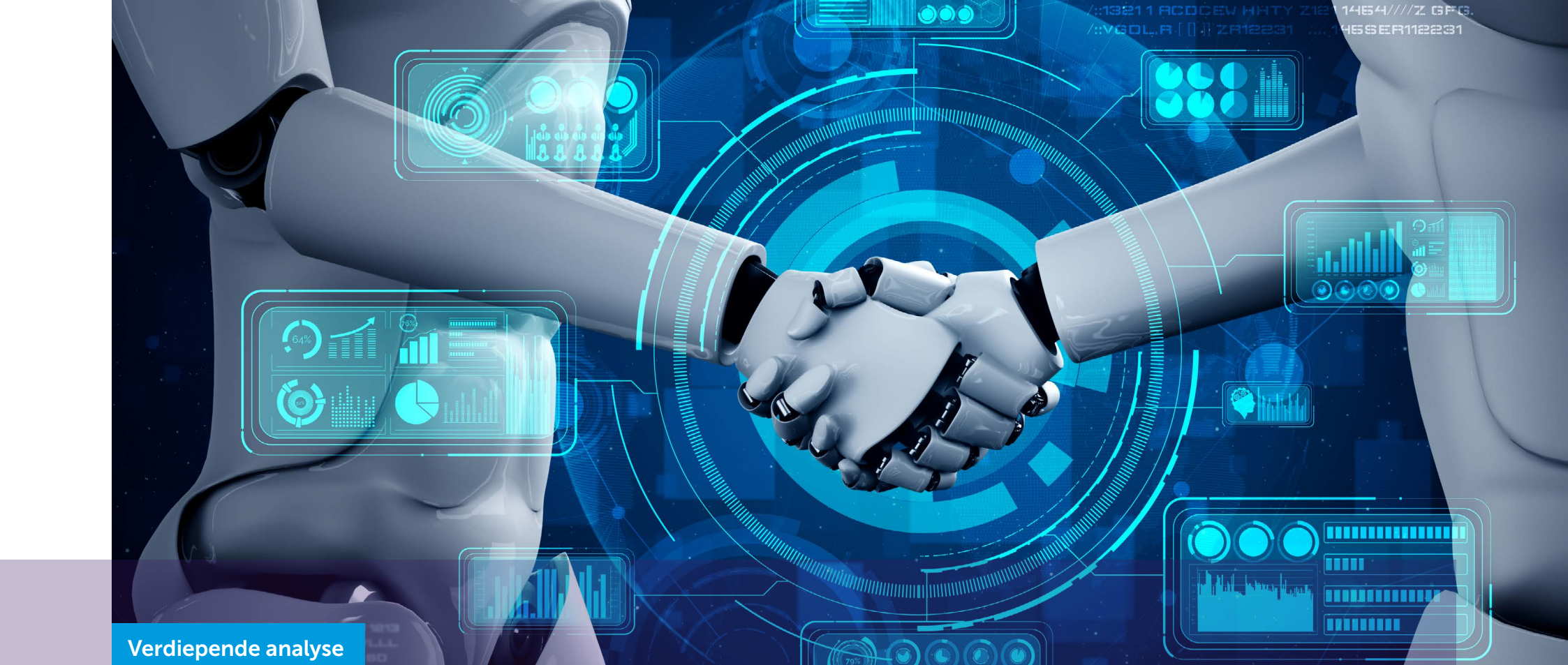




Verdiepende analyse

Algoritmische collusie op kapitaalmarkten

Het marktbelang centraal



Lees verder



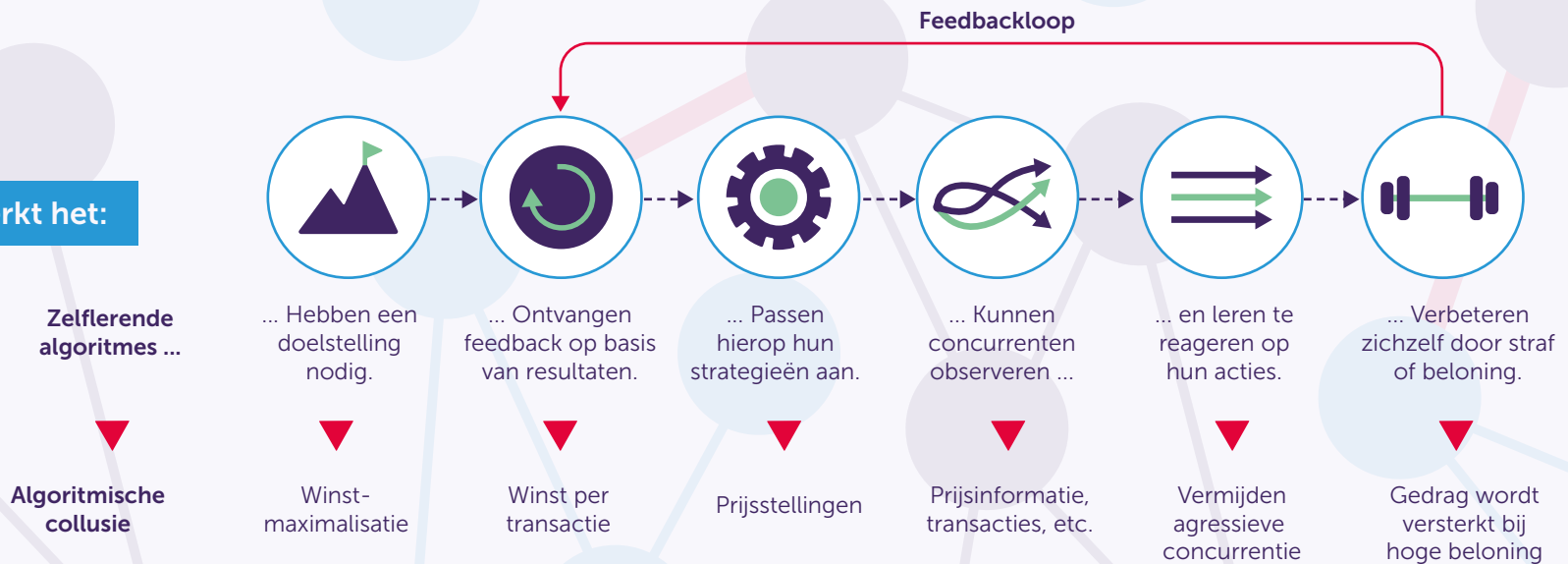
Visuele samenvatting Algoritmische collusie op kapitaalmarkten

Algoritmische collusie: wat is het en hoe werkt het?

Dit is het ...

Sommige algoritmes zijn **zelflerend**: ze kunnen leren van hun eigen gedragingen, om op die manier steeds tot de beste actie in een bepaalde situatie te komen. Hierdoor worden ze steeds beter. Als deze algoritmes met elkaar **samenwerken**, kunnen ze **samen tot de meest voordelige actie** komen: bijvoorbeeld een zo hoog mogelijke gezamenlijke winst. Dan is er sprake van **algoritmische collusie**: stilzwijgende samenzwering door algoritmes. Deze vorm van marktmanipulatie is potentieel **schadelijk**.

... en zo werkt het:





Inhoud

Inleiding	4
01 Moderne kapitaalmarkten	5
02 Het toetsen van goede marktwerking	9
03 Case: algoritmische collusie	11





Inleiding



Kapitaalmarkten ondersteunen de reële economie en zijn continu aan verandering onderhevig. Kapitaalmarkten ondersteunen de economie wanneer zij efficiënt, robuust en veerkrachtig zijn. Door bijvoorbeeld marktmanipulatie kunnen kapitaalmarkten echter falen. Het publieke belang komt dan onder druk te staan. Wet- en regelgeving is erop gericht om dit soort risico's te adresseren en om eerlijke, ordelijke en transparante handel te bevorderen. De AFM houdt toezicht op deze wet- en regelgeving. We kijken daarbij of naleving door marktpartijen ook daadwerkelijk leidt tot het hogere doel van efficiënte, robuuste en veerkrachtige markten. Dit is geen statische analyse. Kapitaalmarkten zijn namelijk voortdurend aan verandering onderhevig. We vragen ons daarom telkens weer af of het publieke belang van goedwerkende markten, ofwel het marktbelang, gediend wordt. En of marktpartijen hun verantwoordelijkheid nemen, de wetgeving nog adequaat is en of onze wijze van toezicht aanpassing behoeft. Met name digitalisering zorgt voor snelle veranderingen, andere marktuitskomsten en nieuwe risico's.

Vergaande digitalisering maakt kapitaalmarkten laagdrempeliger dan ooit, maar zorgt ook voor nieuwe uitdagingen voor marktpartijen en toezichthouders.

Een belangrijke trend is de toename van het gebruik van kunstmatige intelligentie (AI) in handelsalgoritmes.¹ Recent technische ontwikkelingen op het gebied van AI maken het mogelijk om deze algoritmes steeds slimmer en zelfs zelflerend te maken. Menselijke interventies verdwijnen daarbij steeds meer naar de achtergrond. Uit academisch onderzoek weten we dat zelflerende algoritmes van verschillende partijen een zekere interactie met elkaar kunnen aangaan, die kenmerken vertoont van stilzwijgende collusie, ofwel stilzwijgende samenzwering. Dit risico geldt ook voor kapitaalmarkten. De interactie van deze complexe handelsalgoritmes kan ook daar voor niet-competitieve uitkomsten zorgen en leiden tot te hoge kosten voor eindgebruikers van kapitaalmarkten.

In deze analyse bespreken we hoe nieuwe risico's, zoals algoritmische collusie, benaderd kunnen worden. In hoofdstuk 1 plaatsen we kapitaalmarkten in de bredere context van een vrijemarkteconomie en gaan we in vogelvlucht door de moderne kapitaalmarktwerking heen. We bespreken hierbij onder andere de ontwikkelingen op het gebied van algoritmes. In hoofdstuk 2 zetten we uiteen wat we verstaan onder goede marktwerking aan de hand van het concept marktbelang centraal. In hoofdstuk 3 beschouwen we tenslotte algoritmische collusie in meer detail. Dit leidt tot de conclusie dat we in de eerste plaats van marktpartijen verwachten dat ze oog hebben voor het risico van algoritmische collusie wanneer ze geavanceerde handelsalgoritmes gebruiken en ernaar handelen om dit risico uit te sluiten. Nadere samenwerking tussen nationale en internationale mededingingstoezichthouders, toezichthouders op de kapitaalmarkten en (mogelijk) toezichthouders op AI-gebruik is eveneens raadzaam. Afhankelijk van de ontwikkelingen en gedragingen in de markt moet te zijner tijd worden bezien of ook wet- en regelgeving op dit terrein aanscherping behoeft.

¹ ['Machine Learning in Algorithmic Trading'](#), AFM, maart 2023



01 Moderne kapitaalmarkten



Het publieke belang van kapitaalmarkten is het faciliteren van het prijsvormingsproces van financiële producten en het mogelijk maken van risico- en kapitaalallocatie. Belangrijke kenmerken van onze economie zijn de ondernemingsgewijze productie en de rol van concurrentie. Ondernemingsgewijze productie houdt in dat er vrijheid is om zelf te bepalen wat, hoe en hoeveel er voor de markt geproduceerd wordt. Het gevolg is dat ondernemers moeten anticiperen op toekomstige vraag, hetgeen risicovol is. Door concurrentie en innovatie ontstaat een selectieproces waarbij de minst efficiënte producenten het moeten afleggen tegen de meest efficiënte producenten. Dit brengt de kosten omlaag en verhoogt de efficiëntie. Dit komt de maatschappelijke welvaart uiteindelijk ten goede. De prijs – een louter kwantitatieve norm – is hierbij leidend. Kapitaalmarkten zijn bij uitstek geschikt om grote hoeveelheden informatie te verwerken tot een prijs en zo het prijsvormingsproces te faciliteren. Op kapitaalmarkten komen vraag en aanbod van kapitaal samen, wat leidt tot een afweging van risico en rendement. Dit resulteert in een prijs, die het voor zowel vragers als aanbieders mogelijk maakt beslissingen voor de toekomst te maken, wat tot optimale kapitaalallocatie leidt. Via de kapitaalmarkten kunnen ook risico's worden afgedekt, bijvoorbeeld ten aanzien van fluctuaties in rente, wisselkoersen of toekomstige prijzen van grondstoffen.

Maatschappelijke ontwikkelingen hebben hun directe weerslag op de kapitaalmarkten, waardoor het belang van goede marktwerking enkel toeneemt. Denk aan thema's als de financiering van innovatieve bedrijven en het verduurzamen van de economie. Dit groeiende belang komt daarom mede terug in de plannen van de Europese Unie op het gebied van de Capital Markets Union (CMU). De CMU heeft als doel de Europese kapitaalmarkten te verstevigen, de Europese economie veerkrachtiger te maken en de financiering van de Europese Green Deal en Digital Agenda te ondersteunen.² Het idee is dat omvangrijke en vitale kapitaalmarkten

het makkelijker maken voor bedrijven om kapitaal op te halen ten behoeve van investeringen in innovatie en verduurzaming. Ten opzichte van andere landen binnen de Europese Unie kent Nederland overigens relatief omvangrijke kapitaalmarkten, mede door de pensioenfondsen en een grote financiële sector.

1.1 Complexere marktstructuren in tijden van digitalisering

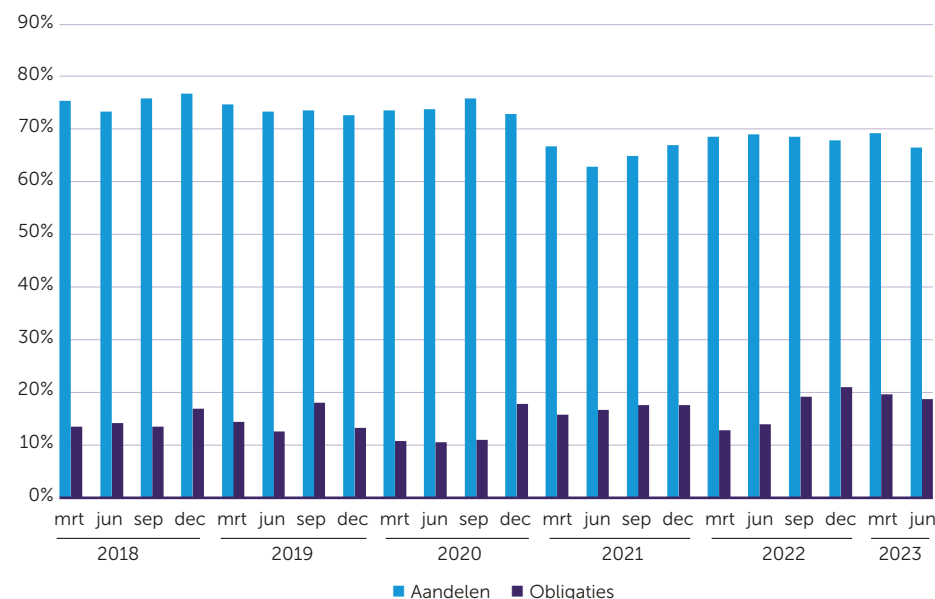
Kapitaalmarkten zijn gebouwd op een complexe, hoogtechnologische, infrastructuur en de handel is in toenemende mate gebaseerd op algoritmes. De meeste handel vindt plaats op elektronische handelsplatformen waar potentiële kopers en verkopers door het matchen van bied- en laatprijzen elkaar vinden. In een orderboek publiceren deze kopers en verkopers bied- en laatprijzen en op basis van vooraf bepaalde logica, ofwel een 'matching algoritme', komen prijzen tot stand.³ Waar historisch gezien de handel plaatsvond tussen handelaren op fysieke beursvloeren – zoals in Amsterdam op Beursplein 5 – is tegenwoordig het overgrote deel van de handel op enige wijze geautomatiseerd. Deze automatisering gaat van enkel de communicatie tussen handelaren en het handelsplatform (elektronische handel) tot het volledig autonoom initiëren en uitvoeren van koop- en verkoopbeslissingen (algoritmische handel). Afhankelijk van de markt is vrijwel alle handel elektronisch en tot wel 80% van de handel algoritmisch (zie Figuur 1). Een groot deel van de liquiditeit op kapitaalmarkten wordt bepaald door deze algoritmische handel. Liquiditeit is een cruciaal begrip op kapitaalmarkten (zie Tekstbox 1).

² ['What is the capital markets union?'](#), Europese Commissie.

³ ['About Matching Engines'](#), Nasdaq.



Figuur 1. Een groot deel van de handel op Nederlandse handelsplatformen is algoritmisch.



Bron: AFM

Op veel handelsplatformen zijn aangewezen market makers actief die een grote rol vervullen in de goede werking van kapitaalmarkten. Market makers zijn gespecialiseerde handelaren die met behulp van complexe technologie een cruciale rol spelen op kapitaalmarkten wereldwijd.⁴ Door te zorgen dat er altijd bied- en laatprijzen beschikbaar zijn waartegen andere gebruikers, zoals pensioenfondsen of andere beleggers, kunnen handelen, verschaffen market makers liquiditeit. Afhankelijk van marktomstandigheden bepalen ze mede hoe hoog de handelskosten⁵ zijn. Naast technologie en menselijk kapitaal wordt het functioneren van market makers in hoge mate beïnvloed door wet- en regelgeving. Een voorbeeld hiervan betreft regels rondom de relatie tussen market makers en handelsplatformen. Om stabiele

⁴ De HER-populatie in Amsterdam, die onder toezicht staat van de AFM, is de grootste binnen de Europese Unie en komt voort uit de Amsterdamse optiehandel.

⁵ Onder handelskosten vallen bijvoorbeeld de spread (verschil tussen bied- en laatprijzen) en eventuele transactie fees.

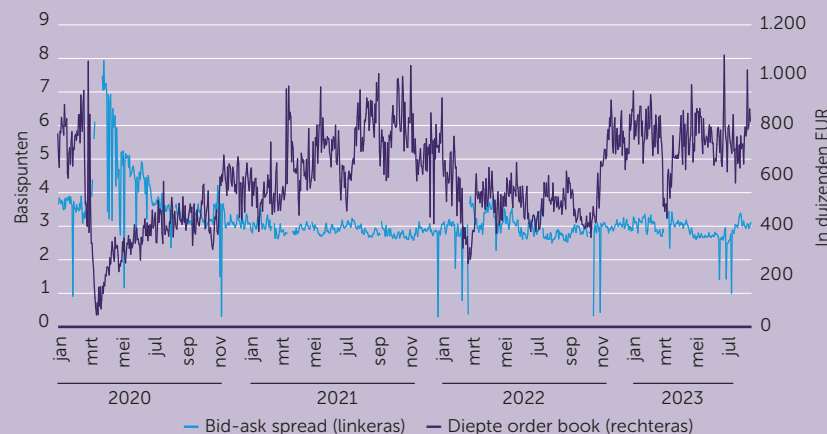
liquiditeit te garanderen worden er eisen gesteld aan de afspraken tussen market makers en handelsplatformen, bijvoorbeeld de verplichting om minimaal de helft van de tijd prijzen aan te bieden. Dit is vastgelegd in technische standaarden binnen de Markets in Financial Instruments Directive (MiFID II/RTS 8). Een ander voorbeeld zijn kapitaalvereisten. Deze gelden als buffer en zijn belangrijk voor de stabiliteit van kapitaalmarkten, bijvoorbeeld in tijden van verhoogde volatiliteit. Ze zijn onder andere vastgelegd in de Investment Firm Directive (IFD) en de Investment Firm Regulation (IFR).⁶

Tekstbox 1 Liquiditeit op kapitaalmarkten

De primaire functie van kapitaalmarkten, efficiënte prijsvinding, is gestoeld op voldoende liquiditeit. Liquiditeit is de mate waarin kopers en verkopers posities kunnen innemen of sluiten zonder de marktprijs (te veel) te veranderen. Hoe hoger de liquiditeit, hoe makkelijker (grote) transacties kunnen plaatsvinden tegen geldende marktprijzen. Het samenspel van diverse marktpartijen, zowel liquiditeitsverschaffers als liquiditeitsnemers, met uiteenlopende strategieën en risicotolerantie, zorgt voor een liquide markt. Liquiditeit is meer dan alleen een gemiddeld hoog transactievolume of gemiddeld lage spread (het verschil tussen de hoogste biedprijs en laagste laatprijs). Belangrijker is dat onder alle omstandigheden, ook de meest volatiele, kopers en verkopers kunnen handelen tegen de dan geldende marktprijs. In de praktijk spelen specifieke omstandigheden een belangrijke rol, waardoor markten die in normale omstandigheden liquide zijn, in tijden van stress toch heel anders kunnen reageren. Toen in maart 2020 de ernst van de coronacrisis duidelijk werd viel een belangrijk deel van het orderboek weg (zie Figuur 2). Liquiditeitsverschaffers die actief blijven in deze omstandigheden kunnen profiteren van toegenomen spreads.

⁶ 'Introduction of IFR/IFD', DNB.

Figuur 2. Toegenomen spreads en afgenomen diepte van het order boek. Gemiddelden over een subset van AEX-aandelen.



Bron: AFM

Ruime liquiditeit en het altijd beschikbaar zijn van handelsplatformen zijn belangrijke maar niet voldoende voorwaarden voor goede marktwerving.

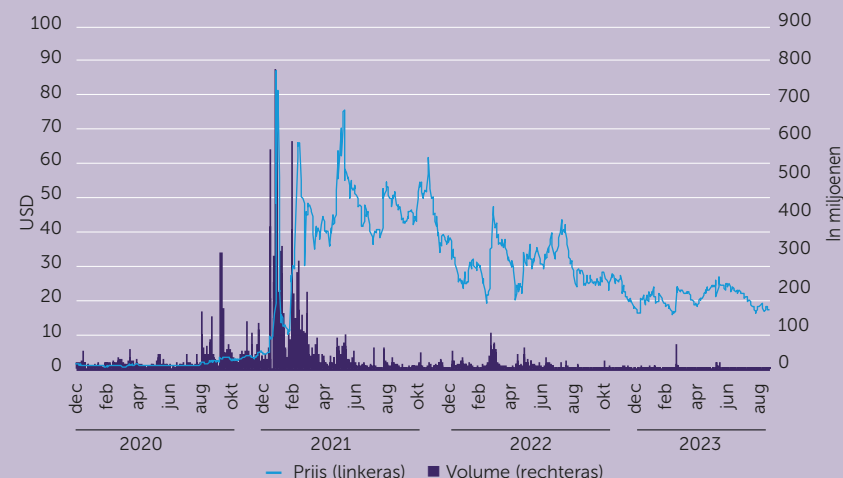
Statistieken over de liquiditeit zoals handelsvolumes, spreads en aantal actieve spelers zijn eenvoudig meetbaar, net als de *downtime* van handelsplatformen (de tijd dat de handel ongewild en onverwacht stilligt). Het zijn uiteraard belangrijke eigenschappen die aangeven of de primaire marktfunctie (het faciliteren van de handel) op orde is, maar uiteindelijk is er meer nodig voor gewenste marktuitskomsten. Denk bijvoorbeeld aan de casus Gamestop⁷ waar de handel in aandelen sterk werd beïnvloed door activiteit op sociale media. Handelsvolumes bereikten begin 2021 recordhoogtes (zie Figuur 3). Toch waren vriend en vijand het eens dat de uitkomsten, inclusief het stilleggen van de handel voor consumenten⁸, niet direct te scharen waren onder wat je verwacht bij een goed functionerende markt die tot correcte prijsvinding leidt.

⁷ 'AFM Market Watch 3 Investing and social media in light of GameStop', AFM, juni 2021

⁸ 'Geen onwettigheden, wel meer transparantie gewenst bij handelsbeperkende maatregelen beleggingsondernemingen', AFM, maart 2021.

Deze casus toont hoe het gebruik van social media invloed heeft op marktwerving. De AFM is alert op dit soort nieuwe ontwikkelingen en beoordeelt de gedragingen van alle betrokken marktpartijen zorgvuldig.

Figuur 3. Gamestop (NYSE) prijs en handelsvolumes op recordhoogtes.



Bron: Bloomberg

Niet alleen market makers maar het grootste deel van alle marktparticipanten gebruikt handelsalgoritmes.

Van eenvoudige stukjes software die relatief eenvoudige, handmatige processen automatiseren tot complexe op *machine learning* gebaseerde modellen die grote hoeveelheden marktdata verwerken en met hoge snelheid, volledige autonoom, koop en verkooporders uitvoeren. Er wordt onderscheid gemaakt tussen *executiealgoritmes* en *handelsalgoritmes*. Executiealgoritmes voeren enkel orders uit op basis van een algoritme en de beslissing om te handelen ligt elders. Wanneer ook de handelsbeslissing onderdeel is van het algoritme, noemen we het algoritme een handelsalgoritme. Een ander onderscheid wordt gemaakt op basis van de snelheid waarmee algoritmes werken, waarbij zeer snelle handelsalgoritmes (High Frequency Trading, HFT) van toepassing zijn.



Deze HFT-algoritmes werken op de schaal van nanoseconden (miljardste van een seconde). Voor de verschillende typen van algoritmische handelen wordt ook in wet- en regelgeving onderscheid gemaakt, al zijn de implicaties beperkt. Zodra handelaren gebruik maken van algoritmes die zelf de kenmerken van een order bepalen,⁹ zijn zij verplicht om zich aan bepaalde wetten en regels te houden. Bijvoorbeeld voor het testen van algoritmes of voor het acuut stopzetten in het geval van een onverwachte gebeurtenis door middel van een zogenaamde *kill switch*.

1.2 Algoritmisering beïnvloedt de ordelijke werking van kapitaalmarkten
Digitalisering en internationalisering leiden tot nieuwe risico's voor de ordelijke werking van kapitaalmarkten. Door algoritmisering neemt de rol van technologie toe en wordt de handel steeds complexer. Marktpartijen zeggen algoritmes te gebruiken om efficiënter liquiditeit te verschaffen en zo kapitaalmarkten efficiënter te maken. Maar dat is lastig te beoordelen. De liquiditeit op Europese kapitaalmarkten lijkt eerder onder druk te staan. Ten opzichte van Azië en de Verenigde Staten worden de Europese kapitaalmarkten steeds kleiner, nemen spreads nauwelijks meer af en blijven handelsvolumes achter.¹⁰ Daarnaast resulteren de razendsnelle ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie (AI) in een toename van mogelijk autonome 'blackbox' handelsalgoritmes die de ordelijke werking van kapitaalmarkten onder druk zetten. Neem bijvoorbeeld de 2022 flash crash in Europese aandelen waar de gevolgen van een *fat finger* error vergroot werden door algoritmes.^{11,12} In het kielzog van internationalisering en fragmentatie van kapitaalmarkten volgen bovendien nieuwe vormen van marktmisbruik die lastig te detecteren en aan te pakken zijn.

De meeste geavanceerde algoritmische handelaren gebruiken op grote schaal machine learning technieken. In een recent onderzoek hebben we de inzet van machine learning in algoritmische handel onderzocht.¹³ Hieruit bleek dat machine learning op grote schaal in handelsalgoritmes van handelaren wordt gebruikt. De onderzochte handelaren, die een Nederlandse HER¹⁴-vergunning hebben, gebruiken machine learning bij 80% tot 100% van de algoritmische handel in aandelen en derivaten, meestal bij het voorspellen van de marktprijs. Tot wel 1000 verschillende datapunten worden gebruikt om te komen tot een goede voorspelling, bijvoorbeeld van de prijs over een seconde in de toekomst. Uit het onderzoek blijkt ook dat terminologie ertoe doet. Wanneer rechtstreeks naar gevraagd noemen marktpartijen machine learning niet expliciet als onderdeel van hun handelsalgoritmes, terwijl machine learning wél wordt genoemd als belangrijke input voor de handelsalgoritmes. Om verwarring te voorkomen, gebruikt de AFM de term 'op machine learning gebaseerd handelsalgoritme' om te verwijzen naar handelsalgoritmes die gebruik maken van (de output van) machine learning modellen. Een op machine learning gebaseerd handelsalgoritme kan machine learning impliciet of expliciet gebruiken.

9 Zoals de prijs, de grootte en hoe een order uitgevoerd moet worden.

10 'Equity-Market Liquidity Is Leaving Europe', AFME, juni 2023.

11 'AFM Market Watch 8 Algorithmic trading', AFM, maart 2023.

12 Of de 2010 flash crash waar de inzet van algoritmes mede hebben geleid tot chaos op de Amerikaanse aandelenmarkt. Zie 'Findings Regarding the Market Events of May 6, 2010', SEC, september 2010.

13 'Machine Learning in Algorithmic Trading', AFM, March 2023.

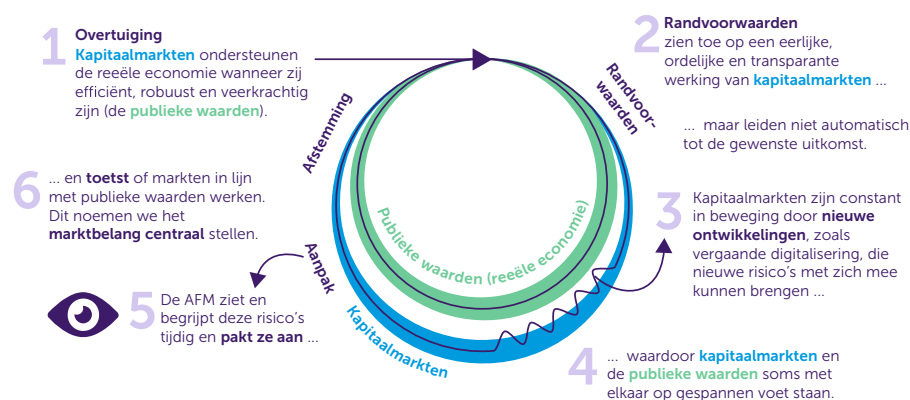
14 Handelaren voor Eigen Rekening



02 Het toetsen van goede marktwerking

Wet- en regelgeving die toeziet op eerlijke, ordelijke en transparante handel is een uitwerking van het streven naar goed werkende markten. Kapitaalmarkten maken deel uit van de vrijmarkteconomie, maar behoren vanwege hun grote impact op de economie tot de meest gereguleerde markten. Kapitaalmarkten in Europa zijn onderhevig aan uitgebreide wet- en regelgeving, zoals de Markets in Financial Instruments Directive (MiFID II) en de Market Abuse Regulation (MAR). In Nederland is deze regelgeving uitgewerkt in de Wet op het financieel toezicht (Wft). Veel van deze wet- en regelgeving heeft als doel om markten zo efficiënt (1), robuust (2) en veerkrachtig (3) mogelijk te maken. Efficiënt (1) betekent dat markten tegen zo laag mogelijke kosten functioneren, zowel in termen van geld (handelskosten) als tijd (snelheid). Robuust (2) houdt in dat markten in zekere mate tegen verstoring kunnen, bijvoorbeeld wanneer er onzekerheid heerst of een grote marktpartij in problemen komt. Veerkrachtig (3) betekent tenslotte dat markten ook blijven functioneren wanneer er een fundamentele verandering plaats heeft gevonden. Dit zijn alle drie eigenschappen die kapitaalmarkten functioneel maken ter ondersteuning van de economie en daarmee het publiek belang van goede werkende kapitaalmarkten, oftewel het marktbelang, ondersteunen. Deze eigenschappen, ofwel economische doelen, worden vertaald in concrete randvoorwaarden die de bevordering van goede marktwerking als doel hebben. Op deze wijze worden publieke waarden vertaald in duidelijke spelregels (zie Figuur 4). De specifieke wettelijke randvoorwaarden zijn vaak geformuleerd in termen als eerlijkheid, ordelijkheid en transparantie.

Figuur 4. Toezicht op kapitaalmarkten: van overtuiging en randvoorwaarden naar een gewenste marktuitskomst.



Eerlijk, ordelijk en transparant zijn containerbegrippen. De containerbegrippen eerlijk, ordelijk en transparant delen de connotatie 'volgens de wet'. Deze connotatie betekent dat het begrippen zijn die (enkel) invulling krijgen in relevante wet- en regelgeving. Verder betekent eerlijk zoveel als (1) 'vrij van vooroordelen of onrechtvaardigheid', ordelijk (2) 'netjes, opgeruimd en goed georganiseerd' en transparant (3) 'alle informatie zichtbaar en direct beschikbaar'. Het zijn begrippen die beschrijven hoe de handel 'volgens wet- en regelgeving' moet functioneren en zijn niet los van elkaar te zien. Zo kunnen eerlijkheid en ordelijkheid niet zonder transparantie (bijvoorbeeld verbod op marktmisbruik) en lopen eerlijk en ordelijk in elkaar over en zijn ze soms in conflict (bijvoorbeeld wanneer de markt wordt stilgelegd ten behoeve van financiële stabiliteit – wat verschillende handelaren en beleggers anders raakt).



Door regelgevers opgestelde randvoorwaarden leiden niet automatisch tot

gewenste marktuitskomsten. In een ideale, maakbare wereld, leidt een evenwichtige balans tussen wettelijke randvoorwaarden tot kapitaalmarkten die efficiënt, robuust en veerkrachtig zijn. In een veranderende wereld, bijvoorbeeld onder druk van digitalisering en internationalisering, is de optimale balans echter geen automatisch gegeven. Het is soms nodig om bij te sturen, omdat zowel de publieke waarden van efficiëntie, robuustheid en veerkrachtige kapitaalmarkten als de randvoorwaarden onderling of met elkaar op gespannen voet kunnen staan. Zo kan wet- en regelgeving markten enerzijds eerlijker, ordelijker en transparanter maken. Anderzijds kan regelgeving die gericht is op het robuuster maken van markten leiden tot toetredingsdrempels die leiden tot geconcentreerde markten, mogelijk structurele marktmacht van enkele marktpartijen en te weinig concurrentie, wat aan de efficiëntie afdoet. Het vinden van de juiste balans tussen eerlijk, ordelijk en transparant, en het zien, begrijpen en aanpakken van deze risico's is onderdeel van onze aanpak (zie Figuur 4).

2.1 Sturen op uitkomsten waar het marktbelang centraal staat

Ons doel als marktmeester is om in het oog te houden of het daadwerkelijk functioneren van de markt nog overeenkomt met publieke waarden, zoals bedoeld door de wetgever. Wanneer de afwijking te groot wordt, is onze rol de nieuwe situatie te *challengen* en zo mogelijk bij te sturen. Als toezichthouder voelen we ons verantwoordelijk om een goede balans tussen de verschillende wettelijke randvoorwaarden te vinden. We toetsen hiertoe de werkelijke marktuitskomst aan de gewenste marktuitskomst. Uitgangspunt hierbij is het publieke belang van de goede marktwerking, zoals bedoeld door regelgevers. Met andere woorden, we stellen het marktbelang centraal: de toets of het voldoen aan wettelijke randvoorwaarden, zoals eerlijkheid, ordelijkheid en transparantie, inderdaad leidt tot de meest efficiënte, robuuste en veerkrachtige manier om de reële economie te bedienen. Onderdeel van deze toets is de oproep aan marktpartijen of de dienstverlening en/of het verdienmodel in lijn zijn met de publieke waarden van efficiëntie, robuustheid en veerkrachtige kapitaalmarkten. Een concreet voorbeeld is de vraag of de liquiditeit die market makers verschaffen markten inderdaad efficiënter maakt en hiermee de reële economie zoveel mogelijk bedienen. Dat het voldoen aan wet- en regel-

geving in enge zin niet vanzelfsprekend leidt tot de gewenste uitkomsten laat zich illustreren met een voorbeeld dat steeds meer aandacht krijgt van toezichthouders en academici, namelijk het risico van algoritmische collusie, ofwel algoritmische samenzwering.



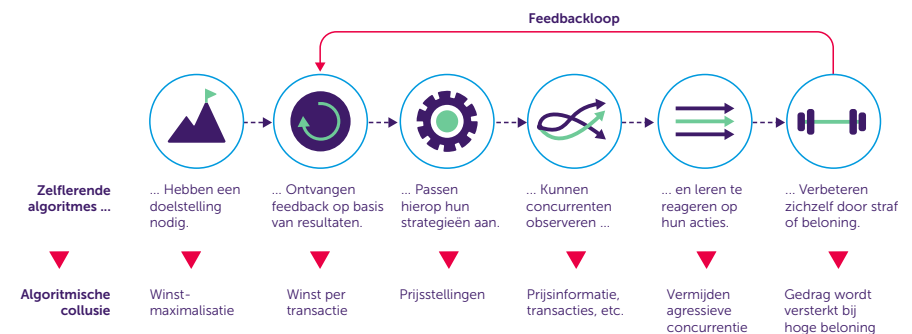
03 Case: algoritmische collusie

Stilzwijgende collusie op kapitaalmarkten leidt tot suboptimale uitkomsten voor eindgebruikers. Collusie is een geheime, ongeoorloofde vorm van samenwerking. Collusie ontstaat wanneer partijen hun gedrag op elkaar afstemmen om de gezamenlijke winsten te verhogen ten koste van derden. Collusie is onwenselijk omdat zij leidt tot verminderde efficiëntie en de algemene welvaart vermindert. Mededingingsautoriteiten houden hier toezicht op. Stilzwijgende collusie, is een impliciete vorm van collusie, waarbij partijen geen expliciete afspraken maken. Een bekend voorbeeld van stilzwijgende collusie op kapitaalmarkten speelde zich af op de NASDAQ, waar market makers tot 1996 *spreads* tussen bied- en laatprijzen kunstmatig hooghielden. Zij hadden hierover geen expliciete afspraken gemaakt, maar bij het afgeven van prijzen hielden zij zich aan een bepaalde conventie die ongunstig was voor eindgebruikers. Stilzwijgende collusie is moeilijk te onderscheiden van normaal competitief gedrag en lastig te bewijzen, waardoor het moeilijker aan te pakken is.

Door de ontwikkelingen op het gebied van kunstmatige intelligentie - en meer specifiek *reinforcement learning* - ontstaat het risico van algoritmische collusie. Algoritmes die gebaseerd zijn op reinforcement learning zijn in staat om door *trial and error* te leren van hun eigen gedragingen en de beste actie te bepalen in een bepaalde situatie.¹⁵ Onderzoeken tonen aan dat dit type zelflerende algoritmes zich zo kan ontwikkelen dat het leert samen te werken om de gezamenlijke winst (en dus eigen winst) zo hoog mogelijk te maken of op enige andere manier de markt te

manipuleren¹⁶ (zie Figuur 5). Omdat er geen expliciete afspraken worden gemaakt en algoritmes die gebaseerd zijn op kunstmatige intelligentie van nature een groot *blackbox* gehalte hebben, zijn zij potentieel zeer risicovol. Wanneer deze algoritmes worden ingezet om autonoom te handelen kan het zelfs voor de eigenaar van een algoritme niet duidelijk zijn dat er in feite sprake is van collusie.

Figuur 5. Algoritmische collusie: hoe algoritmes leren samenwerken.



Algoritmische collusie wordt mogelijk gemaakt door marktconcentratie, transparantie en veelvuldige interactie. Hoewel er vooralsnog weinig empirisch bewijs is voor algoritmische collusie op kapitaalmarkten is er wel veel academisch bewijs dat algoritmes die gebruik maken van reinforcement learning in staat zijn tot stilzwijgende collusie.¹⁷ De volgende ingrediënten vergroten de mogelijkheid van algoritmische collusie. Ten eerste speelt het aantal spelers een belangrijke rol, ofwel

¹⁵ Op veel (digitale) markten anders dan kapitaalmarkten spelen geavanceerde prijsalgoritmes een grote rol. Verschillende mededingingsautoriteiten, waaronder de Autoriteit voor Consument en Markt (ACM), geven aan dat personalised pricing en algoritmische collusie een zeer grote zorg zijn. Het aantonen van de schadelijke gevolgen is echter een grote uitdaging. Concentratie en marktmacht van enkele partijen zoals de bekende bigtech platformen of gespecialiseerde aanbieders van pricing software vergroten de risico's. Zie 'Algorithmic competition', OESO, 2023.

¹⁶ Zij bijvoorbeeld 'Algorithmic Pricing and Liquidity in Securities Markets', Colliard, Foucault, Lovo, oktober 2022 of 'Algorithmic Collusion in Electronic Markets: The Impact of Tick Size', Cartea, Chang, Penalva, mei 2022.

¹⁷ Zie bijvoorbeeld 'Machine Learning, Market Manipulation and Collusion on Capital Markets: Why the "Black Box" Matters', Azzutti, Ringe, Stiehl, januari 2022.

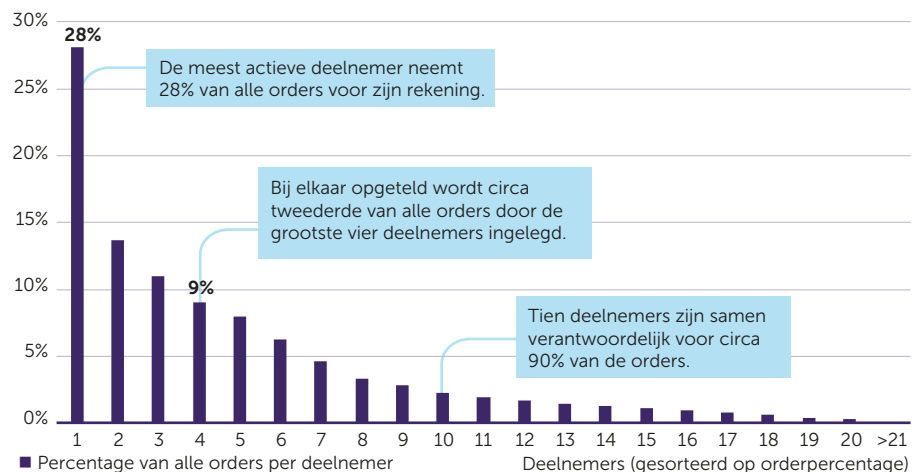


de mate van concentratie. Hoe minder spelers, hoe makkelijker collusie tot stand kan komen. Ten tweede is transparantie een belangrijke technische voorwaarde voor algoritmische collusie. Alleen door het gebruiken van de prijzen van concurrenten kunnen algoritmes leren samenwerken. Ten derde hebben algoritmes herhaaldelijke interactie nodig om collusie aan te leren waarbij elke interactie op zich een bepaalde winst oplevert. Precies deze voorwaarden maken dat kapitaalmarkten in het bijzonder gevoelig zijn voor algoritmische collusie.

Op kapitaalmarkten bestaat het risico van algoritmische collusie. Kapitaalmarkten zijn van nature transparant en bedoeld voor veelvuldige en herhaalde interactie met concurrenten. In de meest liquide kapitaalmarkten wordt er miljoenen keren per dag gehandeld waarbij het grootste deel wordt uitgevoerd door (HFT) algoritmes. Ook onderdeel van veelvuldige interactie is de relatieve homogeniteit van kapitaalmarkten en de grote verbondenheid van de internationale, gefragmenteerde markten. Wet- en regelgeving zijn erop gericht om deze transparantie en liquide handel te garanderen. Samen met vaak hoge kosten voor technologie en personeel zorgen wet- en regelgeving echter ook voor toetredingsdrempels. Hierdoor wordt de handel op veel kapitaalmarkten vaak gedomineerd door enkele spelers die het grootste deel van de handel voor hun rekening nemen (zie Figuur 6).

Figuur 6. Handelsactiviteit op Euronext Amsterdam wordt gedomineerd door enkele spelers.

Alle orders ingestuurd in een maand gemeten over vijf large cap aandelen



Bron: AFM

De huidige wettelijke randvoorwaarden zijn mogelijk niet voldoende om algoritmische collusie tegen te gaan.

De schadelijke effecten van algoritmische collusie zijn lastig aan te tonen. Enerzijds is het vaak niet te onderscheiden van normale concurrentie en is er onzekerheid of het bestaande instrumentarium van mededingingsautoriteiten voldoende is om algoritmische collusie aan te pakken.¹⁸ Anderzijds zijn algoritmes gebaseerd op kunstmatige intelligentie complex en gaan ontwikkelingen op dit gebied snel. Het aantonen van kwaadwillendheid of ander ontoelaatbaar gedrag van marktpartijen is daarom lastig te bewijzen. Er worden in verschillende artikelen in MiFID en MAR expliciet eisen gesteld aan algoritmes en de *governance* bij het gebruik van algoritmes, zoals eisen rondom het kennisniveau over de eigen algoritmes en regels voor het testen van algoritmes. Hierbij is een belangrijke rol weggelegd voor *self assessment* en *monitoring*. In de eerste plaats moeten marktpartijen oog hebben voor het risico van algoritmische collusie en ernaar handelen om dit uit te sluiten. Zelfs als partijen voldoen aan alle wet- en regelgeving, kan de interactie tussen algoritmes echter leiden tot een ongewenste uitkomst. Afhankelijk van de ontwikkelingen moet worden gezien of ook de wet- en regelgeving op dit terrein aanscherping behoeft en er bijvoorbeeld aanvullende eisen rondom testen en verantwoord gebruik van AI moeten worden gesteld.

Het tegengaan van marktmacht en oneerlijke concurrentie door algoritmische collusie is in het publiek belang.

De winsten die kunnen worden gemaakt met behulp van algoritmische collusie gaan ten koste van de efficiëntie van kapitaalmarkten. Niet alleen worden eindgebruikers tekortgedaan door te hoge handelskosten, ook het vertrouwen in kapitaalmarkten wordt geraakt. Ook al is de omvang van de mogelijke schade vooralsnog lastig te schatten en verliezen eindgebruikers bij ieder transactie mogelijk maar een klein beetje, de markt als geheel wordt tekortgedaan. Daarmee schaadt de mogelijkheid van algoritmische collusie het publieke belang.

Een succesvolle aanpak van de verstoring van het marktbelang kent diverse invalshoeken die zowel marktpartijen als toezichthouders en regelgevers aangaat.

Hierbij is het van belang dat alle betrokkenen hun rol pakken zodat we met elkaar zorgen voor een goede marktwerking. We zien hierbij vier noodzakelijke acties. Ten eerste vraagt een succesvolle aanpak een bewustzijn bij marktpartijen dat het

¹⁸ 'Prijzalgoritmes, machine learning en mededinging - KVS Preadviezen 2020', KVS, december 2020.





risico van stilzwijgende collusie kan optreden bij het in gebruik nemen van steeds geavanceerdere handelsalgoritmes. We verwachten van marktpartijen dat zij dit risico begrijpen en actief ingrijpen om te voorkomen dat dit risico zich materialiseert. Dit begint met het onderkennen van de verantwoordelijkheid voor een beheerste inzet van kunstmatige intelligentie, waaronder de mogelijke gevolgen van interactie met andere algoritmes. Hiermee kunnen marktpartijen expliciet verantwoordelijkheid nemen voor het marktbelang. Bepaalde kernprincipes uit de voorgestelde Europese AI-verordening kunnen als leidraad gelden, zoals uitlegbaarheid en menselijk toezicht.¹⁹ Ten tweede verdiepen wij als toezichthouder ons verder in het gebruik van AI in handelsalgoritmes en opsporing van nieuwe vormen van marktverstoring. Wij vergroten onze kennis op dit terrein onder andere via nieuwe samenwerkingsverbanden, zoals de samenwerking met het Alan Turing Institute en Universiteit van Oxford in Engeland.²⁰ Zo hebben we recent op basis van order-data een studie gedaan naar de belangrijkste voorspellers van het gedrag van handelsalgoritmes, om zodoende beter zicht te krijgen op de werking van handelsalgoritmes.²¹ Ten derde is nadere samenwerking tussen nationale en internationale mededingingstoezichthouders, toezichthouders op de kapitaalmarkten en (mogelijk) toezichthouders op AI-gebruik aan de orde.²² Ten vierde moet afhankelijk van de ontwikkelingen worden bezien of ook wet- en regelgeving op dit terrein aanscherping behoeft.

¹⁹ 'EU AI Act: first regulation on artificial intelligence', Europees Parlement, juli 2023.

²⁰ 'Pilot with authority for the financial markets', The Alan Turing Institute, juli 2023.

²¹ 'Statistical Predictions of Trading Strategies in Electronic Markets', Cartea, Cohen, Graumans, Labyad, Sánchez-Betancourt, Veldhuijzen, mei 2023.

²² Een goed voorbeeld van samenwerking tussen toezichthouders op het gebied van digitale activiteiten is het [Samenwerkingsplatform Digitale Toezichthouders \(SDT\)](#).



Heeft u vragen of opmerkingen over deze publicatie?

Stuur een e-mail naar: redactie@afm.nl



Autoriteit Financiële Markten

Postbus 11723 | 1001 GS Amsterdam

Telefoon

020 797 2000

www.afm.nl

Dataclassificatie

AFM-Publiek

Volg ons: →



De AFM maakt zich sterk voor eerlijke en transparante financiële markten. Als onafhankelijke gedragstoezichthouder dragen wij bij aan duurzaam financieel welzijn in Nederland.

De tekst van deze publicatie is met zorg samengesteld en is informatief van aard. U kunt er geen rechten aan ontlelen. Door veranderende wet- en regelgeving op nationaal en internationaal niveau is het mogelijk dat de tekst niet actueel is op het moment dat u deze leest. De Autoriteit Financiële Markten (AFM) is niet aansprakelijk voor de eventuele gevolgen – bijvoorbeeld geleden verlies of gederfde winst – ontstaan door of in verband met acties ondernomen naar aanleiding van deze tekst.

© Copyright AFM 2023