



## De volatiliteit van de DAX en de EOE

**Auteur(s):**

Vlaar, P.J.G.

*De auteur is werkzaam bij de afdeling Wetenschappelijk Onderzoek en Econometrie van De Nederlandsche Bank***Verschenen in:**

ESB, 81e jaargang, nr. 4042, pagina 78, 24 januari 1996

**Rubriek:****Trefwoord(en):**

beleggen, financiële, markten

*Zijn de volatiliteit van de DAX en de EOE-index te voorspellen? Een analyse met behulp van een volatiliteitsindex.*

**Sinds december 1994 publiceert de Duitse beurs een volatiliteitsindex, de VDAX. Deze VDAX geeft de zg. impliciete volatiliteit van de DAX, de index op de belangrijkste dertig aandelen aan de Duitse beurs. De impliciete volatiliteit, die wordt berekend uit de prijzen van opties, kan worden gezien als een indicator van de marktverwachting van de toekomstige volatiliteit van de aandelenindex.**

In dit artikel is naar analogie van de VDAX een vergelijkbare indicator voor de Nederlandse aandelenmarkt afgeleid, die we hierna zullen aanduiden met VEOE. De eigenschappen van zowel de VDAX als de VEOE worden onderzocht door hun waarde af te zetten tegen achtereenvolgens de historische en de toekomstige volatiliteit. De eerste vergelijking verschaft inzicht in de bronnen die marktparticipanten op de optiebeurs gebruiken bij het inschatten van de toekomstige volatiliteit, terwijl de tweede informatie verschaft over de juistheid van hun inschatting en, daarmee samenhangend, over de efficiency van de optiebeurs. Dit inzicht kan, naast de handelaren op de optiebeurs, tevens de handelaren op de aandelenbeurs van dienst zijn, aangezien het vereiste rendement op aandelen mede afhankelijk zal zijn van het verwachte risico op de belegging. Met name indien de VDAX en de nieuw geconstrueerde VEOE informatie over de toekomstige volatiliteit bevatten die niet ook rechtstreeks uit de historische volatiliteit gehaald kan worden, zal de nieuwe index een nuttige rol kunnen vervullen.

### Berekening VDAX en VEOE

De VDAX en de VEOE worden afgeleid van optieprijzen. Een optie geeft het recht om een onderliggende waarde op een bepaald tijdstip voor een afgesproken prijs te kopen (call-optie) of te verkopen (put-optie). Bij een Europese optie kan dit recht alleen uitgeoefend worden op de vervaldatum van de optie, terwijl dit bij een Amerikaanse optie op ieder gewenst moment tot aan de vervaldatum mogelijk is. Het recht om van koop of verkoop af te zien zal met name nuttig zijn indien de onzekerheid omtrent het toekomstig prijsverloop groot is. In dat geval is de kans op een grote winst immers groter, terwijl het maximale verlies beperkt blijft tot de aanschafwaarde van de optie. De prijs van de optie zal dus hoger moeten zijn indien de verwachte onzekerheid groter is. Deze onzekerheid, gekwantificeerd als de verwachte standaarddeviatie, wordt de impliciete volatiliteit genoemd.

Voor Europese call- en put-opties op aandelen waar geen dividend over wordt betaald kan de impliciete volatiliteit bepaald worden met behulp van de Black-Scholes formule<sup>1</sup>. Deze formule berekent de waarde van de optie uit de huidige spotprijs van het aandeel, de verwachte toekomstige standaarddeviatie van het aandeel, de uitoefenprijs en resterende looptijd van de optie en de risicovrije nominale rentevoet. Met enige kleine aanpassingen kan de formule eveneens gebruikt worden voor de berekening van de optieprijs op andere onderliggende waarden, zoals aandelen met dividendbetalingen of wisselkoersen. Aangezien de veronderstelde volatiliteit de enige grootte in de formule is die niet rechtstreeks kan worden waargenomen, kan deze - onder de veronderstelling dat de marktparticipanten deze formule daadwerkelijk gebruiken ter bepaling van de optie-waarde - worden afgeleid uit de optieprijs. Deze veronderstelling is gemaakt ter berekening van de VDAX en VEOE.

De VDAX geeft de impliciete volatiliteit weer voor de komende 45 kalenderdagen. Aangezien optiecontracten slechts eenmaal per maand aflopen worden, indien geen optiecontracten met een resterende looptijd van exact 45 dagen voorhanden zijn, opties met twee verschillende looptijden gebruikt ter bepaling van de index. Alleen de opties waarvan de uitoefenprijs het dichtst ligt bij de huidige termijnkoers van de DAX met overeenkomstige looptijd (deze opties noemt men 'at-the-money') worden in de berekening betrokken. Deze opties zijn het meest gevoelig voor een verandering in de volatiliteit<sup>2</sup>. Ter bepaling van de index worden in totaal acht opties gebruikt (2 looptijden, 2 uitoefenprijzen en zowel een call- als een put-optie). De volatiliteitsindex wordt dagelijks gepubliceerd als een percentage per jaar.

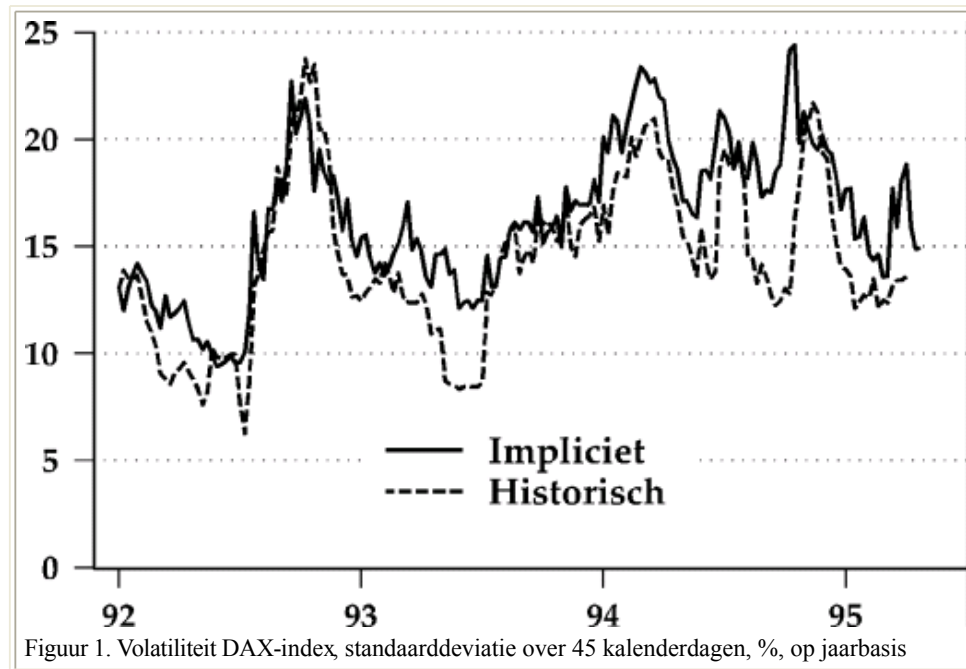
Ter bepaling van de volatiliteitsindex voor de Amsterdamse aandelenbeurs hebben we als onderliggende waarde de Amsterdam EOE-index genomen. Deze index wordt algemeen als de meest representatieve beschouwd. Bovendien is het handelsvolume in opties op de Amsterdam EOE vele malen groter dan dat op de andere aandelenindices die op de EOE-optiebeurs worden verhandeld. Wat betreft de berekeningswijze is alleen ten aanzien van de looptijd afgeweken van de bij de VDAX gevolgde methode. Om dag-van-de-week effecten te vermijden zijn we voor de VEOE uitgegaan van een tijdshorizon van 42 in plaats van 45 dagen. Met name in de weekenden zal de volatiliteit immers aanzienlijk lager zijn dan op handelsdagen. Alleen om deze reden is het waarschijnlijk dat een volatiliteitsindex over 45 dagen op maandagen en dinsdagen hoger zal zijn dan op donderdagen en vrijdagen.

## Nadere analyse van volatiliteitsindices

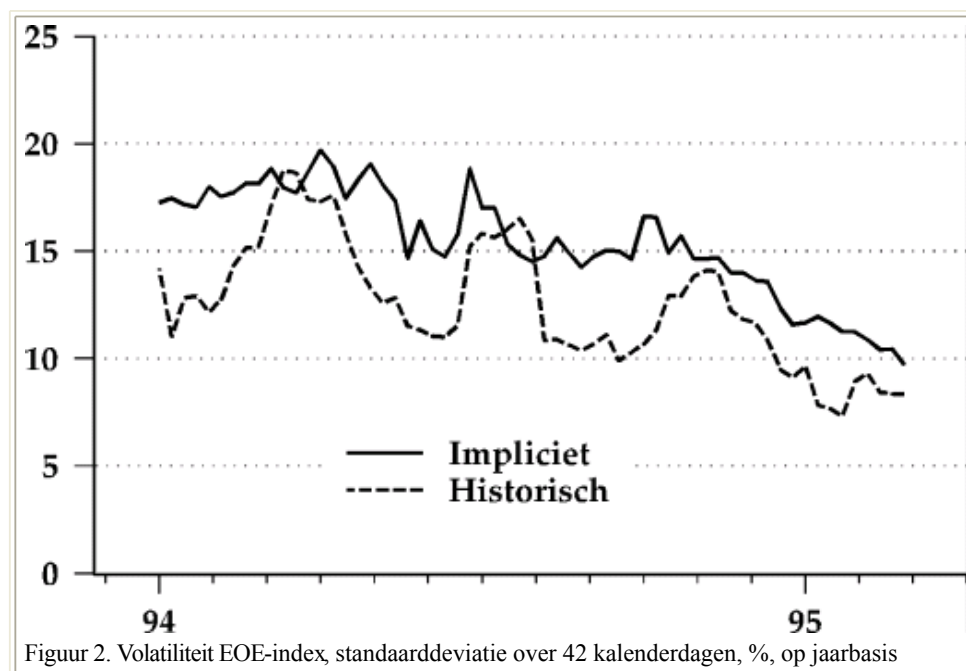
De analyse van de volatiliteit op de beurzen van Frankfurt en Amsterdam is uitgevoerd met wekelijkse waarnemingen (vrijdagen). De steekproefperiode van de VDAX loopt van januari 1992 tot en met maart 1995 en die van de VEOE van januari 1994 tot en met februari 1995. De wekelijkse frequentie is verkozen boven de dagelijkse omdat de efficiencywinst van dagcijfers vanwege overlappende data betrekkelijk gering is, en niet opweegt tegen de extra berekeningslast.

### Beloop

In [figuur 1](#) en [figuur 2](#) wordt de door respectievelijk de VDAX en de VEOE weerspiegelde impliciete volatiliteit vergeleken met de overeenkomstige historische volatiliteit. De historische volatiliteit is hierbij berekend als de standaarddeviatie over procentuele dagmutaties van resp. de DAX en de Amsterdam EOE-index over eveneens 45 resp. 42 dagen. De volatiliteit blijkt aan aanzienlijke schommelingen onderhevig te zijn. Dit geldt echter in mindere mate voor de impliciete volatiliteit dan voor de historische volatiliteit (zie ook [tabel 1](#)).



Figuur 1. Volatiliteit DAX-index, standaarddeviatie over 45 kalenderdagen, %, op jaarbasis



Figuur 2. Volatiliteit EOE-index, standaarddeviatie over 42 kalenderdagen, %, op jaarbasis

**Tabel 1. Historische en impliciete volatiliteit**

	DAX (01/92-03/95)		DAX (01/94-02/95)		EOE (01/94-02/95)	
	historisch	impliciet	historisch	impliciet	historisch	impliciet
Gemiddelde	14,40	16,35	16,40	19,22	12,95	15,94
Std. dev.	3,78	3,47	2,98	2,44	2,69	2,09
Correlatie		0,82		0,66		0,69

Plotselinge veranderingen in de historische volatiliteit blijken slechts voor een gedeelte te worden gevolgd door de impliciete volatiliteit. De optiemarkt regeert dus niet alleen naar de waan van de dag, maar houdt rekening met de een langere-termijn evenwichtsniveau van de volatiliteit. Daarnaast valt op dat de impliciete volatiliteit vrijwel altijd hoger is dan de historische. Een mogelijke reden voor deze systematisch hoge impliciete volatiliteit zou kunnen liggen in de transactiekosten, waarvan bij de berekening van de impliciete volatiliteit wordt aangenomen dat ze onbelangrijk zijn. Deze transactiekosten, alsmede andere kosten voor de schrijver van de optie, kunnen de veronderstelling van de afwezigheid van arbitrage-winsten, die ten grondslag ligt aan de Black-Scholes formule, verstoren <sup>3</sup>. De gemiddeld hogere impliciete volatiliteit is in deze zienswijze een premie voor deze marktperfectionen. Indien marktperfectionen inderdaad van belang zijn zou hiermee rekening gehouden moeten worden bij de interpretatie van de impliciete volatiliteit als de marktverwachting van toekomstige volatiliteit. Tenslotte valt bij de onderlinge vergelijking van de volatiliteiten van de DAX en de EOE op dat zowel de impliciete als de historische volatiliteit op de Duitse beurs in Frankfurt aanzienlijk hoger is dan op de Amsterdamse beurs. Dit weerspiegelt mogelijk een groter percentage conjunctuurgevoelige fondsen aan de Duitse beurs dan aan de Nederlandse.

In [tabel 1](#) zijn enige kerngegevens betreffende de volatiliteit gekwantificeerd. Om een vergelijking van de DAX met de EOE mogelijk te maken zijn de gegevens voor de DAX zowel voor de gehele steekproefperiode als voor de periode overeenkomstig de EOE-steekproef beschreven. De gemiddelde impliciete volatiliteit blijkt voor de onderzochte steekproeven 13% tot 23% hoger te liggen dan de gemiddelde historische. De standaarddeviatie, die geïnterpreteerd kan worden als de mate van fluctuatie in de volatiliteit, is daarentegen 8% tot 22% lager voor de impliciete volatiliteit. Een mogelijke verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat marktparticipanten veranderingen in de huidige volatiliteit niet volledig meenemen bij hun voorspelling van de toekomstige volatiliteit. Voor de DAX is de correlatie tussen de historische en de impliciete volatiliteit recentelijk aanzienlijk afgenomen tot 0,66 hetgeen vrijwel gelijk is aan de waarde van 0,69 die voor de EOE wordt gevonden over de overeenkomstige periode. Het gemiddelde niveau en de standaarddeviatie over de volatiliteitscijfers zijn fors hoger voor de DAX dan voor de EOE.

### Verklaring impliciete volatiliteit

Uitgaande van adaptieve verwachtingsvorming zou men verwachten dat de impliciete volatiliteit kan worden verklaard uit de historische volatiliteit. Om dit te verifiëren zijn vergelijkingen geschat waarin de impliciete volatiliteit voor de komende zes weken wordt verklaard uit de standaarddeviatie van de koersontwikkeling over respectievelijk de afgelopen zes weken, de zes weken daarvoor, tot aan een periode tot 36 weken terug. Zowel voor de Duitse als de Nederlandse beurs blijkt de impliciete volatiliteit, althans voor de beschouwde periode, in belangrijke mate te volgen uit de historische volatiliteit, waarbij recente perioden een aanzienlijk groter gewicht hebben dan eerdere <sup>4</sup>. Deze uitkomst lijkt rationeel gezien het feit dat de volatiliteit op wat langere termijn steeds naar een evenwicht tendert, waardoor plotselinge volatiliteitsveranderingen slechts een tijdelijk karakter hebben. Deze bevinding is echter niet noodzakelijkerwijs universeel. Zo is voor de Verenigde Staten gevonden dat recente volatiliteit slechts in geringe mate bijdraagt aan de impliciete volatiliteit <sup>5</sup>. De coëfficiënten van de standaarddeviaties in de vergelijkingen tellen voor de VDAX en de VEOE respectievelijk op tot 1,14 en 1,20. De constante term heeft geen significante invloed voor beide impliciete volatiliteiten. Dit duidt op een proportionele toename van de risicopremie met de volatiliteit. Dit kan verklaard worden uit het feit dat de schrijver van een optie actiever moet handelen om zijn risico's af te dekken in geval van hogere volatiliteit, hetgeen leidt tot hogere transactiekosten.

### Voorspelling van toekomstige volatiliteit

Een tweede vraag is in hoeverre de impliciete volatiliteit een goede voorspeller is van de toekomstige volatiliteit. In de literatuur gaat men er over het algemeen vanuit dat de impliciete volatiliteit een betere voorspelling van de toekomstige volatiliteit zou moeten opleveren dan de historische. Het betreft hier immers de voorspelling van de markt, en volgens de aanhangers van de rationele-verwachtingentheorie zou alle relevante informatie, dus inclusief de historische, hierin verwerkt moeten zijn. De empirische resultaten in de literatuur zijn echter niet eenduidig <sup>6</sup>.

In de onderhavige steekproeven voor de DAX en de Amsterdam EOE-index blijkt de variantie van de voorspelfout op basis van de impliciete volatiliteit aanzienlijk lager te zijn dan die op basis van de historische ([tabel 2](#)). Aangezien de gemiddelde voorspelfout op basis van de impliciete volatiliteit echter aanzienlijk groter is dan die op basis van de historische volatiliteit, is de gemiddelde kwadratische voorspelfout gebaseerd op historische volatiliteit niet altijd groter dan die gebaseerd op de impliciete volatiliteit.

**Tabel 2. Voorspelfouten van volatiliteit**

	DAX (01/92-02/95)			DAX (01/94-01/95)			EOE (01/94-01/95)		
	gemid- delde	vari- antie	kw.ft	gemid- delde	vari- antie	kw.ft	gem. delde	vari- antie	kw.ft
<b>Historische volatiliteit</b>									
laatste 6 weken	-0,19	17,1	17,2	0,29	21,6	21,7	0,46	13,4	13,6
laatste 18 weken	-0,34	18,1	18,2	0,24	11,5	11,6	0,87	6,9	7,6
laatste 36 weken	-0,25	22,3	22,4	0,00	12,6	12,6	0,92	9,9	10,8
gewogen gemidd.	-0,52	14,3	14,6	-0,33	14,5	14,6	0,40	7,8	8,0
<b>Impliciete volatiliteit</b>									
ongecorrigeerd	1,68	13,6	16,4	3,21	10,8	21,1	3,44	6,5	18,4
multipl. premie	-0,38	13,4	13,5	0,29	10,3	10,4	0,45	6,4	6,6

Toelichting: Het gewogen gemiddelde van historische volatiliteiten is gebaseerd op de geschatte vergelijking voor de impliciete volatiliteit. Deze schatting is vervolgens gecorrigeerd voor een multiplicatieve risicopremie ter grootte van de verhouding tussen de gemiddelde impliciete en historische volatiliteit ([tabel 1](#)). Deze multiplicatieve premie is ook bij de impliciete volatiliteit toegepast.

Het feit dat de impliciete volatiliteit de toekomstige volatiliteit overschat is echter geen verrassing, gezien het feit dat de impliciete volatiliteit ook vrijwel altijd hoger is dan de historische volatiliteit. Indien dit het gevolg zou zijn van bijvoorbeeld de transactiekosten die

de schrijver van de optie moet maken om zijn posities continu af te dekken, kan de impliciete volatiliteit niet meer gezien worden als de marktverwachting van de toekomstige volatiliteit. Vandaar dat we vervolgens de voorspelfout hebben berekend, waarbij rekening wordt gehouden met een multiplicatieve premie voor de transactiekosten. De hoogte van de premie is afgeleid uit de gemiddelde hoogte van de impliciete volatiliteit ten opzichte van de historische volatiliteit (zie [tabel 1](#)). De aldus berekende gemiddelde kwadratische fout is in alle drie de steekproeven beduidend lager dan die op basis van historische volatiliteit.

Om de oorzaak van de betere voorspelling van impliciete volatiliteit te onderzoeken is ook de voorspelfout van een gewogen gemiddelde van historische volatiliteiten opgenomen. Hierbij zijn de gewichten gebaseerd op de geschatte vergelijkingen voor de impliciete volatiliteit. Tevens is bij de voorspelling weer rekening gehouden met een multiplicatieve premie. De verkregen gemiddelde kwadratische fout ligt in tussen die van de impliciete volatiliteit en die van de standaarddeviatie over de afgelopen zes weken. De oorzaak van de betere voorspelling van de impliciete volatiliteit ten opzichte van de recente historische volatiliteit ligt dus zowel aan het incorporeren van de verder in het verleden liggende volatiliteit als aan additionele informatie die niet aan de historische volatiliteit is gerelateerd.

## Conclusies

In dit onderzoek is, naar aanleiding van de recente introductie van een volatiliteitsindex door de Duitse beurs (de VDAX), een analoge index voor de Nederlandse aandelenmarkt geïntroduceerd (de VEOE). De indices geven een gewogen gemiddelde van impliciete volatiliteiten weer, die berekend worden uit de prijzen van opties. Zowel de VDAX als de VEOE blijkt gedeeltelijk verklaard te kunnen worden uit de volatiliteit uit het verleden, waarbij perioden verder in het verleden minder invloed hebben dan recente perioden. Wel blijkt de impliciete volatiliteit 13% tot 23% hoger te zijn dan de historische volatiliteit. Dit zou een gevolg kunnen zijn van kosten voor de schrijver van een optie die niet in de Black-Scholes formule naar voren komen, zoals transactiekosten. Indien rekening wordt gehouden met deze extra kosten blijkt op basis van beide indices de toekomstige volatiliteit aanzienlijk beter te kunnen worden voorspeld dan op basis van de volatiliteit over het recente verleden. Dit is zowel een gevolg van het incorporeren van volatiliteit uit het verdere verleden, als van informatie die niet uit de historische volatiliteit gehaald kan worden. De VDAX en de nieuw geconstrueerde VEOE kunnen aldus zowel handelaren op de aandelen- als op de optiebeurs van groot nut zijn bij het inschatten van de toekomstige volatiliteit

---

1 F. Black en M. Scholes, The pricing of options and corporate liabilities, *Journal of Political Economy*, 1973, blz. 637-659.

2 Zie S. Beckers, Standard deviations in option prices as predictors of future stock price variability, *Journal of Banking and Finance*, 1981, blz. 363-382.

3 S. Figlewski, Option arbitrage in imperfect markets, *Journal of Finance*, 1989, blz. 1289-1311.

4 Nadere bijzonderheden kunnen worden gevonden in: P.J.G. Vaar, De relatie tussen impliciete en feitelijke volatiliteit, DNB, *Onderzoeksrapport WO & E*, nr. 428.

5 L. Canina en S. Figlewski, The information content of implied volatility, *Review of Financial Studies*, nr. 6, blz. 659-681.

6 Voor positieve resultaten van implied volatility, zie Black en Scholes, The valuation of option contracts and a test of market efficiency, *Journal of Finance*, 1972, blz. 399-417; Latane en Renleman, Standard deviations of stock prices, *Journal of Finance*, 1976, blz. 369-381; Schmalensee en Trippi, Common stock volatility expectations implied by option premia, *Journal of Finance*, 1978, blz. 129-147. Canina en Figlewski, 1993, op.cit, vinden daarentegen vrijwel geen correlatie tussen impliciete en toekomstige volatiliteit.