

CURRICULUM



FOR THE MASTER'S DEGREE PROGRAM IN QUANTITATIVE FINANCE

Pursuant to § 25 (1) item 10 of the Universities Act 2002 (*Universitätsgesetz 2002*), Federal Law Gazette (*Bundesgesetzblatt, BGBl.*) I no. 120/2002, last amended by the federal act promulgated in Federal Law Gazette I no. 177/2021, the following regulation is passed:

§ 1 Objectives

The Master's Degree Program in Quantitative Finance is a degree program in social and economic sciences within the meaning of § 54 (1) of the Universities Act 2002 and is taught in English. The program focuses on providing students with a solid knowledge base in finance with a particular emphasis on understanding mathematical models and acquiring sufficient methodological competence in computing, modern statistical data analysis, and financial mathematics. Based on a degree in mathematics, the natural sciences, or the economic sciences, graduates will be able to use mathematical methods and models to understand issues in the field of capital market-oriented finance.

In the Master's Degree Program in Quantitative Finance, students acquire in-depth knowledge and skills in financial economics, microeconomics, mathematics, statistics, and computing. Students will also receive extensive training in the "R" programming language. The program focuses particularly on applications in asset management, financial risk management, and advanced statistical data analysis. Graduates have a comprehensive qualification in finance and can combine this with in-depth specialized knowledge in quantitative capital market-related models and methods as well as relevant computational methods. They are able to work on problems independently and to interpret and critically evaluate the results of their analyses guided by theory.

Students learn in a variety of interactive learning situations. Emphasis is placed on the application of the acquired knowledge, in particular by linking finance theories and mathematical and statistical models and methods in practical projects and research work.

Students choose one of two tracks, with different qualification objectives. In the Industry Track, the focus is on solving business problems by combining academically sound finance models with profound mathematical and statistical skills. Graduates of this track are particularly qualified for careers as quants in the financial industry. They are qualified for specialist and executive functions in various fields of capital market-oriented finance, e.g. asset management, loan and market risk management, treasury, trade in financial instruments, asset liability management, insurance, financial market analysis, and financial engineering. The Science Track prepares young researchers for academic careers. They can develop research designs independently, communicate their results academically, e.g. in research papers, and make an initial contribution to the further development of their own field of research. They are particularly qualified for subsequent doctoral or PhD studies and for positions at universities and research institutes.

In the Master's Degree Program in Quantitative Finance, students acquire the following general knowledge, skills, and competencies:

- Teamwork skills: Students can actively contribute to participatory problem-solving processes in heterogeneous teams and communicate successfully in groups.
- Decision-making skills: Students will be able to critically evaluate a variety of potential courses of action and approaches to solutions and argue persuasively for the approach of their choice.
- Research: Students learn how to follow current developments in research and incorporate them into their own practice, and to independently develop and implement research projects according to discipline-specific academic standards and based on theory.
- Communication: Students learn to communicate complex topics and problems in a way that is appropriate for their target group and use English terminology to communicate in international specialist communities.
- Reflection: Students are able to critically reflect on their own actions, perspectives, and experiences, and are open to abandoning the tried and true in order to try something new.
- Lifelong learning: Students know how to continuously develop their own skills and competencies.

In addition, students have acquired the following subject-specific knowledge, skills, and competencies after completing the Master's Degree Program in Quantitative Finance:

- Methodological skills: Students will be able to apply mathematical and statistical methods and models to financial management and can use the programming language "R" to implement the chosen method.
- Analytical skills: The students are able to comprehend problems in a holistic manner, especially in the capital market-related area, and they are able to combine financial, economic, and mathematical theories, models, and methods in their analysis; they are able to deal with financial market-related data and information systems in a critically reflexive and at the same time application-oriented manner.
- Strategic problem-solving skills: Students will be able to structure practical problems in finance in a theory-based manner and develop solution-oriented foundations for decision-making; they will be able to identify and weigh the possible consequences of different solutions and decision-making options.
- Synthesis: Students learn abstract thinking based on models and are able to implement these models to solve novel economic problems.

Graduates will also have the following knowledge, skills, and competencies after completing the Industry Track:

- Students learn how to use current models and methods to evaluate and perform a risk analysis of financial instruments as well as to analyze time series in the finance industry.
- Students will be able to develop and/or apply computational methods for solving financial problems in practice, in particular methods of modern statistical and machine learning, Monte Carlo simulations, and optimization methods.
- Students will be able to translate theoretical knowledge into practical management decisions.

Graduates will also have the following knowledge, skills, and competencies after completing the Science Track:

- Students learn to understand and critically discuss current academic papers relating to finance.

- Students will be able to independently write academic papers and present them in a manner appropriate to the target group.
- Students will be able to link theoretical concepts with methods and models, especially to further develop the field of research.

§ 2 Admission Requirements

(1) Prerequisite for admission to the Master’s Degree Program in Quantitative Finance is the completion of a previous degree within the meaning of § 64 of the Universities Act 2002. Admission to the Master’s Degree Program in Quantitative Finance is regulated by a selection procedure pursuant to the Universities Act 2002.

(2) The Bachelor’s Program in Business, Economics and Social Sciences and the Bachelor’s Program in Business and Economics offered at WU (Vienna University of Economics and Business) are previous degrees as specified in (1) above.

(3) Dual application of examinations to the Master’s Degree Program in Quantitative Finance through credit transfer of examinations completed in the first-degree program pursuant to (1) is not permissible.

§ 3 Structure, Total Credit Hours, and ECTS Credits

(1) The four-semester Master’s Degree Program in Quantitative Finance is made up of 120 ECTS credits. The master’s thesis is worth 20 ECTS credits, and the subjects of the Master’s Degree Program in Quantitative Finance account for the remaining 100 ECTS credits.

(2) The Master’s Degree Program in Quantitative Finance is held entirely in English.

§ 4 Types of Examinations

The examination types indicated in this curriculum are defined in the Examination Regulations of WU (Vienna University of Economics and Business). This curriculum, together with the Examination Regulations, forms a curriculum pursuant to § 25 (1) item 10 of the Universities Act 2002.

Abbreviation key:

| |
|---|
| AG – <i>Arbeitsgemeinschaft</i> , workshop-type course |
| FP – <i>Fachprüfung</i> , subject examination |
| FS – <i>Forschungsseminar</i> , research seminar |
| LVP – <i>Lehrveranstaltungsprüfung</i> , course examination |
| MP – <i>Modulprüfung</i> , module examination |
| PI – <i>prüfungsimmanent</i> , course with continuous assessment of student performance |
| VUE – <i>Vorlesungsübung</i> , lecture with interactive elements |

§ 5 Joint Courses and Examinations

The following courses and examinations are compulsory subjects in the Master's Degree Program in Quantitative Finance:

| <i>Course title</i> | <i>ECTS credits</i> | <i>Credit hours</i> | <i>Type of examination</i> |
|--|---------------------|---------------------|----------------------------|
| <i>In Mathematical Finance (15 ECTS credits)</i> | | | |
| Mathematics | 5 | 2 | PI |
| Probability | 5 | 2 | PI |
| Mathematical Finance | 5 | 2 | PI |
| <i>In Statistics and Computing (25 ECTS credits)</i> | | | |
| Computing | 5 | 2 | PI |
| Statistics I | 5 | 2 | PI |
| Statistics II | 5 | 2 | PI |
| Statistical and Machine Learning | 5 | 2 | PI |
| Econometrics | 5 | 2 | PI |
| <i>In Financial Economics (30 ECTS credits)</i> | | | |
| Microeconomics | 5 | 2 | PI |
| Corporate Finance | 5 | 2 | PI |
| Financial Markets and Instruments | 5 | 2 | PI |
| Asset/Risk Management I | 5 | 2 | PI |
| Asset/Risk Management II | 5 | 2 | PI |
| Principles of Finance | 5 | 2 | PI |

§ 6 Specializations

Students in the Master's Degree Program in Quantitative Finance must also complete a specialization worth a total of 30 ECTS credits in either the Science Track or the Industry Track, as stipulated by the provisions below.

§ 7 Science Track Specialization

(1) The courses and examinations in the core subjects of the Science Track are as follows:

| <i>Course title</i> | <i>ECTS credits</i> | <i>Credit hours</i> | <i>Type of examination</i> |
|---|---------------------|---------------------|----------------------------|
| <i>In Research Methods (10 ECTS credits):</i> | | | |
| Paper Reading and Writing | 4 | 2 | FS |
| Research Seminar I | 2 | 2 | FS |
| Research Seminar II | 2 | 2 | FS |
| Master's Thesis Seminar | 2 | 2 | FS |

(2) In the course of the Science Track Specialization, five courses with continuous assessment of student performance (PI) worth 4 ECTS credits and 2 credit hours each must be completed. Each specialization can be chosen up to five times. The following specializations are available:

1. Advanced Topics in Mathematical Finance
2. Advanced Topics in Statistics and Computing
3. Advanced Topics in Financial Economics

§ 8 Industry Track Specialization

(1) The courses and examinations in the core subjects of the Industry Track are as follows:

| <i>Course title</i> | <i>ECTS credits</i> | <i>Credit hours</i> | <i>Type of examination</i> |
|---|---------------------|---------------------|----------------------------|
| <i>In Projects in Quantitative Finance (8 ECTS credits)</i> | | | |
| Industry Lab | 8 | 4 | FS |
| <i>In Academic Writing (2 ECTS credits)</i> | | | |
| Master's Thesis Seminar | 2 | 2 | FS |

(2) In the course of the Industry Track Specialization, five courses with continuous assessment of student performance (PI) worth 4 ECTS credits and 2 credit hours each must be completed. Each specialization can be chosen up to five times. The following specializations are available:

1. Advanced Topics in Mathematical Finance
2. Advanced Topics in Statistics and Computing
3. Advanced Topics in Financial Economics

§ 9 Specific Requirements for Admission to Examinations

The successful completion of at least 42 ECTS credits from the compulsory joint courses as stipulated in § 5 is the prerequisite for admission to courses from either of the two specializations.

§ 10 Master's Thesis

- (1) Every student is required to write a master's thesis worth 20 ECTS credits.
- (2) In their master's theses, the students have to demonstrate their ability to independently handle a topic with the help of academic research methods.
- (3) The topic of the master's thesis is to be chosen from the subjects that make up the Master's Degree Program in Quantitative Finance and in agreement with the academic director. The students are entitled to propose a topic themselves or to select one from a number of suggestions made by the available supervisors. Apart from that, § 33 of the By-Laws of WU (Vienna University of Economics and Business) applies.

§ 11 Completion of the Master's Degree Program

After a student has successfully completed all required courses and examinations and the master's thesis, he or she shall be issued a certificate documenting the successful completion of the Master's Degree Program in Quantitative Finance.

§ 12 Academic Degree

Graduates of the Master's Degree Program in Quantitative Finance will be awarded the academic degree Master of Science (WU), abbreviated as MSc (WU).

§ 13 Effective Date

- (1) This curriculum will enter into force on October 1, 2022.
- (2) This regulation shall replace the regulation on a Curriculum for the Master's Degree Program in Quantitative Finance, WU Bulletin no. 19 of February 5, 2014, last amended by the regulation published in WU Bulletin no. 44 of June 30, 2021.

§ 14 Transitional Provisions

Students currently enrolled in the Master's Degree Program in Quantitative Finance at WU at the time this curriculum enters into force are entitled to complete the program by the end of the 2025 summer semester under the provisions of the curriculum valid on September 30, 2022. If a student fails to complete the program within that period, the student will be subject to the new curriculum for the remainder of their studies. Students are entitled to voluntarily change to the new curriculum during admission periods.

Appendix: Subject descriptions (currently available only in German)

Statistics and Computing:

Die Studierenden sind in der Lage

- grundlegende Bestandteile der Programmierung wiederzugeben/anzuwenden mit Fokus auf R (Datenstrukturen und Algorithmen)
- Programme in R zur Lösung von mathematischen Problemen zu entwerfen, zu implementieren, zu testen und zu „de-buggen“
- Matrixberechnungen durchzuführen, lineare und nichtlineare Gleichungssysteme zu lösen und Funktionen mit einer oder mehreren Variablen zu optimieren
- die wichtigsten Methoden der statistischen Inferenz zu beschreiben und anzuwenden
- grundlegende Probleme der statistischen Inferenz sowohl theoretisch als auch empirisch zu lösen
- R zur Durchführung statistischer Inferenzen zu verwenden
- die Ergebnisse von Regressionsanalysen anzuwenden und zu interpretieren
- zu wissen, warum und wie bestimmte Eigenschaften von Regressionsresiduen getestet werden müssen
- die Folgen von Verletzungen bestimmter Annahmen zu verstehen und zu wissen, wie sie zu berücksichtigen sind
- mit den grundlegenden Definitionen von Finanzzeitreihen vertraut zu sein und deren empirische (dynamische) Eigenschaften abzuleiten und zu interpretieren
- zu wissen, wie man stationäre von nicht-stationären Zeitreihen unterscheidet und wie man Unit Root Tests anwendet
- homoskedastische von heteroskedastischen Zeitreihen zu unterscheiden sowie den Zweck und die Grundprinzipien von GARCH-Modellen zu verstehen und zu wissen, wie man solche Modelle schätzt und testet
- Simulationsexperimente zu planen und durchzuführen
- die wichtigsten Methoden des modernen statistischen und maschinellen Lernens in Theorie und Anwendung mit R zu beherrschen und Ergebnisse der Anwendung kritisch hinterfragen zu können

Mathematical Finance:

Die Studierenden sind in der Lage

- die grundlegenden Konzepte und Definitionen der angewandten linearen Algebra (insbesondere Vektorräume und lineare Abbildungen; innere Produkte, Orthogonalität und Diagonalisierung; orthogonale Projektionen; Konvexität und Separation) zu beschreiben, zu erläutern und damit zu arbeiten
- die grundlegenden Konzepte und Definitionen der angewandten Analysis (insbesondere der multivariablen Differentialrechnung und der Optimierung) zu beschreiben, zu erläutern und damit zu arbeiten
- die grundlegenden Konzepte und Definitionen von Wahrscheinlichkeitsräumen (Zustandsraum, Filtration und Wahrscheinlichkeitsmaß) sowie darauf definierter Zufallsvariablen und deren Verteilung zu beschreiben, zu erklären und anzuwenden
- das Konzept der bedingten Erwartung und der absoluten Stetigkeit von Maßen zu beschreiben, zu erklären und anzuwenden
- angewandte finanzwirtschaftliche Probleme lösen, bei denen Fähigkeiten aus der Wahrscheinlichkeitstheorie notwendig sind
- grundlegende Konzepte im Bereich der Finanzmathematik in diskreter und stetiger Zeit (insbesondere die Theorie stochastischer Prozesse und stochastischer Differenzialgleichungen) zu verstehen und anzuwenden

- notwendige mathematische Tools wie Martingal, Brown'sche Bewegung und Ito-Kalkül und insbesondere das Zusammenspiel von empirischen und äquivalenten Martingalmaß zu beherrschen

Financial Economics:

Die Studierenden sind in der Lage

- die institutionellen Merkmale der wichtigsten Finanzmärkte und der dort gehandelten Finanzinstrumente zu kennen (Geldmarktdépôts, FRAs, Devisenkassa- und Devisentermingeschäfte, Anleihen, Floating Rate Notes, Zinsswaps, Finanztermingeschäfte, Optionen, Kreditderivate)
- zwischen den Organisationsformen des Handels (OTC vs. Börsen) zu unterscheiden
- den Zusammenhang zwischen Finanzmärkten und finanziellen Bewertungsmodellen erkennen, insbesondere das statische Replikationskonzept und die Arbitragefreiheitsbedingung
- Bewertungsmodelle und Risikoanalysemodelle für festverzinsliche Instrumente anzuwenden
- die Schätzung von Zinsstrukturkurven durchzuführen
- die praktische Nutzung von Finanzdaten zu kennen
- das Verhalten der einzelnen Wirtschaftsakteure (private Haushalte und Unternehmen) und die Aggregation ihrer Handlungen in einem institutionellen Rahmen zu beschreiben
- die Wirtschaftstätigkeit, Marktzustände und ihre Effizienz in einem Gleichgewichtsrahmen zu bewerten
- mikroökonomische Nutzentheorie zur Erklärung von ökonomischen Entscheidungen anzuwenden
- Mikroökonomische Grundlagen der Preisbildung von Vermögenswerten zu erkennen und anzuwenden (Risiko- und Ertragsmaße, Portfolio-Optimierung, Moderne Portfoliotheorie, Preisbildung von Vermögenswerten im Gleichgewicht, Faktormodelle und Anwendungen, Schätzung von Faktor-Risikoprämien, Risikomaße für nicht-normale Ertragsverteilungen, Aggregation von Risikomaßen, Risiko- und Ertragsmanagement von festverzinslichen Portfolios und Devisenportfolios)
- die Grundlagen und Unterschiede zwischen Gleichgewichtspreisen und Arbitragepreisen zu verstehen
- grundlegende finanzielle Entscheidungen von Unternehmen zu analysieren
- die wichtigsten Determinanten der Finanzstruktur eines Unternehmens zu verstehen (insbesondere des Modigliani-Miller-Theorems)
- zu verstehen, wie der Marktwert eines Unternehmens durch finanzielle Entscheidungen beeinflusst wird
- die Auswirkungen von Zeit, Ungewissheit, Steuern und Anreizen auf den Gegenwartswert der Cashflows eines Unternehmens zu berücksichtigen
- die Rolle und die Möglichkeiten des Portfoliomanagements im Rahmen der modernen Kapitalmarkttheorie (insbesondere die Wechselwirkung zwischen Risikoaversion und optimaler Kapitalallokation und das Black-Litterman-Modell) zu verstehen und anzuwenden
- lineare und nichtlineare Programmierungs- und Regressionsmethoden zur Lösung finanzwirtschaftlicher Probleme einzusetzen

Advanced Topics in Statistics/Computing:

Die Studierenden sind in der Lage im Bereich Statistics/Computing – auf dem im Prüfungsfach Statistics/Computing erworbenen Wissens aufbauend – vertiefende und erweiternde Kenntnisse und Fähigkeiten zu erwerben und anzuwenden, wie zum Beispiel

- moderne Methoden des Bayesian und High Performance Computing und die Grundprinzipien der objektorientierten Programmierung und der Entwicklung von R Erweiterungspaketen zu kennen und einzusetzen
- state-of-the-art Methoden des Data und Text Mining zu kennen und zur Lösung finanzwirtschaftlicher Entscheidungsprobleme einzusetzen
- die Theorie des maschinellen Lernens mit neuronalen Netzwerken zu verstehen diese zur Lösung von quantitativ-finanzwirtschaftlichen Problemen (Hedging, Portfolio Optimierung, Vorhersage und Kalibrierung) einzusetzen
- Methoden zur Modellierung finanzwirtschaftlicher Zeitreihen (wie beispielsweise ARIMA, VAR, VEC und Zustandsraummodelle) zu verstehen und empirisch anzuwenden
- die Konzepte und Werkzeuge der Bayesianischen Datenanalyse zu verstehen und zur Modellierung und Vorhersage finanzwirtschaftlicher Zeitreihen anzuwenden

Advanced Topics in Mathematical Finance:

Die Studierenden sind in der Lage im Bereich Mathematical Finance – auf dem im Prüfungsfach Mathematical Finance erworbenen Wissens aufbauend – vertiefende und erweiternde Kenntnisse und Fähigkeiten zu erwerben und anzuwenden, wie zum Beispiel

- fortgeschrittene Konzepte der zeitstetigen Finanzmathematik zu verstehen, und die Eigenschaften von Zinsstrukturmodellen und Methoden der stochastischen Kontrolle zu verstehen und beschreiben
- die Eignung quantitative Methoden für das Management finanzieller Risiken kritisch zu evaluieren
- die grundlegenden Modelle und Werkzeuge zur Modellierung von Kreditrisiko und das Preisen von Kreditderivaten zu kennen und anzuwenden
- die wesentlichsten Methoden und Werkzeuge des Financial Engineering zu kennen und einzusetzen (beispielsweise Preisen durch Monte-Carlo Simulation und Varianzreduktion)
- Modelle des Financial Economics die auf Optimierungskonzepten aufbauen zu verstehen und interpretieren und analytisch oder numerisch zu analysieren
- fortgeschrittene Konzepte aus den Bereichen Stochastik und Analysis, die für in die Tiefe gehende Analysen von mathematischen Modelle in der Finanzwirtschaft benötigt werden, zu verstehen und einzusetzen

Advanced Topics in Financial Economics:

Die Studierenden sind in der Lage im Bereich Financial Economics – auf dem im Prüfungsfach Financial Economics erworbenen Wissens aufbauend – vertiefende und erweiternde Kenntnisse und Fähigkeiten zu erwerben und anzuwenden, wie zum Beispiel

- state-of-the-art Modelle und aktuelle Entwicklungen der Marktmikrostruktur zu kennen und zur Lösung finanzwirtschaftlicher Entscheidungsprobleme einzusetzen
- state-of-the-art Modelle und aktuelle Entwicklungen im Bereich Sustainable Finance zu kennen und zur Lösung finanzwirtschaftlicher Entscheidungsprobleme einzusetzen
- state-of-the-art Anwendungen und aktuelle Entwicklungen im Bereich Portfolio Management zu kennen und zur Lösung finanzwirtschaftlicher Entscheidungsprobleme einzusetzen
- state-of-the-art Modelle und aktuelle Entwicklungen im Bereich Banking zu kennen und zur Lösung finanzwirtschaftlicher Entscheidungsprobleme einzusetzen
- state-of-the-art Modelle und aktuelle Entwicklungen im Bereich der Spieltheorie zu kennen und zur Lösung finanzwirtschaftlicher Entscheidungsprobleme einzusetzen

Research Methods

Im Rahmen der Research Methods soll den Studierenden u.a. eine optimale Unterstützung sowohl bei der Themenwahl der Masterarbeit als auch eine Vorbereitung auf die Erwartungshaltung seitens des Programms für die Erstellung der Masterarbeit geboten werden. Der gesamte Prozess dient der Qualitätssicherung und soll den Studierenden zusätzliches Feedback im Rahmen einer Zwischen- und Endpräsentation der Masterarbeit bieten.

Die Studierenden sind in der Lage

- ihre aktuelle Masterarbeit und die wichtigsten wissenschaftlichen Erkenntnisse im Rahmen einer Zwischen- und Endpräsentation vor einer Fachkommission und dem/der jeweiligen BetreuerIn zu präsentieren
- eine/mehrere Forschungsfrage(n) zu definieren
- quantitative Methoden zur Beantwortung der Forschungsfrage(n) anzuwenden
- die genauen Forschungsprozesse zu dokumentieren und zu erläutern
- aktuelle wissenschaftliche Arbeiten/Publicationen aus den themenrelevanten Fachbereichen zu verstehen und kritisch zu diskutieren
- selbständig eine wissenschaftliche Problemlösung zu konzipieren
- einen Überblick über den aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand auf dem Forschungsgebiet zu geben

Projects in Quantitative Finance

Im Rahmen dieses Faches ist ein Industry Lab zu absolvieren. Das Industry Lab ist ein umfassendes und anspruchsvolles Projekt, das in Kooperation mit einem externen Unternehmen durchgeführt wird. Jedes Projekt wird von LehrveranstaltungsleiterInnen von der WU und aus dem jeweiligen Unternehmen gemeinsam betreut.

Das Unternehmen wird seitens der WU nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Potenzieller Arbeitgeber für AbsolventInnen des Programms
- Vorliegen fachlich und vom Umfang her geeigneter Projektideen
- Qualifizierte Personen für die Funktion der vom Unternehmen gestellten externen LehrveranstaltungsleiterInnen
- Bereitschaft zur langfristigen Kooperation mit dem Programm

Die Studierenden sind in der Lage

- die erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse aus dem ersten Studienjahr im Rahmen des Projekts anzuwenden
- ein spezifisches Problem, das vom jeweiligen Industry-Partner gestellt wird, zu lösen
- komplexe reale finanzwirtschaftliche Probleme mit Hilfe mathematischer und statistischer Modelle zu verstehen, zu analysieren und zu lösen
- mit Finanzmarktdaten und Informationssystemen in Theorie und Praxis umzugehen
- rechnerische Verfahren zur Lösung finanzwirtschaftlicher Probleme zu entwickeln und diese auch korrekt anzuwenden
- Die finalen Ergebnisse im Rahmen des Projekts vor dem Industry-Partner in einem professionellen Umfeld zu präsentieren
- geeignete Methoden des Projektmanagements zur Strukturierung der Projektarbeit praktisch anzuwenden
- größere und komplexe Aufgabenstellungen effizient mit Teamarbeit zu lösen