

## Technische bijlage

Om de relatie tussen inflatie, inflatieverwachtingen en lonen zo goed mogelijk in kaart te brengen, schatten we een stelsel van drie vergelijkingen met drie endogene variabelen en lossen deze integraal op. Hieronder volgt een technische toelichting op de geschatte vergelijkingen.

### Inflatie

Onze inflatievergelijking is gebaseerd op de studie van [Friedman \(1968\)](#):

$$\Delta(p_t) = c + \alpha_1(p_t^e) + \alpha_2(y_t) + \alpha_3(v_t) + \varepsilon_t \quad (1)$$

waarin  $p$  de consumentenprijzen representeert en  $p^e$  de inflatieverwachtingen. Verder is  $c$  is een constante,  $y$  is een maatstaf is voor economische activiteit (zoals bbp of de output gap),  $v$  een vector die verschillende aspecten van kosteninflatie oppikt, zoals een schok in de prijs van grondstoffen, een verandering van belastingen of een loonschok en  $\varepsilon$  is de storingsterm. Verder is  $t$  is een tijdsindex en staat  $\Delta$  voor de (procentuele) mutatie ten opzichte van een jaar geleden. Deze vergelijking vormt de basis voor onze inflatievergelijking:

$$\Delta(p_t) = c + \alpha_1(p_t^e) + \alpha_2(y - y^*) + \alpha_3\Delta(v_t) + \alpha_4\Delta(e_t) + \alpha_5\Delta(w_t) + \alpha_6\Delta(pc_t) + \alpha_7(p_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (2)$$

Hierin staat  $y$  voor bbp en  $y^*$  voor het trendmatige bbp. Coëfficiënt  $\alpha_2$  kan dus worden gezien als een elasticiteitsparameter voor de output gap.  $v$  is een gewogen index van grondstoffenprijzen en  $e$  een index van de elektriciteitsprijzen. Verder staat  $w$  voor de nominale lonen (inclusief bijzondere beloningen) en  $pc$  voor de productenprijsindex voor de industrie.

Bij de elektriciteitsprijzen is het belangrijk rekening te houden met non-lineariteit in de correlatie met inflatie.  $\theta$  wordt hierbij ingesteld als drempelwaarde. Als we daar rekening mee houden resulteert de volgende vergelijking:

$$\Delta(p_t) = c + \alpha_1(p_{t-1}^e) + \alpha_2(y_t - y_t^*) + \alpha_3\Delta(v_t) + (\beta_1\Delta(e_t) > \theta + \beta_2\Delta(e_t) \leq \theta) + \alpha_5\Delta(w_t) + \alpha_6\Delta(pc_t) + \alpha_7(p_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (3)$$

### Inflatieverwachtingen

Er is geen eenduidige wijze waarop inflatieverwachtingen worden gemeten of gemodelleerd. Daarom combineren we verschillende inzichten uit de literatuur, zoals onverwachte schokken in grondstoffenprijzen ([Coibion en Gorodnichenko, 2015](#)), de transitie van kortetermijschokken naar langetermijninflatieverwachtingen ([ECB, 2021](#)) en economische aspecten die inflatieverwachtingen beïnvloeden, zoals de werkloosheid (zie [Mankiw, Reis en Wolfers, 2003](#)). Uiteindelijk resulteert dat in de volgende vergelijking:

$$p_t^e = c + \alpha_1\Delta(p_t) + \alpha_2(v_{t-1}) + \alpha_3\Delta(y_{t-1}) + \alpha_4(u_t - u_t^*) + \alpha_5(D^{crisis}) + \alpha_5(T) + \varepsilon_t \quad (4)$$

waarin  $p^e$  staat voor de inflatieverwachting,  $p$  staat voor inflatie,  $v$  voor de ontwikkeling van grondstoffenprijzen (o.a. olie en gas). We voegen een trend  $T$  toe om rekening te houden met de langetermijnontwikkeling van de inflatieverwachtingen. We nemen enkele controlevariabelen op om rekening te houden met de economische ontwikkeling: de economische groei ( $y$ ) en de situatie op de arbeidsmarkt. Tot slot voegen we een dummyvariabele  $D^{crisis}$  toe om rekening te houden met een forse daling van de inflatieverwachtingen tijdens crisisperiodes (de dotcom-crisis van 2001 en de kredietcrisis van 2009).

### Loonvergelijking

Uitgangspunt voor de loonvergelijking is een eenvoudige Phillips curve (zie [Phillips, 1958](#)):

$$\Delta(w_t) = c + \alpha_1 \Delta(p_{t-1}) - \alpha_2 u_t + \varepsilon_t \quad (5)$$

waar  $w$  de nominale lonen voorstellen. [Blanchard en Katz \(1999\)](#) leiden hieruit het volgende foutcorrectiemodel af:

$$\Delta(w_t) = c \cdot \alpha + (p_t^e - p_{t-1}) - (1 - \alpha)(w_{t-1} - p_{t-1} - \tau_{t-1}) + (1 - \alpha)\Delta\tau_t - \beta u_t + \varepsilon_t \quad (6)$$

In vergelijking (6) staat  $\tau$  voor de productiviteit. Deze vergelijking vormt de basis voor onze uiteindelijke loonvergelijking:

$$\Delta(w_t) = c + \alpha_1(p_t^e) - \alpha_2(u_t - u_t^*) + \alpha_3(w_{t-1}) + \alpha_4(p_{t-1}) + \alpha_5(y_{t-1}) + \varepsilon_t \quad (7)$$

Normaliter wordt vaak ook een productiviteitstermen in een loonvergelijking opgenomen, maar deze leveren bij de empirische schattingen contra-intuïtieve resultaten op. We schatten ook een variant van vergelijking (7) waarbij we als indicators voor de krapte op arbeidsmarkt de vacaturegraad ( $S$ ) gebruiken, naast de werkloosheidsterm ( $u-u^*$ ). De werkloosheidsterm doet mogelijk onvoldoende recht aan de personeelstekorten die momenteel worden gevoeld. Deze tekorten zouden de onderhandelingspositie van werknemers en vakbonden in de kaart kunnen spelen, met potentieel hogere lonen als gevolg.

### Data en schattingsresultaten

Om vergelijkingen (3), (4) en (7) te schatten gebruiken we maandelijkse data voor Nederland over de periode 2000 (januari) tot en met 2021 (november). Kwartaal- en jaardata worden geïnterpoleerd. Zie voor een overzicht van de data, beschrijving en bronnen Tabel A.1.

**Tabel A.1: Beschrijving van variabelen and databronnen**

Variabele	Beschrijving	Bron	Frequentie
$p$	Consumentenprijsindex (2015 = 100)	CBS	Maand
$p^e$	Verwachtingen van consumenten over prijsontwikkeling de komende 12 maanden <sup>1</sup>	Eurostat	Maand
$pc$	Productenprijsindex (afzetprijzen industrie)	CBS, OESO	Maand
$y$	Bruto binnenlands product (volume, seizoensgecorrigeerd)	CBS, OESO	Kwartaal
$y^*$	Trendmatige ontwikkeling bbp-volume, $\lambda = 14400$	-	Kwartaal
$v$	Gewogen index van grondstoffenprijzen (2015 = 100)	Hamburg Institute of International Economics (HWWI)	Maand
$w$	Cao-lonen per uur inclusief bijzondere beloningen	CBS	Maand
$e$	Index van elektriciteitsprijzen (2015 = 100)	CBS	Maand
$pc$	Productenprijsindex, afzetprijzen industrie (2015 = 100)	CBS, OESO	Maand
$D^{MKZ}$	Dummyvariabele voor de MKZ-crisis in 2001	-	Maand
$u$	Aantal werklozen als percentage van de beroepsbevolking	CBS/Eurostat	Maand
$u^*$	Evenwichtswerkloosheid (NAIRU)	OESO	Jaar

<sup>1</sup> Deze statistiek wordt uitgedrukt als [balans](#). Bij het samenstellen van de balans krijgen respondenten die een versnelling van de inflatie verwachten het gewicht 1 en respondenten die een constante prijsstijging verwachten het gewicht 0,5. Respondenten die een stabilisatie van de prijzen verwachten juist afgetrokken van de balans met een factor -0,5 en respondenten die prijsdalingen verwachten worden meegeteld met factor -1. Er zijn dus twee uitersten: als alle respondenten een versnelling van de inflatie verwachten wordt de balans 100 en als iedereen een daling verwacht -100.

<b>S</b>	Vacaturegraad: aantal openstaande vacatures als percentage van het totaal aantal ingevulde posities + openstaande vacatures	Eurostat	Kwartaal
<b>D<sup>crisis</sup></b>	Dummyvariabele om rekening te houden met dotcomcrisis van 2001 en de kredietcrisis in 2009	-	Maand
<b>T</b>	Tijdstrend	-	Maand

Tabel A.2 laten de schattingsresultaten zien van de drie vergelijkingen in ons integrale systeem. In alle schattingen laten de afhankelijke variabelen het verwachte teken zien en deze zijn statistisch significant. De schattingen van de modellen voor de inflatie, inflatieverwachting en lonen zijn weergegeven in respectievelijk figuren 2, 3 en 4.

**Table A.2: Schattingsresultaten**

		Afhankelijke variabelen →			
Onafhankelijke variabelen ↓		$\Delta(p_t)$ Inflatie (% j/j)	$\Delta(p_t^e)$ Inflatieverwachtingen	$\Delta(w_t)$ Lonen (% j/j)	
		(1)	(3)	(4)	(5)
<i>c</i>	Constante	2,34** (3,10)	-18,35** (-2,77)	3,69** (2,91)	3,03** (3,14)
$(p_t^e)$	Inflatieverwachtingen	0,023** (6,47)	-	0,018** (4,70)	0,013** (3,50)
$\Delta(p_t)$	Consumentenprijsinflatie (% j/j)	-	2,85** (2,81)	-	-
$(y_t - y_t^*)$	Economische activiteit ten opzichte van trend	0,016** (2,77)	-	-	-
$\Delta(y_t)$	Economische groei (mutatie bbp-volume)	-	39,11** (2,91)	-	-
$\Delta(v_t)$	Mutatie van index gewogen grondstoffenprijzen (2015 = 100, j/j)	0,008** (3,90)	0,14** (3,30)	-	-
$\Delta(w_t)$	Mutatie van index van cao-lonen (% j/j)	0,24** (3,68)	-	-	-
$\Delta(e_t) > \theta$	Mutatie van elektriciteitsprijzen (% j/j), $\theta = 20\%$	0,04** (4,23)	-	-	-
$\Delta(e_t) \leq \theta$	Mutatie van elektriciteitsprijzen (% j/j), $\theta = 20\%$	0,004 (1,03)	-	-	-
$\Delta(p_{c_t})$	Mutatie van index van productenprijzen (% j/j)	0,04** (4,23)	-	-	-
$(u_t - u_t^*)$	Werkloosheid ten opzichte van evenwichtswerkloosheid (%)	-	-7,46** (-7,57)	-0,65** (-9,85)	-0,24** (-2,99)
$(S_t)$	Vacaturegraad (%)	-	-	-	0,79** (4,78)
$(p_{t-12})$	Consumentenprijsindex (2015 = 100), 1 jaar vertraagd	-0,02** (-2,27)	-	0,34** (8,17)	0,23** (6,93)
$(w_{t-12})$	Index van cao-lonen per uur (+ bijzondere beloning)	-	-	-0,38** (-8,44)	-0,24** (-6,61)
$(y_{t-12})$	Bruto binnenland product, volumes	-	-	0,05 (1,30)	-0,01 (-0,45)
$T^*$	Trend	-	0,10** (5,71)	-	-
$D^{crisis}$	Dummy dotcomcrisis en kredietcrisis	-	-25,09** (-7,50)	-	-
Adj. R <sup>2</sup>		0,68	0,78	0,85	0,80

Periode	2000m1- 2021m11	2000m1- 2021m11	2000m1- 2021m11	2002m1- 2021m11
---------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Toelichting: De t-waarden tussen haakjes. Alle schattingen zijn uitgevoerd met HAC robuuste standaardfouten en covariantie. Significant op \* 10%; \*\* 5%. Kolom (1): Inflatieverwachtingen: t-12, economische activiteit: t-3, grondstoffenprijzen: t-1, lonen: t-13, elektriciteitsprijzen: t-1, producentenprijzen: t-7. Kolom (2): economische groei: t-12; Kolom (3): Inflatieverwachtingen: t-12. Kolom (4): Inflatieverwachtingen: t-12, vacaturegraad: t-12.

De vergelijkingen verklaren tussen de 70 tot 85 procent van de variantie. Wel worden bij de inflatieverwachtingen sommige pieken en dalen door het model niet goed opgepikt (zie figuur 3). Dit komt omdat in die specifieke maand vaak sprake was van een beleidswijziging. Zo komt de sterke piek op 1 januari 2019 door de btw-verhoging van 6 naar 9 procent. We hadden voor individuele beleidsbeslissingen een dummyvariabele op kunnen nemen om het grillige karakter van de reeks na te bootsen. Hier zien we echter van af, omdat we in onze voorspellingen toch geen separate beleidsbeslissingen meenemen.

Bij de lonen valt op dat het model een sterke val voorspelt tijdens de coronacrisis, die samenhangt met het stilvallen van de economische activiteit door eerste lockdown in maart en een sterke krimp van de economie tot en met juli. Uiteraard weet het model niet dat 85% van de loonkosten via de NOW zijn vergoed, waardoor de lonen zelf nauwelijks hebben gereageerd op de crisis. Dit verklaart de discrepantie tussen de gerealiseerde loonontwikkeling en de voorspelling van het loonmodel tijdens de coronacrisis in 2020.

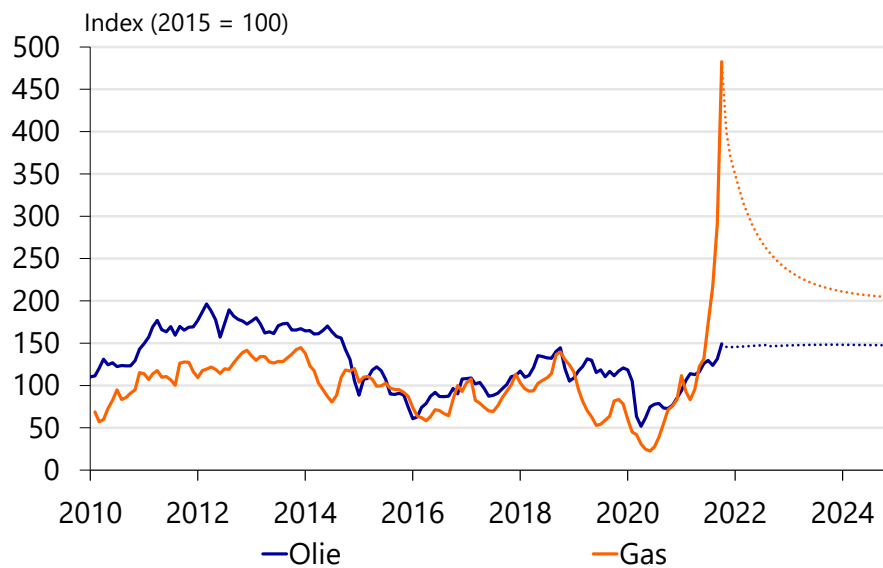
#### *Scenario vakbondsmacht*

Om de effecten van de hogere vakbondsmacht op de inflatie en lonen door te kunnen rekenen, nemen we de organisatiegraad op als interactieterm met de inflatieverwachting in de zowel de loon- als inflatievergelijking. Daarnaast interacteren we de organisatiegraad met arbeidsmarktvariabelen in de vergelijkingen. Dit betreft dus de werkloosheidsterm ( $u-u^*$ ) in de vergelijking voor de lonen en inflatieverwachting, alsmede de krapte-indicator in de loonvergelijking. Dit levert voor de schattingsresultaten van ons systeem geen wezenlijke veranderingen op.

#### **Assumpties**

Om de inflatie, inflatieverwachtingen en lonen in één systeem te kunnen voorspellen moeten we voor een aantal exogene variabele in de vergelijkingen aannames maken. We verwachten dat de energieprijzen de komende tijd hoog zullen blijven (zie hoofdstuk voor verdere toelichting) en niet snel terug zal keren tot prijsniveaus van voor de coronacrisis. De elektriciteitsprijzen worden geëxtrapoleerd op basis van de olie- en gasprijzen.

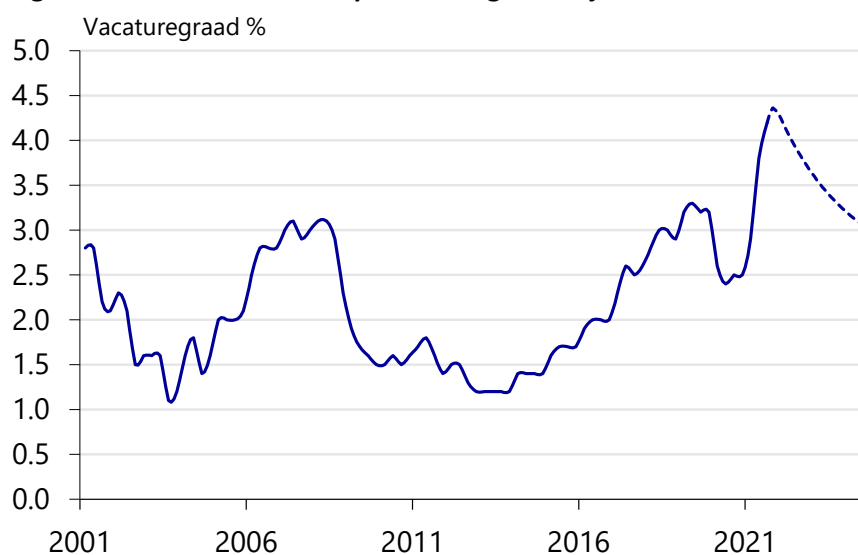
**Figuur A.1: Gas- en benzineprijs blijven waarschijnlijk hoog**



Bron: HWWI, RaboResearch

Voor de werkloosheid en ontwikkeling van het bruto binnenlands product (bbp) gebruiken we de laatste officiële ramingen van RaboResearch. Voor de vacaturegraad verwachten we dat de krapte op de arbeidsmarkt de komende periode nog hoog zal blijven, onder andere doordat de effecten van de vergrijzing zich in toenemende mate laten gelden (zie figuur A.2). Wel is de verwachting dat de druk op termijn afneemt, omdat bedrijven op zoek gaan naar meer structurele oplossingen: offshoring, stoppen van bepaalde activiteiten of inzetten op arbeidsbesparende technologieën. Op middellange tot lange termijn past de economie zich via de loonontwikkeling aan het arbeidsaanbod aan.

**Figuur A.2: Arbeidsmarktcrapte neemt geleidelijk af**



Bron: Eurostat, RaboResearch