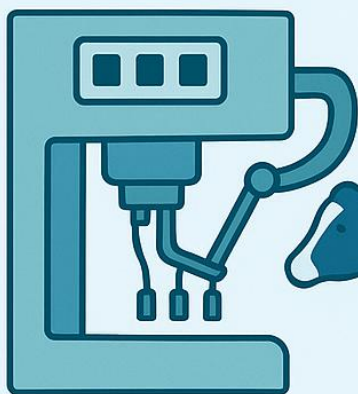




**Automatisch  
muken**



**Autonome  
voerrobot**



**Mestmanagement**



**Data-integratie  
en AI-analyse**



## Inleiding

De robotisering van de agrarische sector is geen verre toekomstvisie, maar een actuele ontwikkeling die noodzakelijk is om het groeiende arbeidstekort op te vangen en de sector toekomstbestendig te maken. Om die versnelling gericht te kunnen vormgeven, is inzicht nodig: in het arbeidspotentieel dat robotisering kan vrijmaken, in de specifieke kansen en knelpunten per sector, en in de investeringen die daarvoor nodig zijn.

Dit document bevat een start waarin die inzichten op gestructureerde wijze zijn samengebracht. Elk fiche biedt een realistische inschatting van het robotiseringspotentieel per sector, met aandacht voor verschillen in seizoensarbeid, gewas- of dierenmerken, schaalgrootte en adoptiegraad van technologie. Zo laat het document zowel de complexiteit als de diversiteit van de sector zien, en biedt het concrete handvatten voor verdere actie.

De fiches vormen een vertrekpunt. In de komende periode volgt verdere verdieping en wetenschappelijke validatie, onder meer in samenwerking met het programma NeXT-Gen High Tech. Daarnaast werken we nauw samen met Wageningen University & Research (WUR) rondom data, digitalisering en robotica. De inzichten uit dit document worden benut om verbinding te leggen met innovatoren, onderwijsinstellingen, overheden en ketenpartners zoals Groenpact, Stigas en Robocrops.

Het doel is helder: kennis verspreiden, initiatieven verbinden en de continue versnelling van robotisering in de land- en tuinbouw aanjagen. Alleen door samen te werken aan structurele oplossingen kunnen we de arbeidsuitdagingen in de sector het hoofd bieden en tegelijk bouwen aan een duurzame, concurrerende en veerkrachtige landbouw.

Mariëlle de Jong  
Strategisch beleidsadviseur ondernemerschap

## Sectorfiche Melkvee

### 1. Kerngegevens

| Kenmerk                     | Waarde                                                                                                  |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Type sector                 | Dierhouderij (rundvee)                                                                                  |
| Aantal bedrijven (2024)     | ca. 14.000                                                                                              |
| Gemiddelde bedrijfsomvang   | 110 melkkoeien                                                                                          |
| Gemiddelde arbeidsinzet     | ±1,6 fte per bedrijf                                                                                    |
| Arbeidskosten               | ca. €40.000 per fte per jaar                                                                            |
| Totale arbeid in de sector  | ±22.400 fte                                                                                             |
| Robotiseringsniveau         | hoog (melkrobots wijdverbreid), verdere automatisering in voer, mest, en data-integratie blijft beperkt |
| Belangrijkste werkzaamheden | melken, voeren, mestmanagement, dierverzorging, administratie                                           |

### Context en trends

De melkveesector is al een van de meest gemechaniseerde subsectoren van de landbouw. De introductie van de melkrobot in de jaren 2000 zorgde voor een enorme efficiëntieslag: inmiddels heeft ruim 90% van de bedrijven met meer dan 80 koeien een of meerdere melkrobots.

De resterende arbeid concentreert zich op voederbeheer, stalverzorging en controlewerkzaamheden. De volgende innovatiegolf richt zich op autonome voersystemen, mestverwerking, dierherkenning via vision-systemen en beslissingsondersteuning op basis van AI en sensordata.

Toch staat de sector onder druk door arbeidsschaarste, complexe regelgeving rond stikstof en dierenwelzijn, en beperkte data-integratie tussen systemen. De volgende stap is niet meer het vervangen van handen, maar het verbinden van machines tot een zelfsturend systeem dat managementtaken ondersteunt.

## 2. Arbeidspotentieel robotisering

| Termijn | Adoptiegraad | Realistische besparing (fte) | Jaarlijkse arbeidskostenbesparing (€) | Benodigde investering (€) |
|---------|--------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 5 jaar  | 20%          | ≈ 4.500                      | ≈ €18,0 mln/jaar                      | ≈ €140 mln                |
| 10 jaar | 30%          | ≈ 6.700                      | ≈ €26,8 mln/jaar                      | ≈ €210 mln                |

Aannames: Arbeidskostenbesparing €4.000 per fte per jaar. Potentieel ligt vooral bij voer- en mestrobots, automatische kalvervoeding, detectiecamera's en geïntegreerde managementsoftware.

## 3. Knelpunten

- Data-eilandjes: systemen communiceren slecht.
- Beperkte RaaS-modellen (Robot-as-a-Service): robots worden meestal gekocht, niet gedeeld.
- Complexe regelgeving rond diergezondheid en mestafvoer.
- Beperkte digitale vaardigheden bij ondernemers.
- Investeringscapaciteit beperkt door lage melkprijzen en onzeker beleid.

## 4. Innovatiekansen en vernieuwing

De vernieuwing zit niet in het melken zelf, maar in het volgende automatiseringsniveau:

- Integratie van melk-, voer-, en gezondheidsdata tot voorspellende systemen.
- Autonome voerrobots en mestverwerking.
- Precisieveehouderij met sensoren per dier.
- AI-analyse van melkdata en camerabeelden om ziekte of stress vroegtijdig te detecteren.

## 5. Aanbevolen acties / KPI's

- Pilotprogramma's voor integrale stalautomatisering (voeren-mest-monitoring).
- Open data-architectuur voor interoperabiliteit tussen robotleveranciers.
- Ontwikkeling van RaaS-concepten voor voer- en reinigingsrobots.
- Scholingstrajecten voor digitale bedrijfsvoering en AI-toepassing.
- Monitoring van arbeidseffecten via praktijknetwerken (Dairy Campus, Boerderij van de Toekomst).

## Samenvatting

De melkveehouderij is technologisch gevorderd, maar het arbeidspotentieel van verdere robotisering ligt in slimme integratie en managementondersteuning. Door data,

voer- en stalrobots te verbinden ontstaat een robuuste, duurzame bedrijfsvoering met minder fysieke arbeid en meer datagedreven besluitvorming.

## 6. TLR overzicht

| Toepassing                                     | Omschrijving                                                      | TRL            | Onderbouwing                                                                                               |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Melkrobots</b>                              | Volledig geautomatiseerde melkprocessen met realtime data         | <b>TRL 9</b>   | Volledig ingeburgerd; >90% van middelgrote bedrijven gebruikt deze technologie.                            |
| <b>Voerrobots / autonome voerwagens</b>        | Zelfrijdende voertuigen die voerrondes uitvoeren                  | <b>TRL 7–8</b> | Technologisch stabiel, commercieel beschikbaar (Lely Vector, Trioliet), maar nog beperkte adoptie (<30%).  |
| <b>Mestrobots</b>                              | Automatische mestschuiven of -verwijderaars                       | <b>TRL 8–9</b> | Breed toegepast bij moderne stallen, goed geïntegreerd met stalontwerp.                                    |
| <b>Kalverdrinkautomaten</b>                    | Automatische voedersystemen voor jongvee                          | <b>TRL 9</b>   | Breed toegepast bij opfokbedrijven; bewezen technologie.                                                   |
| <b>AI-gedrag- en gezondheidsmonitoring</b>     | Detectie van ziekte, tocht, stress via sensoren en cameradata     | <b>TRL 6–7</b> | Actief onderzoeksveld (WUR, Dairy Campus, Nedap, Connecterra); groeiend gebruik, maar nog validatie nodig. |
| <b>Data-integratieplatforms (smart barn)</b>   | Koppeling tussen melk-, voer-, mest- en managementdata            | <b>TRL 5–6</b> | Meerdere pilots (Lely Horizon, JoinData), maar interoperabiliteit tussen merken beperkt.                   |
| <b>Precisieveehouderij met vision-systemen</b> | Automatische dierherkenning, gedragspatronen en AI-voorspellingen | <b>TRL 4–6</b> | Experimenteel, in testfase bij universiteiten en start-ups.                                                |

De melkveehouderij zit technologisch in de **consolidatiefase**. De basale robotisering (melken, mesten, voeren) is volwassen. De innovatie verschuift nu naar **datakoppeling en voorspellende AI-systemen** (TRL 5–7), waar nog validatie, standaarden en interoperabiliteit ontbreken.

| Kanaal                                       | Type                         | Rol in robotisering                                                                  | Onderbouwing / voorbeelden                              |
|----------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Dairy Campus (Leeuwarden)</b>             | Onderzoek & praktijk         | Fieldlab voor melkvee-innovaties; testlocatie voor stalrobots, data-integratie en AI | WUR & ZuivelNL projecten                                |
| <b>Boerderij van de Toekomst (WUR)</b>       | Innovatieprogramma           | Integreert precisielandbouw en robotica in melkvee & akkerbouw                       | Demonstratiebedrijf                                     |
| <b>JoinData</b>                              | Dataplatform                 | Koppelt melkrobot-,voer- en managementdata tussen leveranciers                       | Breed gedragen door zuivelketen                         |
| <b>FarmMaps / Lely Horizon</b>               | Commerciële platforms        | Interface voor data-analyse, managementbeslissingen                                  | Wordt door boeren gebruikt voor operationele aansturing |
| <b>Agrifirm, CRV, FrieslandCampina</b>       | Ketenpartners                | Vertalen innovatie naar praktijk, vaak via coöperatieve kennisdeling                 | Organiseren bijeenkomsten en pilots                     |
| <b>Fedecom / FME / TKI AgriTech</b>          | Branche-innovatie            | Verbinden technologie-aanbieders met landbouwpraktijk                                | Bron van Robot-as-a-Service pilots                      |
| <b>Praktijknetwerken &amp; studiegroepen</b> | Regionale kennisdeling       | Cruciaal voor peer-to-peer adoptie                                                   | LTO-studiegroepen, VR-leren via Countus, etc.           |
| <b>Vakmedia &amp; events</b>                 | Communicatie & zichtbaarheid | Boerderij.nl, Melkvee100Plus, Agritechnica                                           | Bereiken van brede agrarische doelgroep                 |

Adoptie in de melkveehouderij wordt gedreven door **vertrouwen en praktijkervaring**. Boeren volgen voorbeelden van collega's ("social proof") meer dan technische specificaties. De sleutel ligt dus in **praktijkgerichte communicatie**: demonstraties, bedrijfsbezoeken, coöperatieve pilots en open datastandaarden