

Kartenset »Wirtschaft und Nachhaltigkeit«

Wasser- und Windkraftwerke im Alpenraum (2007)

Wasser- und Windkraftwerke

-  Windkraftwerk
-  Pumpspeicherkraftwerk
-  Speicherkraftwerk
-  Laufkraftwerk

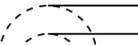
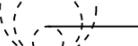
Stand: 04/2007

Jahr der Inbetriebnahme

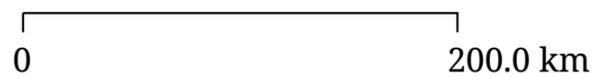
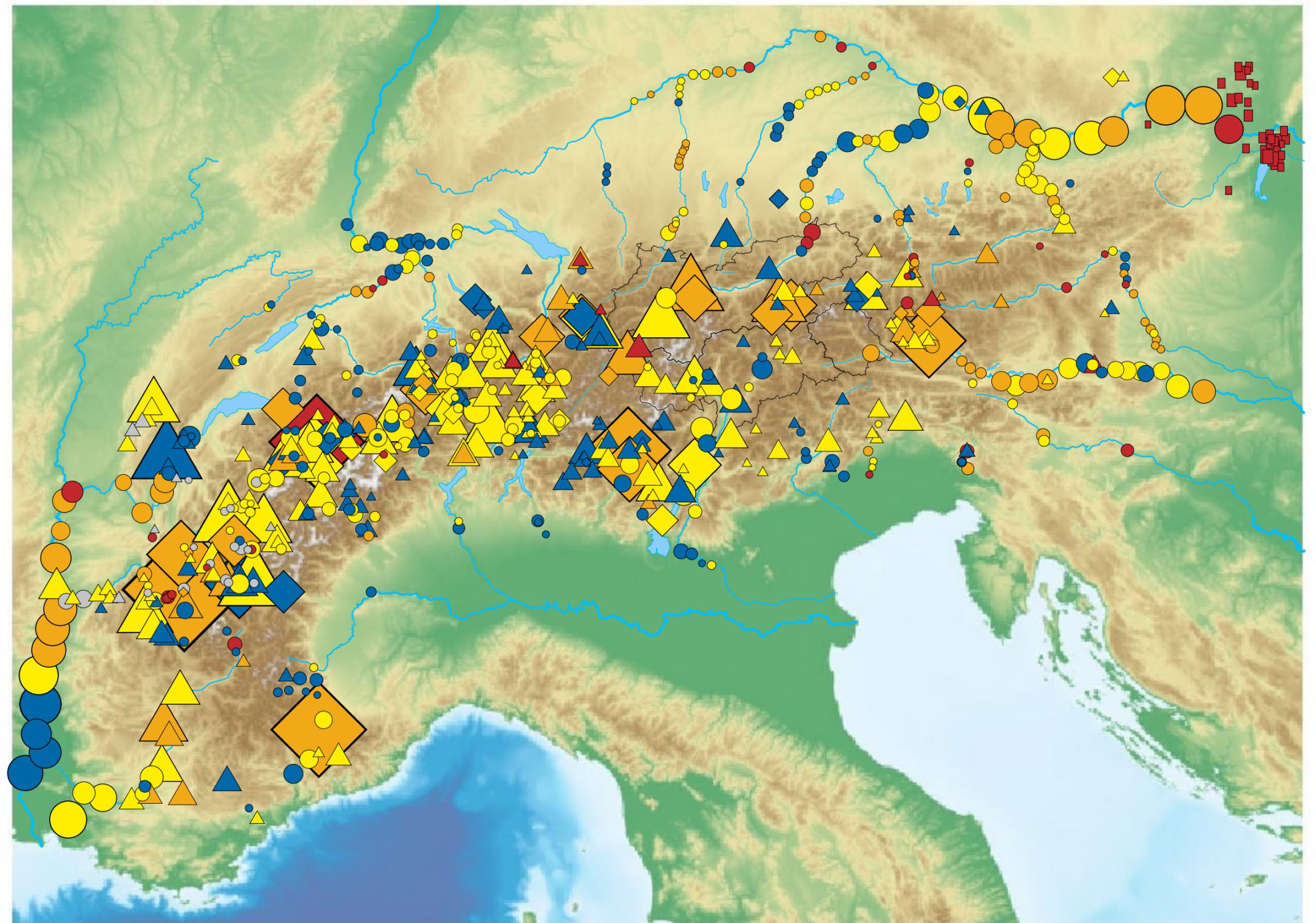
- nach 1990 
- 1971-1990 
- 1946-1970 
- vor 1945 
- unbekannt 

Stand: 04/2007

Ausbauleistung (MW)

-  1.000
-  500
-  100

Stand: 04/2007



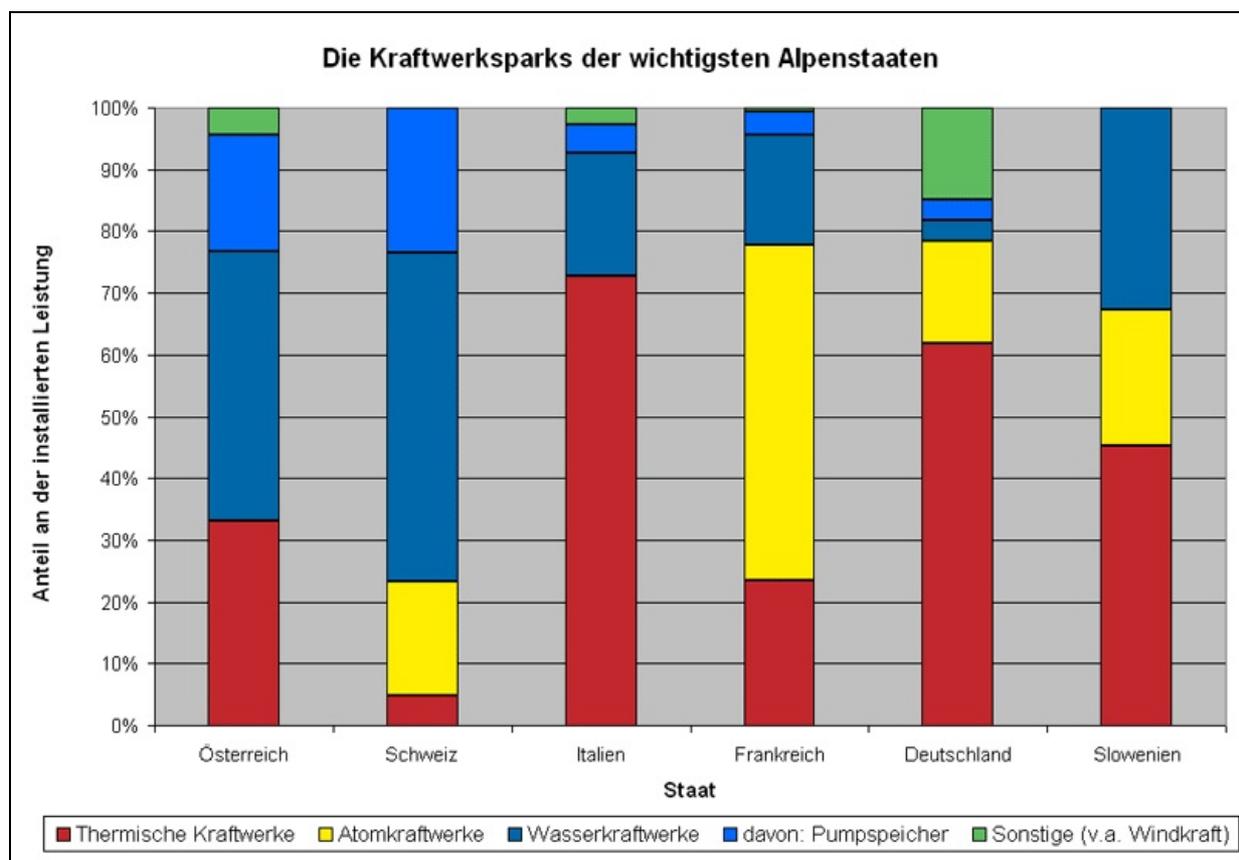
Die Karte zeigt alle Wasser- und Windkraftwerke mit einer Ausbauleistung ≥ 10 MW im Alpenraum.

Wasserkraftwerke - Alpenraum

Wasserkraft - Die "weiße Kohle" der Alpen

Das Wasserkraftpotenzial der Alpen ist enorm und es wird von einer ganzen Reihe naturräumlicher Faktoren begünstigt. Die sehr hohe Reliefenergie, die mit zunehmender Höhe steigenden Niederschläge bei geringer werdender Verdunstung und die Wasserspeicherung in Gletschern, Schnee und Seen schaffen optimale Bedingungen zur Erzeugung hydroelektrischer Energie.

Dies drückt sich ganz klar in der Aufteilung des Elektrizitätskraftwerksparks der wichtigsten Alpenstaaten aus. Österreich und die Schweiz als Staaten mit einem sehr hohen Gebirgsanteil an der Landesfläche können zu rund zwei Dritteln beziehungsweise zu rund drei Vierteln ihren Kraftwerksbedarf mit Hilfe der erneuerbaren Energiequelle Wasserkraft decken. Diese beiden Kernstaaten der Alpen, die bis Ende der 1990er Jahre Stromexporteure waren, müssen aufgrund des steigenden Inlandsverbrauchs in den letzten Jahren zunehmend Elektrizität importieren. Die Kraftwerksbetreiber beider Länder versuchen deshalb v.a. ihre Pumpspeicherkapazitäten auszubauen, um im europäischen Verbundnetz teuren Spitzenstrom gegen größere Mengen an Grundlaststrom zu tauschen. Die anderen Alpenstaaten mit großen Flächenanteilen außerhalb des Gebirges müssen entweder thermische Kraftwerke (Italien) oder Kernkraftwerke (Frankreich) zubauen, bzw. einen Mix aus beidem wählen (Deutschland und Slowenien).



Quellen: Eurostat, Stand: 01.01.2006

Schweiz: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband und Bundesamt für Energie (BFE)

Es existieren im wesentlichen drei Typen von Wasserkraftwerken mit jeweils unterschiedlichen Funktionen.

1. Laufkraftwerke: Sie erzeugen sogenannten Bandstrom zur Deckung der Grundlast. Diese Kraftwerke befinden sich bevorzugt in den Haupttälern der Alpen und entlang der großen Ströme in den Alpenvorländern, wie etwa an Rhône, Rhein, Donau, Isar, Inn, Drau, Enns, Etsch etc.. Die Hauptproduktionssaison dieses Kraftwerkstyps liegt im Frühjahr und Sommer, wenn die Flüsse durch die Schneeschmelze und das sommerliche Niederschlagsmaximum am meisten Wasser führen.
2. Speicherkraftwerke: Sie erzeugen teuren Spitzenstrom um Verbrauchsspitzen abzudecken. Außerdem helfen diese Kraftwerke den erhöhten Elektrizitätsverbrauch im Winterhalbjahr zu bewältigen, indem das im Sommerhalbjahr gespeicherte Wasser abgearbeitet wird. Diese Werke befinden sich zumeist im eigentlichen Hochgebirge, bevorzugt in Hängetälern oder gestuften Tälern, um eine möglichst große Fallhöhe zu erreichen. In einigen Fällen können sogar natürlich vorhandene Seen als Speicher genutzt werden, wie z.B. der Achensee in Tirol oder der Walchensee in Bayern.
3. Pumpspeicherkraftwerke: Dieser Kraftwerkstyp verfügt über leistungsfähige Pumpen, um in Zeiten geringen Stromverbrauchs (v.a. in den Nachtstunden) Wasser in ein Oberbecken zu befördern, das dann auf Knopfdruck in den Turbinen zu Spitzenstrom umgewandelt werden kann. Diese sogenannte "Stromveredelung" verbraucht in Summe Energie, so dass man in diesem Fall nicht mehr von "sauberer" Elektrizitätserzeugung sprechen kann. Diese Werke sind meistens sehr leistungsstark, da sie innerhalb kürzester Zeit große Mengen an Spitzenstrom und Regelernergie bereit stellen müssen.

Aus den unterschiedlichen Funktionen ergibt sich, dass installierte Leistung (in MW) und die Stromerzeugung (in GWh) nicht proportional sind. Relativ kleine Laufkraftwerke können durch ihren Dauerbetrieb sogar mehr Strom produzieren als größere Speicherkraftwerke, die nur

zeitweise zugeschaltet werden.

Die auf der Karte dargestellten Großwasserkraftwerke summieren sich auf folgende installierte Leistungen nach Kraftwerkstypen in den 6 wichtigsten Alpenstaaten (in Klammern jeweils die Anzahl der Kraftwerke):

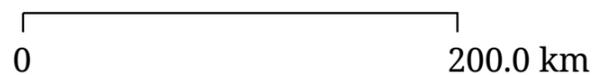
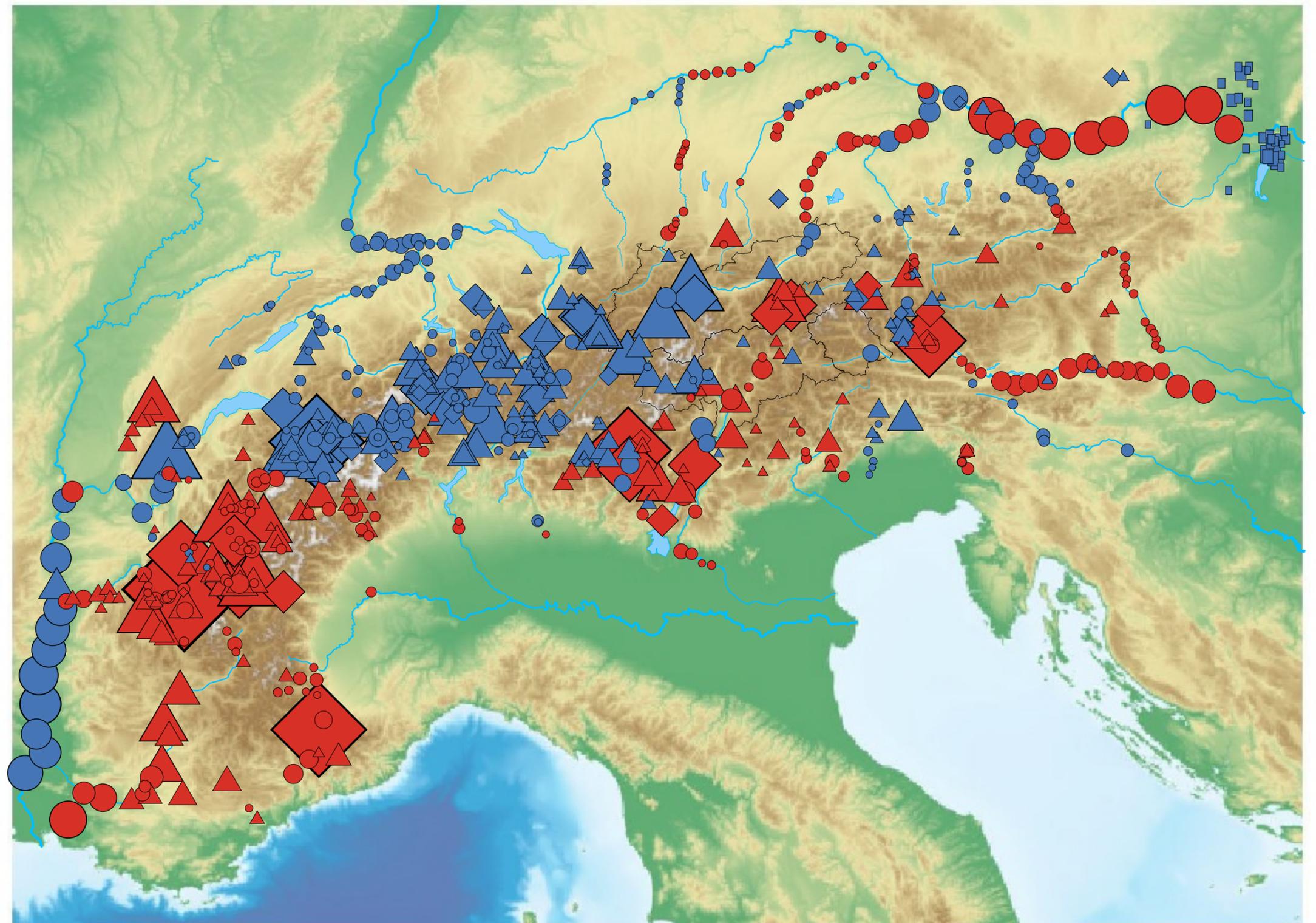
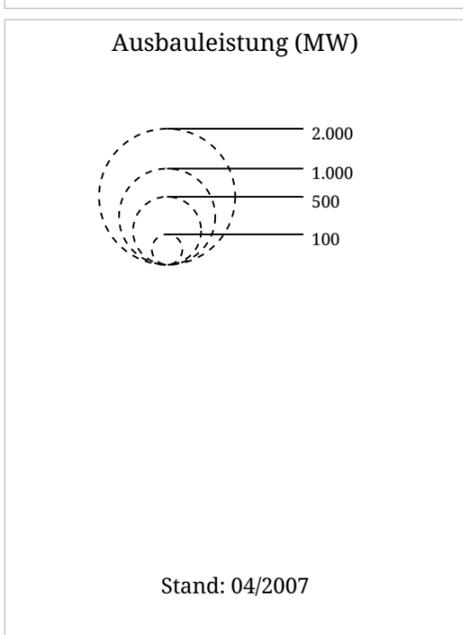
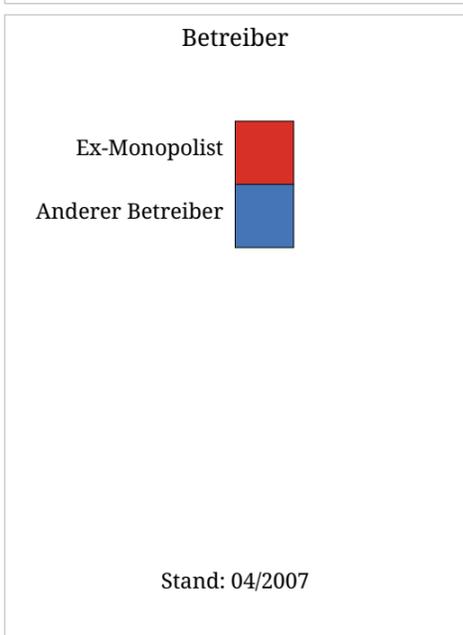
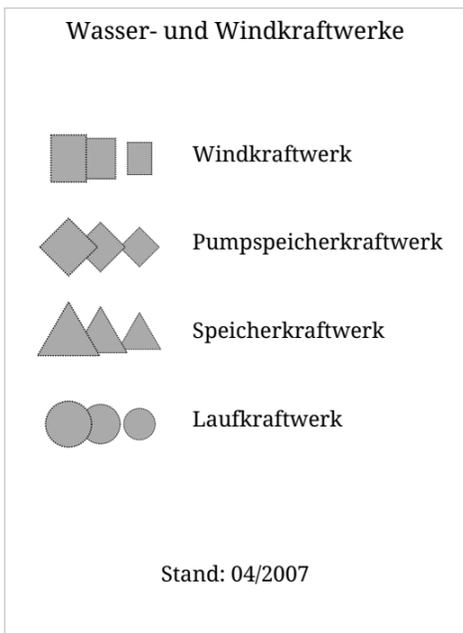
Staat	Österreich	Schweiz	Italien	Frankreich	Deutschland	Slowenien
Laufkraftwerke	4.407 MW (76)	3.031 MW (92)	1.688 MW (53)	5.488 MW (74)	1.284 MW (56)	801 MW (16)
Speicherkraftwerke	3.256 MW (44)	5.970 MW (63)	3.620 MW (70)	6.674 MW (59)	124 MW (1)	30 MW (1)
Pumpspeicher	3.000 MW (16)	4.078 MW (22)	3.553 MW (8)	3.641 MW (5)	98 MW (2)	0 MW (0)
Totale Leistung	10.663 MW (136)	13.079 MW (177)	8.861 MW (131)	15.803 MW (138)	1.506 MW (59)	831 MW (17)

Quellen: siehe Metadaten der Karte

Interessant ist, dass gerade das durchaus zurecht als "Atomstromland" bezeichnete Frankreich mit der alpinen Wasserkraft ein zweites, traditionelles Standbein seiner Elektrizitätsversorgung besitzt. Die installierte Kraftwerksleistung ist in den französischen Alpen mit Abstand am größten, obwohl Österreich und Italien einen bedeutenderen Flächenanteil an den Alpen halten.

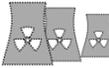
verwandte Themen:

- [Auswirkungen der Wasserkraft](#)
- [Geschichte der Wasserkraftnutzung im Alpenraum](#)



Die Karte zeigt alle Wasser- und Windkraftwerke mit einer Ausbauleistung ≥ 10 MW im Alpenraum.

Thermische und Atomkraftwerke

-  Thermisches Kraftwerk
-  Atomkraftwerk

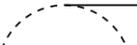
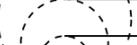
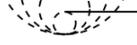
Stand: 04/2007

Jahr der Inbetriebnahme

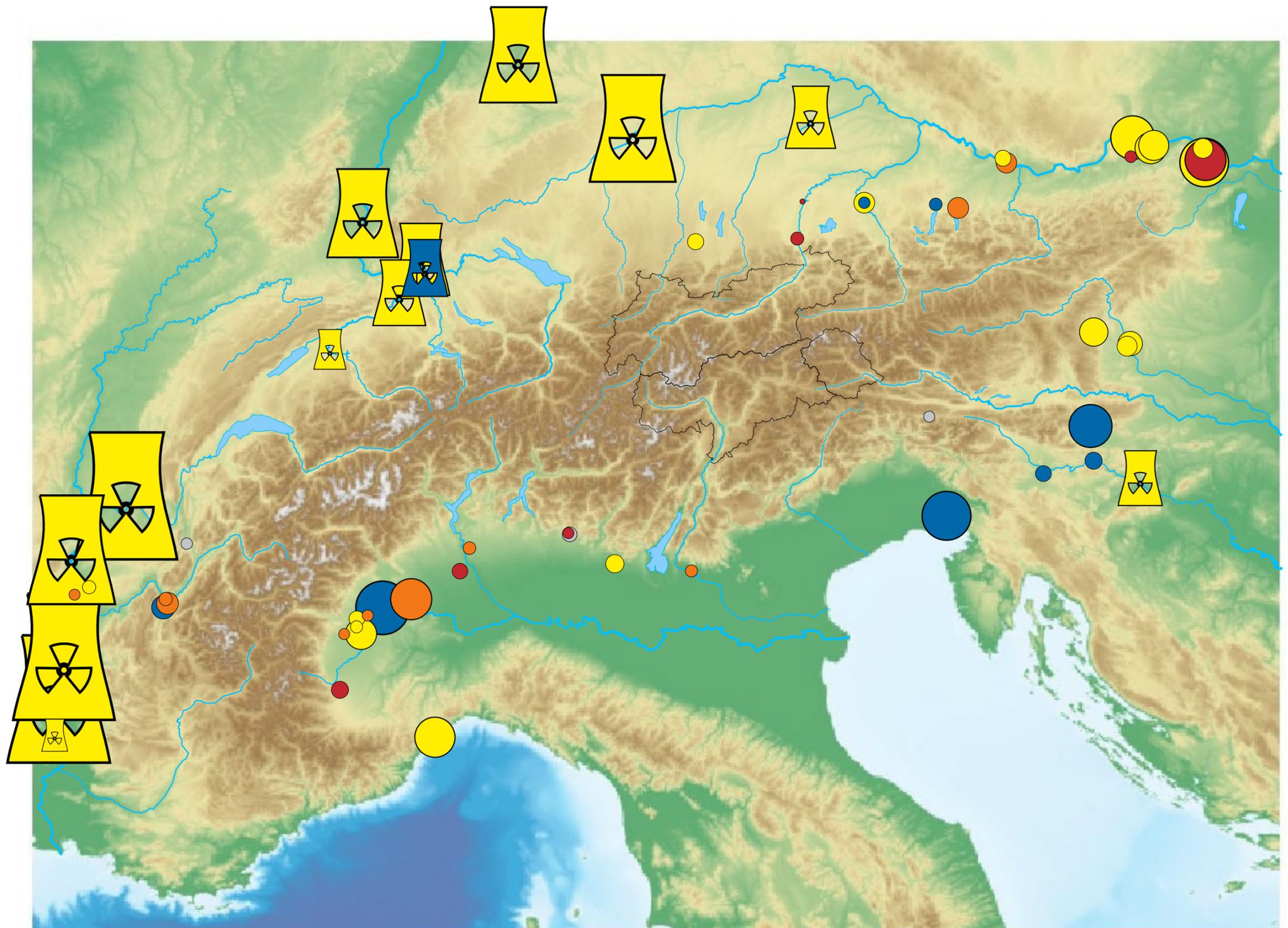
-  nach 2000
-  1991-2000
-  1971-1990
-  vor 1970
-  unbekannt

Stand: 04/2007

Leistung (MW)

-  3.500
-  1.500
-  500
-  100

Stand: 04/2007



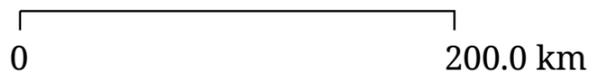
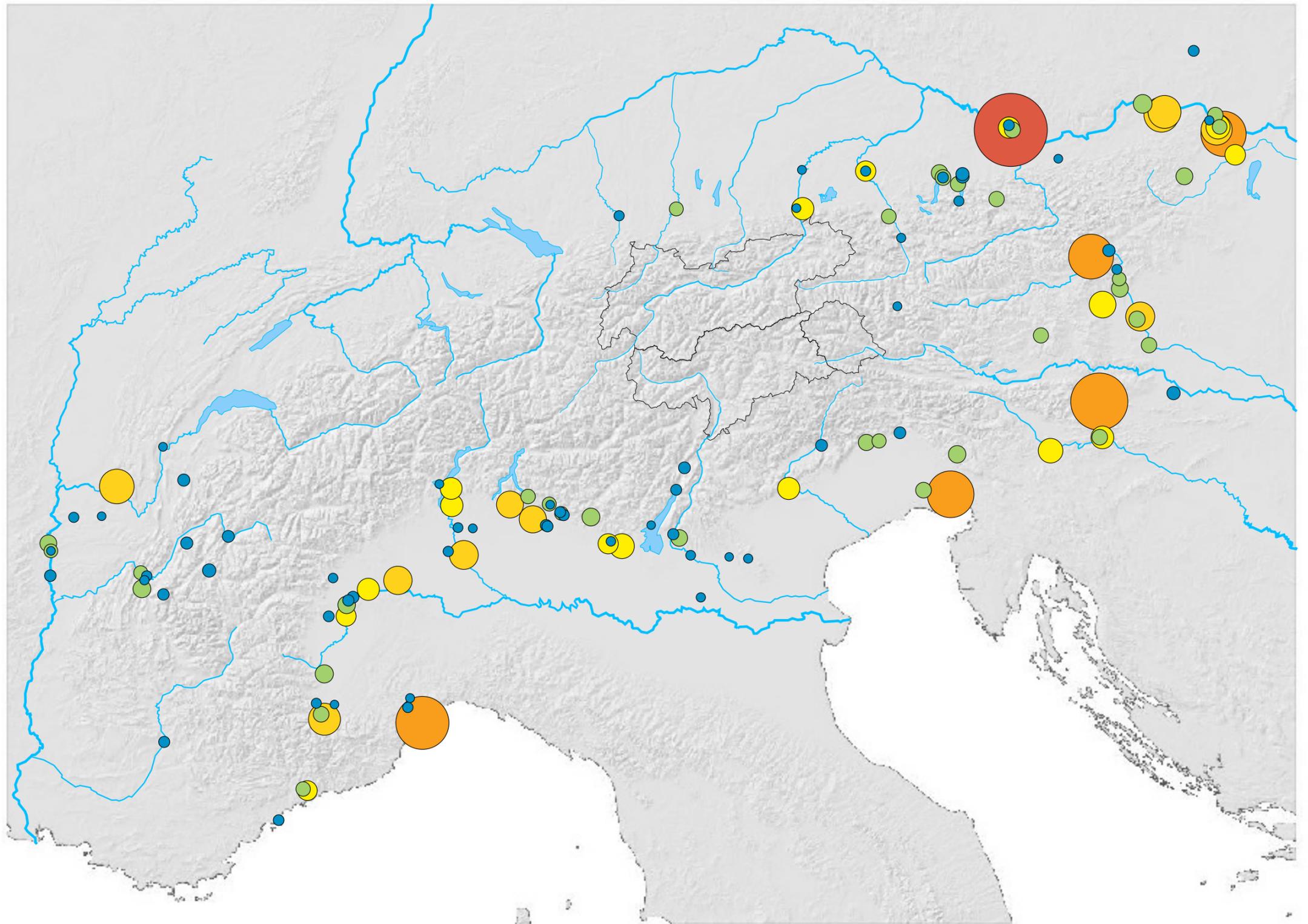
0 200.0 km

Die Karte zeigt alle thermischen Kraftwerke mit einer installierten Leistung > 50 MW und alle Atomkraftwerke im Alpenraum.

Kohlendioxidemissionen (CO₂)
von großen Industrieanlagen



Stand: 2004



Die Karte zeigt die Kohlendioxidemissionen (CO₂) von großen Industrieanlagen, die von der EU-Datenbank EPER erfasst werden.

Kohlendioxidemissionen großer Industrieanlagen und Wärmekraftwerke im Alpenraum

Im Alpeninneren werden im Vergleich zum Verkehr nur relativ geringe Mengen des Treibhausgases von der Industrie produziert

Kohlendioxid ist das wichtigste vom Menschen freigesetzte Treibhausgas, das den anthropogenen Klimawandel antreibt. Die vorliegende Karte erlaubt eine Beurteilung, in wieweit große Industrieanlagen im Alpenraum den menschengemachten Treibhauseffekt begünstigen. Eine Betrachtung im Tirol Atlas Kerngebiet wäre nicht sinnvoll, da in ganz Tirol keine einzige (genügend große) Industrieanlage existiert, die vom europäischen Schadstoffemissionsregister EPER erfasst worden wäre. Die Luftverschmutzungen in Tirol (z.B. im Inntal und im Bozner Becken) müssen hauptsächlich dem Kfz-Verkehr angelastet werden. Man kann diese Karte also auch als "Entlastung" der Industrie vom Vorwurf der Luftverschmutzung interpretieren. Es fällt auf, dass nicht nur in Tirol, sondern in fast allen Regionen im Inneren des Alpenbogens kaum Anlagen vorhanden sind, die große Mengen Kohlendioxid produzieren. Die Hauptemissionsgebiete liegen alle am Rand des Gebirges, besonders in der Poebene und am Alpenostrand im Dreieck Triest-Linz-Wien.

Dies ist zum einen dadurch begründet, dass fast alle inneralpinen Regionen ihren Energiebedarf durch die zumeist reichlich vorhandene Wasserkraft decken und deswegen keine großen CO₂-intensiven Verbrennungskraftwerke nötig sind. Zweitens ist das Alpeninnere kein Standort für Großbetriebe der Metallerzeugung und -verarbeitung wie etwa Stahlwerke, die viel Kohlendioxid ausstoßen. Drittens gibt es nur wenige Anlagen der Mineralverarbeitung (v.a. Zementwerke) oder der Zellstoff- und Papierindustrie im Inneren der Alpen, die groß genug sind, um von EPER erfasst zu werden.

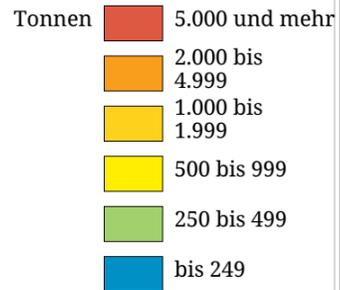
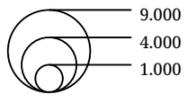
Bedeutende Ansammlungen von kalorischen Kraftwerken befinden sich rund um Wien, Graz und Turin, also überall dort, wo größere Städte am Alpenrand mit Energie versorgt werden müssen. Auch Slowenien deckt seinen Energiebedarf zum Teil durch Verbrennungskraftwerke. Die großen Städte am französischen Alpenrand werden hauptsächlich durch Atomkraftanlagen versorgt, die hier nicht auftauchen, weil sie kein Kohlendioxid ausstoßen. Am bayerischen Alpennordrand sind kaum kalorische Kraftwerke zu sehen, da die Metropole München außerhalb des Tirol Atlas-Alpenmoduls liegt.

Sachgüterproduktionsbetriebe mit hohem Kohlendioxidausstoß befinden sich rund um Linz, Graz und Salzburg, am gesamten italienischen Südrand der Alpen sowie rund um Lyon und Grenoble. Die größeren Emittenten sind zumeist Stahlwerke wie etwa die Voest Alpine Werke in Linz und Donawitz. Ein Sonderfall sind die sehr Kohlendioxid-intensiven Raffinerien wie die OMV Anlage in Schwechat oder die SARPOM Raffinerie in Trecate bei Mailand. Nur in Ausnahmefällen wie bei der Usine de Montalieu bei Lyon handelt es sich auch um besonders große Zementfabriken. In der Regel stellen die Zement- und die Aluminiumwerke die Masse der mittleren und kleineren Produktionsanlagen. Vereinzelt kommen Papierfabriken (z.B. am Gardasee) hinzu. Besonders viele Zementwerke befinden sich im Randbereich Poebene-italienische Alpen. Firmen wie Holcim, der weltweit größte Zementproduzent mit Hauptsitz in der Schweiz, Italcementi SPA oder Buzzi Unicem SPA betreiben gleich mehrere Werke am italienischen Alpenrand. Die Elektrometallurgie (z.B. Aluminium) hat in den französischen Nordwestalpen und v.a. im Tal der Isère eine lange Tradition. Hier sind teilweise schon vor dem Ersten Weltkrieg energieintensive Metallverarbeitungsbetriebe entstanden, als es noch nicht möglich war, Strom über weite Entfernungen ohne große Energieverluste zu transportieren.

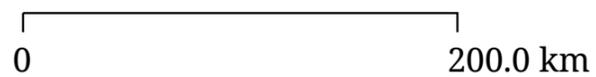
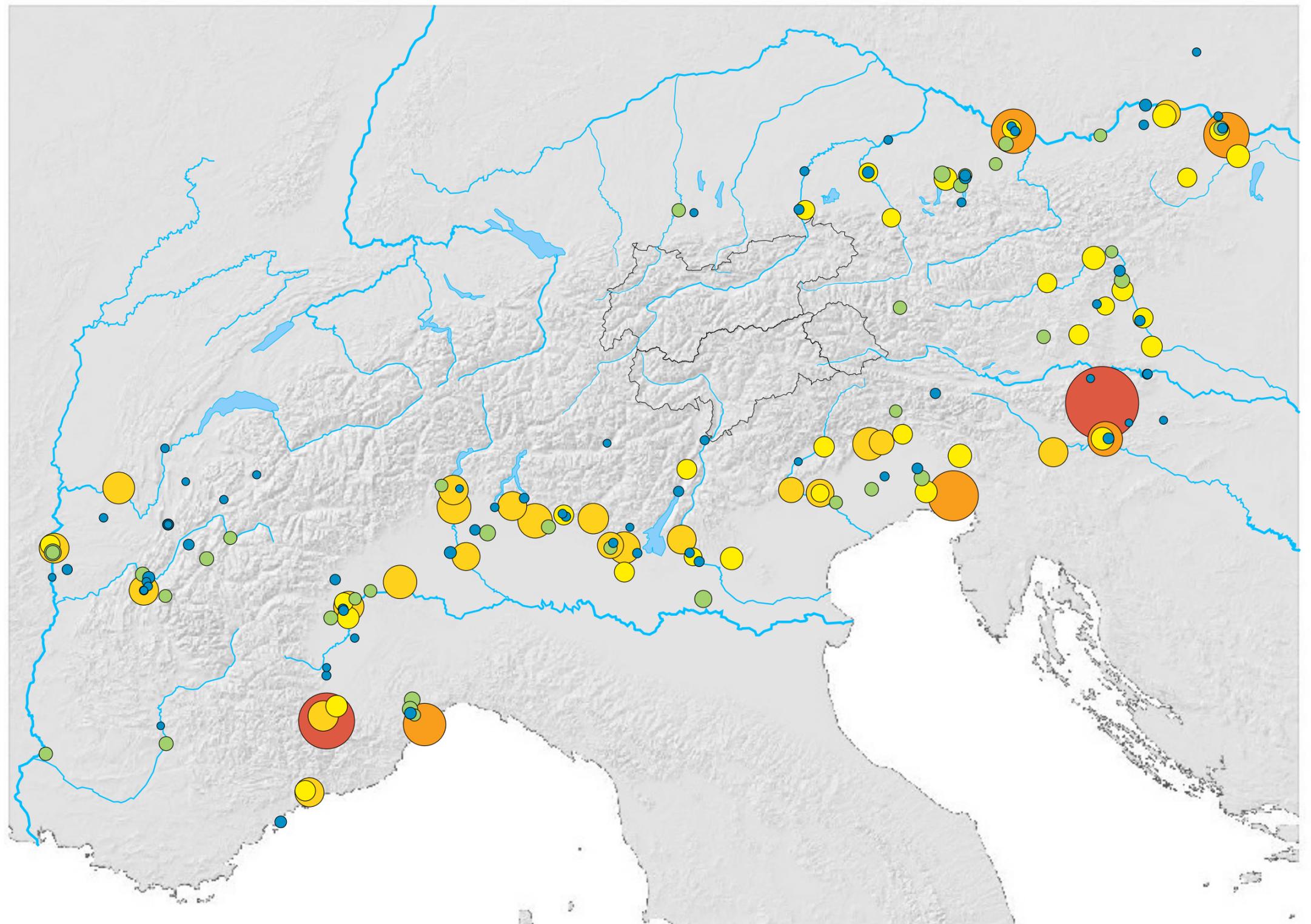
verwandte Themen:

- [Stickoxidemissionen großer Industrieanlagen und Wärmekraftwerke im Alpenraum](#)
- [Was ist EPER?](#)

Stickoxidemissionen (NO_x) von großen Industrieanlagen



Stand: 2004



Die Karte zeigt die Stickoxidemissionen (NO_x) von großen Industrieanlagen, die von der EU-Datenbank EPER erfasst werden.

Stickoxidemissionen großer Industrieanlagen und Wärmekraftwerke im Alpenraum

Verschmutzungsband von Turin bis nach Ljubljana

Die Gruppe der gasförmigen Oxide des Stickstoffs haben wesentliche negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Sie führen zu Reizungen der Atmungsorgane (insbesondere das Stickstoffdioxid), zu Smogbildungen und zur Ozonbildung unter UV-Einstrahlung. Pflanzen werden indirekt durch sauren Regen geschädigt, der sich aus Stickoxiden bilden kann. Es muss aber auch gesagt werden, dass die Industrie nur einen Teil zur Stickoxidbelastung beiträgt. Ein weiterer sehr wesentlicher Faktor sind die Belastungen durch den (Kraftfahrzeug)Verkehr, die in dieser Karte nicht dargestellt werden können.

Für die Verteilung der Industriegroßbetriebe mit hohen Stickoxidemissionen gilt Ähnliches wie bei den Kohlendioxidemissionen (siehe Karte und Text CO₂ Emissionen großer Industrieanlagen), da beide Schadstoffe häufig gemeinsam bei den gleichen Produzenten entstehen. Betroffen sind v.a. Wien, Linz, Salzburg, Graz und deren Umfeld durch die kalorischen Kraftwerke, die Voest Alpine Stahlwerke und einige Zementwerke. Gerade die Stahlwerke in Linz und Donawitz schneiden bei den Stickoxiden aber wesentlich besser ab als beim Kohlendioxid. Sehr viele Stickoxide werden durch die zahlreichen Zementwerke in der Poebene emittiert. Auch die dortigen Verbrennungskraftwerke wie z.B. in Monfalcone bei Triest und Vado Ligure bei Genua sind relativ "unsauber". Der Smog der Poebene dürfte den allermeisten Urlaubern bekannt sein, die auf der Brennerautobahn von Norden kommend in die Ebene hinunterfahren. Zur hohen Schadstoffbelastung kommt hier noch die Abschirmung des Flachlandes vor den vorherrschenden Westwinden durch den Alpenbogen hinzu, so dass der Smog besonders lange über den Metropolen wie Turin oder Mailand liegen bleibt. Erschwerend wirken sich zusätzlich die starken Verkehrsbelastungen in der norditalienischen Tiefebene aus.

Auffallend schlecht sind die Emissionswerte für die Verbrennungskraftwerke in Slowenien, was auf Rückstände bei der Filtertechnik (Rauchgasentstickung) zurückzuführen sein dürfte. Das Hauptverschmutzungsgebiet mit Stickoxiden zieht sich in einem breiten Band von Turin bis nach Ljubljana. Das Tal der Isère und das Umfeld von Lyon sind durch Elektrometallurgie- und Zementwerke belastet. Allerdings bleiben die Verschmutzungen hier im Vergleich zur Poebene relativ gering. Die Belastungen am bayerischen Alpenrand sind ebenfalls weniger gravierend.

verwandte Themen:

- [Kohlendioxidemissionen großer Industrieanlagen und Wärmekraftwerke im Alpenraum](#)
- [Was ist EPER?](#)