

# Stock price dynamics and volatility : a high frequency data perspective

## Citation for published version (APA):

Frijns, B. P. M. (2004). *Stock price dynamics and volatility : a high frequency data perspective*. Datawyse / Universitaire Pers Maastricht.

## Document status and date:

Published: 01/01/2004

## Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

## Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

## General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.umlib.nl/taverne-license](http://www.umlib.nl/taverne-license)

## Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[repository@maastrichtuniversity.nl](mailto:repository@maastrichtuniversity.nl)

providing details and we will investigate your claim.

## Chapter 7

# Summary and Concluding Remarks

This thesis has focused on several empirical market microstructure issues. Market microstructure, which addresses the frictions present in financial market, is important for both investors as well as regulators. As frictions lead to costs in trading, investors benefit when a market operates with the least possible frictions. Regulators, on the other hand, should ensure that a market operates with the least frictions possible. This ensures a transparent market where trade is conducted fairly and no particular trading parties have advantages over other trading parties.

The recent growth in communication networks and information technology has caused many changes in the operations of financial markets. Many financial markets worldwide are switching from the traditional floor-based trading to electronic trading. For the Nasdaq, the financial market this thesis centers around, this has led to a change in trading rules and the existence of many alternative trading venues. Ensuring that information is revealed swiftly to all venues and that the flow of information is transparent is essential for such a market. On the other hand, when information is not disseminated swiftly, markets become fragmented. This fragmentation is a source of frictions instigating a risk, which leads to an additional cost for investors.

Together with the growth in information technology, also the recording of information has increased. At the moment, many large financial markets around the world record all transactions and quotes that occur in the market and make this information accessible. As most of the microstructure effects manifest themselves at the transaction or quote level, using as much information as possible is vital. In this study, we have strived to incorporate as much of this information as possible.

The empirical chapters of this thesis are all put into a single framework in chapter 2 and address several aspects of the flow in information. Firstly, we address the question as to how and how quickly dealers respond to changes in the quotes of other dealers. Secondly, we consider the effect that dealers have on the value of the asset and how informative the

quotes of dealers are. Thirdly, we address the frictions present in the market. By removing these frictions from observed prices, we find the *true* flow of information, which results in a measure for the volatility of an asset. Lastly, we address the informational asymmetry between dealers and traders.

The remainder of this chapter addresses the empirical chapters of this thesis and the general conclusions that we find.

In the third chapter of this thesis we propose a nonlinear error correction model for the interaction between dealer quotes. Previous research has suggested that quotes error correct towards the mid-quote, which is the average of all quotes issued by all dealers. In the model we propose dealer quotes correct towards the inside quotes (the best bid and ask quote issued by all dealers). We find that this error correction term is significantly better than the correction towards the mid-quote and that all dealers correct strongly towards the inside quotes. An additional factor included in the model is an indicator, which indicates whether a particular dealer is at the inside. This indicator reveals whether a particular dealer is considered more or less informed than the other dealers. We find this term to be highly significant in the model, where we find the strongest reaction to Island ECN being at the inside. More specifically, this term reveals that except for the Island ECN all dealers want to move away from the inside, when they are at the inside. Also, all dealers respond to Island being at the inside, by moving towards the inside as well. Additionally, all dealers are inclined to keep spreads small, but prefer to do this by raising their bid, instead of lowering their ask. We further analyze dealer efficiency using impulse response functions. As the model is nonlinear, we use generalized impulse responses. These generalized impulse responses can be sensitive to the history of the model and the size of the shock applied (the linear case is insensitive to all these factors). We find that the history of the model does not influence the outcome of the impulse responses, but that the most important factor is whether the nonlinearities are included. The results of the impulse responses again indicate the importance of the Island ECN.

In the fourth chapter we propose an alternative method for addressing the price discovery issue. The traditional measure for price discovery is defined as the amount of variance that each venue or dealer contributes to the variance of the efficient price. This approach, however, has the fallacy that it cannot uniquely decompose this price contribution to each dealer. This fallacy is mainly driven by the fact that data needs to be aggregated for the traditional approach. The model we propose is designed for data that is sampled at the highest possible frequency. We therefore have a model in tick time, which also measures price discovery per tick. When addressing the price discovery issue we can define three measures for price discovery, one being the dealer's reactions to changes in the efficient price, a second being the change in the efficient price due to changes in a dealer's quote and a third being the amount of variance each dealer contributes to the variance of the efficient price. We show

that this last measure is a composition of the other two measures. All these measures are functions of the duration between quote innovations. Overall we find that quotes are more informative and the price discovery is higher at short durations. We also find that different dealers often dominate for the three different measures for price discovery. When aggregating these measures of price discovery, we find that all measures converge to one single measure, which resembles the traditional measure for price discovery. However, in this case the more data is aggregated, the more this measure will converge to a single point.

In chapter 5 we address the issue of realized volatility. Realized volatility is computed by summing squared intra-day returns and provides a consistent measure for the daily volatility of an asset. The strength of realized volatility lies in the fact that it is observed rather than latent, such as the volatility estimated with a GARCH model. However, when sampling at very high frequencies, the presence of microstructure noise contaminates the price process and makes realized volatility a biased measure of the *true* volatility. In chapter 5 we employ several corrections to high frequency returns and address the two different time scales over which data can be aggregated, calendar time and tick time. When fitting a structural model to tick time data we find that it removes all of the negative autocorrelation induced by microstructure noise and find a lower bound on the realized volatility. A recently introduced bias correction yields similar results. Sampling in tick time further reveals that there is a long persistence in intra-day tick returns. This momentum in returns is not observed when sampling is done in calendar time. Calendar time sampling only reveals negative autocorrelations and hides the momentum observed in tick returns. Correcting for the persistence in tick returns leads to a realized volatility that is consistent with realized volatility derived at lower frequencies. However, it remains questionable whether this persistence reflects a source of noise or is inherent to the price process.

Lastly, the sixth chapter addresses the information content of both trades and quotes. With the widely accepted notion that market makers have access to the public information set, the additional information that flows from trades, reveals the private information present in the market. These two information components are extracted from both trades and quotes by comparing both processes. As both trades and quotes concern the same asset, they follow the same "efficient" price process. However, trades can only occur after quotes have been set. To determine the innovation both trades and quotes bring to the price process, we allow the innovation in the efficient price to depend on whether a trade or a quote has been observed. Overall, we find that trades (private information) cause about 10% of daily price movements. Additional tests on the private and public information components reveal that there is only a weak relationship between private information and traded volume. A strong relationship is found between the quoted volume and public information, but an even stronger relationship between the number of dealers that jointly set the best quote in the market and the public information. We finally find that more public information is present when a traditional

market maker sets the best price in the market, than when an Electronic Communication Network sets the best quote.

# Bibliography

- Aït-Sahalia, Yacine, Per Mykland, and Lan Zhang, 2003, How often to sample a continuous-time process in the presence of market microstructure noise, Working Paper.
- Amihud, Yakov, and Haim Mendelson, 1980, Dealership markets: Market making with inventory, *Journal of Financial Economics* 8, 31–53.
- Andersen, Torben G., 2004, Discussion of power and bipower variation, *Journal of Financial Econometrics* 2, 37–48.
- , and Tim Bollerslev, 1998, Answering the skeptics: Yes, standard volatility models do provide accurate forecasts, *International Economic Review* 39, 885–905.
- , Francis X. Diebold, and Paul Labys, 2001, The distribution of realized exchange rate volatility, *Journal of the American Statistical Association* 96, 42–55.
- Andreou, Elena, and Eric Ghysels, 2002, Rolling-sample volatility estimators: Some new theoretical, simulation and empirical results, *Journal of Business and Economic Statistics* 20, 363–376.
- Ané, Thierry, and Hélyette Geman, 2000, Order flow, transaction clock, and normality of asset returns, *Journal of Finance* 55, 2259–2284.
- Bagehot, W., 1971, The only game in town, *Financial Analyst Journal* 27, 12–14.
- Baillie, Richard T., Geoffrey Booth, Yiuman Tse, and Tatyana Zobotina, 2002, Price discovery and common factor models, *Journal of Financial Markets* 5, 309–321.
- Bandi, Frederico M., and Jeffrey R. Russell, 2003, Microstructure noise, realized volatility and optimal sampling, Mimeo Working Paper, University of Chicago.
- , 2004, Separating microstructure noise from volatility, Mimeo Working Paper.
- Barclay, Michael J., William G. Christie, Jeffrey H. Harris, Eugene Kandel, and Paul H. Schultz, 1999, Effects of market reform on the trading costs and depths of nasdaq stocks, *Journal of Finance* 54, 1–34.

- Barclay, Michael J., C.G. Dunbar, and J.B. Warner, 1993, Stealth and volatility: which trades move prices?, *Journal of Financial Economics* 34, 281–306.
- Barndorff-Nielsen, Ole E., and Neil Shephard, 2002, Estimating quadratic variation using realized volatility, *Journal of Applied Econometrics* 17, 457–477.
- Beveridge, Stephen, and Charles R. Nelson, 1981, A new approach to decomposition of economic time series into permanent and transitory components with a particular attention to measurement of the business cycle, *Journal of Monetary Economics* 7, 151–174.
- Blume, Marshal E., and Michael A. Goldstein, 1997, Quotes, order flow, and price discovery, *Journal of Finance* 52, 221–244.
- Breusch, T.S., and A. R. Pagan, 1979, A simple test for heteroskedasticity and random coefficient variation, *Econometrica* 47, 1287 – 1294.
- Chakravarty, Sugato, 2001, Stealth-trading: Which traders' trades move stock prices?, *Journal of Financial Economics* 61, 289–307.
- Chan, K.C., William G. Christie, and Paul H. Schultz, 1995, Market structure and the intraday pattern of bid-ask spreads for nasdaq securities, *Journal of Business* 68, 35–60.
- Christie, William G., Jeffrey H. Harris, and Paul H. Schultz, 1994, Why did nasdaq market makers stop avoiding odd-eighth quotes?, *Journal of Finance* 49, 1841–1860.
- Christie, William G., and Paul H. Schultz, 1994, Why do nasdaq market makers avoid odd-eighth quotes?, *Journal of Finance* 49, 1813–1840.
- Chung, Kee H., and Seong-Yeon Cho, 2004, Security analysis and market making, *Journal of Financial Intermediation* 0000, 35–60.
- Clark, P.K., 1973, A subordinated stochastic process model with finite variance for speculative prices, *Econometrica* 41, 135–156.
- Coughenour, Jay, and Kuldeep Shastri, 1999, Symposium on market microstructure: A review of empirical research, *The Financial Review* 34, 1 – 28.
- De Jong, Frank, Ronald Mahieu, and Peter Schotman, 1998, Price discovery in the foreign exchange market: an empirical analysis of the yen/dmark rate, *Journal of International Money and Finance* 17, 5–27.
- De Jong, Frank, and Peter Schotman, 2003, Price discovery in fragmented markets, Working Paper.

- De La Vega, Joseph, 1688, *Confusion de confusions: Portions descriptive of the amsterdam stock exchange*, Translation by H. Kellenbenz, Harvard University (1957).
- Demsetz, Harold, 1968, The cost of transacting, *Quarterly Journal of Economics* 82, 33–53.
- Dufour, Alfonso, and Robert E. Engle, 2000, Time and the price impact of a trade, *Journal of Finance* 55, 2467–2498.
- Durbin, J., and S. J. Koopman, 2001, *Time Series Analysis by State Space Methods* (Oxford University Press: Oxford).
- Easley, David, S. Hvidkjaer, and M. O'Hara, 2002, Is information risk a determinant of asset returns, *Journal of Finance* 58, 2185–2210.
- Easley, David, Nicholas M. Kiefer, and Maureen O'Hara, 1997, The information content of the trading process, *Journal of Empirical Finance* 4, 159–186.
- , and Joseph B. Paperman, 1996, Liquidity, information, and infrequently traded stocks, *Journal of Finance* 51, 1405–1436.
- Easley, David, and Maureen O'Hara, 1987, Price, trade size, and information in securities markets, *Journal of Financial Economics* 19, 69–90.
- , 1992, Time and the process of security price adjustment, *Journal of Finance* 47, 905–927.
- Ellis, Katrina, Roni Michaely, and Maureen O'Hara, 2002, The making of a dealer market: From entry to equilibrium in the trading of Nasdaq stocks, *Journal of Finance* 62, 2289–2316.
- Engle, Robert, 2000, The econometrics of ultra-high frequency data, *Econometrica* 68, 1–22.
- Engle, Robert F., and Andrew J. Patton, 2004, Impacts of trades in an error-correction model of quote prices, *Journal of Financial Markets* 7, 1–25.
- Engle, Robert F., and Jeffrey R. Russell, 1997, Forecasting the frequency of changes in quoted foreign exchange prices with the autoregressive conditional duration model, *Journal of Empirical Finance* 4, 187–212.
- Frijns, Bart P. M., and Peter C. Schotman, 2004, Price discovery in tick time, CEPR Discussion Paper Nr. 4456.
- Garman, Mark, 1976, Market microstructure, *Journal of Financial Economics* 13, 71–100.



- Glosten, Lawrence, and Paul Milgrom, 1985, Bid, ask and transaction prices in a specialist market with heterogeneously informed traders, *Journal of Financial Economics* 3, 257 – 275.
- Glosten, L. R., and L.E. Harris, 1988, Estimating the components of the bid/ask spread, *Journal of Financial Economics* 21, 123 – 142.
- Godek, Paul, 1996, Why nasdaq market makers avoid odd eights quotes, *Journal of Financial Economics* 41, 465 – 474.
- Hamilton, James D., 1994, *Time Series Analysis* (Princeton University Press: New Jersey).
- Hansen, Peter R., and Asger Lunde, 2004a, Realized variance and iid market microstructure noise, Working Paper, Brown University.
- , 2004b, An unbiased measure of realized variance, Working Paper, Brown University.
- Harris, Jeffrey H., and Paul H. Schultz, 2002, The trading profits of SOES bandits, *Journal of Financial Economics* 50, 39–62.
- Harris, Lawrence, 1987, Transaction data tests of the mixture of distributions hypothesis, *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 22, 127–141.
- Harvey, A., 1989, *Forecasting, structural time series models and the Kalman Filter* (Cambridge University Press: Cambridge).
- Hasbrouck, Joel, 1991, Measuring the Information content of stock trades, *Journal of Finance* 46, 179–207.
- , 1993, Assessing the quality of a security market: A new approach to transaction-cost measurement, *Review of Financial Studies* 6, 191–212.
- , 1995, One security, many markets: Determining the contribution to price discovery, *Journal of Finance* 50, 1175–1199.
- , 1999, The dynamics of discrete bid and ask quotes, *Journal of Finance* 54, 2109–2142.
- , and Thomas S. Y. Ho, 1987, Order arrival, quote behavior, and the return-generating process, *Journal of Finance* 42, 1035–1048.
- Huang, Roger D., 2002, The quality of ECN and Nasdaq market maker quotes, *Journal of Finance* 57, 1285–1319.

- , and Hans R. Stoll, 1996, Dealer vs. auction markets: A paired comparison of execution costs on Nasdaq and the NYSE, *Journal of Financial Economics* 41, 313 – 357.
- Jang, Hasung, and P.C. Venkatesh, 1991, Consistency between predicted and actual bid-ask quote revisions, *Journal of Finance* 46, 433–446.
- Kandel, Eugene, and Leslie M. Marx, 1997, Payments for order flow on nasdaq, *Journal of Finance* 54, 35–66.
- Koop, Gary, M. Hashem Pesaran, and Simon M. Potter, 1996, Impulse response analysis in nonlinear multivariate models, *Journal of Econometrics* 74, 119–147.
- Koopman, Siem Jan, and J. Durbin, 2000, Fast filtering and smoothing for multivariate state space models, *Journal of Time Series Analysis* 21, 281 – 296.
- Kyle, Albert S., 1985, Continuous auctions and insiders trading, *Econometrica* 53, 1315–1335.
- Lee, C., and M. Ready, 1991, Inferring the trade direction for intradaily data, *Journal of Finance* 46, 733 – 746.
- Lehmann, Bruce N., 2002, Some desiderata for the measurement of price discovery across markets, *Journal of Financial Markets* 5, 259 – 276.
- Lyons, Richard K., 2001, *The Microstructure Approach to Exchange Rates* (MIT Press: Cambridge, Massachusetts).
- Madhavan, Ananth, 2000, Market microstructure: A survey, *Journal of Financial Markets* 3, 205 – 258.
- , Matthew Richardson, and Mark Roomans, 1997, Why do security prices change? a transaction level analysis of NYSE stocks, *Review of Financial Studies* 10, 1035 – 1064.
- Meddahi, Nour, 2002, A theoretical comparison between integrated and realized volatility, *Journal of Applied Econometrics* 17, 479 – 508.
- O'Hara, Maureen, 1995, *Market Microstructure Theory* (Blackwell Publishers Inc.: Massachusetts).
- Øksendahl, Bernt, 1998, *Stochastic Differential Equations: An Introduction with Applications* (Springer-Verlag: Berlin, Heidelberg, New York).
- Oomen, Roel C. A., 2002, Modeling realized variance when returns are serially correlated, Working Paper, University of Warwick.

- Revuz, Daniel, and Marc Yor, 1999, *Continuous Martingales and Brownian Motion* (Springer Verlag: Berlin, Heidelberg, New York).
- Roll, Richard, 1984, A simple implicit measure of the effective bid ask spread in an efficient market, *Journal of Finance* 39, 1127–1139.
- Schultz, Paul H., 2003, Who makes markets, *Journal of Financial Markets* 6, 49–72.
- Smith, Jeffrey W., James P. Selway III, and D. Timothy McCormick, 1998, The nasdaq stock market: Historical background and current operation, NASD Working Paper 98-01.
- Stoll, Hans R., 1989, Inferring the components of the bid-ask spread: Theory and empirical tests, *Journal of Finance* 44, 115–134.
- , 2000, Friction, *Journal of Finance* 55, 1479–1514.
- Wasserfallen, Walter, and Heinz Zimmermann, 1985, The behavior of intraday exchange rates, *Journal of Banking and Finance* 9, 55–72.
- Weston, James P., 2000, Competition on the nasdaq and the impact of recent market reforms, *Journal of Finance* 55, 2565–2598.
- White, Halbert, 1982, Maximum likelihood estimation of misspecified models, *Econometrica* 50, 1–25.
- Zhang, Lan, Per Mykland, and Yacine Aït-Sahalia, 2003, A tale of two time scales: Determining integrated volatility with noisy high-frequency data, Working Paper, University of Chicago.

# Nederlandse Samenvatting

Dit proefschrift richt zich op verscheidene empirische aspecten van de microstructuur van financiële markten. Het onderzoeksgebied dat zich richt op de microstructuur van markten, bestudeert de fricties die bij het handelsproces optreden, en is van belang voor zowel investeerders als wel regelgevers. Aangezien fricties leiden tot handelskosten, zijn investeerders erbij gebaat dat markten met zo min mogelijk fricties opereren. Regelgevers, daarentegen, dienen ervoor te zorgen dat deze fricties minimaal zijn om zodoende een transparante markt te creëren, waarbij de handel eerlijk verloopt en er geen handelspartijen zijn die bevoordeeld zijn ten opzichte van andere partijen.

De recente groei in communicatienetwerken en informatie technologie heeft veel veranderingen in de manier waarop financiële markten opereren teweeggebracht. Voor veel beurzen over de gehele wereld heeft dit geleid tot een overgang van handel op de vloer, naar handel via elektronische systemen. Voor de Amerikaanse beurs, de Nasdaq, de financiële markt waar deze studie zich op richt, heeft dit geleid tot een verandering in de regelgeving omtrent handel en het bestaan van verschillende alternatieve handelssystemen. Het is voor een dergelijke markt essentieel dat de beschikbare informatie snel voor al de verschillende handelssystemen beschikbaar is, zodat de markt transparant is. Als de informatie zich niet snel over deze systemen verspreidt, dan leidt dit tot een gefragmenteerde markt. Deze fragmentatie leidt tot onzekerheid omtrent de correcte waarde van een aandeel en veroorzaakt dus een risico, hetgeen leidt tot additionele kosten voor de belegger.

Gepaard gaande met de groei in informatie technologie, groeit ook de hoeveelheid informatie die wordt opgeslagen. Veel van de grotere financiële markten slaan tegenwoordig alle gebeurtenissen op die op de markt plaats vinden (transacties en het zetten van bied en laat koersen) en maken deze informatie openbaar beschikbaar. Het is vitaal om zoveel mogelijk van deze informatie te gebruiken, aangezien de meeste fricties in het handelsproces optreden op een transactie- of prijszettingniveau. In deze studie streven wij erna om zoveel mogelijk van deze informatie te gebruiken.

De empirische hoofdstukken van dit proefschrift zullen nu nader worden toegelicht. Deze hoofdstukken volgen na hoofdstuk 2 dat een inleiding geeft tot de empirische hoofdstukken en deze in één enkel raamwerk plaatst.

In het derde hoofdstuk stellen wij een model voor om de interactie tussen dealers te beschrijven. Voorgaand onderzoek veronderstelt dat de koersen die dealers zetten de neiging hebben zich te corrigeren naar het gemiddelde van alle koersen. In ons model stellen wij een prijscorrectie naar de beste bied en de beste laat koers voor. Een correctie verder dan deze punten heeft geen zin. Wij vinden dat deze error-correctie term de dynamiek van koersen significant beter beschrijft dan een correctie naar het middenpunt en dat dealers een sterke correctie hebben naar deze koersen. Een additionele factor die we gebruiken is een indicator die aangeeft of een bepaalde dealer de beste bied of laat koers zet. Als de koersen van andere dealers significant reageren op het feit dat een bepaalde dealer de beste koers(en) zet, dan wordt deze dealer als informatief beschouwd. Het toevoegen van deze factor heeft een zeer significante invloed op de dynamiek van de koersen van dealers. Meer specifiek zien wij dat alle dealers, met uitzondering van het handelssysteem Island, de neiging hebben om hun koersen van de beste koersen te verwijderen als zij deze bereikt hebben. Daarbij willen alle dealers hun prijzen dichterbij de beste prijs te zetten als het handelssysteem Island de beste prijzen heeft. Dit systeem wordt door veel daghandelaren gebruikt en aangezien op dit systeem anoniem gehandeld kan worden, wordt het systeem als zeer informatief beschouwd. Aanvullend bekijken we de efficiëntie van dealers met zogenaamde impulse response functies. Bij deze functies wordt een initiële schok aan het model gegeven waarna de impact van deze schok op langere termijn bekeken kan worden. Aangezien het model niet-lineaire eigenschappen bevat, moeten we een gegeneraliseerde vorm van deze functies toepassen. Deze gegeneraliseerde functies zijn gevoelig voor zowel de geschiedenis van het model, als wel de grootte van de schok die wordt gebruikt (een lineair model is ongevoelig voor deze feiten). Wij vinden dat de geschiedenis van het model de uitkomst van deze functies niet beïnvloedt. Echter het wel of niet toevoegen van deze niet-lineaire termen heeft een duidelijke invloed op de vorm van deze functies. De resultaten die wij met deze functies behalen, benadrukken nogmaals het belang van het handelssysteem Island.

In het vierde hoofdstuk stellen wij een nieuwe methode voor waarmee price discovery (price discovery is het proces waarbij gekeken wordt in welke mate verschillende informatiebronnen invloed hebben op de prijsvorming van een aandeel) bekeken kan worden. De traditionele maatstaf voor price discovery is gedefinieerd als de hoeveelheid variantie die iedere beurs of, in dit geval, iedere dealer bijdraagt aan de variantie van de efficiënte prijs. Deze efficiënte prijs wordt in feite niet geobserveerd, maar is een geaccepteerde veronderstelling over het onderliggende prijsproces. Echter deze traditionele aanpak heeft de eigenschap dat het de mate van price discovery van iedere dealer niet uniek kan identificeren. Dit wordt hoofdzakelijk veroorzaakt door het feit dat data geaggregeerd wordt bij deze aanpak, met als gevolg dat informatie in de koers van een specifieke dealer al verwerkt is in de koersen van andere dealers (andere dealers hebben al de tijd gehad om te reageren). Indien dit het geval is kunnen we dus niet meer zeggen welke dealer de prijs heeft beïnvloedt. Het model dat wij

voorstellen is ontworpen voor data die op de hoogst mogelijke frequentie verkregen worden. De tijdschaal waarin deze data verworven worden, wordt ook wel tick tijd genoemd, waarbij iedere tick een verandering in koersen voorstelt. De werkelijke tijd (ook wel kalendertijd genaamd) die tussen de observaties in zit varieert in deze. Het ontworpen model beschouwt dus observaties in tick tijd, waarbij ook price discovery in tick tijd beschouwd wordt. In termen van price discovery definiëren wij drie verschillende maatstaven. De eerste geeft de reacties van dealers weer op veranderingen in de efficiënte prijs. Een tweede beschrijft de verandering van de efficiënte prijs ten gevolge van veranderingen in de koersen van dealers. Een derde maatstaf beschouwt de hoeveelheid variantie die iedere dealer bijdraagt aan de variantie van de efficiënte prijs. Wij tonen aan dat deze laatste maatstaf een combinatie is van de andere twee maatstaven. Verder zijn al deze maatstaven een functie van de tijd tussen koerswijzigingen. In het algemeen vinden wij dat koersen informatiever zijn en dat price discovery hoger is, als de tijd tussen koerswijzigingen kort is. Verder vinden we dat voor de drie verschillende maatstaven, verschillende dealers domineren. Als deze maatstaven voor price discovery over tijd geaggregeerd worden, convergeren deze naar een enkele maatstaf voor price discovery, welke vergelijkbaar is met de traditionele maatstaf. Echter, in dit geval leidt data aggregatie ertoe dat deze maatstaf naar een punt convergeert.

In hoofdstuk vijf beschouwen wij gerealiseerde volatiliteiten. Gerealiseerde volatiliteiten worden berekend door gekwadrateerde intra-dag rendementen over de dag te sommeren. Dit geeft een consistente maatstaf geeft voor de dagelijkse volatiliteit van een aandeel. De kracht van deze gerealiseerde volatiliteiten ligt in het feit dat deze geobserveerd zijn, in tegenstelling tot volatiliteitsschattingen die uit b.v. GARCH processen volgen en latent zijn. Echter als deze intra-dag rendementen op een zeer hoge frequentie gemeten worden, dan zijn deze besmet met ruis dat voortkomt uit allerlei microstructuur effecten (fricties en dergelijke). Dit leidt ertoe dat de gerealiseerde volatiliteit een inconsistente schatter is voor de werkelijke volatiliteit. In hoofdstuk vijf passen wij verschillende correcties toe op hoog frequente intra-dag rendementen. Hierbij maken we gebruik van twee verschillende tijdsschalen waarover data geaggregeerd kunnen worden, de normale kalendertijdschaal en een alternatieve transactietijdschaal. Ten eerste passen we een structureel model toe op transactiedata. Het toepassen van dit model verwijdert de negatieve autocorrelatie in rendementen, veroorzaakt door de fricties die invloed hebben op de microstructuur van de markt. Hierbij vinden we een ondergrens voor de gerealiseerde volatiliteit. Als tweede passen we een recent geïntroduceerde correctie toe. Wanneer deze correctie op transactiedata wordt toegepast, blijkt dat er een lange persistentie is in intra-dag transactierendementen. Deze persistentie wordt niet geobserveerd in kalendertijds-rendementen. Een correctie op deze persistentie leidt ertoe dat gerealiseerde volatiliteit gelijk is aan de volatiliteit die op lagere frequenties wordt gemeten. Het blijft echter een vraagstuk of deze persistentie een vorm van ruis is of dat deze inherent is aan het prijsproces.

Ten slotte beschouwt het laatste hoofdstuk de informatieve waarde van het transactieproces en het prijszettingproces. Het is een algeheel aanvaard begrip dat dealers toegang hebben tot publiekelijke informatie en op basis hiervan hun koersen zetten. Investeerders, daarentegen, kunnen toegang hebben tot private informatie. De informatie die in additie tot het prijszettingproces de markt instroomt via het transactieproces, is dan een maatstaf voor de hoeveelheid private informatie in de markt. De twee informatiecomponenten, publieke en private informatie, kunnen uit de transacties en de koersen geëxtraheerd worden door deze twee processen met elkaar te vergelijken. De motivatie hiertoe is dat beide processen hetzelfde onderliggende prijsproces volgen. Echter, transacties kunnen alleen plaatsvinden als koersen zijn gezet. Om te bepalen welke informatie (publiek of privé) het prijsproces drijft, laten we de innovatie van het prijsproces afhangen van het al dan niet plaatsvinden van een transactie of een koerswijziging. Over het algemeen blijkt dat transacties (private informatie) ongeveer 10% van de dagelijkse prijsverandering kunnen verklaren. Additionele toetsen op de private en publieke informatie onthullen dat er een zwakke relatie bestaat tussen private informatie en het verhandelde volume. Een sterke relatie bestaat er tussen het door dealers geplaatste volume en de publieke informatie. Echter een nog sterkere relatie vinden we tussen het aantal dealers dat gelijktijdig de beste koers plaatst en de publieke informatie. Verder blijkt dat de hoeveelheid publieke informatie groter is als een traditionele handelaar de beste koersen zet dan wanneer een alternatief handelssysteem de beste prijzen zet.