



Berg- und Talwind

Αυρη δ εκ ποταμου ψυχρη
πνεει ηωθι προ

Homer (750 v Chr.)





Inhaltsübersicht

- Das Phänomen „Berg- und Talwind“
- Detaillierte Betrachtung der einzelnen Vorgänge
- Rückschluss auf Gesamtphänomen
- Literaturangaben



Das Phänomen „Berg- und Talwind“

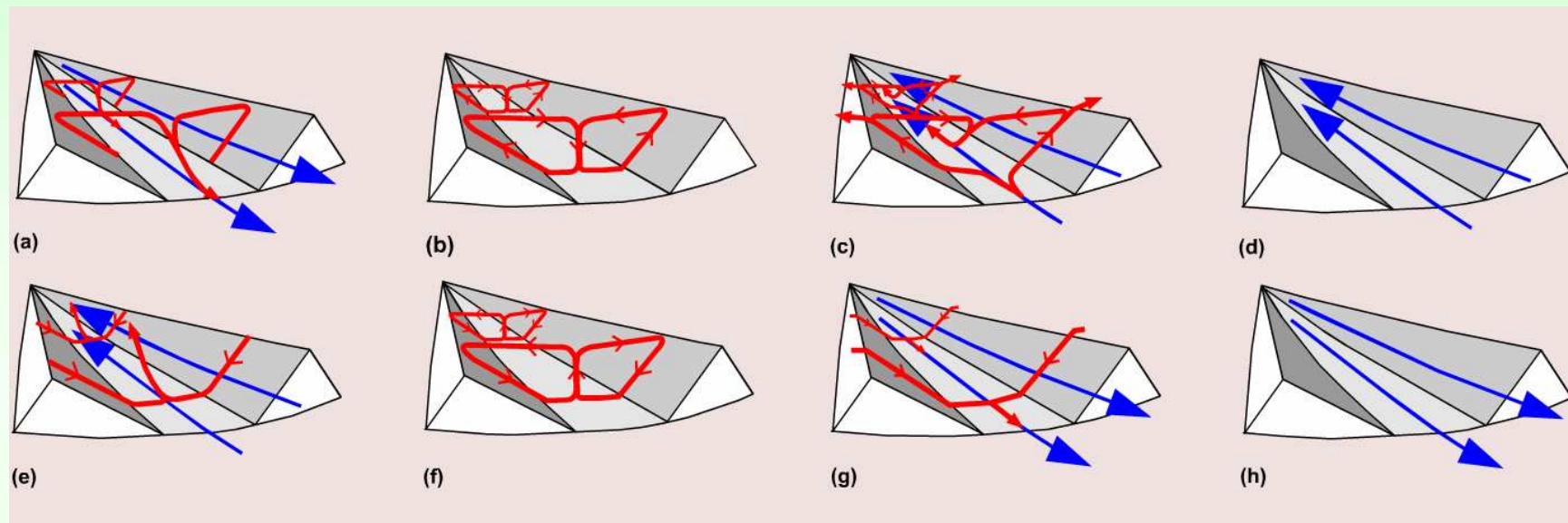


Bedeutung der Gebirgswinde

- Durch Eigenleben großer Einfluss aufs Wetter
 - Orographische Bewölkung
 - Höhere/ niedrigere Inversionen über den Kämmen als über Vorland
 - Blockieren und Verzögern von Fronten
- Einfluss aufs Klima
 - Temperatur und Wind formen Vegetation
 - Beeinflussen Land- und Forstwirtschaft
- Einfluss auf Schadstoffausbreitung
 - Mitnahme der Schadstoffe in Tageszirkulation
 - Bei stabiler Luftschichtung kaum Luftaustausch



Schematische Übersicht



Quelle: geographie.unimuenchen.de

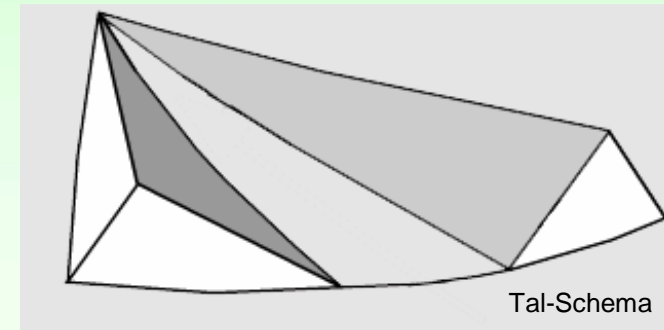
Berg-Tal-Windsystem in seinen unterschiedlichen Stadien über den Tag (aus LILJEQUIST, 1992)

- a) Hangaufwind und Bergwind bei Sonnenaufgang
- b) Hangaufwind allein am Vormittag
- c) Hangaufwind und Talwind um Mittag
- d) Talwind allein am Spätnachmittag
- e) Hangabwind und Talwind gegen Abend
- f) Hangabwind allein am Beginn der Nacht
- g) Hangabwind und Bergwind in der Mitte der Nacht
- h) Bergwind allein vor Sonnenaufgang



Probleme des Schemas

- Bezug auf unendliche langes, homogenes Tal
- Keine Seitentäler oder Veränderungen des Querschnitts
- Bezug auf symmetrische Verhältnisse (keine ungleichmäßige Besonnung der Hänge)
- Keine Betrachtung der Verhältnisse oberhalb der Kämme (keine Überströmung, großräumige Kompensationsströmungen bzw. Antiwinde)
- Analoge Darstellung von Tag und Nacht, nur in umgedrehte Pfeilrichtung





Detaillierte Betrachtung der einzelnen Vorgänge



Entstehung des Gebirgswindsystem

- Einleitung:
 - Einstrahlung der Sonne auf Berghänge
 - Schnelle Reaktion auf Temperaturänderungen
 - Ausgleich von Temperatur- und damit Druckdifferenz durch **Hangwind**

→ Primärzirkulation

- Fortsetzung:
 - Nach einigen Stunden Verzögerung: Ausgleichsströmung zwischen Tal und Vorland durch **Berg- und Talwind**

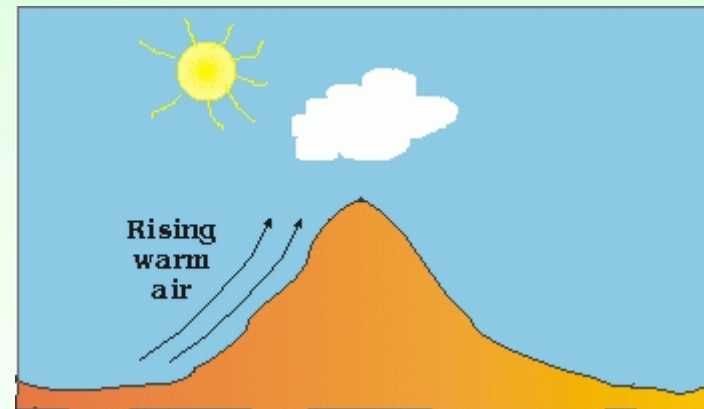
→ Sekundärzirkulation



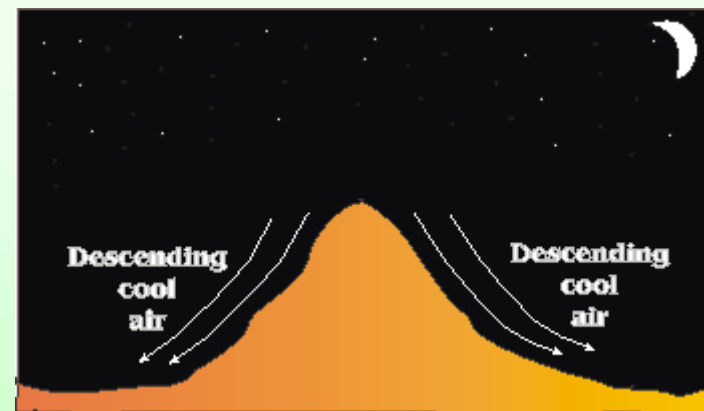
Hangwinde

- **Anabatischer Hangaufwind**
 - Schnellere Erwärmung der Berghänge
 - Weniger dichtere Luft
 - **Thermisch induzierter Aufstieg der Luftmassen**

- **Katabatischer Hangabwind**
 - Schnellere Auskühlung der Berghänge
 - Dichtere Luft
 - **Durch Auskühlung verursachter Kaltluftabfluss**



Quelle: atmosphere.mpg.de

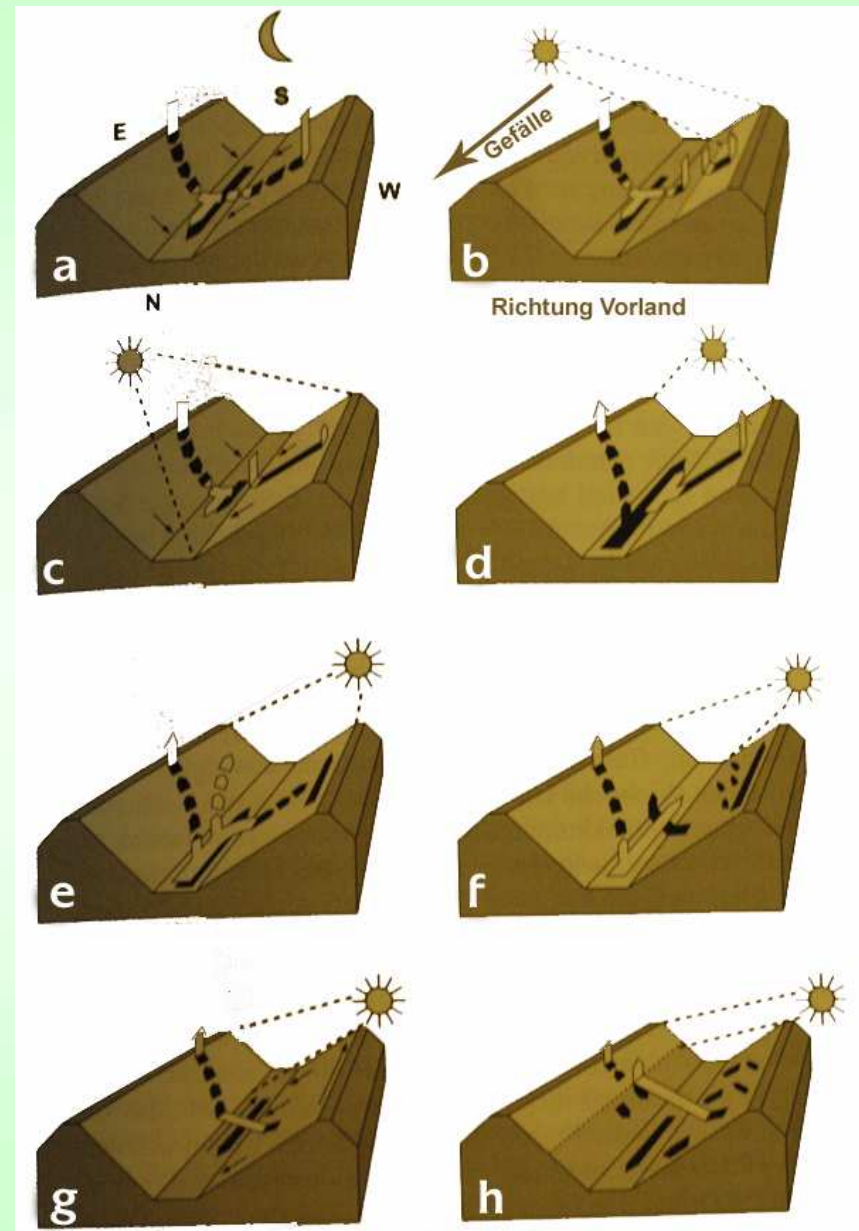


Quelle: atmosphere.mpg.de



Asymmetrische Hangerwärmung

- a) Nächtliche Hangabwinde
- b) Sonnenaufgang beleuchtet exponierten östl. Oberhang, Westseite Kaltluftabflüsse
- c) Hangaufwindzelle am östl. Oberhang
- d) Gleichmäßige Sonne an beiden Hängen, Hangaufwindzirkulation, Talwind beginnt
- e) Thermische Begünstigung der westl. Hänge
- f) Westl. Hangaufwind nimmt Luft vom östl. Hang mit
- g) Kaltluftabflüsse am östl. Hang, Bergwind beginnt
- h) Sonnenaufgang beleuchtet westl. Oberhang mit schwachem Hangaufwind, Kompensationsströmung vom Schattenhang quer zur Talachse



Quelle: Bendix



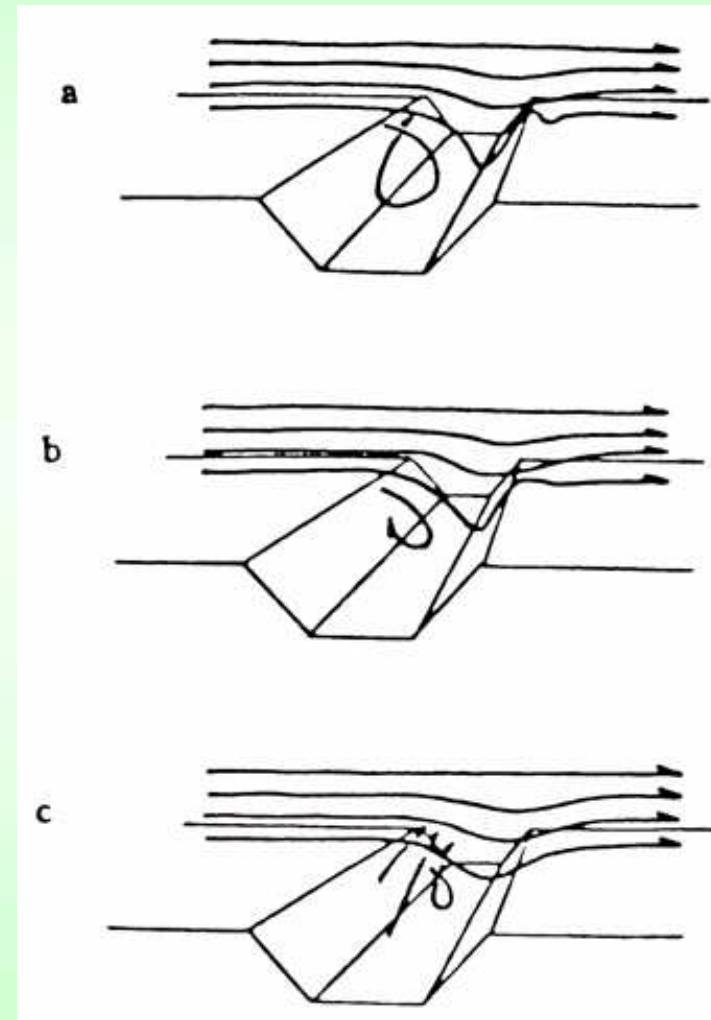
Video: Hangaufwind → Quercirkulation





Gebirgsüberströmung

- Wirkung eines Tals auf die Überströmung; Bildung und Auflösung von Wirbeln → Verformung des Berg- und Talwindsystems
 - Wirbelbildung am Leehang
 - Bei weitem Durchgreifen der Überströmung auch am Luvhang

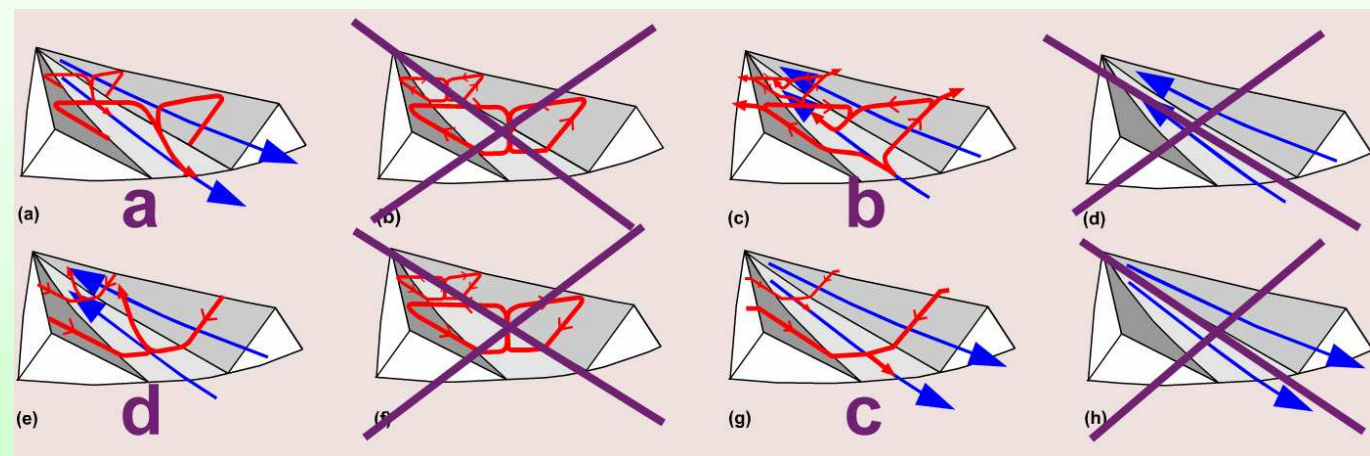


Quelle: Freytag



Massenhaushalt

- Einteilung des Tageszyklus‘:
 - Phase a: Bergwind und Erwärmung
 - Phase b: Talwind und Erwärmung
 - Phase c: Talwind und Abkühlung
 - Phase d: Bergwind und Abkühlung
- Betrachtung des Einflusses der Seitentäler



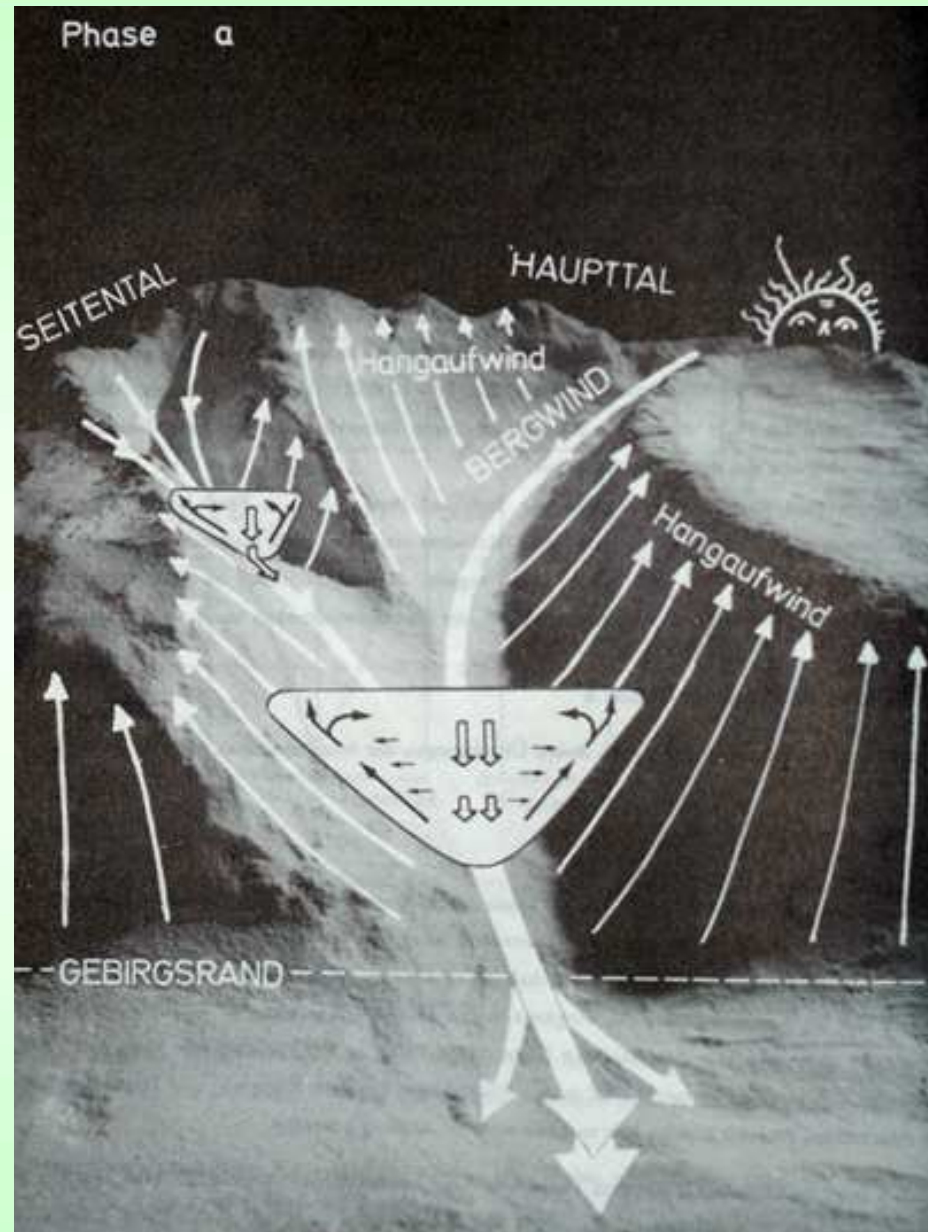


Phase a) Bergwind und Erwärmung

Bergwind

Nimmt zum Vorland hin zu!

- Tal kälter als Vorland
- Zirkulation im Tal → Kompensation
- Zufluss aus Seitentälern → Quelle
- Schließung des Systems durch den **Antibergwind**



Quelle: Freytag

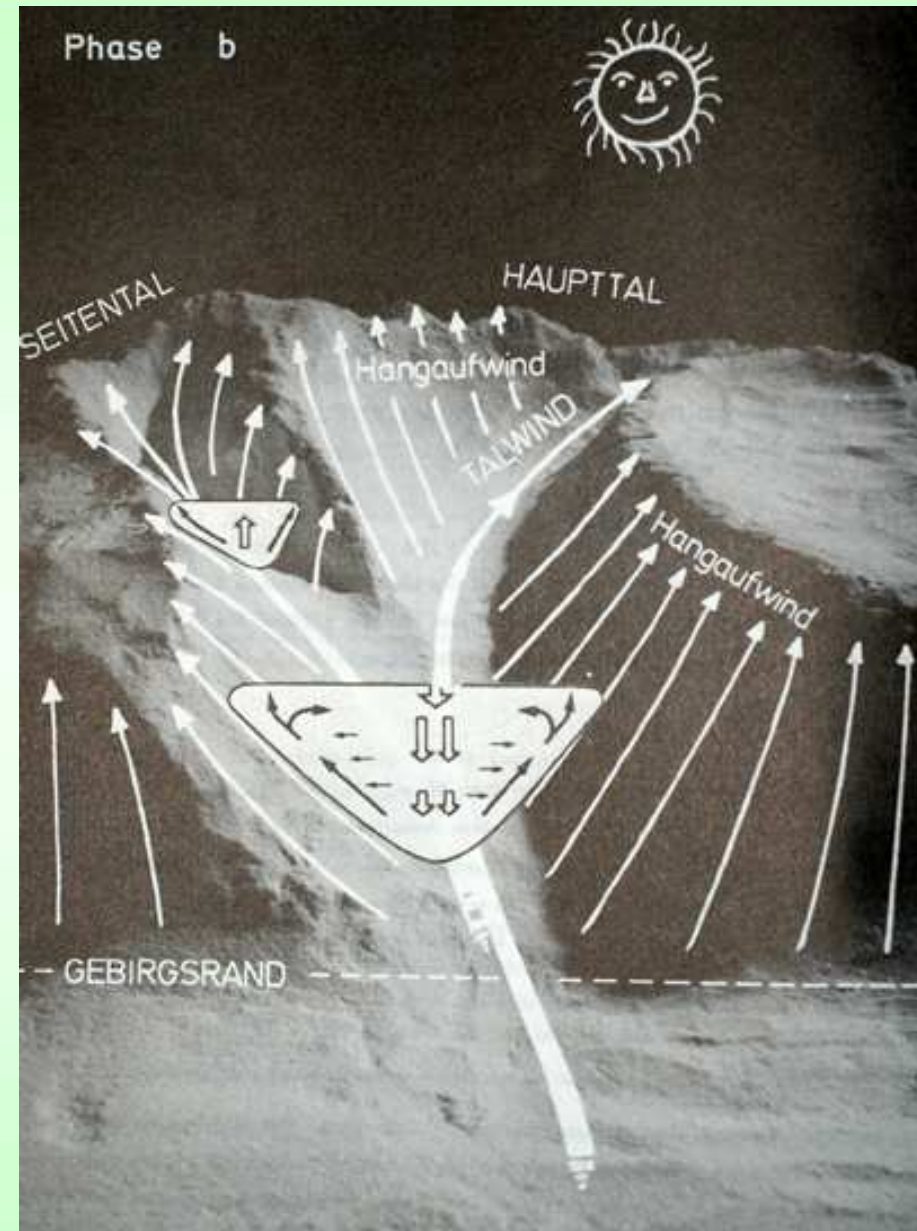


Phase b) Talwind und Erwärmung

Talwind

Nimmt zum Haupttal hin zu!

- Tal wärmer als Vorland
- Zirkulation im Tal → Kompensation
- Zufluss in Seitentälern → Senke
- Absinkende Luft im Vorland → Quelle
- Schließung des Systems durch den **Antitalwind**



Quelle: Freytag

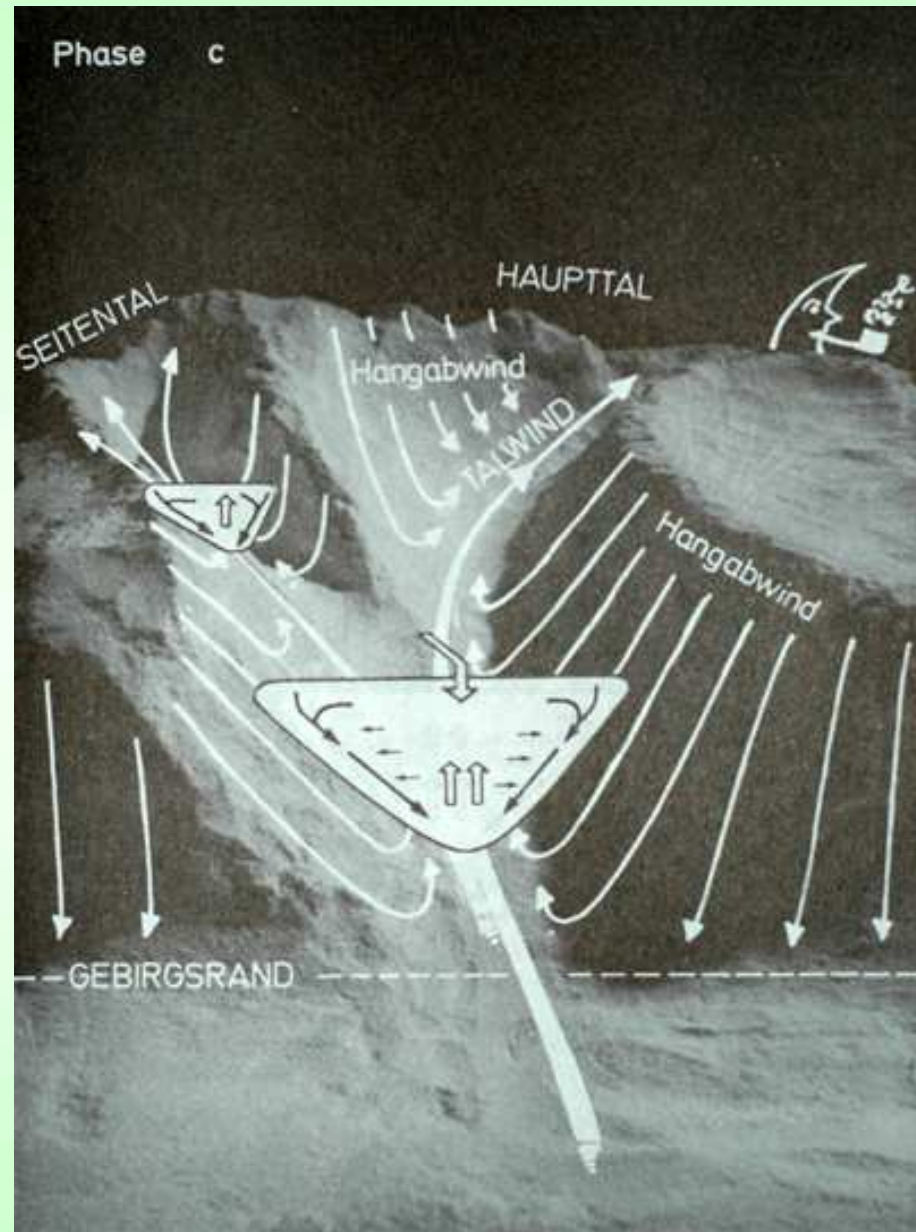


Phase c) Talwind und Abkühlung

Talwind

Nimmt zum Haupttal hin zu!

- In Bodennähe: Tal kälter als Vorland,
In Atmosphäre: Tal wärmer als Vorland
- Zirkulation im Tal →
Kompensation
- Zirkulation aus Seitentälern →
Quelle



Quelle: Freytag



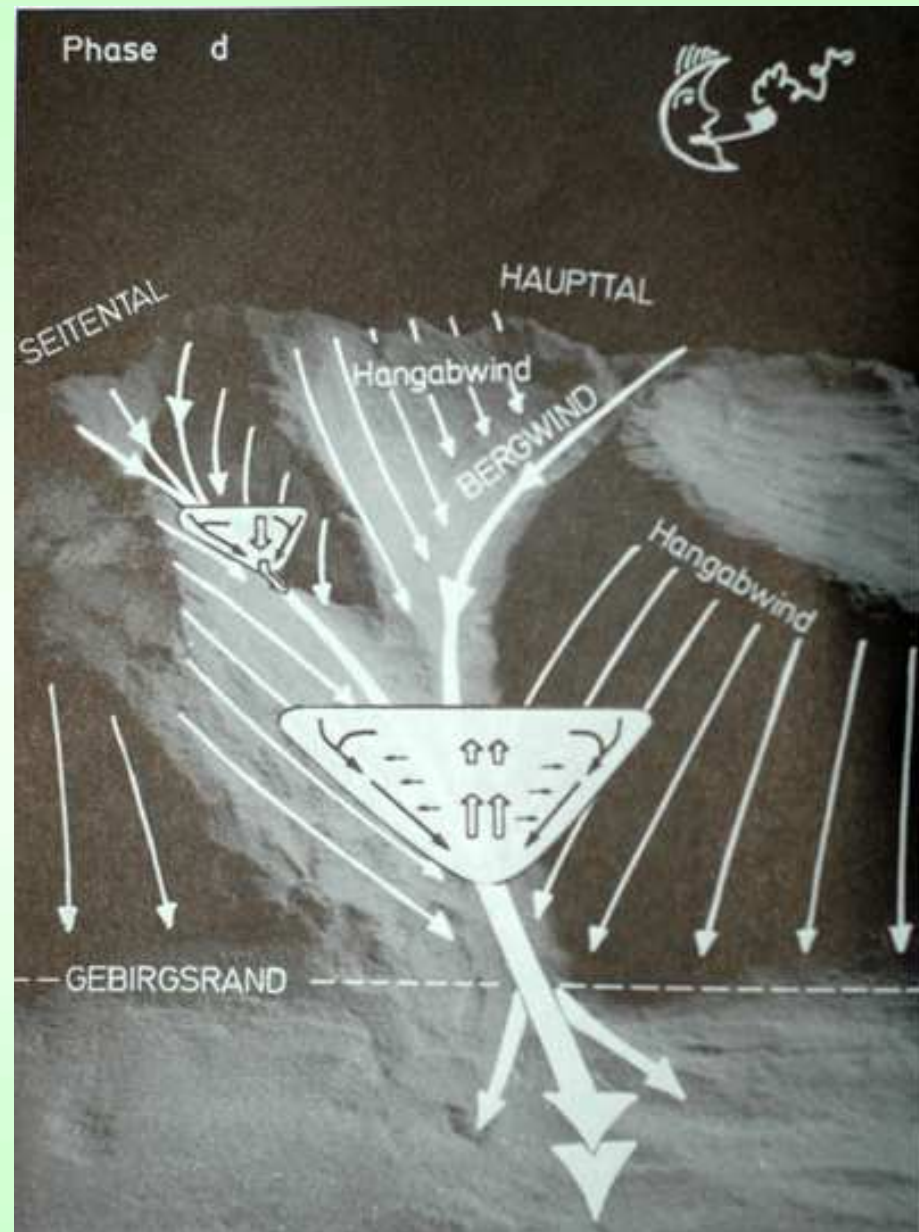


Phase d) Bergwind und Abkühlung

Bergwind

Nimmt zum Haupttal hin zu!

- In Bodennähe: Tal wärmer als Vorland,
In Atmosphäre: Tal kälter als Vorland
- Zirkulation im Tal → Kompensation
- Zufluss aus Seitentälern + Hangabwinde → Quelle



Quelle: Freytag



Video: Hangabwind → Bergwind





Massenhaushalt

- Unterschiedliche Temperaturentwicklung in Tal und Vorland → Entwicklung von Berg- und Talwind auch bei geringer Neigung
- Advective Prozesse → differenzielle Erwärmung und Abkühlung, nehmen jeweils talaufwärts zu
- Prägung durch gesamtes Einzugsgebiet
- Grundlegende Unterschiede tagsüber und nachts
- Charakteristische Zeitverschiebungen durch Wechselwirkung zwischen den Vorgängen





Energiehaushalt

- Zwei unterschiedliche Ansätze:

- Tagsüber (Phase a und b):
 - Vertikale Advektion
- Nachts (Phase c und d):
 - Abkühlung im Tal, Kaltluftabfluss ins Vorland

Aber wieso erwärmt sich die absinkenden Kaltluft nicht adiabatisch?

- Drei verschiedene Einflussfaktoren:

- + adiabatische Temperaturzunahme durch Abnahme des Luftdrucks mit der Höhe
- Energieverlust durch turbulenten fühlbaren Wärmestrom
- Negative Strahlungsbilanz

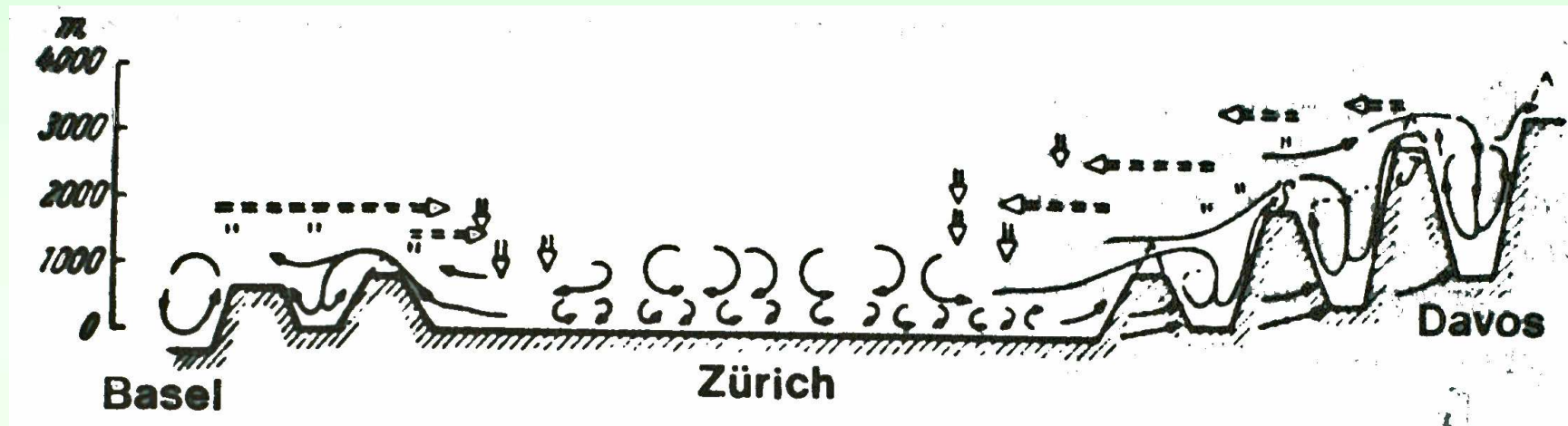
Hohe Emissivität des Bodens → thermischer Verlust der Luft
+ Entrainment → Netto-Wärmeverlust



Rückschluss auf Gesamtphänomen



Gesamtschema Vorland <-> Gebirge



Systematischer Querschnitt durch Jura und Alpen

Quelle: Atm. Grenzschicht in einem Gebirgstal

Antizyklonale Wetterlage im Sommer am frühen Nachmittag:

- Generelle Gebirgsanströmung speist Hangaufwinde und Talwind
- Kompensationsströmung weit über den Kämmen vom Gebirge herab
- Antitalwind



Ergebnis

- Berg-Talwind-Phänomen kann nur großräumig erklärt werden
- „Schön-Wetter-Phänomen“
- Ursache: Thermische und Druckunterschiede
- Berg- und Talwind wachsen in Ihrer Richtung an

Entscheidend für die Entwicklung der Zirkulation → Reaktion auf die Vorgänge im **Tal**, so wie energetisch am günstigsten:

Divergenz tagsüber <-> Konvergenz nachts



Absinken im Tal <-> Abfluss längs des Tals



Hoher Kasten





Video: Hoher Kasten





Literaturangaben



Literaturangaben

- Jörg Bendix, Geländeklimatologie, 2004 Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung
- Carl Freytag, Atmosphärische Grenzschicht in einem Gebirgstal bei Berg- und Talwind, Universität München – Meteorologisches Institut, Juni 1988, Wissenschaftliche Mitteilung Nr. 60
- Graphiken und Filme:
 - Videos zur Talwindzirkulation und am Hohen Kasten überlassen von Prof. Steinacker, Universität Wien, Institut für Meteorologie und Geophysik
 - http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2_Kreislaeufe_Windsysteme/_Lokale_Stroemungen_115.html (27.01.2007)
 - <http://www.geographie.uni-muenchen.de/iggf/multimedia/Klimatologie/Graphik/KG4-1.swf> (23.01.2007)
 - http://www.geographie.uni-muenchen.de/iggf/multimedia/Klimatologie/kleinezirkulation_bergtalwind.htm (23.01.2007)
 - <http://ulrichprinz.de/air/de/by06/pic/ralf-inntal-ulli.jpg> (23.01.2007)
 - <http://www.adventure-sports.de/images/karten/thermik.gif> (27.01.2007)
 - <http://www.hoherkasten.ch/presse/> (30.01.2007)