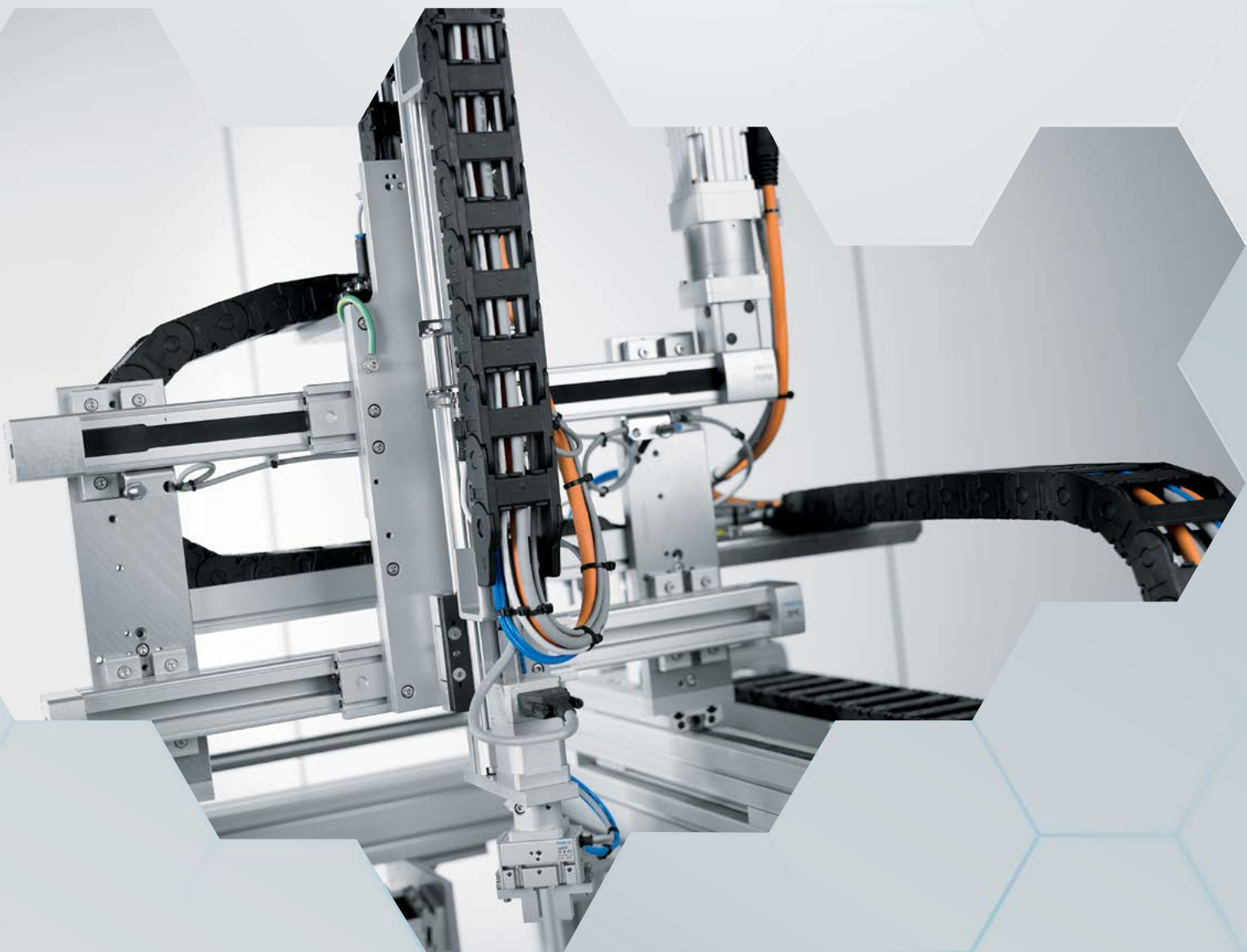


# Welke technologie past?

*Motion: elektrisch of pneumatisch*

**FESTO**



## Samenvatting

**In deze whitepaper worden de verschillende overwe-  
gingen behandeld die een rol spelen in de keuze voor  
een elektrische of pneumatische aandrijving. Ver-  
schillende factoren die een rol  
spelen bij deze keuze, worden uitgediept.**

Voor de toepassing zijn de vragen van belang welke bewegingen en taken de aandrijving moet kunnen uitvoeren. Een pneumatische actuator is het meest voor de hand liggend als er een simpele punt-naar-puntbeweging uitgevoerd moet worden.

Voor dynamische en programmeerbare aandrijvingen lijkt een elektrische aandrijving de beste keuze. Maar de pneumatische aandrijvingen zijn volop in ontwikkeling en zijn ook steeds 'slimmer'. En voor end-of-armtooling kan een pneumatische oplossing door het geringe gewicht van de aandrijving een uitstekende keuze zijn.

Daarnaast spelen de omgevingsomstandigheden en installatiemogelijkheden een belangrijke rol. Ook wordt de energie-efficiëntie bekeken.

De totale kosten gedurende de levensduur bestaan uit de investering en de operationele kosten. Deze worden uitgewerkt in een tweetal voorbeelden. Wat in de aanschaf de meest interessante oplossing lijkt, hoeft dat in de praktijk niet te zijn.

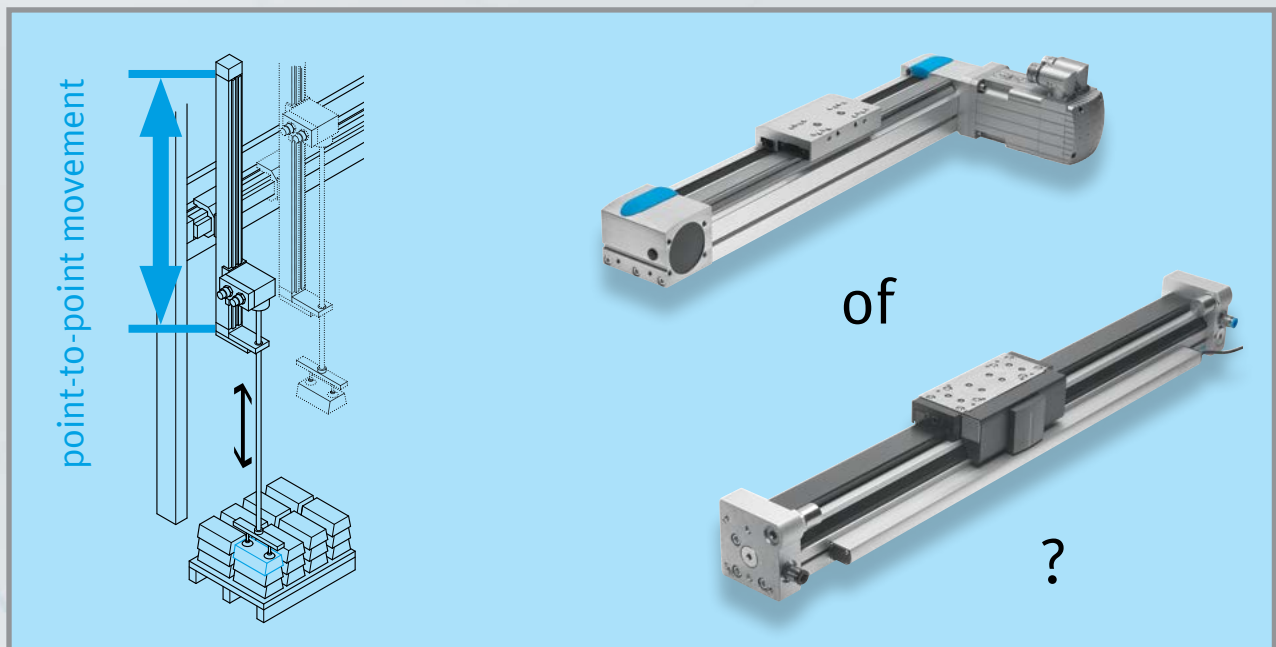
De keuze voor elektrisch of pneumatisch is niet in een paar vuistregels te vatten. De aspecten technologie, toepassing en totale kosten spelen ieder afzonderlijk een grote rol.

## Inhoud

Samenvatting .....	2
Introductie .....	4
Technologievergelijk .....	5
Elektrische aandrijvingen Pneumatische aandrijvingen .....	5
Voordelen .....	5
Minder sterk in .....	5
Checklist Pneumatisch versus Elektrisch - functie .....	5
Technologiecriteria .....	6
Snelheid .....	6
Kracht .....	6
Gewicht en installatie .....	6
Nauwkeurigheid .....	7
Technologische overwegingen in het kort .....	8
Duurzaamheid .....	9
Ecologie .....	9
Dimensionering .....	9
Omgevingscondities .....	10
Totale kosten gedurende de levensduur .....	10
Voorbeelden .....	10
Schroefstation .....	11
Portaalsysteem .....	11
Conclusie .....	12

## Introductie

Voor lineaire punt-naar-puntbewegingstaken is er een keuze: lucht of elektriciteit. Maar wat is de beste keuze? En welke overwegingen spelen een rol? In deze whitepaper wordt een handig overzicht gegeven voor het bepalen van de juiste technologie. Zowel de technische overwegingen, als duurzaamheid en de kosten tijdens de gehele levensduur spelen een rol. Het document is geschreven voor engineers die een passende oplossingsrichting zoeken voor punt-naar-puntbewegingstaken.



## Technologievergelijk

Er zijn verschillende soorten aandrijvingen beschikbaar. Niet alleen in technologie, maar ook in uitvoering en prestatie. Hoe bepaal je eenvoudig welke aandrijving de juiste is? Hieronder is een eerste vergelijk gegeven.

### Elektrische aandrijvingen



#### De voordelen

- Flexibele aandrijfprofielen
- Volledige controle over het aandrijfsysteem
- Hoge beladingsstijfheid
- Hoge dynamica mogelijk
- Beladingsafhankelijk energieverbruik

#### Minder sterk in

- Relatief complexe systeemopbouw
- Decentrale warmteopbouw
- Beperkte overbelasting mogelijk
- Relatief grote bouwafmeting
- Relatief hoge aanschafkosten

### Pneumatische aandrijvingen



- Eenvoudig en voordelig aan te schaffen
- Weinig onderhoud, betrouwbaar en robuust
- Hoge veiligheidsklasse en explosieveiligheid
- Hoge krachtdichtheid en compacte uitvoering
- Eenvoudige installatie en ingebruikname
- Bestand tegen overbelasting

- Reputatie op gebied van energieverbruik
- Energieverlies bij lekkage
- Geluidproductie
- Bewegingen zonder tussenposities
- Eenvoudige installatie en ingebruikname
- Relatief lage beladingsstijfheid

### Checklist Pneumatisch versus Elektrisch - functie

Om te beginnen moet er een antwoord worden gegeven op een aantal belangrijke vragen over de functie. Welke beweging moet de aandrijving maken en welke taken moet hij uitvoeren.

Is er sprake van:

- Een flexibele en vrij programmeerbare positie?
- Meer dan drie posities?
- Lange slaglengtes, hoge snelheden en een korte cyclus?
- Een beweging in stappen of van a naar b?
- Meer taken naast klemmen of houden?
- Een gelijkmatige versnelling en vertraging?

Als het antwoord op deze vragen “Nee” is, dan is de pneumatische actuator de meest voor de hand liggende keuze. Als een van de vragen met “Ja” is beantwoord, dan lijkt elektrisch aandrijven meer geschikt. Let op: dit is een simplistische benadering. Uiteindelijk bepalen de applicatie, omgevingscondities en installatiemogelijkheden de meest geschikte technologie.



## Technologiecriteria

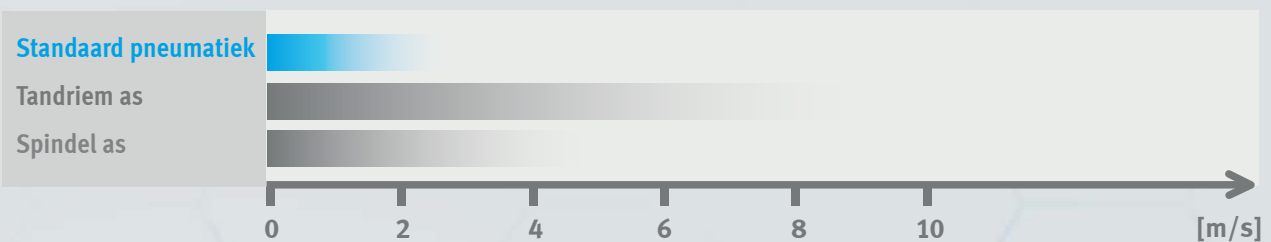
Dit hoofdstuk gaat wat dieper in op de specifieke aspecten van de technologie en de factoren die bepalen welk type aandrijving een beter resultaat geeft. Als eerste de snelheid en versnelling.

### Snelheid

Met pneumatische actuatoren zijn snelheden tot 3 m/s en versnellingen tot 30 m/s<sup>2</sup> haalbaar. De meeste applicaties hebben genoeg aan een snelheid tussen de 0,3 en 1,5 m/s.

Bij elektrische aandrijvingen bestaat de mechanische aandrijving veelal uit een tandriem-as of spindel-as met daaraan gekoppeld een motor die zorgt voor de verplaatsing. Met tandriem-assen is een hoge dynamiek mogelijk waarbij snelheden tot 10 m/s en versnellingen tot 100 m/s<sup>2</sup> haalbaar zijn.

Bij spindel-assen is de dynamiek direct gekoppeld aan de spindelspoed. Hoe groter de spoed hoe hoger de maximale snelheid. De maximale snelheid ligt ongeveer op 5 m/s en de versnelling op 50 m/s<sup>2</sup>. Doorsneewaardes in applicaties liggen meestal tussen 0,1-2 m/s en 10-20 m/s<sup>2</sup>.



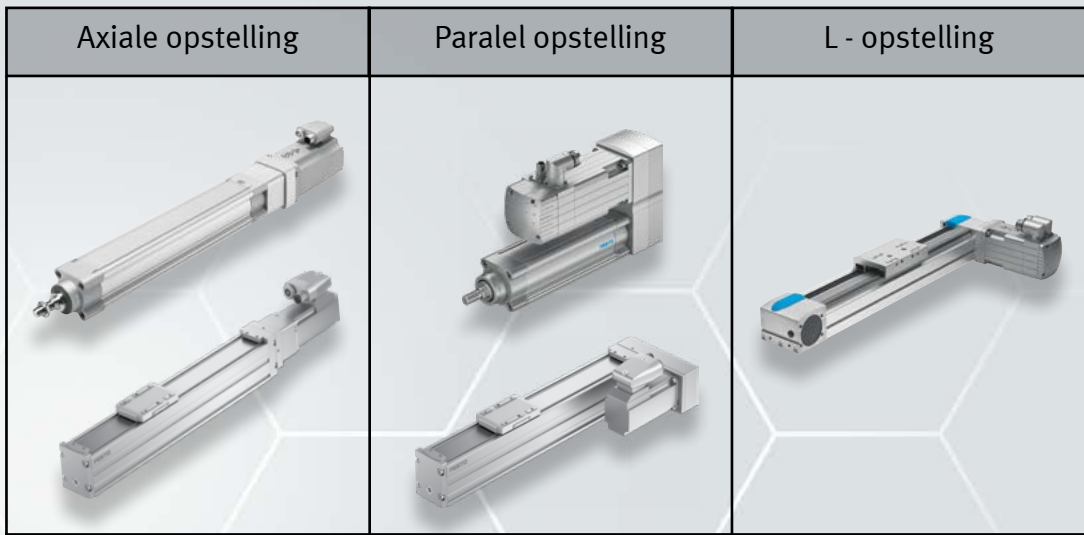
### Kracht

Bij pneumatische aandrijvingen bepaalt de zuigerdiameter de kracht. Van alle toepassingen in het veld wordt voor 95% gebruikt gemaakt van zuigerdiameters tot 80 mm. Dit komt overeen met een maximale kracht van 3kN (bij 6 bar).

Voor elektrische aandrijvingen geldt dat de kracht schaalbaar is door de mechanische overbrenging (gearbox, spindelspoed). Een hogere kracht gaat altijd ten koste van de snelheid. Over het algemeen geldt dat tandriem-assen hoog dynamisch en een beperkte kracht leveren en spindelassen hoge krachten en weinig dynamiek leveren.

### Gewicht en installatie

Installatietechnisch zijn de pneumatische actuatoren zeer interessant vanwege hun compacte bouwvorm en hoge krachtdichtheid. Ook het gewicht van de aandrijving kan een belangrijk argument zijn voor de technologiekeuze. Pneumatische actuatoren zijn vanwege het lage gewicht zeer geschikt voor gebruik op robotarmen, denk bijvoorbeeld aan pneumatische grijpers en end-of-arm-tooling voor robots.



Elektrische actuatoren hebben naast de mechanische as ook een motor, montagekit en soms een gearbox nodig, waardoor de installatieruimte relatief groot is. Bij het elektrificeren van een machine betekent dit dat de totale voetafdruk van de machine groter wordt. Ook is er sprake van warmteontwikkeling van de aandrijvingen waardoor een additionele airconditioningsunit in de machine nodig kan zijn.

### Nauwkeurigheid

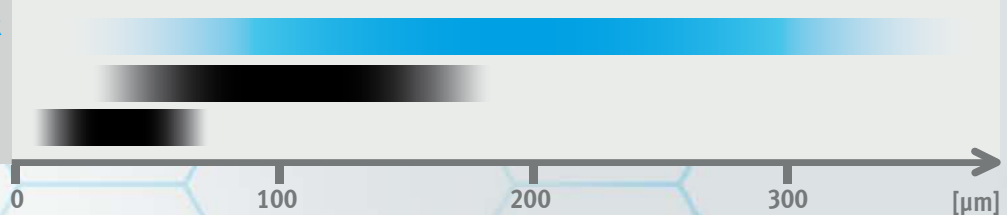
De nauwkeurigheid van pneumatische aandrijvingen is sterk afhankelijk van het type cilinder - met of zonder geleiding en instelbare eindpositie - en varieert van 50 tot 300 micron.

Op het gebied van nauwkeurigheid worden met spindelassen de hoogste nauwkeurigheden behaald: tot minder dan 20 micron. Elektrische tandriemassen vertonen een zekere mate van elasticiteit en hebben een nauwkeurigheid die vergelijkbaar is met hun pneumatische opponent.

#### Standaard pneumatiek

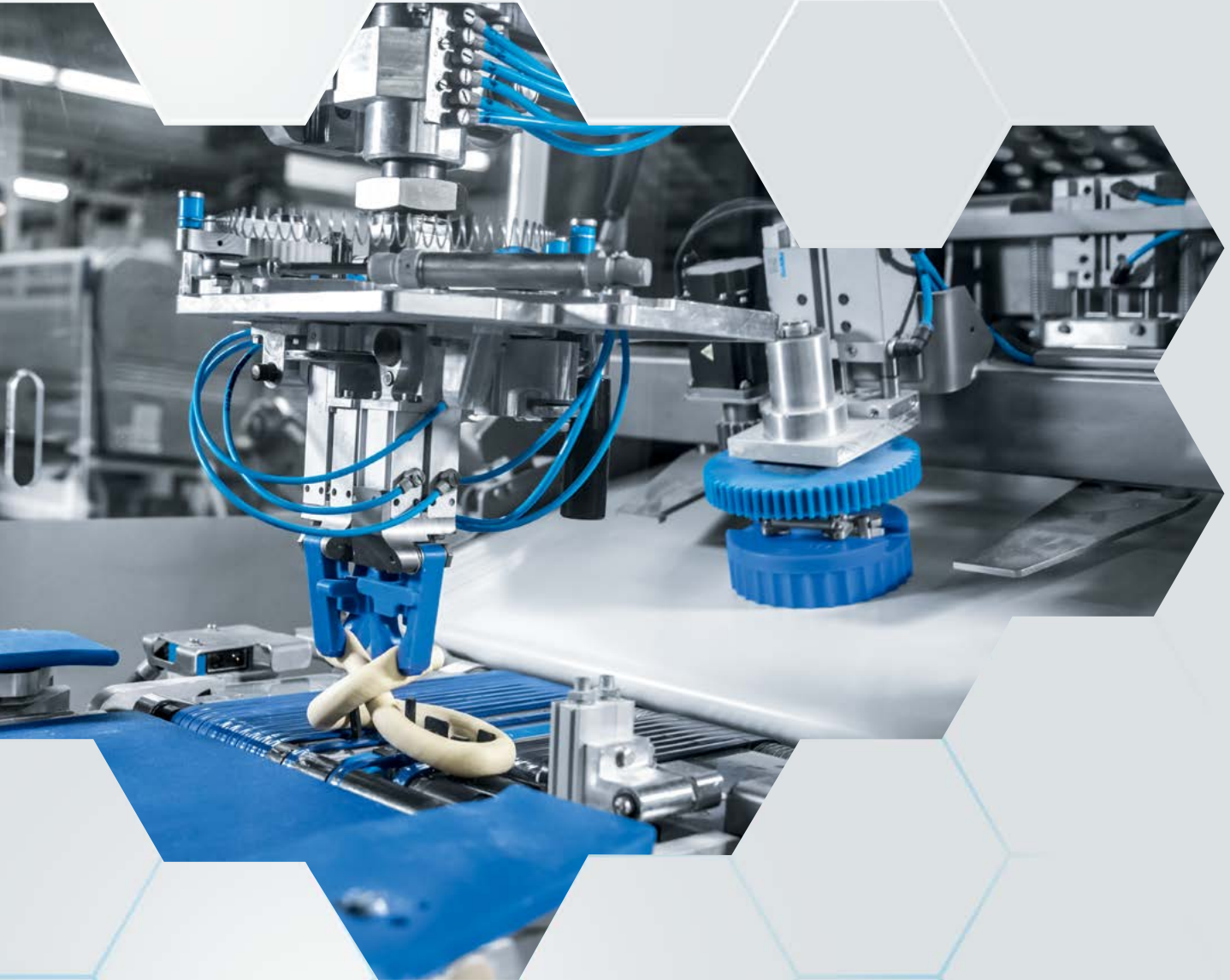
Tandriem as

Spindel as



## Technologische overwegingen in het kort

Hoogste snelheid	→	Elektrische tandriem-assen
Hoogste kracht	→	Elektrische spindel-assen
Hoogste nauwkeurigheid	→	Elektrische spindel-assen
Compact en lichtgewicht	→	Pneumatische actuatoren
Beste kracht/snelheidsverhouding	→	Pneumatische actuatoren



Pneumatisch end of arm tooling voor vormen van deeg



## Duurzaamheid

Pneumatiek heeft een slecht imago als het gaat om energie-efficiëntie. Maar pneumatiek past wel degelijk in een duurzame wereld.

Een compressor gebruikt ongeveer 15% van zijn elektrische energie om lucht te comprimeren. De rest gaat verloren aan warmte, maar kan worden hergebruikt om bijvoorbeeld proceswater te verwarmen. Persluchtverlies als gevolg van lekkages kan eenvoudig worden voorkomen door goed onderhoud of slimme monitoringsystemen.

## Ecologie

De pneumatische componenten lekken zelf nauwelijks en hebben bovendien een lage ecologische voetafdruk. Denk aan alle resources zoals materiaal en energie die nodig zijn voor de componentproductie zelf.

## Dimensionering

Belangrijk voor het energieverbruik is de juiste dimensionering van de aandrijving. Mensen zijn geneigd te overdimensioneren. In veel processen zie je dat ervoor is gekozen op iedere component een veiligheidsfactor te zetten, en zo ontstaat een enorme overdimensionering in het hele proces.

Met behulp van de rekentool [Pneumatic Sizing](#) is snel een berekening te maken om overdimensionering te voorkomen en daarmee een enorme besparing te behalen. Bijvoorbeeld waar nu een zuigerdiameter van 50 mm in gebruik is en 40 mm ook voldoende blijkt. De rekentool helpt bepalen welke zuigerdiameter nodig is voor de gewenste kracht en geeft tegelijkertijd inzicht in het energieverbruik.

Vuistregel: Pneumatische actuatoren zijn energie-efficiënt bij hoge belastingen en weinig bewegingen. Elektrische aandrijvingen zijn daarentegen zeer efficiënt bij veel bewegingen en lage krachten. De applicatie bepaalt dus in grote mate de energie-efficiëntie.

Pneumatic sizing rekentool voorkomt overdimensioneren

**FESTO**

Massa **4 kg**

Slag **100 mm**

Inbouwpositie: 90°, 0°, 90°

Bewegingsrichting: Uitschuiven (selected), Inschuiven

Druk: 4 bar, **6 bar**, 8 bar

Slanglengte (Ventiel - cilinder) **1**

Gewenste positioneertijd **878 ms**

Performance | Eco-modus

Exact resultaat

**Cilinder**: Zuigerdiameter 36 mm

**Ventiel**: Doorstromingswaarde 330 l/min

Positioneertijd **878 ms** | Luchtverbruik/cyclus **0,31 l**

Bestaande uit:

1	Cilinder DSNU-16-100-PPS-A Artikelnummer 559267	1	Ventiel VUVG-110-M52-RT-M7-1R6L Artikelnummer 574221
1	Kabel NEBU-MBW3-K2-5-LE3 Artikelnummer 541338	2	Debietregelaar GRLA-M5-QS-4-RS-D Artikelnummer 397577
1	Tubing PUN-H-4-X0,25-RL Artikelnummer 197383	3	Insteekschroefkoppeling QSM-M7-4-I Artikelnummer 153319

## Omgevingscondities

Een andere overweging geldt voor de omgeving waarin de aandrijving wordt toegepast. Denk aan toepassingen in explosiegevaarlijke omgevingen. Daar is een oplossing veel eenvoudiger te realiseren met een pneumatische of een servopneumatische oplossing.

Ook bij vochtige en aan corrosie onderhevige condities zijn pneumatische aandrijvingen vaak een kostenefficiënte oplossing vanwege de robuuste constructie en materiaalkeuzevrijheid.



## Totale kosten gedurende de levensduur

Een niet te onderschatten overweging betreft de kosten, van aanschaf tot en met levensduur. Soms lijkt pneumatiek een dure oplossing, terwijl het in de praktijk juist de goedkoopste kan zijn.

Om een goed vergelijk te maken, moeten alle kostensoorten transparant worden gemaakt. Om te beginnen met de aanschafkosten. Die zullen moeten worden opgevraagd bij de leverancier.

Als tweede zijn er de installatiekosten. Die zijn afhankelijk van de techniek en de bestaande situatie en kunnen enorm variëren.

Dan zijn er de energiekosten. De totale energiekosten worden berekend aan de hand van de applicatieparameters.

Tot slot zijn er de onderhoudskosten. Ook die zijn afhankelijk van verschillende factoren zoals de omgevingscondities.

### Voorbeelden

Onderstaand zijn de totale energiekosten uitgewerkt in twee voorbeelden. Een goed vergelijk maken voor wat betreft de onderhoudskosten is lastig. De energiekosten geven een interessant inzicht in een belangrijk deel van de operationele kosten.

### Energiekosten

Perslucht: 1,5 cent voor een Nm<sup>3</sup> (energiekosten + kosten van compressor)

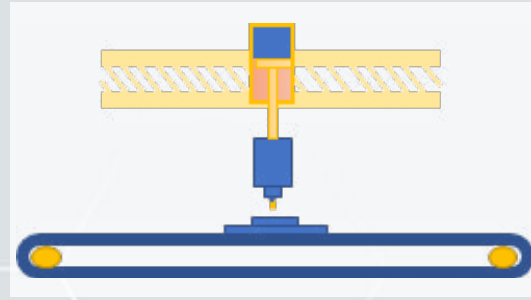
Elektriciteit: 10 cent voor een kWh

In de berekeningen wordt uitgegaan van de kosten van een complete pneumatische set bestaande uit een cilinder, ventiel, regelventiel en luchtslang.

Een elektrische set bestaat uit de mechaniek, motor, regelaar en bekabeling. Gemiddeld zijn de aanschafkosten van een elektrische aandrijving een factor twee tot vier hoger dan pneumatische aandrijvingen - afhankelijk van de slaglengte.

## Schroefstation

Aangedreven massa	< 5 kg
Cyclustijd	53 s
Beweging	1,5 – 2,5 s
Productie	16 uur per dag
Werkdagen per jaar	300



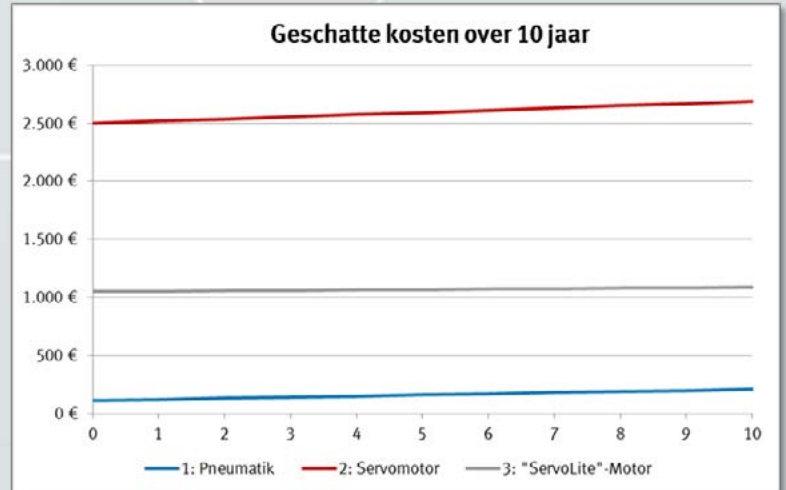
## Aanschafkosten

Pneumatiek	180 euro
Elektrisch 24/48DC	1.435 euro
Servo 230/400V AC	3.050 euro

## Energiekosten per jaar

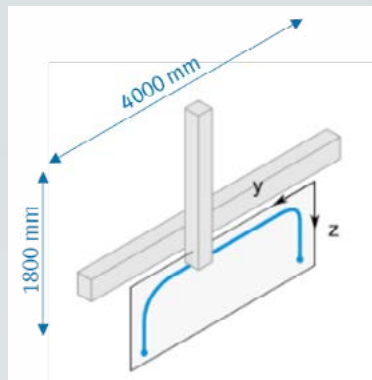
Pneumatiek (651 Nm <sup>3</sup> )	9,76 euro
Elektrisch 24/48VDC (189 kWh)	3,76 euro
Servo 230/400 VAC (38kWh)	18,90 euro

In dit voorbeeld is pneumatiek de meest economische oplossing!



## Portaalsysteem

Aangedreven massa	1,5 kg
Cyclustijd	23 s
Horizontale beweging	5,5 s
Verticale beweging	2,5 s
Productie	16 uur per dag
Werkdagen	300



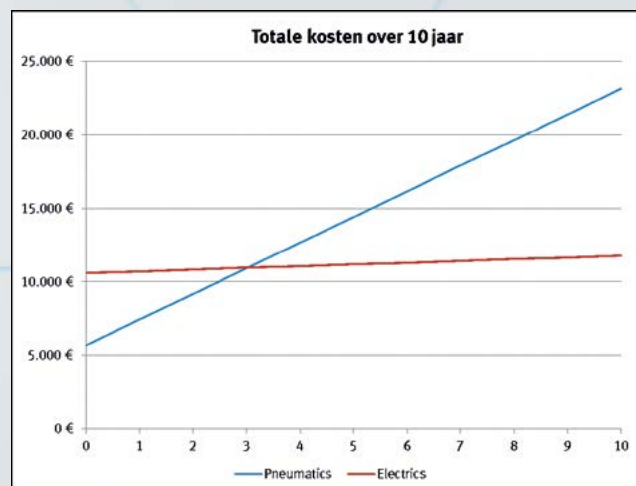
## Aanschafkosten

Pneumatiek	5.500 euro
Servo 230/400VAC	9.570 euro

## Energiekosten per jaar

Pneumatiek (116.200 Nm <sup>3</sup> )	1.743 euro
Servo 230/400 VAC (1.168 kWh)	117 euro

Na drie jaar is de servo-oplossing de meest economische oplossing.



## Conclusie

De keuze voor elektrisch of pneumatisch is niet in een paar vuistregels te vatten. De aspecten technologie, toepassing en totale kosten spelen ieder afzonderlijk een grote rol.

Wat in de aanschaf het goedkoopste is, hoeft dat in gebruik vaak niet te zijn. En dat laatste wordt steeds belangrijker. Het is van belang om de kosten van de investering af te zetten tegen de kosten van de operatie. Dat is voor veel organisaties een uitdaging. Maar er is nu eenmaal niet één oplossing die in alle gevallen het beste is. Kijk eerst naar de functie en dan pas naar het toe te passen product. Het gaat om de best passende oplossing.