benodigd voor het opstellen van een TP-scan.

8.4 RESULTAATSTELLING TP-SCAN

Bij uitvoering van de bovengenoemde aanpak, wordt als resultaat gesteld dat de volgende aantallen TP-scans worden uitgevoerd, en aantallen maatregelen worden geïmplementeerd.

Tabel 8.2 Inspanning en resultaatstelling implementatie energiebesparende maatregelen in bedrijfshallen, exclusief warmtekoppeling.

Periode	Bestaande hallen	%	Implementatie	Nieuwbouw hallen	%	Implementatie
2006 t/m 2007	150	10	100	200	10	150
2008 t/m 2009	300	20	200	650	25	400
2010 t/m 2011	450	30	300	1000	40	750
som	900		600	1850		1300

Bij tabel 8.2 moeten de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- de *periode* 2006 t/m 2011 is verdeeld in drie tijdvakken van twee jaar; de cijfers zijn gebaseerd op telkens twee kalenderjaren;
- de kolommen *bestaande en nieuwbouw hallen* bevatten de aantallen waarvoor een TP-scan van belang zou kunnen zijn;
- de *percentages* geven het relatieve aandeel aan voor de aantallen bedrijfshallen waarvoor een TP-scan interessant zou kunnen zijn;
- in de kolom *implementatie* staat het aantal bedrijfshallen dat tenminste één van de voorgestelde maatregelen uit de TP-scan opvolgt;
- per TP-scan wordt een deskundige ter beschikking gesteld voor 3 uren, zonder dat daaraan kosten zijn verbonden voor de aanvrager;
- het programma start op 1 juni 2006;
- voorafgaande aan de start van het programma wordt de werkwijze vastgesteld, de website gemaakt, de administratie georganiseerd (database) en geschikt gemaakt voor monitoring;
- door middel van ‘direct mail’ en advertenties worden Nederlandse bouwpartijen geattendeerd op het bestaan van de TP-scan.

Een bijzondere maatregel is de ‘warmtekoppeling’ waarbij de warmte of koude uit het proces wordt gebruikt voor klimatiseringsdoeleinden. Bij uitvoering van dezelfde aanpak wordt de inspanning en resultaatstelling per twee jaar, als volgt verhoogd.

Tabel 8.3 Inspanning en resultaatstelling implementatie warmtekoppeling in bedrijfshallen.

Periode	Bestaande hallen	%	Implementatie	Nieuwbouw hallen	%	Implementatie
2006 t/m 2007	80	15	60	80	10	60
2008 t/m 2009	150	30	110	250	25	180
2010 t/m 2011	250	40	200	400	40	300
som	480		370	730		540

Bij tabel 8.3 moeten de eerder genoemde opmerkingen bij tabel 8.2 worden aangevuld:

- de aantallen in tabel 8.3 zijn extra en bovenop de aantallen uit tabel 8.2, behalve wanneer een bedrijfshal in aanmerking komt voor zowel energiebesparende maatregelen, als ook voor warmtekoppeling;
- de *percentages* geven het relatieve aandeel aan voor de aantallen bedrijfshallen waarvoor een TP-scan specifiek voor warmtekoppeling interessant zou kunnen zijn;
- in de kolom *implementatie* staat het aantal bedrijfshallen dat het advies voor warmtekoppeling opvolgt;
- per TP-scan voor warmtekoppeling wordt een deskundige ter beschikking gesteld voor 3 uren, zonder dat daaraan kosten zijn verbonden voor de aanvrager.

Op basis van de bovenstaande resultaatstelling is een indicatieve berekening gemaakt van de kosten en opbrengsten. Met de TP-scan kan gedurende de zes uitvoeringsjaren cumulatief 4,64 PJ bespaard worden (ca. 0,75 PJ/jaar), resulterend in een effectieve CO₂-emissiereductie van 260 kton over zes jaren. Deze reductie is structureel omdat het effect van de maatregelen jaarlijks terugkeert. De kosten per structureel vermeden ton CO₂-emissie zijn € 5,0 per gereduceerde/vermeden ton CO₂.

De huidige CO₂-handelsprijs is € 20 per ton. Voor een inrichting met een tekort aan CO₂-emissierechten, keren deze kosten jaarlijks terug.

De indicatieve berekening is opgenomen in bijlage 7.

9 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

CO₂-REDUCTIE

De hoeveelheid CO₂-emissie die kan worden gereduceerd is substantieel, en rechtvaardigt een gedegen aanpak van de energie consumerende bedrijfshal. Het marktpotentieel voor CO₂-reductie in de bestaande bedrijfshallen in Nederland bedraagt bij benadering 157 tot 185 kton CO₂ (2,8-3,3 PJ besparing), trapsgewijze groeiend per kalenderjaar. Voor nieuwbouw bedrijfshallen is het marktpotentieel 62 tot 84 kton CO₂-reductie (1,1-1,5 PJ besparing), eveneens trapsgewijze groeiend per kalenderjaar.

Tabel 9 Overzicht van marktpotentieel besparingsmaatregelen bedrijfshallen

Maatregelen	Marktpotentieel Bestaande bouw PJ/jaar	Marktpotentieel Nieuwbouw PJ/jaar	Beschrijving in paragraaf
Optimaliseren handhaving		0,2 - 0,6	7.1.1
Aanscherpen regelgeving		pm	7.1.2 & 7.1.3
Maatregelen gebouwschil	pm	0,2	7.2.1
Maatregelen installatie	1,5 - 2,0	0,6	7.2.2
Koppeling proces en klimatisering	1,3	0,5	5.4 & 7.2.2
som	2,8 - 3,3	1,1 - 1,5 *)	

Noot: *) Gecorrigeerd voor dubbeltellingen

BEDRIJFSHAL

De markt voor bedrijfshallen in Nederland is diffuus en moet vanuit verschillende perspectieven in kaart worden gebracht. Belangrijke parameters voor de analyse van aangrijpingspunten voor CO₂-reductie zijn: eigendomsverhouding, financiering, leeftijd, type gebruikers, en functionele gebruik.

Circa driekwart van de bedrijfshallen is eigendom van de gebruiker. De eigenaargebruiker is echter niet het eerste 'aangrijpingspunt' als het gaat om het stimuleren van energiebesparing. In geval van nieuwbouw blijkt de aannemer en de architect in grote mate bepalend te zijn voor de energetische eigenschappen van de bedrijfshal en de gebouwgebonden installaties. De eigenaargebruiker heeft weinig tot geen voorstellen voor energiezuinige opties. In geval van verbouw hebben vooral de adviseur, onderaannemer en installateur de positie om energiezuinige concepten voor te stellen. Deze partijen kunnen met een 'ongevraagd advies' de eigenaargebruiker aanzetten tot een overweging om energiezuinige opties toe te passen.

HANDHAVING

In vergelijking met de omliggende landen, kan het bevoegd gezag in Nederland de kwaliteit van handhaving optimaliseren door een betere controle tijdens de bouw en oplevering. Dit betreft met name de controle op de maximale luchtdoorlatendheid en op juiste isolatiewaarden. Zonder goede handhaving en inspectie tijdens de bouw en oplevering zal het energiebesparend van andere maatregelen kunnen tegenvallen, temeer

wanneer het gaat om meer complexe (installatie)technieken. Aanbevolen wordt om deze optimalisatie uit te voeren en te ondersteunen met trainingen, informatie en een helpdesk.

REGELGEVING

Uit de verschillende interviews komt naar voren dat strengere isolatie eisen of het instellen van een EPC voor bedrijfshallen pas in tweede instantie aan de orde komen.

Wel ziet de markt mogelijkheden voor opname van besparingsmaatregelen met een lange terugverdientijd in de EIA of VAMIL regeling, of in een andersoortige financieringsregeling. Marktpartijen waarschuwen dat zonder goede handhaving en inspectie tijdens de bouw en oplevering het energiebesparend effect van aangescherpte regelgeving zou kunnen tegenvallen, temeer wanneer het gaat om meer complexe (installatie)technieken.

TECHNOLOGIE PROFIEL SCAN

Voor de functies verwarming, verlichting en ventilatie zijn legio energie-efficiënte oplossingen mogelijk, en in vele combinaties. De waardering of aantrekkelijkheid van een energiebesparende techniek is in grote mate afhankelijk van: de aanwezigheid van procesinstallaties in de bedrijfshal, de ouderdom van de hal, de bedrijfstijd, de gebruiksfuncties, de eigendomsverhoudingen en sectorspecifieke voorwaarden. Elke bedrijfshal, bestaand en nieuwbouw, is maatwerk. Dit geldt ook voor initiatieven om energiebesparende technologieën toegepast te krijgen in bedrijfshallen, waarmee de CO₂-emissie kan worden gereduceerd.

Voorgesteld wordt een convergente benadering van marktpartijen, die bij bestaande en nieuwbouw bedrijfshallen betrokken zijn. Dit betekent dat de uiteenlopende combinaties van betrokkenen, hallen, en technologieën één focuspunt wordt aangeboden.

Dit focuspunt is de *Technologie Profiel scan* (TP-scan). Een snelle analyse die voor vrijwel alle partijen die bij een bedrijfshal zijn betrokken, toegankelijk is. De deskundige kennis van bouwkundige zaken en innovatieve installatietechniek wordt gecombineerd tot één praktisch maatwerkadvies met een globaal karakter. Op basis van de analyse kunnen in de periode 2006 t/m 2011 tenminste 970 *bestaande* bedrijfshallen en 1840 *nieuwbouw* bedrijfshallen van CO₂-emissie reducerende maatregelen worden voorzien op basis van de resultaten van 3960 TP-scans. Via een centrale 'helpdesk' kan de deskundigheid van Nederlandse adviseurs worden gemobiliseerd en aangestuurd.

Uit een indicatieve berekening blijkt dat de effectieve CO₂-emissiereductie van de TP-scan 260 kton kan bedragen gedurende de zes uitvoeringsjaren. De kosten voor de TP-scan per structureel vermeden ton CO₂ bedragen € 5.

Het verdient aanbeveling om de organisatie en communicatie met betrekking tot de TP-scan nader te onderzoeken. De TP-scan kan in een pilot worden getest op vorm, omvang en effect, zodat deze effectief kan aansluiten op de (planning van de) werkprocessen van de beoogde gebruikers.