

Dispersion Trading

A thesis submitted in partial fulfillment
of the requirements for the degree of
Diplom-Finanzökonom math.
(Master of Mathematical Finance)
in the Department of Economics of the
University of Konstanz

By: Volker Vonhoff
Nymphenburger Straße 119 A
D – 80636 München

Period of completion: March 13, 2006 – July 14, 2006

1st assessor: Prof. Dr. Jens Carsten Jackwerth
2nd assessor: Prof. Dr. Günter Franke

Munich, July 14, 2006

Contents

1	Introduction	1
2	Realized and Implied Correlation in Theory	3
2.1	Volatility	3
2.1.1	Realized Volatility	4
2.1.2	Implied Volatility	5
2.1.3	Modeling Volatility	8
2.1.4	Predictability of Volatility	11
2.2	Correlation	12
2.2.1	Average Correlation	13
2.2.2	Realized Correlation	18
2.2.3	Implied Correlation	18
2.2.4	Comparison of the Average Correlation Measures	21
2.2.5	Modeling Correlation	22
2.2.6	Predictability of Correlation	25
2.3	Is Correlation Risk Priced?	27
2.3.1	Models on Index Implied Volatilities	27
2.3.2	A Model of Priced Correlation Risk	28
2.3.3	Implications for a Dispersion Trade	31
3	Realized and Implied Correlation in the Past	33
3.1	Description of the Data	33
3.2	Calculation of the Historical Time Series	34
3.2.1	Realized Correlation	34
3.2.2	Implied Correlation	36
3.2.3	Sensitivity Analysis	36
3.3	Analysis of the Time Series	38
3.3.1	Realized Correlation	39
3.3.2	Implied Correlation	39
3.3.3	Implied versus Realized Correlation	41
3.4	Proposal of Reasonable Trading Strategies	43
4	Implementing Dispersion Trading Strategies	44
4.1	Vanilla Options	45
4.1.1	Simple Option Positions	45
4.1.2	Straddles and Strangles	47
4.1.3	Further Dispersion Trades with Vanilla Options	48
4.2	Variance and Volatility Swaps	49
4.2.1	Variance Swap	49
4.2.2	Volatility Swap	51

4.2.3	Index-Weighted Dispersion Trade	52
4.2.4	Equal-Vega Dispersion Trade	52
4.2.5	Theta-Neutral Dispersion Trade	52
4.2.6	Comparison of the Weighting Schemes	53
4.3	Gamma Swaps	55
4.4	Correlation Swaps	56
4.5	Comparison of the Different Trading Strategies	57
5	Performance of Dispersion Trading Strategies	58
5.1	Trading Design	58
5.2	Back Test	59
5.3	Stress Scenarios	63
5.4	Dispersion Trading and Portfolio Management	65
6	Summary and Outlook	67
A	List of Symbols	69
B	Appendix of Section 3	71
B.1	SX5E Realized Correlation	71
B.2	SX5E Implied Correlation	72
B.3	Predicability of SX5E Future Realized Correlation	73
B.4	Profit in Correlation Points	75
C	Appendix of Section 5	76
C.1	Profit and Loss of Trading Strategies	76
C.2	Determinants for the Profit and Loss of Dispersion Trades	77
	References	80

1 Introduction

In the early 1990s some sophisticated equity derivatives traders started to make profits from price differences in volatility markets by selling options on an index and simultaneously buying options on the constituent stocks. Thereby, they took advantage of the differences between index volatility and average component's volatility. Such a strategy bets on the degree to which constituent stocks disperse, leading to the name *dispersion trading*. Since such strategies were difficult to hedge on one hand and costly to implement on the other, only few traders performed these trades.

Due to increased liquidity in option markets and the development of volatility derivatives, the access to dispersion trading is more commonly available today. Hedge funds and investment bank's proprietary trading desks are nowadays the most active participants in this specialized market. To satisfy the institutional and private investors' demand for alternative investments, asset management companies have also set up related quantitative products. This gives investors access to a further dimension of investment strategies hopefully increasing the benefits of diversification. Among these products are funds employing strategies denoted *market-neutral* or *relative-value* since they do not replicate a certain equity market but are aimed at taking advantage of its inefficiencies. Dispersion trading, formerly also known as index-option arbitrage, is one such strategy and thereby received more and more attention.

What is dispersion trading exactly? The term dispersion trading comprises a multitude of different trading strategies and there is no clear-cut definition of a dispersion trade since the way of implementing such a strategy has evolved over time and the products utilized have changed. However, the strategies have in common that they trade index volatility against the volatility of the index constituents with the objective of exploiting price differences in index and single-stock volatility markets. Historically, a long dispersion position, i.e. selling quite expensive index options and buying a basket of individual options (the offsetting dispersion basket), has been highly profitable. With volatility becoming a common investment vehicle, various products for trading index and single-stock volatilities are established today. As for dispersion trading variance swaps are the most common and gamma swaps currently emerge.

Betting on index volatility one implicitly trades the correlation and the average volatility of the index constituents. To some extent one offsets the average volatility exposure in a dispersion trade by buying the inherent single-stock volatilities. Hence, the correlation exposure becomes prevalent. Therefore, dispersion trading may be referred to as *correlation trading* and both terms are often used synonymously. Thus, a position in correlation swaps can also be regarded as a dispersion trade. However, note that a dispersion trade usually does not only have exposure to correlation but also to single-stock volatilities.

The main goal of this thesis is to rationalize why dispersion trading is a worthwhile strategy. Therefore, definitions of volatility and correlation are presented and their modeling and predictability are discussed extensively. In particular, we rigorously investigate different measures of average correlation of an index. Thereby we set the foundations for academically discussing dispersion trading. Using the concept of average correlation we rationalize that the potential profit obtained in a dispersion trade can be attributed to particular properties of the index volatility skew and to a negative premium for correlation risk. We confirm these results and recent empirical findings by examining the average correlation of the Dow Jones Euro Stoxx 50.

Another major goal is the comparison and evaluation of different dispersion trading strategies. We characterize various ways to set up dispersion trades and discuss their properties and their practicability. To evaluate the theoretical findings, we test several strategies empirically and evaluate their performance in stress scenarios. Finally, the use of dispersion trading in a portfolio context is discussed.

This thesis is organized as follows: Section 2 reviews the literature on volatility and correlation and introduces several average correlation measures. Moreover, models for the price of correlation risk are discussed and rationales for the profitability of dispersion trading strategies are given. Section 3 empirically investigates the average correlation of the Dow Jones Euro Stoxx 50. Different available products for dispersion trading are presented and discussed in Section 4. We evaluate several dispersion trading strategies in Section 5 also motivating dispersion trading in the context of portfolio management. Section 6 concludes.

Zusammenfassung in deutscher Sprache

Seit einigen Jahren versuchen Händler von Aktienderivaten relative Unterschiede zwischen der Volatilität eines Index und der Volatilität der einzelnen Indexkomponenten auszunutzen. Dies geschieht üblicherweise durch den Verkauf von Indexoptionen und den gleichzeitigen Kauf von Optionen auf die einzelnen Indexkomponenten. Mit solch einer Strategie geht man eine Position darin ein, wie sich die einzelnen Komponenten zueinander entwickeln (wie sie dispergieren). Daher wird diese Strategie *Dispersion Trading* genannt.

Der Begriff Dispersion Trading umfasst eine Vielzahl von Handelsstrategien, die gemein haben, dass Index-Volatilität gegen die Volatilität der Indexkomponenten gehandelt wird. Da man dadurch eine Position in der durchschnittlichen Korrelation des Index eingeht, wird häufig auch der Begriff *Correlation Trading* verwendet.

Wachsende Liquidität in Optionsmärkten und die Entwicklung von Volatilitätsprodukten haben dazu geführt, dass Dispersion Trading immer populärer wird. Heutzutage sind insbesondere Hedge Funds und der Eigenhandel von Banken die aktivsten Marktteilnehmer. Auch im Asset Management werden immer mehr quantitative Produkte entwickelt, die Dispersion Trading-Strategien mit einbeziehen.

Diese Diplomarbeit beginnt mit verschiedene Definitionen für die durchschnittliche Korrelation eines Index und untersucht diese theoretisch wie empirisch. Mit diesem Hintergrund werden Gründe für die Profitabilität eines Dispersion Trades herausgearbeitet. Desweiteren werden verschiedene Möglichkeiten präsentiert, einen Dispersion Trade aufzusetzen, und abschließend die Wertentwicklung von Dispersion Trading-Strategien miteinander verglichen sowie der Nutzen dieser Strategien im Portfolio-Kontext motiviert.

Die Arbeit ist wie folgt strukturiert: Abschnitt 2 gibt eine Einführung in Volatilität und Korrelation in Aktienmärkten sowie einen Überblick über die relevante Literatur zu diesem Thema. Insbesondere werden die Begriffe implizite und realisierte Korrelation eingeführt sowie Maße für die durchschnittliche Korrelation eines Index auf verschiedene Art und Weise definiert. Diese Maße werden miteinander verglichen und auf ihre Anwendbarkeit hin überprüft. Desweiteren werden verschiedene Methoden der Modellierung und Vorhersagbarkeit von Volatilität und Korrelation diskutiert.

Die Hauptargumentation für die Profitabilität eines Dispersion Trades wird in Abschnitt 2.3 gegeben. Dabei wird speziell das Modell von Driessen, Maenhout und Vilkov (2005) diskutiert, welches der Korrelation innerhalb eines Index eine Risikoprämie zuordnet. Eine empirisch beobachtbare negative Risikoprämie kann mit einer Dispersion Trading-Strategie verdient werden, die Index-Volatilität verkauft und die Volatilität der einzelnen Komponenten kauft. Diese Strategie wird *long dispersion* oder *short correlation* bezeichnet.

In Abschnitt 3 werden die durchschnittlichen Korrelationen des Dow Jones Euro

Stoxx 50 empirisch analysiert. Bei der Untersuchung der durchschnittlichen impliziten Korrelation eines Index zeigen sich bemerkenswerte Eigenschaften des *correlation skews* und der *correlation term structure*. Diese werden vorgestellt und diskutiert. Das zentrale Ergebnis der empirischen Untersuchung in Bezug auf Dispersion Trading ist, dass implizite Korrelationen im Allgemeinen die zukünftigen realisierten Korrelationen deutlich übertreffen. Dies liefert die empirische Evidenz, dass eine long dispersion-Strategie zu bevorzugen ist.

Abschnitt 4 erklärt die verschiedenen Produkte, mit denen man einen Dispersion Trade aufsetzen kann. Diese Produkte umfassen Standardoptionen, Straddles, Strangles, Variance Swaps, Gamma Swaps und Correlation Swaps. Die Produkte werden im Einzelnen vorgestellt sowie deren Anwendbarkeit für einen Dispersion Trade besprochen. Ein Vergleich dieser verschiedenen Möglichkeiten zeigt, dass derzeit ein Variance Swap das adequate Instrument ist, einen Dispersion Trade aufzusetzen.

In Abschnitt 5 werden verschiedene Dispersion Trading-Strategien empirisch für den Zeitraum von August 2003 bis September 2005 getestet. Es zeigt sich, dass die Strategien in dieser Periode gute Gewinne abgeworfen hätten. Ein Großteil dieser Gewinne ist der Differenz von impliziter und realisierter durchschnittlicher Korrelation zwischen den Indexkomponenten zuzuordnen. Desweiteren wird das Verhalten von Dispersion Trades in verschiedenen Extremszenarien untersucht. Abschließend wird eine negative Korrelation zwischen einer Dispersion Trading-Strategie und dem Dow Jones Euro Stoxx 50 festgestellt, was im Rahmen einer Portfoliozusammensetzung wünschenswert ist.

Abschnitt 6 fasst die Resultate dieser Arbeit zusammen und liefert Anregungen für weiterführende Untersuchungen dieser Thematik.