

## Erneuerbare Energien, räumliche Verfügbarkeit und Nachfrage: Herausforderungen und Chance für Geoinformatik und GIScience.

Thomas Blaschke<sup>1,2</sup>, Markus Biberacher<sup>1</sup>, Ingrid Schardinger<sup>1</sup>,  
Sabine Gadocha<sup>1</sup>, Daniela Zocher<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Studio Austria Forschungsgesellschaft, Studio iSPACE,  
Schillerstraße 25, Stiege Nord  
A-5020 Salzburg

<sup>2</sup> Universität Salzburg, Z\_GIS Zentrum für Geoinformatik  
Hellbrunner Str. 34  
5020 Salzburg

### 1. Motivation: Der politische und gesellschaftliche Wille

Es besteht **politischer Konsens** – etwa in der EU ausgedrückt durch eine entsprechende verbindliche Richtlinie – dass der Anteil der Erneuerbaren Energien (EE) weiter zunehmen soll. Die EU-Mitgliedstaaten einigten sich im März 2007 auf die Formel „**20-20-20 bis 2020**“: Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes um 20 %, Verringerung des Energiebedarfes um 20 %, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energieträger von 8,5 % im Jahre 2005 auf 20 % im Jahre 2020 und Erhöhung der Biotreibstoffe von derzeit 2 % auf 10 % bis 2020. Das von der EU-Kommission im Jänner 2008 vorgestellte Klimapaket mit erstmals auch rechtlich verbindlichen Zielvorgaben für alle Mitgliedsländer legt z.B. für Österreich eine Verringerung der Treibhausgase um 16 % sowie den Ausbau der erneuerbaren Energieträger auf 34 % fest. Diese ehrgeizigen Ziele erfordern rasche und konkrete Umsetzungsschritte, sowohl zum Ausbau erneuerbarer Energieträger wie auch zum Energiesparen. Abgesehen von diesen Vorgaben der EU soll für **Österreich** bis 2020 laut österreichischer Klimastrategie (BMLFUW, 2007) der Anteil an erneuerbaren Energieträgern am Gesamtenergiebedarf von 23 % (2004) auf 45 % im Jahr 2020 verdoppelt werden. In **Deutschland** betrug der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zum gesamten Stromverbrauch 2008 knapp 15 % (AGEB, 2009) und soll laut Erneuerbare-Energien-Gesetz 2009 (EEG, 2009) bis zum Jahr 2020 auf mindestens 30 % ansteigen.

Das Research Studio iSPACE war in Europa die erste Einrichtung die Web-basierte interaktive Potenziale als „Atlas“ oder „**Energieportal**“ erstellt hat. Mittlerweile wurde auch von der (Deutschen) Agentur für Erneuerbare Energien ein Potenzialatlas erstellt, der auf technische Potenziale in Deutschland zur Nutzung regenerativer Energien hinweist (AEE, 2009) und der den Flächenverbrauch von heute bis zum Jahre 2020 für Erneuerbare Energien angibt. So kann beispielsweise die Windenergie an Land bis 2020 ein Fünftel des deutschen Strombedarfs decken und benötigt dafür etwa 0,75 Prozent der Landesfläche.

Die Grundidee, die das Research Studio iSPACE seit 2004 als Brückenbildung zwischen Universitärer Forschung und Industrie betreibt zeigt die Potenziale der Geoinformatik auf in der konkreten Umsetzung abstrakter politischer Festlegungen.

## 2. Empirische Forschungen im Research Studio iSPACE in den letzten 5 Jahren

Das Research Studio iSPACE liefert bereits seit 2004/05 **räumlich explizite Studien** zu Energiepotenzialen, Nachfrage und zur Regionalen Energieversorgung (REV). REV ersetzt zunehmend den Begriff „Energieautarkie“ der in der Öffentlichkeit missverstanden werden kann, im Sinne einer „echten“ Autarkie. Es werden auch bei Energieautarkie keine bestehenden Leitungsnetze von Regionen gekappt und selbst bei rechnerischer Ausgeglichenheit muss häufig Spitzenstrom oder Nachtstrom aus Gründen der Netzbelastung ausgetauscht werden. Nach einer aktuellen Definition (George et al., 2009) können unter **Regionaler Energieversorgung** all diejenigen koordiniert durchgeführten Aktivitäten einer Stadt, Gemeinde oder Region verstanden werden, die dem Ziel dienen, unter Verwendung richtungweisender Technologien und Verfahren, einer Hebung der Lebensqualität der Betroffenen und einer Erhöhung der gesamten Performance der Region die Energieversorgung so zu organisieren, dass sie auch ökonomisch Vorteile im Vergleich zu zentralen Versorgungsstrategien bietet.

**iSPACE** hat 2004 in dem in Österreich national geförderten Forschungsprojekt VKAR ein räumliches Modell zur „Ermittlung und Evaluierung regionaler Energiepotenziale und Verbrauchsstrukturen zur Entwicklung nachhaltig autarker Regionen im Sinne der **Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz**“ durchgeführt. Viele weitere Studien bauen auf diesen methodischen Ergebnissen (Mittlböck et al., 2007) sowie den Algorithmen linearer Optimierung (Biberacher, 2007) auf.

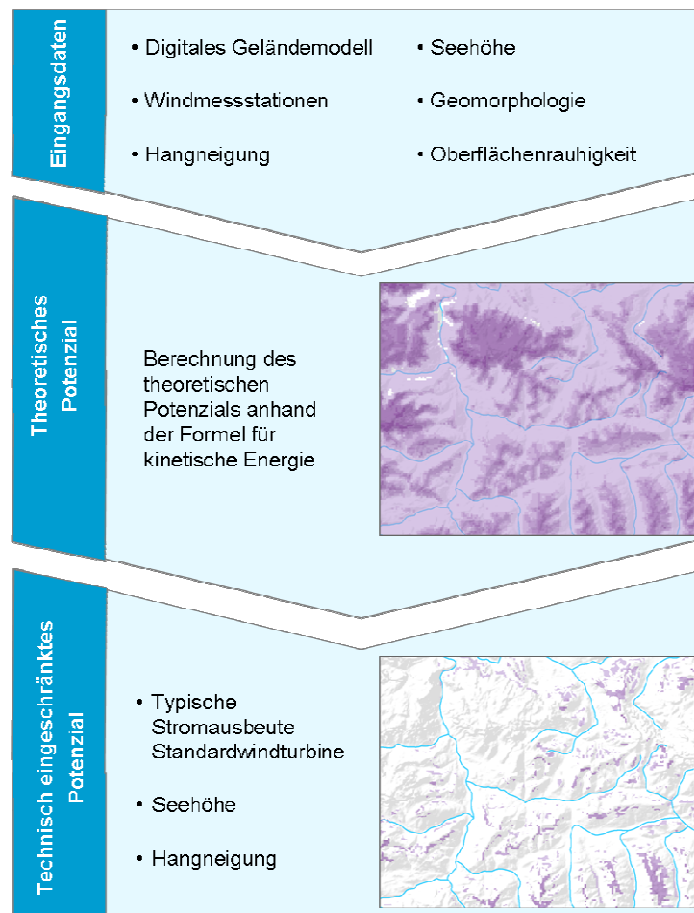


Abb. 1: Beispiel Workflow zur Ermittlung des Windkraftpotenzials

iSPACE führte 2006/07 eine umfassende Studie zur energetischen (Selbst)Versorgung der Region Rhein-Sieg/Bonn (Rhein-Sieg-Kreis und Stadt Bonn) durch, die große Aufmerksamkeit in der Presse und Öffentlichkeit erzielte (Biberacher et al., 2008). Der Schwerpunkt lag in einer räumlich aufgelösten Betrachtung (250m Rasterauflösung) der energetischen Nachfragesituation ebenso wie in der Bewertung der potenziellen Nutzbarmachung regionaler Energiepotenziale. Abbildung 1 zeigt exemplarisch den Workflow und die Constraints zur Ermittlung des technischen Windkraftpotenzials. Das ermittelte Windpotenzial für den Rhein-Sieg Kreis und Bonn ist in Abbildung 2 dargestellt. Die übergeordnete Fragestellung ist hierbei die potenzielle energetische Selbstversorgung im Rhein-Sieg-Kreis und wie sich diese in Teilräumen ausprägen könnte (Abbildung 3).

Mittlerweile sind zahlreiche weitere Studien durchgeführt worden die die Methodik stets weiterentwickelten so dass im zentralen Teil des GIS-basierten Workflows lineare Modellierungsmodelle in der Programmierumgebung GAMS integriert wurden, in die mehrere Personenjahre an Entwicklung geflossen sind und die auch international (etwa in den EU-FP7 Projekten ENERGEO und PROFICIENCY) eingesetzt werden.

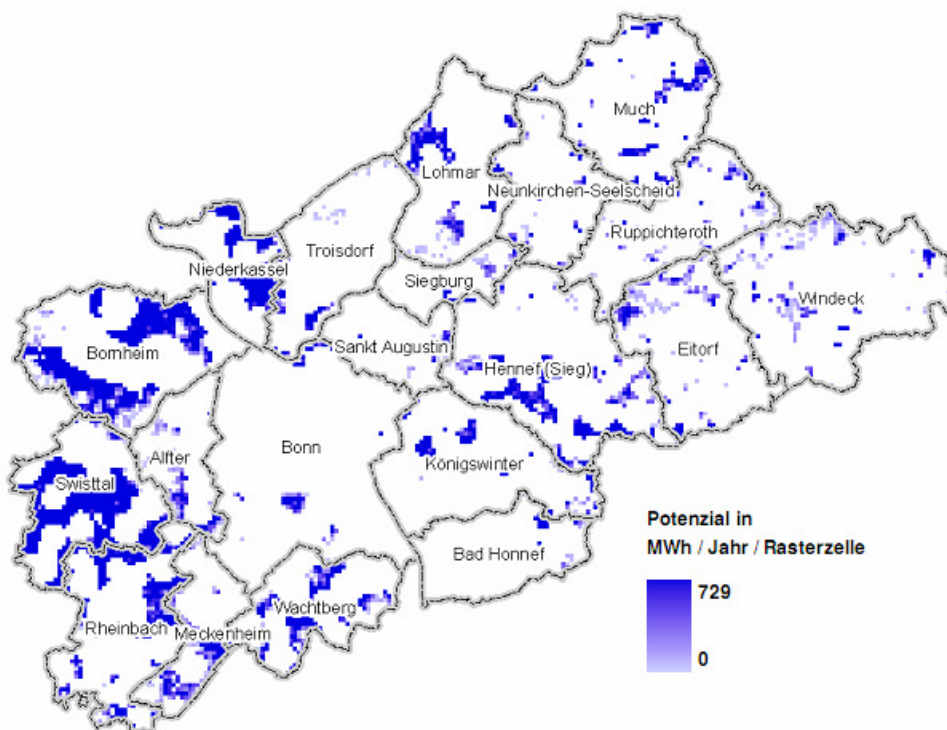


Abb. 2: Beispiel „eingeschränkt technisches Windkraftpotenzial“ für die Region Bonn/Rhein-Sieg nach zahlreichen Ausschlusskriterien pro Rasterzelle (250\*250m) in MWh/a.

Die Vorgangsweise um zu einer dezentralen Regionalen Energieversorgung (REV) zu gelangen ist vereinfacht:

- **Ermittlung der regional verfügbaren erneuerbaren Energiepotenziale (theoretisch – technisch – eingeschränkt technisch )**
- **Ermittlung von regionalen räumlichen Bedarfsszenarien**

- Optimierung der Inwertsetzung regional verfügbarer erneuerbarer Energiepotenziale zur Deckung des regionalen Bedarfs
- Interaktive Visualisierung und individuelle Abfragen über Webportale

### 3. Diskussion

In den meisten Nationalstaaten gibt es gesetzliche Grundlagen und teilweise auch Masterpläne bis wann *welcher Anteil* durch *welche Energieträger* bereitgestellt werden soll. Dem Autor ist aber kein Fall bekannt in denen diese politischen Willensbekundungen mit konkreten Karten kombiniert sind WO für WELCHEN Energieträger welches Potential veranschlagt wird und wie dieses in Wert gesetzt werden soll. Eher finden sich noch konkretere Darstellungen zur aktuellen Nachfragesituation und zur prognostizierten Nachfragesituation sowie zum Verteilungsnetz.

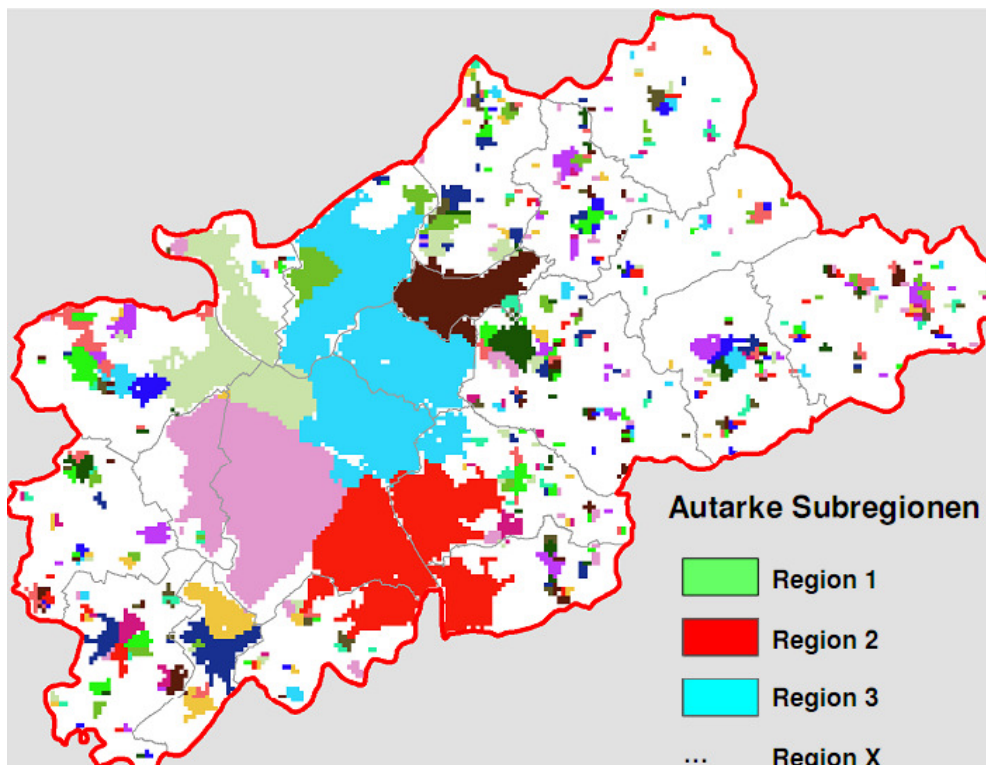


Abb. 3: Regionalisierung in Sub-Regionen hinsichtlich möglichst effizienten Ausgleichs zwischen Potenzialen und Nachfrage über lineare Optimierung (Biberacher 2007), hier für die Region Bonn-Rhein-Sieg. Die Sub-Regionen sind nicht mit dem Begriff „Autarkie“ gleichzusetzen sondern sind methodisch belastbare Vorschläge für politische Entscheidungsträger hinsichtlich funktionaler Planungsregionen.

Neben Einsparungs- und Effizienzsteigerungsmaßnahmen gilt es nachhaltige und ganzheitliche Ausbaustrategien zu entwerfen, damit verfügbare Ressourcen an EE in Regionen identifiziert, quantifiziert, räumlich differenziert der Nachfragesituation gegenübergestellt und letztlich bestmöglich genutzt werden können.

## Geoinformatik 2010 17.-19. März 2010, Kiel

Aus Sicht der Geoinformatik sind neben der unten angeführten Literatur besonders die zunehmenden interaktiven Web-basierten Planungsinstrumente als Trend, Herausforderung und Chance zu nennen.

Derzeit werden vermehrt sowohl in Österreich als auch in Deutschland WebPortale aufgebaut, die zunehmend als **Energieportale** bezeichnet werden (z.B. [ispace.researchstudio.at](http://ispace.researchstudio.at)). Die Web Applikationen dienen dabei vor allem einer **dynamischen Szenariogenerierung** zur Inwertsetzung der einzelnen erneuerbaren Energieträger, etwa Photovoltaik, Solarthermie, Wind, Geothermie und Biomasse.

Der Nutzer kann den Anteil der Inwertsetzung der einzelnen Energieträger individuell bestimmen und variieren, um so in einer Online-Live-Visualisierung die aus seiner Auswahl resultierenden Ergebnisse zu erhalten. Damit kann der potenziell mögliche energetische Selbstversorgungsgrad der jeweiligen Stadt, Gemeinde oder Bezirk dargestellt werden beziehungsweise aufgezeigt werden wie mögliche selbstversorgende Teilregionen aussehen könnten.

Die hier kurz genannten Beispiele sind großteils in frei verfügbaren Publikationen auf der Website [ispace.researchstudio.at](http://ispace.researchstudio.at) zugänglich.

### Literatur:

**Agentur für Erneuerbare Energien (AEE)** (2010): Erneuerbare Energien 2020 – Potenzialatlas Deutschland, online: [www.unendlich-viel-energie.de](http://www.unendlich-viel-energie.de) (Zugriff 8.2.2010)

**Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB)** (2009), online: <http://www.umweltbundesamt-daten-zur-umwelt.de/umweltdaten/public/theme.do?nodeid=2850> (Zugriff 8.2.2010)

**Biberacher M., Dorfinger N., Gadocha S., Gluhak S., Haslauer E., Mittlböck M., Zocher D.** (2008): EnergieRegion Rhein-Sieg – Bericht zur Modellstudie für Erneuerbare Energien und autarke Regionen im Rhein-Sieg Kreis – räumliche Analysen für eine nachhaltige Energieversorgung. [http://ispace.researchstudio.at/downloads/EERS\\_Projektbericht.pdf](http://ispace.researchstudio.at/downloads/EERS_Projektbericht.pdf)

**BMLFUW, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft** (2007): Anpassung der Klimastrategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels 2008 – 2012, Wien.

**EEG (2009)** Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich und zur Änderung damit zusammenhängender Vorschriften (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG 2009)

**GeorgeW., Bonow M., Hoppenbrock C., Moser P.** (2009): Regionale Energieversorgung – Chance für eine zukunftsfähige Ziel- und Ressourcensteuerung in der Energiewirtschaft, In: Standort – Zeitschrift für Angewandte Geographie, 33, S. 13 - 21

**Mittlböck, M., et. al.** (2007): Virtuelle Kraftwerke für Autarke Regionen. (= BMvit, Hrsg., Berichte aus Energie- und Umweltforschung 58/2006), Wien. [http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw\\_pdf/0658\\_virtuelle\\_kw\\_autarke\\_regionen.pdf](http://www.nachhaltigwirtschaften.at/nw_pdf/0658_virtuelle_kw_autarke_regionen.pdf)

### Weiterführende Literatur:

**Biberacher, M. und Gadocha, S.** (2009): GIS based model to optimize the utilization of renewable energy carriers and related energy flows. In: 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia, 13-17 July, 2009, MSSANZ, Canberra, pp. 1915-1921. [http://www.mssanz.org.au/modsim09/F4/biberacher\\_F4.pdf](http://www.mssanz.org.au/modsim09/F4/biberacher_F4.pdf)

- Biberacher, M., Warnecke, S., Brauckmann, H.-J. und Broll, G.** (2009): A linear optimisation model for animal farm manure transports in regions with high intensity animal farming. In: 18th World IMACS/MODSIM Congress, Cairns, Australia, 13-17 July, 2009, MSSANZ, Canberra, pp. 470-476.  
[http://www.mssanz.org.au/modsim09/B1/biberacher\\_B1.pdf](http://www.mssanz.org.au/modsim09/B1/biberacher_B1.pdf)
- Biberacher, M.** (2007): Modelling and optimisation of future energy systems. Using spatial and temporal methods. VDM Verlag Dr. Müller.
- Biberacher, M.** (2008): GIS-based modeling approach for energy systems. In: International journal of Energy Sector Management. Vol 2(3), S. 368-384.  
<http://emeraldinsight.com/10.1108/17506220810892937>
- Biberacher, M. und Gadocha, S.** (2008): Erneuerbare Energie und Raum. Räumliche Energiesystem-Modelle als strategisches Instrument. In: Planerin. Fachzeitschrift für Stadt-, Regional- und Landesplanung. Heft 3/08, S. 18-20.
- Biberacher M., M. Mittlböck und W. Rieder** (2005): "Virtuelle Kraftwerke" für autarke Regionen. In: Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G. (eds.): Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XVII, Wichmann Verlag, Heidelberg, 54-59.
- Biberacher, M. Gadocha S. und Zocher D.** (2008): GIS based Model to optimize possible self sustaining regions in the context of renewable energy supply. In: M. Sánchez-Marrè, J. Béjar, J. Comas, A. Rizzoli and G. Guariso (Eds.), Proceedings of the iEMs Fourth Biennial Meeting. S. 1306-1313. <http://www.iemss.org/iemss2008/uploads/Main/Vol2-iEMs2008-Proceedings.pdf>
- Biberacher, M., Gadocha, S., Gluhak, S., Dorfinger, N. und Zocher D.** (2008): Implementation of a GEODatabase to administrate global energy resources. In: M. Sánchez-Marrè, J. Béjar, J. Comas, A. Rizzoli and G. Guariso (Eds.), Proceedings of the iEMs Fourth Biennial Meeting. S. 1223-1230.  
<http://www.iemss.org/iemss2008/uploads/Main/Vol2-iEMs2008-Proceedings.pdf>
- BLASCHKE, T., BIBERACHER, M., GADOCHA, S., ZOCHER, D., MITTLBÖCK, M., HASLAUER, E., SCHARDINGER, I., STROBL, J.** (2008): Virtual Power Plants: spatial energy models in times of climate change. In: Ehlers, M. et al. (Eds.), Digital Earth Summit on Geoinformatics 2008, Wichmann, Heidelberg, 61-66.  
[http://ispace.researchstudio.at/downloads/2008/Blaschke\\_et\\_al\\_2008\\_Digital\\_Earth\\_Summit.pdf](http://ispace.researchstudio.at/downloads/2008/Blaschke_et_al_2008_Digital_Earth_Summit.pdf)
- Blaschke, T., Biberacher, M., Gadocha, S., Schardinger, I., Prinz, T.** (2009): Integrated energy spatial planning: "spatializing" policy decision support. In: J. Hřebíček, J. Hradec, E. Pelikán, O. Mírovský, W. Pilmann, I. Holoubek, R. Legat (eds.) European conference of the Czech Presidency of the Council of the EU towards eENVIRONMENT (Challenges of SEIS and SISE: Integrating Environmental Knowledge in Europe) Masaryk University, Prague, 284-292.  
[http://ispace.researchstudio.at/downloads/2009/Blaschke\\_et\\_all\\_2009\\_Integrated\\_energy\\_spatial\\_planning.pdf](http://ispace.researchstudio.at/downloads/2009/Blaschke_et_all_2009_Integrated_energy_spatial_planning.pdf)
- Dorfinger, N.** (2007): GIS unterstützte Vergleichsanalyse von Energieholzpotenzialen mit regionalen Wärmeverbrauchswerten. Diplomarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Karl-Franzens-Universität Graz. 141 S., 58 Abb., 46 Tab., 21 Karten, Graz.  
[http://ispace.researchstudio.at/downloads/2007/DA\\_Norbert%20Dorfinger.pdf](http://ispace.researchstudio.at/downloads/2007/DA_Norbert%20Dorfinger.pdf)
- Mittlböck, M., Rieder, W. und Gluhak, S.** (2006): Grenzüberschreitende, kleinräumige Modellierung von Stromverbrauchsstrukturen und energetisch autarken Regionen. In: Strobl, J., Blaschke, T., Griesebner, G. (eds.): Angewandte Geoinformatik 2006, Wichmann Verlag, Heidelberg, 470-475.
- Schardinger, I.** (2007): Standortevaluierung für Biogasanlagen - GIS-gestützte Modellierung der Dargebots- und Nachfragepotenziale für Biogas im Bundesland Tirol, Magisterarbeit an der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Salzburg. 119 S., 33 Abb., 38 Tab., 21 Karten, Salzburg. [http://ispace.researchstudio.at/downloads/2007/Magisterarbeit\\_Ingrid\\_Schardinger.pdf](http://ispace.researchstudio.at/downloads/2007/Magisterarbeit_Ingrid_Schardinger.pdf)