

Einflüsse von Klimawandel und Verbraucherverhalten auf den Betrieb von Wasserkraftwerken und thermischen Kraftwerken

Martina Zisler

Fachhochschule JOANNEUM Gesellschaft mbH
Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement

11. Symposium Energieinnovation
10. – 12. Februar 2010, TU Graz

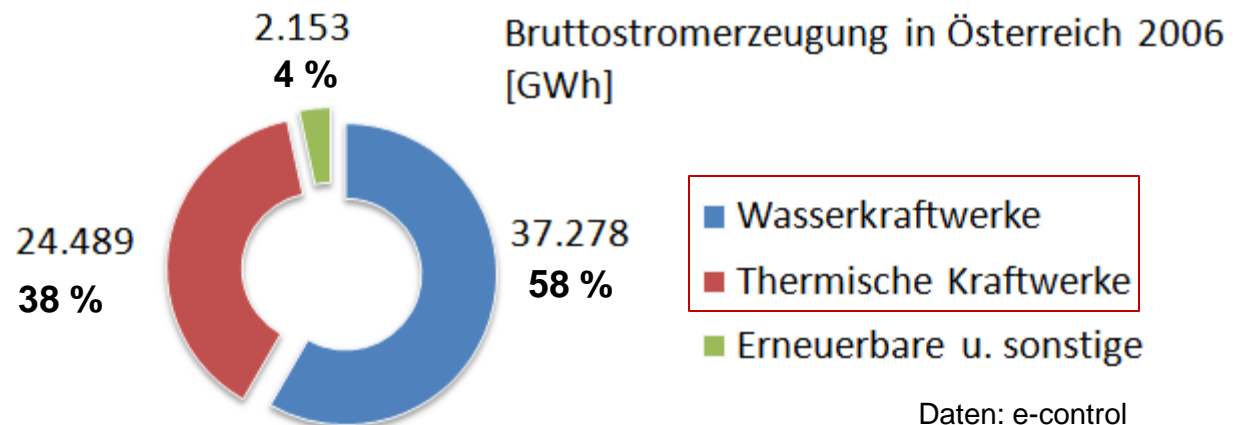
Überblick

- Motivation und zentrale Fragestellung
- Einflussparameter auf den Kraftwerksbetrieb
- Klimawandelszenario
- Klimawandelbedingte Veränderungen des Energiebedarfs
- Rechtliche und energiepolitische Rahmenbedingungen
- Schlussfolgerungen und Ausblick

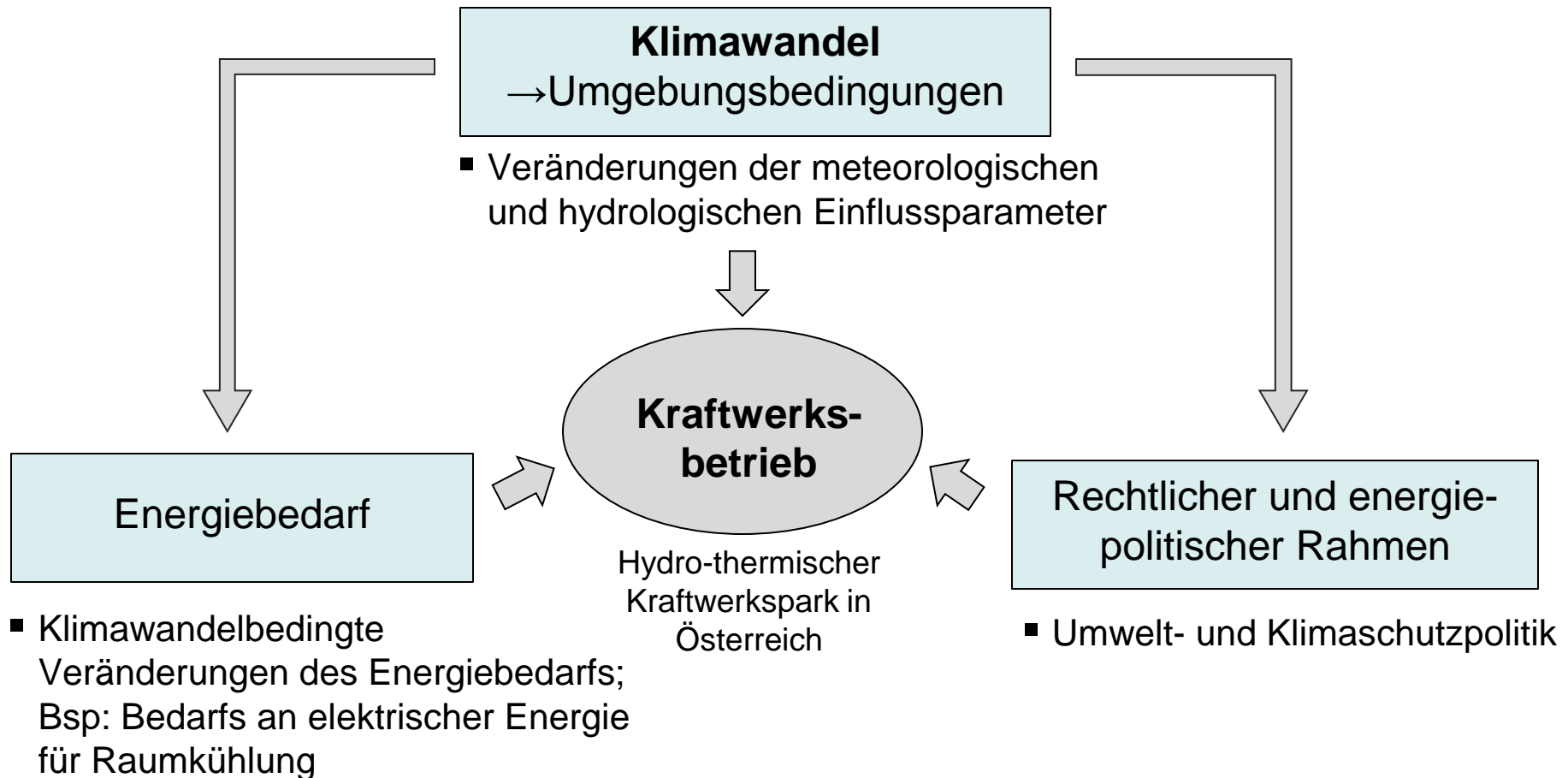
Motivation und zentrale Fragestellung

Ausgangssituation:

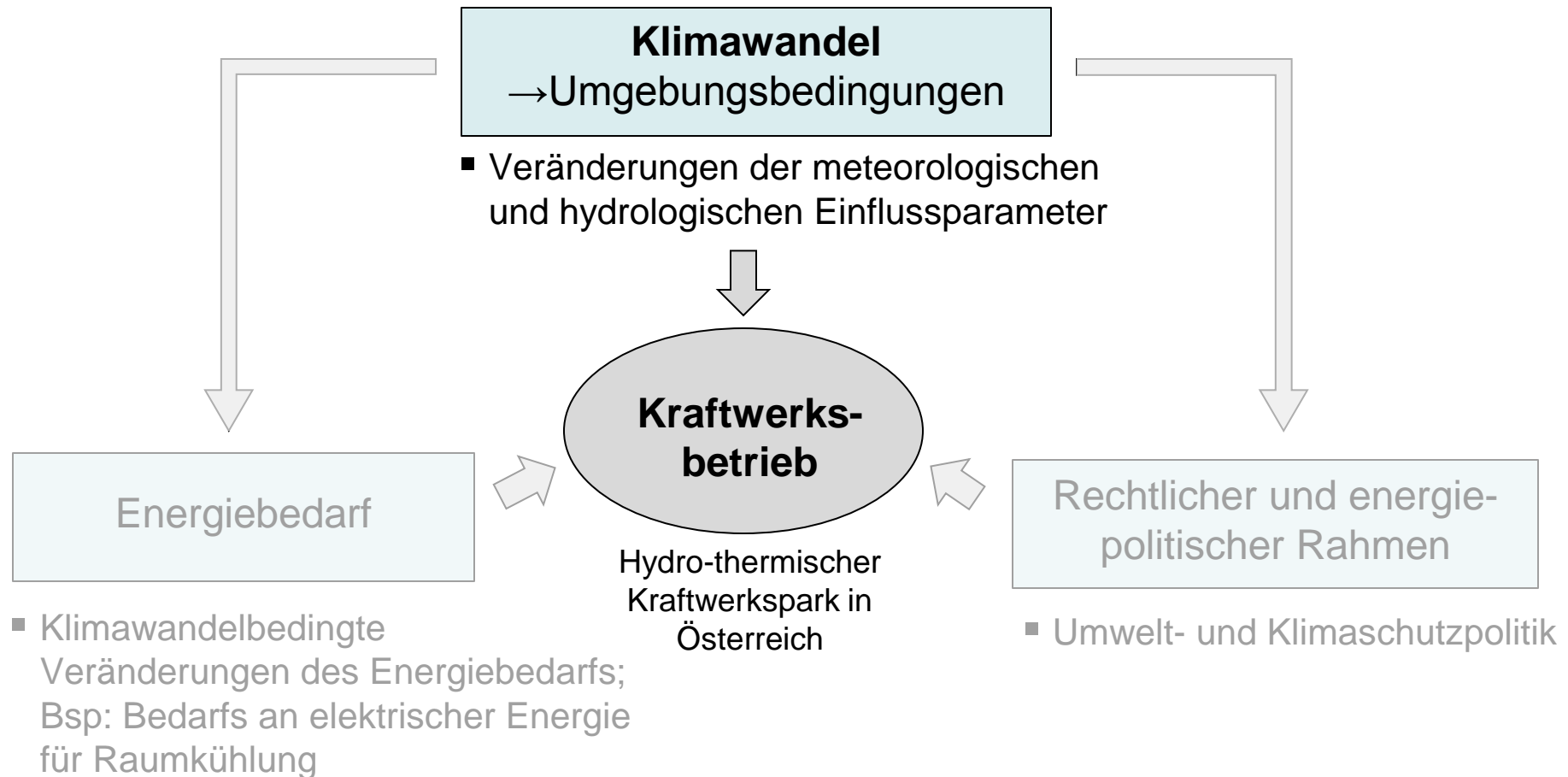
- Zunahme der Mitteltemperatur der bodennahen Atmosphäre seit Ende 19. Jhd:
 - + 0,7 [K] globales Mittel
 - + 1,8 [K] Österreich
- Elektrizitätserzeugung in Österreich:



Motivation und zentrale Fragestellung



Motivation und zentrale Fragestellung



Identifikation der relevanten meteorologischen und hydrologischen Einflussparameter

■ Wasserkraftwerke:

$$P_{el} = Q * \rho_W * \Delta H * \eta_{ges}$$

Einflussparameter:

- Wasserführung der genutzten Gewässer
in Abhängigkeit von: Niederschlag

Gletscher- und Schneeschmelze

- Feststofffracht →

Abrasion von Maschinenteilen

Verlust von Speichervolumen

Verlegung von Einlaufbauwerken

Verringerung von Durchflussprofilen

Fallhöhenverluste

→ Q, ΔH , η_{ges}

→ η , ΔH
Wartungs- und
Reinvestitions-
kosten

Identifikation der relevanten meteorologischen und hydrologischen Einflussparameter

■ Thermische Kraftwerke:

Dampfkraftwerke

- Gewässertemperatur (Frischwasserkühlung) → Temperaturniveau der Wärmeabfuhr am Kondensator

Gasturbinenkraftwerke

- Umgebungslufttemperatur → Leistungsverlust bei hohen Umgebungstemperaturen
- Luftfeuchtigkeit → Leistungs- und Gesamtwirkungsgradverlust bei hoher Luftfeuchte

Auf GuD-Kombianlagen treffen beide Bereiche zu

Klimawandelszenario

- Problematik von Klimamodellen – Klimaszenarien
 - Emissionsszenarien
 - Auflösung von Klimamodellen (globale – regionale Modelle)
- Österreichisches Projekt “reclip:more”

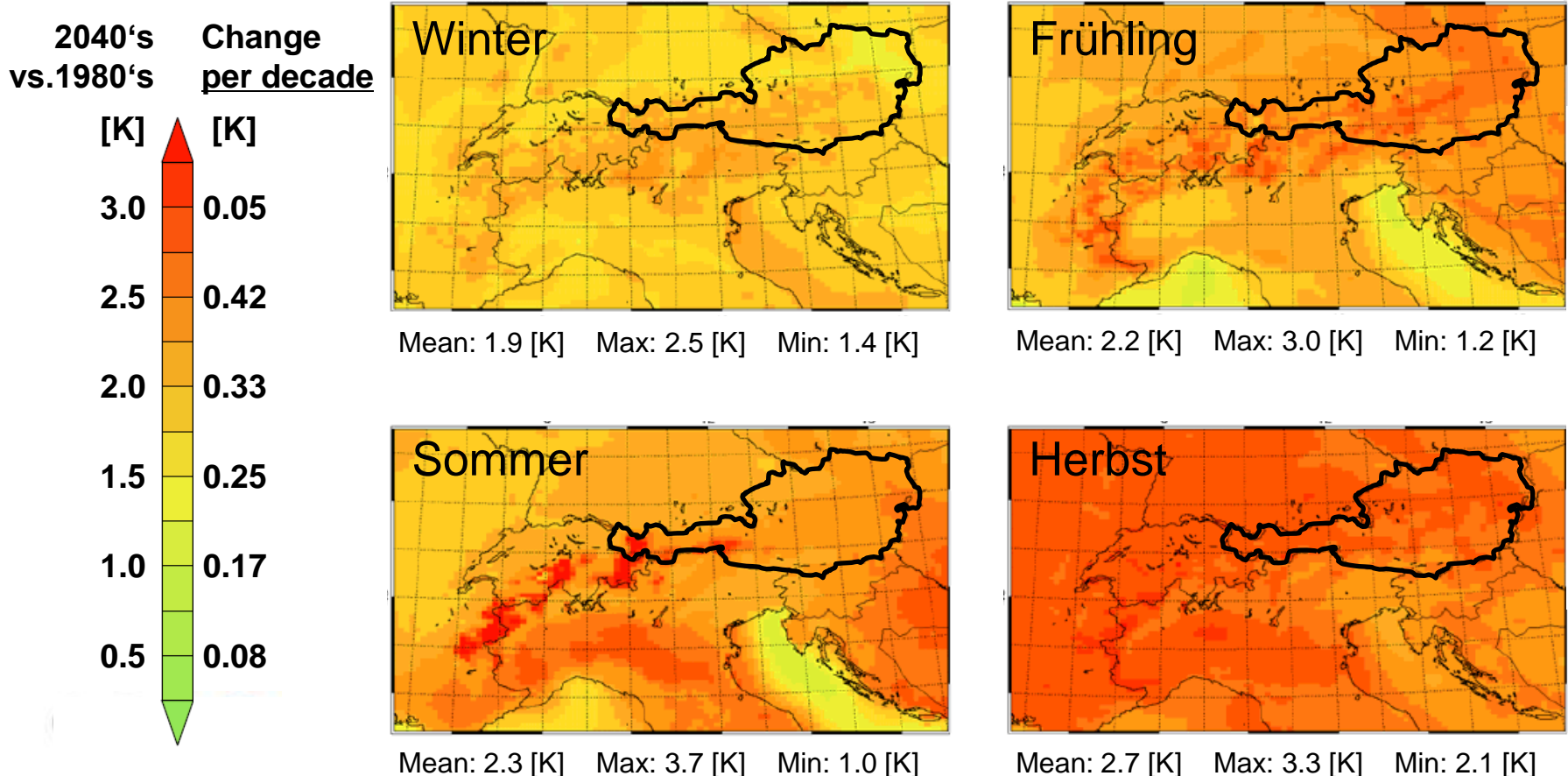
(Austrian Research Centers, Wegener Center for Climate and Global Change der Universität Graz, Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien, Institut für Meteorologie der Universität für Bodenkultur Wien und Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik)

 - Szenarioperiode: 2041-2050, Kontrollperiode: 1981-1990
 - Gitterpunkt Abstand im Modell: 10 km
 - Parameter (Mittelwerte, Extremwerte): Lufttemperatur, Niederschlag

Klimawandelszenario - Lufttemperatur

Änderung der mittleren saisonalen Temperatur bis 2041-2050
(Vergleichszeitraum 1981-1990)

Quelle: Loibl et al. 2007



Klimawandelszenario - Lufttemperatur

- Veränderung von Extremwerten:

	Definition	Veränderung in Tagen p.a. 1980er vs. 2040er
Frosttage	$T_{\min} < 0$ [°C]	bis zu – 50 [%]
Sommertage	$T_{\max} > 25$ [°C]	bis zu + 100 [%] (x2)
Hitzetage	$T_{\max} > 30$ [°C]	bis zu + 300 [%] (x4)

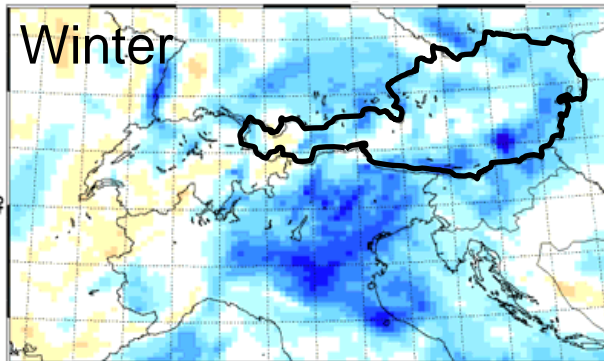
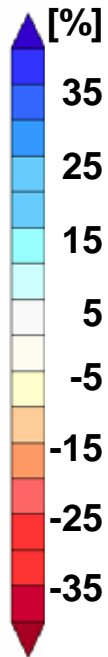
Daten: Loibl et al. 2007

mit regionalen Unterschieden

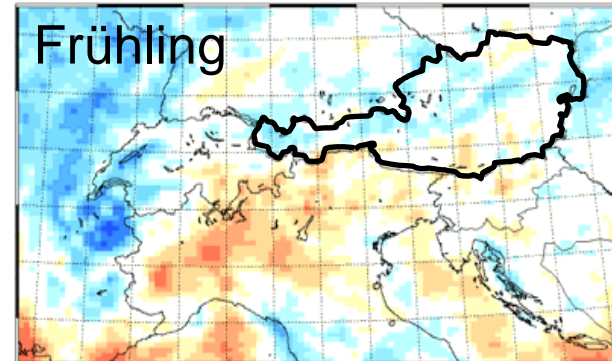
Klimawandelszenario - Niederschlag

Prozentuelle Veränderung der saisonalen mittleren Niederschläge bis 2041-2050
(Vergleichszeitraum 1981-1990)

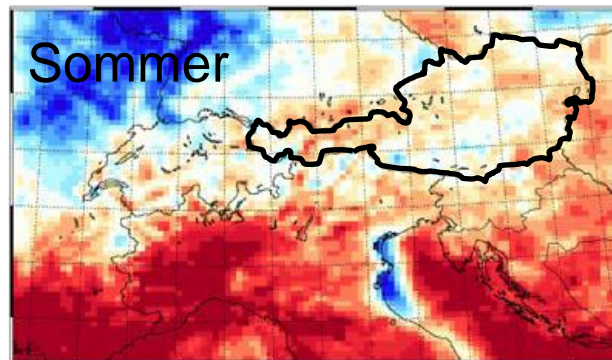
2040's vs. 1980's



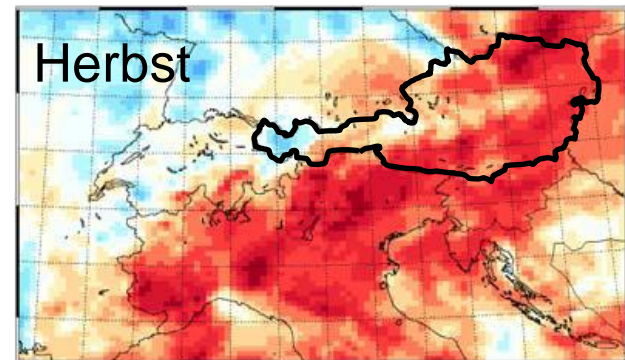
Max: 46.7 [%] Min: -14.4 [%]



Max: 32.4 [%] Min: -24.3 [%]



Max: 46.7 [%] Min: -14.4 [%]

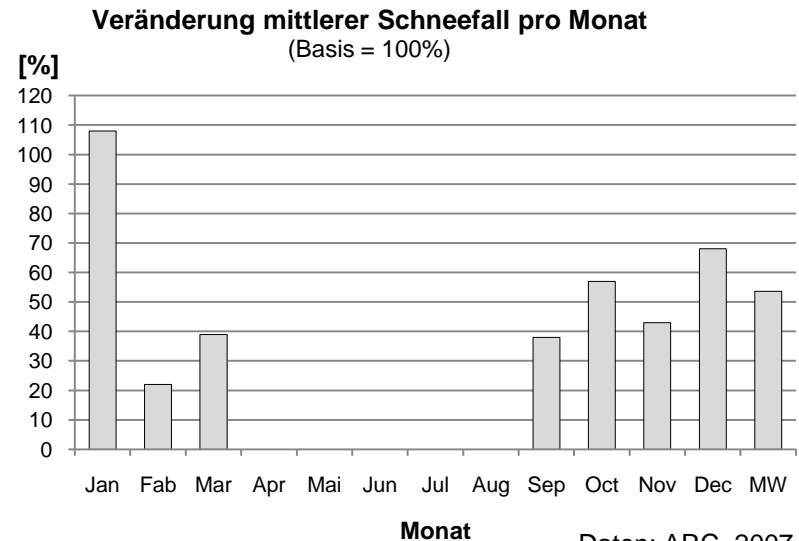


Max: 32.4 [%] Min: -23.3 [%]

Quelle: Loibl et al. 2007

Klimawandelszenario - Niederschlag

- Starkregen
 - Anzahl der Starkregenereignisse mit über 50 [mm/Tag] nimmt durchschnittlich um 1 bis 2 Ereignisse im Jahr zu; regionale Unterschiede
- Schnee
 - Schneemengen pro Jahr bis zu – 50 % gegenüber 1980er



Daten: ARC, 2007

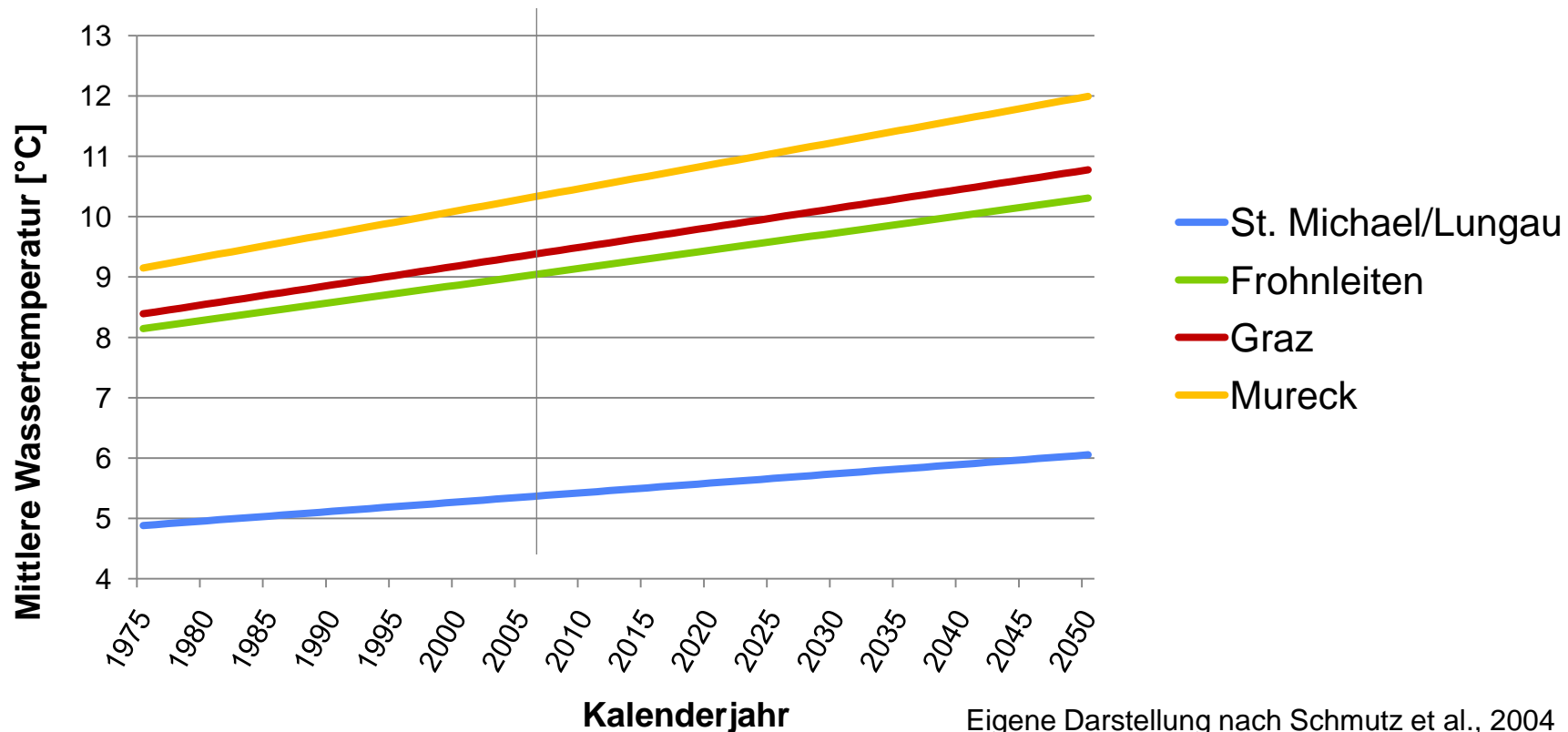
Klimawandelszenario – Wasserführung der Gewässer

- Auswirkungen auf die Wasserführung von Fließgewässern abhängig von jeweiligen Abflussregimen
 - Pauschalaussagen problematisch
 - Für genauere Aussagen über ein Gewässer muss dieses einzeln beurteilt werden

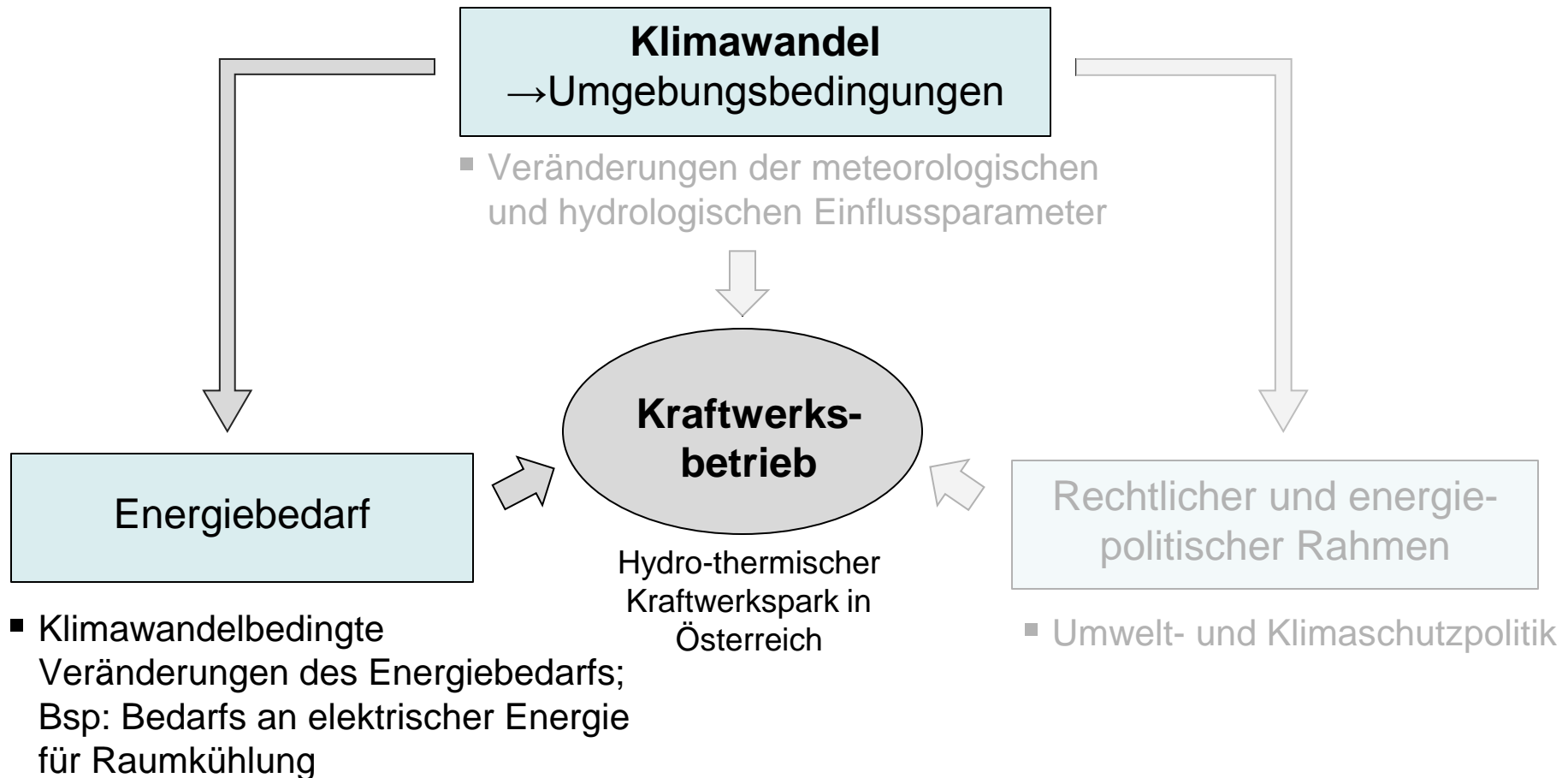
	Winter	Spring	Summer	Autumn
Gletschergespeiste			+	
Nivale Abflussregime	+	-		
Pluviale Abflussregime	+		-	-

Klimawandelszenario - Fließgewässertemperaturen

Entwicklung der Jahresmittelwerte der Wassertemperatur im Klimawandelszenario von 1976 bis 2050 in Gewässerabschnitten der Mur



Motivation und zentrale Fragestellung



Verbraucherverhalten: Klimawandelbedingte Veränderungen des Energiebedarfs

- Klimawandelbedingte Veränderungen im Endenergiebedarf
→ Heiz- und Kühlenergiebedarf
- Raumkühlung: Keine umfassenden Statistiken über Energiebedarf für Raumkühlung in Österreich verfügbar
 - Nutzenergieanalyse (Statistik Austria): Endenergiebedarf für Raumkühlung wird nur als gemeinsamer Wert mit Raumwärme und Warmwasser ausgewiesen
 - Keine gesicherten Daten über den Ausstattungsgrad von Wohn- und Dienstleistungsgebäuden mit Klimaanlage bzw. über die Größe der gekühlten Flächen in Österreich

Ermittlung Strombedarf für Raumkühlung in Wohn- und Dienstleistungsgebäuden in Österreich

Spezifischer Strombedarf für Raumkühlung in
Abhängigkeit der Kühlgradtage

Zunahme der bevölkerungsgewichteten Kühlgradtage
im Klimawandelszenario

Abschätzung der klimatisierten Gebäudeflächen in
Wohn- und Dienstleistungsgebäuden in Österreich

Abschätzung der zukünftigen Entwicklung der
klimatisierten Gebäudeflächen



Trend für den zukünftigen Strombedarf für
Raumklimatisierung in Österreich

Entwicklung des Kühlenergiebedarfs

- Kühlgradtage:

rechnerische Größe

$$\text{KGT}(T_1, T_2) = \sum_{T_1}^{T_2} (\theta_t - 18,3) \quad [\text{K.d/a}]$$

Differenz zwischen gewünschter Raumtemperatur und mittlerer Außentemperatur eines Tages, falls diese Außentemperatur über der angenommenen Kühlgrenztemperatur 18,3 [°C] liegt, aufsummiert über best. Zeitraum (1 Jahr)

- Spezifischer Strombedarf für Raumkühlung (vollklimatisiert) in Abhängigkeit der Kühlgradtage

$$e_k(\text{KGT}_t) = 0,1029 * \text{KGT}_t + 12,748$$

Näherungsformel nach Aebischer et al., 2007

$e_k(\text{KGT}_t)$ spezifischer Strombedarf für Raumkühlung [kWh/m².a]

KGT_t Jahressumme Kühlgradtage im Jahr t

Entwicklung des Kühlenergiebedarfs

- Zunahme der bevölkerungsgewichteten Kühlgradtage im Klimawandelszenario

Entwicklung der bevölkerungsgewichteten Kühlgradtage und des spezifischen Strombedarfs für Raumkühlung

(nach Pretenthaler et al. 2007, interpoliert)

	1981/90	2005	2010	2020	2030	2040	2041/50
bevölkerungsgewichtete KGT [K.d/a]	137	196	211	241	271	300	315
spez. Strombedarf für Kühlung [kWh/m ² .a]	26,8	33,0	34,5	37,5	40,6	43,6	45,2

Entwicklung des Kühlenergiebedarfs

- Abschätzung der klimatisierten Gebäudeflächen in Wohn- und Dienstleistungsgebäuden in Österreich

Klimatisierte Flächen 2005:

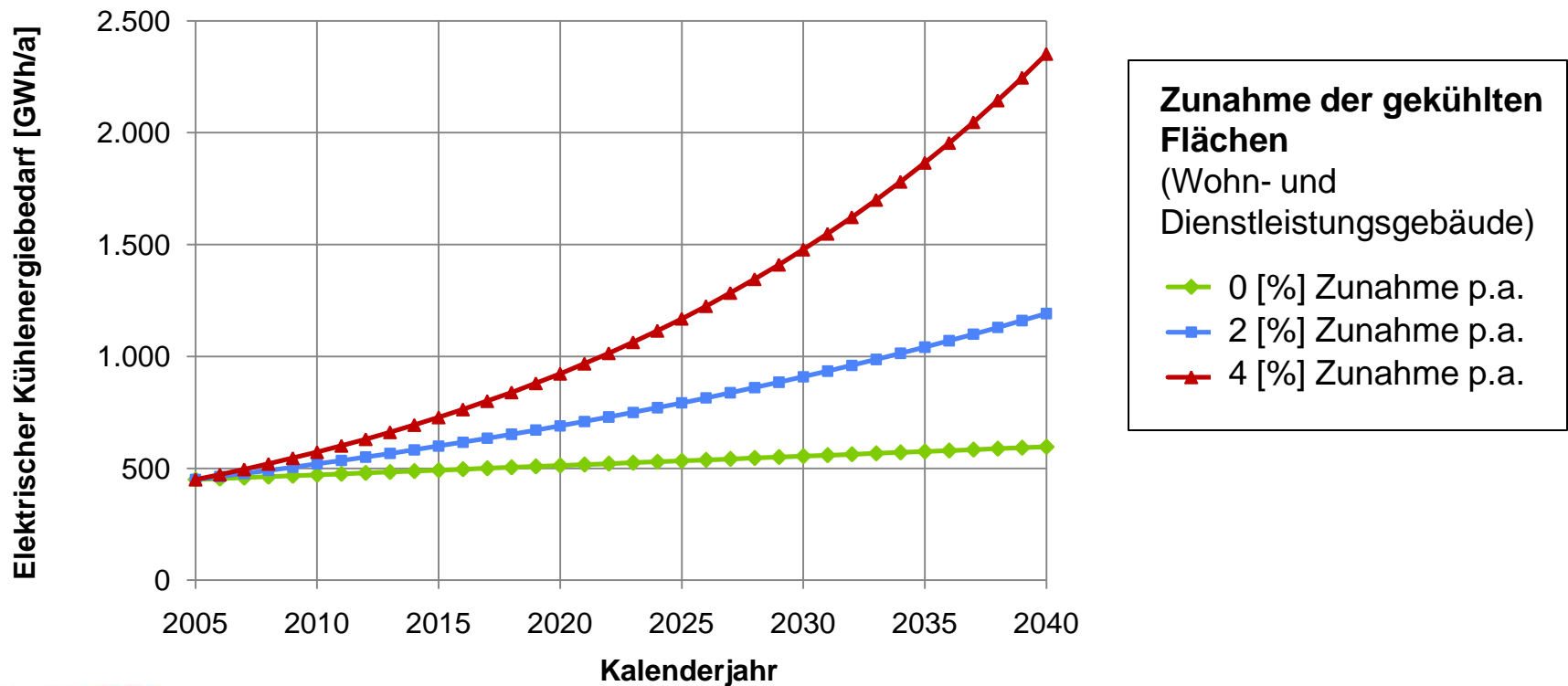
Gebäude- kategorie	Flächen ges. 2005 [Mio. m ²]	Flächen teil- klimatisiert [Mio.m ²]	Flächen voll- klimatisiert [Mio.m ²]	Äquivalent voll- klimatisiert ges. [Mio.m ²]	Anteil teil- Klimatisiert [%]	Anteil voll- klimatisiert [%]
∑ Wohngeb.	438,24	8,8	1,6	3,7	2,00%	0,37%
∑ Dienstlst.	106,03	14,0	6,7	10,0	13,19%	6,31%
Summen	544,26	22,7	8,3	13,7	4,17%	1,52%

Verhältnis Strombedarf teil- zu vollklimatisiert rund 1:4

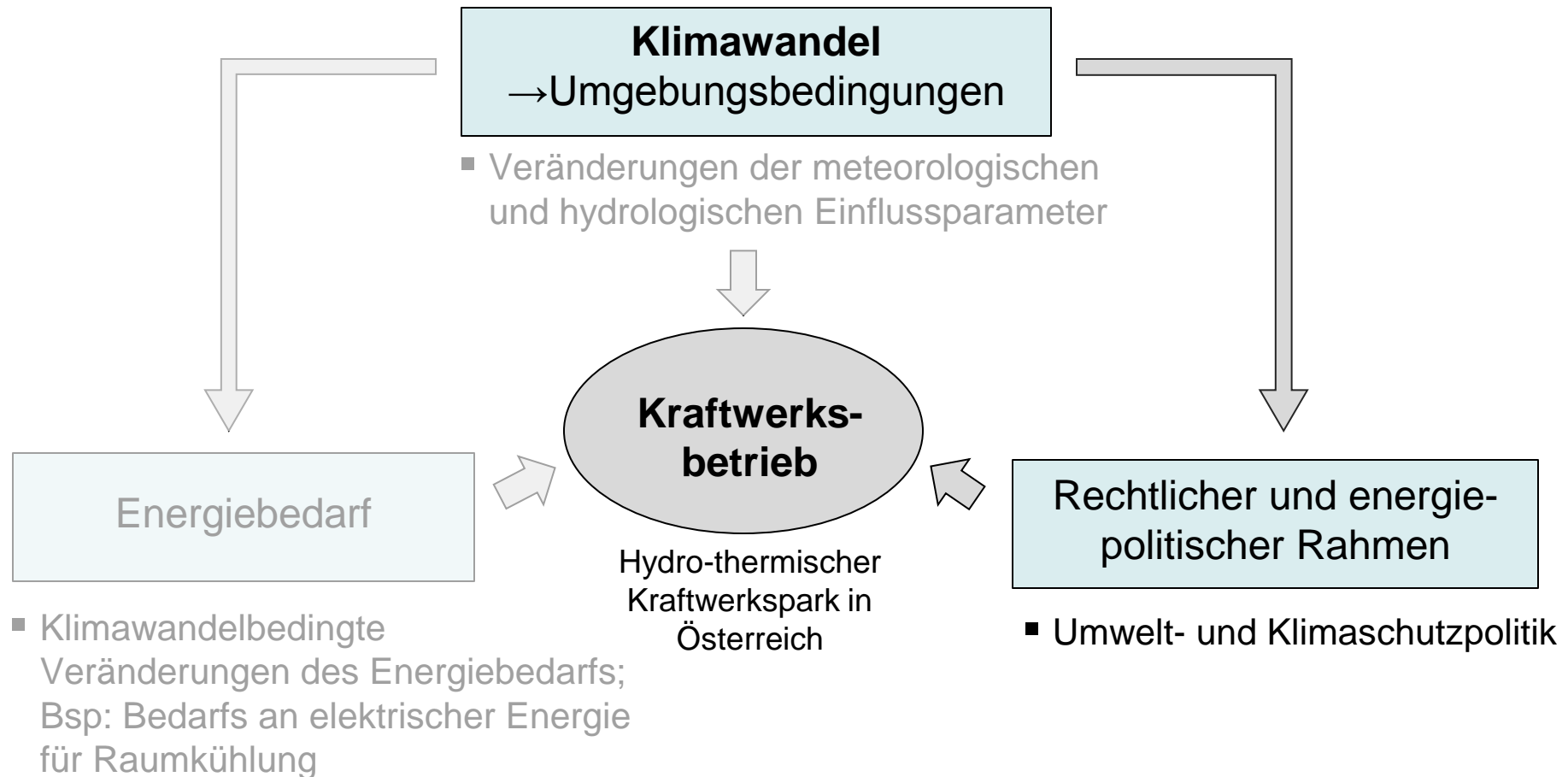
→ spezifischer Kühlenergiebedarf (2005) vollklimatisiert: 33,0 [kWh/m².a]
teilklimatisiert: 7,8 [kWh/m².a]

Entwicklung des Kühlenergiebedarfs

Entwicklung des Bedarfs an elektrischer Energie für Raumklimatisierung in Wohn- und Dienstleistungsgebäuden



Motivation und zentrale Fragestellung



Rechtliche und (energie-) politische Rahmenbedingungen

■ Umwelt- und Klimaschutzgesetzgebung

EU Emissionshandelssystem (Periode 2013 – 2020)

- EU cap anstatt Nationaler Allokationspläne, Senkung um 1,74 % p.a.
- Auktionierung anstatt Grandfathering
 - Keine Gratiszuteilung für Unternehmen der Elektrizitätserzeugung
 - Ausnahme für Fernwärme, KWK-Anlagen

Wasserrechtsgesetz (Umsetzung der EU Wasserrahmenrichtlinie)

- Durchgängigkeit von Fließgewässern
- Restwasserstrecken
- Schwallbetrieb

Schlussfolgerungen und Ausblick

- Probleme in der Elektrizitätserzeugung insbesondere im Sommerhalbjahr bei hohen Lufttemperaturen bei gleichzeitig verminderten Abflüssen und infolge dessen erhöhten Fließgewässertemperaturen
- Steigerung des Kühlenergiebedarfs weniger von der Temperaturzunahme als von der Zunahme der klimatisierten Flächen abhängig
- Forschungsausblick:
Weiterführende quantitative Analysen hinsichtlich der Interdependenzen in der Elektrizitätserzeugung von Wasserkraftwerken und thermischen Kraftwerken an konkretem Fallbeispiel

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

DI (FH) Martina Zisler

FH JOANNEUM Gesellschaft mbH
Studiengang Energie-, Verkehrs- und Umweltmanagement

Email: martina.zisler@fh-joanneum.at,

Tel.: +43 3862 33600 8364

www.fh-joanneum.at