

DISS. ETH NO. 23935

***DYNAMIC APPROACHES TO REAL ESTATE  
BUBBLES: METHODS AND EMPIRICAL STUDIES***

A thesis submitted to attain the degree of  
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH  
(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by

*DIEGO ANDRES ARDILA ALVAREZ*

M. sc. in Management, Technology, and Economics, ETH ZURICH  
M. sc. in Systems and Computing Engineering, UNIANDES BOGOTA

born on *04.03.1986*

citizen of Colombia

accepted on the recommendation of

*Prof. Dr. Didier SORNETTE, examiner*  
*Prof. Dr. Thorsten HENS, co-examiner*

2016

# Abstract

This is a cumulative thesis i.e. a collection of five self-contained research papers, of which three are already published in peer-reviewed journals. The scientific contributions are mostly connected to the study of real estate bubbles, though tightly related topics are also treated insofar they enrich and extend the analysis.

Chapter two consolidates the results of studies that monitored the risks of bubble development in Switzerland’s residential real estate market. The study uses the Log Periodic Power Law Singularity (LPPLS) model to analyze the development of asking prices of residential properties in all the Swiss districts between 2005-Q1 and 2016-Q2. The results follow the development of the market over a three years periods, and carefully document the transition of the Swiss market from a bubble regime to what seems, by the time in which this document is written, as a new slow growing phase. The material of this chapter is based on [Ardila et al., 2013a], where the methodology was described, and the biannual reports for the general audience that were published in collaboration with comparis.ch [Ardila et al., 2013b,c, 2014a,b, 2015b,c, Ahmed et al., 2016]. Therefore, this analysis - conducted and published incrementally between 2012-Q4 and 2016-Q2 - constitutes a hindsight-bias free diagnosis of the Swiss housing market. The content of this chapter serves to motivate the other contributions of this thesis.

Chapter three and four assess the applicability of the LPPLS model in the study of real estate bubbles. The two chapters provide supporting evidence for the dynamic approach to bubble diagnosis, employed in chapter two.

Chapter three takes a step away from the real estate market to substantiate one of the fundamental assumptions of the LPPLS model. We report strong evidence that changes of momentum, i.e. “acceleration”, defined as the first difference of successive returns, is a novel effect complementing momentum of stock returns. The “acceleration” effect, which we argue is associated with procyclical mechanisms, help elucidate many previous reports of transient non-sustainable accelerating (upward or downward) log-prices as well as many anomalies associated with the momentum factor. This chapter is an edited version of [Ardila et al., 2015a].

Chapter four analyzes the ex-ante information content of the LPPLS and other bubble detection methods in the context of international real estate markets. We derive binary indicators from the causal application of five bubble statistical tests, and via logit regressions we assess the indicators’ out-of-sample performance in the forecasting of tipping points of housing bubbles and systemic financial crises. This chapter is based on [Ardila et al., 2016b].

Having put to the test the dynamic approach to diagnose real estate bubbles, chapters five and six seek to connect the bubble diagnosis with fundamental drivers of the property market, and the other phases of the financial cycle.

Chapter five presents a hybrid model for diagnosis and critical time forecasting of real estate bubbles. The model combines two elements: 1) the LPPLS model to describe endogenous price dynamics originated from positive feedback loops among economic agents; and 2) a diffusion index that creates a parsimonious representation of multiple macroeconomic variables. This structure allows us to analyze the interaction between a “bubble” and a “fundamental” component. We compare the model’s in-sample and out-sample behavior on the housing price indices of 380 US metropolitan areas. This chapter is based on [Ardila et al., 2016c].

Chapter six is published in Ardila and Sornette [2016]. It proposes to date and analyze the financial cycle using the Maximum Overlap Discrete Wavelet Transform (MODWT). Our presentation points out limitations of the methods derived from the classical business cycle literature, while stressing their connection with wavelet analysis. The fundamental time-frequency uncertainty principle imposes replacing point estimates of turning points by interval estimates, which are themselves function of the scale of the analysis.

Finally, chapter seven presents the conclusions and suggests directions for future research. We discuss current gaps in the literature, and propose appropriate tools and building blocks to address them.

# Zusammenfassung

Hierbei handelt es sich um eine kumulative Doktorarbeit, d.h. eine Sammlung von fünf abgeschlossenen Forschungsarbeiten, von denen drei bereits in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht wurden. Die wissenschaftlichen Beiträge stehen hauptsächlich in Verbindung mit der Untersuchung von Immobilienblasen, aber es werden auch damit eng verbundene Themen behandelt, soweit sie die Analyse bereichern und erweitern. Im zweiten Kapitel werden die Ergebnisse von Studien konsolidiert, die die Risiken der Entwicklung von Blasen auf dem Schweizer Wohnimmobilienmarkt überprüft haben. Die Studie wendet das Log-Periodic-Power-Law-Singularity (LPPLS) Modell an, um die Entwicklung der Angebotspreise von Wohnimmobilien in allen Schweizer Gemeinden zwischen dem 1. Quartal 2005 und dem 2. Quartal 2016 zu analysieren. Die Ergebnisse spiegeln die Entwicklung des Markts über 3-Jahres-Zeiträume wider und dokumentieren sorgfältig die Transition des Schweizer Markts von einem Blasensystem hin zu einer scheinbar neuen Phase langsamen Wachstums, zumindest zu der Zeit, als die Arbeit geschrieben wurde. Das Material für dieses Kapitel basiert auf [Ardila et al., 2013a], wo die Methodologie beschrieben wurde, und auf den halbjährlichen Berichten für die breite Öffentlichkeit, die in Zusammenarbeit mit comparis.ch [Ardila et al., 2013b,c, 2014a,b, 2015b,c, Ahmed et al., 2016] veröffentlicht wurden. Diese Analyse stellt darum eine rückblickende, unbefangene Diagnose des Schweizer Wohnungsmarkts dar. Der Inhalt dieses Kapitels diene als Anregung für die anderen Beiträge.

In Kapitel drei und vier wird beurteilt, ob das LPPLS-Modell bei der Untersuchung von Immobilienblasen anwendbar ist. Beide Kapitel bieten sachdienliche Beweise für die dynamische Herangehensweise zur Feststellung von Blasen, was in Kapitel zwei seine Anwendung findet. Kapitel drei nimmt zur Bekräftigung einer der grundlegenden Annahmen des LPPLS-Modells etwas Abstand vom Immobilienmarkt. Es gibt starke Anzeichen dafür, dass Änderungen in der Dynamik, d.h. “Beschleunigung”, die als erster Unterschied schrittweiser Erträge definiert ist, eine neuartige Auswirkung darstellt und die Dynamik der Aktienrendite ergänzt. Der “Beschleunigungseffekt” ist entsprechend der These mit prozyklischen Mechanismen verbunden und hilft dabei, viele vorhergehende Berichte zu flüchtiger, nicht nachhaltiger Beschleunigung (nach oben oder nach unten) von Log-Preisen sowie viele Anomalitäten im Zusammenhang mit dem Faktor Dynamik zu erläutern. Bei diesem Kapitel handelt es sich um eine überarbeitete Version von [Ardila et al., 2015a]. In Kapitel vier werden der Ex-ante-Informationsgehalt der LPPLS und andere Methoden zur Ermittlung von Blasen im Kontext des internationalen Immobilienmarkts analysiert. Binäre Indikatoren werden von der kausalen Anwendung von fünf statistischen Prüfungsverfahren zu Blasen hergeleitet. über Logit-Regressionen wird die Out-of-Sample-Leistung der Indikatoren bei der Vorsage der Tipping Points von Immobilienblasen und

systemischen Finanzkrisen beurteilt. Dieses Kapitel beruht auf [Ardila et al., 2016b].

Nach Erprobung der dynamischen Herangehensweise zur Feststellung von Immobilienblasen, geht es in Kapitel fünf und sechs darum, die Feststellung der Blase mit grundlegenden Immobilienmarkttreibern und den anderen Phasen des Finanzzyklus zu verbinden. In Kapitel fünf wird ein Hybridmodell zur Feststellung und kritischen zeitlichen Vorhersage von Immobilienblasen vorgestellt. Das Modell verbindet zwei Elemente: 1) das LPPLS-Modell zur Beschreibung endogener Preisdynamiken, die von positiven Feedbackschleifen unter Wirtschaftsakteuren stammen; und 2) ein Diffusionsindex, der eine sparsame Darstellung zahlreicher makroökonomischer Variablen schafft. Durch diese Struktur kann die Interaktion zwischen einer “Blase und einer “grundlegenden” Komponente analysiert werden. Das In-Sample- und Out-of-Sample-Verhalten des Modells wird anhand der Immobilienpreisindizes von 380 Metropolregionen in den USA verglichen. Dieses Kapitel beruht auf [Ardila et al., 2016c].

Kapitel sechs wird in Ardila and Sornette [2016] veröffentlicht. Es geht darum, den Finanzzyklus mithilfe des Maximum Overlap Discrete Wavelet Transform (MODWT) zu datieren und zu analysieren. Die Präsentation weist auf Grenzen der aus der klassischen Literatur zum Konjunkturzyklus stammenden Methoden hin und hebt deren Verbindung mit der Wavelet-Analyse hervor. Die zugrundeliegende Zeit-Frequenz-Unschärferelation verhängt Ersatzpunktschätzungen von Wendepunkten durch Intervallschätzungen, die selbst von der Analyseebene abhängen.

Im siebten Kapitel werden schließlich die Schlussfolgerung vorgestellt und Vorschläge für zukünftige Forschungsrichtungen gemacht. Diskutiert werden derzeitige Lücken in der Literatur, zudem werden angemessene Instrumente und Bausteine vorgeschlagen, um diese in Angriff zu nehmen.