



ELEKTROMOBILITÄT

Mit Strom in den Verkehrskollaps?

Donnerstag, 17. März 2011, 13:00 Uhr
Restaurant Schmiedstube, Schmiedenplatz 5, Bern

Referenten:

Prof Dr. Lino Guzzella, Professor an der ETH Zürich
Dr. Axel Friedrich, Internationaler Verkehrsexperte

SCHWEIZERISCHE ENERGIE-STIFTUNG
FONDATION SUISSE DE L'ENERGIE



parlamentarische Gruppe

Peak Oil

ELEKTROMOBILITÄT

Peak Oil ist erreicht. Wir müssen weg vom Öl, auch und vor allem im Mobilitätsbereich. Nun greift seit einiger Zeit eine ausgesprochene Elektromobilitäts-Euphorie um sich. Weniger auf der Strasse, dafür umso mehr in den PR- und Werbebüros der Stromkonzerne. Davon abgesehen stellt sich die grundsätzliche Frage nach einer zukunftsfähigen Energie- und Mobilitätspolitik. Die parlamentarische Gruppe Peak Oil widmet sich in ihren Veranstaltungen den endlichen fossilen Energieträgern, sowie deren problematischen Anwendungsbereichen und Auswirkungen. Sie hat den Anspruch, zusammen mit der SES die Öffentlichkeit über die energie- und gesellschaftspolitischen Konsequenzen einer fehlgeleiteten Politik zu informieren. Die parlamentarische Gruppe Peak Oil wird von den Co-Präsidenten Geri Müller, Grüne/AG, und Reto Wehrli, CVP/SZ, geleitet.



Prof. Dr. Lino Guzzella, Professor für Thermotronik, Institut für Dynamische Systeme u. Regelungstechnik an der ETH Zürich.
Technische Optionen für das Auto der Zukunft.



Dr. Axel Friedrich, Internationaler Verkehrsexperte und Berater der Umweltverbände; ehemaliger Leiter der Verkehrsabteilung des deutschen Umweltbundesamt (UBA), Dessau.
Löst das Elektroauto unsere Mobilitätsprobleme?

**WANN: Donnerstag, 17. März 2011, 13:00 kleiner Imbiss;
13:15 Lino Guzzella, 13:45 Axel Friedrich; 14:15 – 14:45 Fragen/Diskussion.
WO: Restaurant Schmiedstube, Schmiedenplatz 5, Bern**

Anmeldung erwünscht. Die Veranstaltung ist gratis.

SCHWEIZERISCHE ENERGIE-STIFTUNG
FONDATION SUISSE DE L'ENERGIE



Schweizerische Energie-Stiftung SES
Sihlquai 67, CH-8005 Zürich
Tel. +41 (0)44 275 21 21, Fax + 41 (0)44 275 21 20
info@energiestiftung.ch, www.energiestiftung.ch
Spendenkonto 80-3230-3

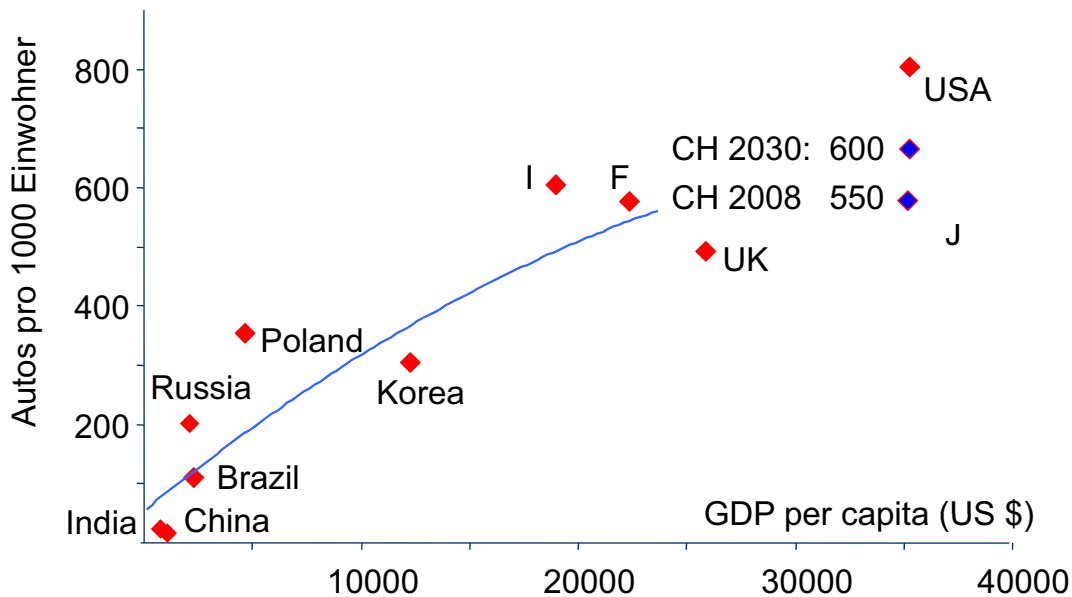
P.P.
CH-8005 ZÜRICH

Technische Optionen für das Auto der Zukunft

Lino Guzzella



Fahrzeugdichte (2005)

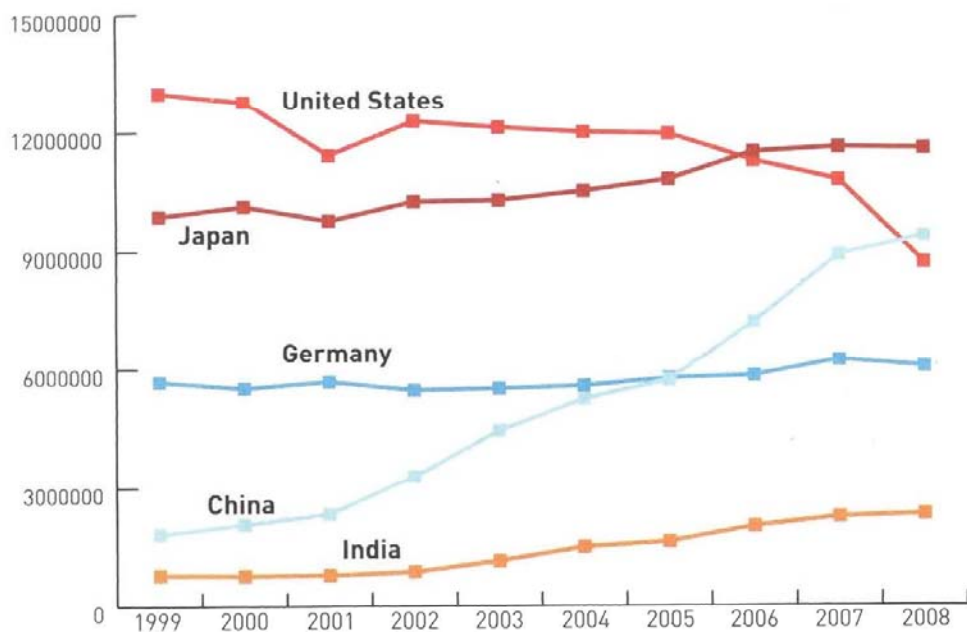


Bestand 2005: >800 Mio. Autos weltweit
 Produktion 2005: 60 Mio. Autos/Jahr
 Zunahme (1950-2000): 1 Mio. Autos/Jahr²

Quelle: OECD/IEA (2006)

AUTOMOBILE PRODUCTION: 1999-2008

While U.S. automobile production plummeted, output surged in China.



Source: International Organization of Motor Vehicle Manufacturers

3

Nachteile Automobil

- Verkehrsunfälle
- Luftverschmutzung
- Energieverbrauch
- Treibhausgase
- ...

4

Unfälle im Strassenverkehr CH

	1980	1990	2000	2009
Tote absolut	1246	954	592	348
Tote pro Million Einwohner	195	140	82	45

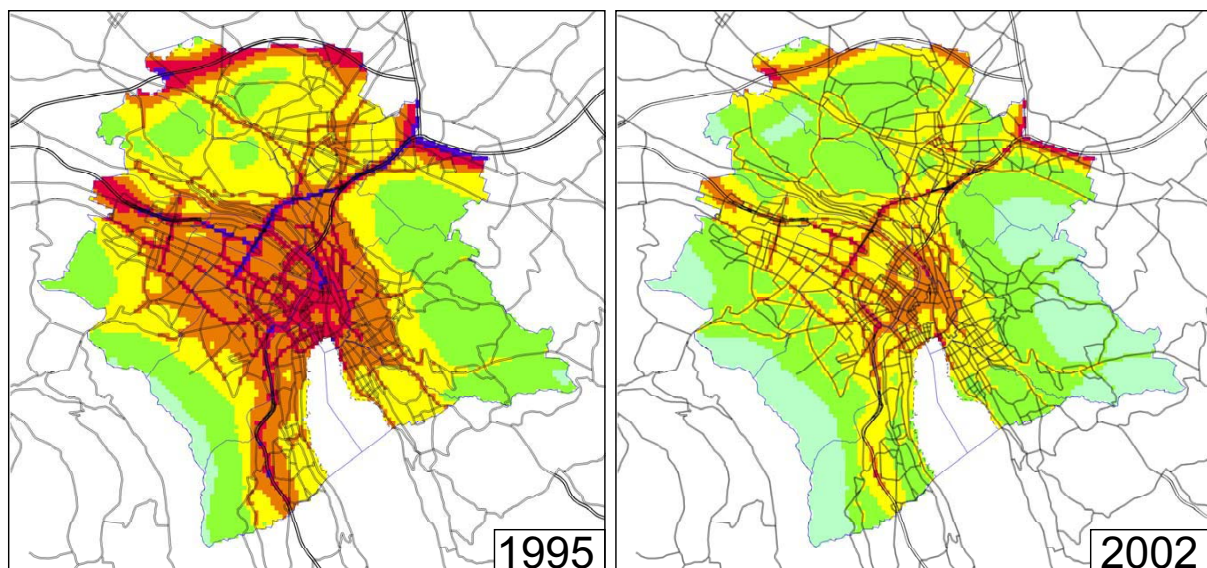
Dieser Trend MUSS fortgesetzt werden (“vision zero”)!

Verkehrstote EU 39'000 (2008), USA 41'000 (2007)

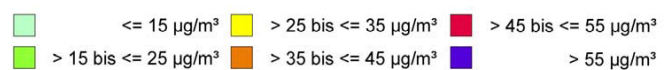
Quelle: BfU

5

Stadt Zürich NO₂ Belastung

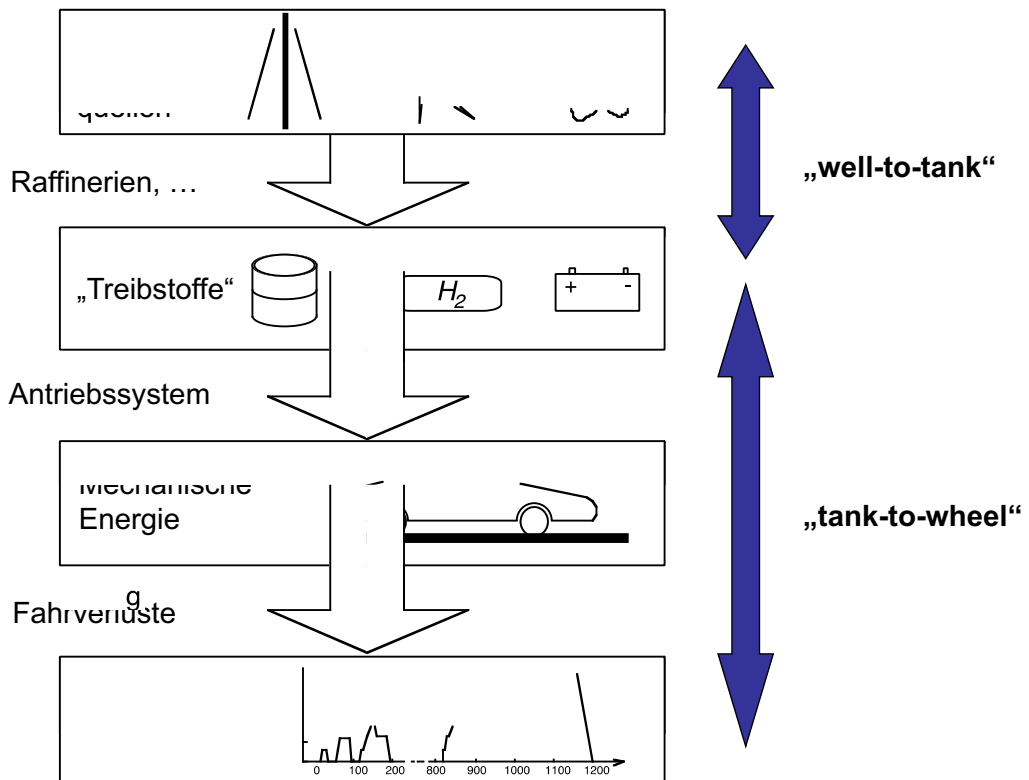
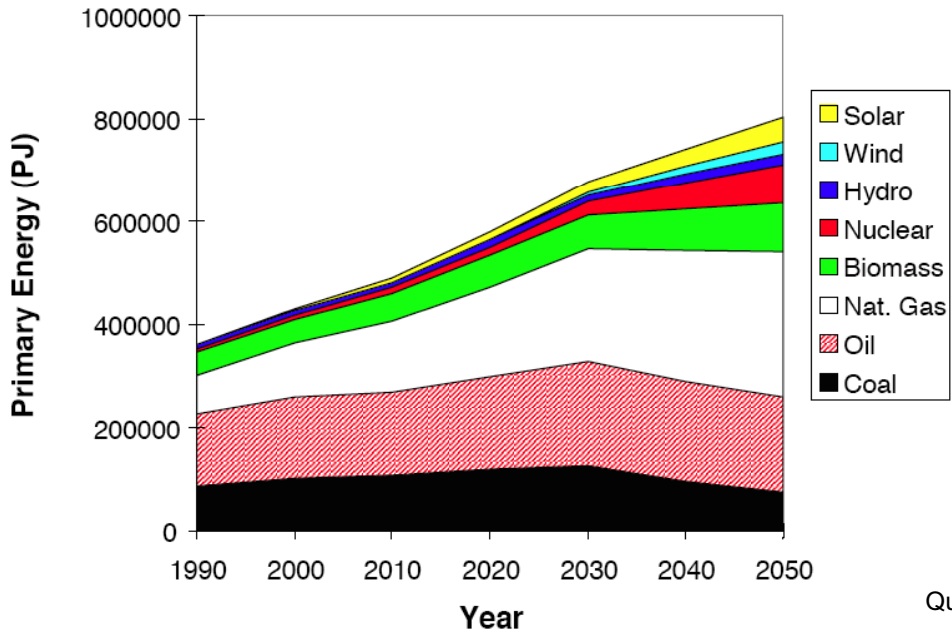


Quelle: Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ)



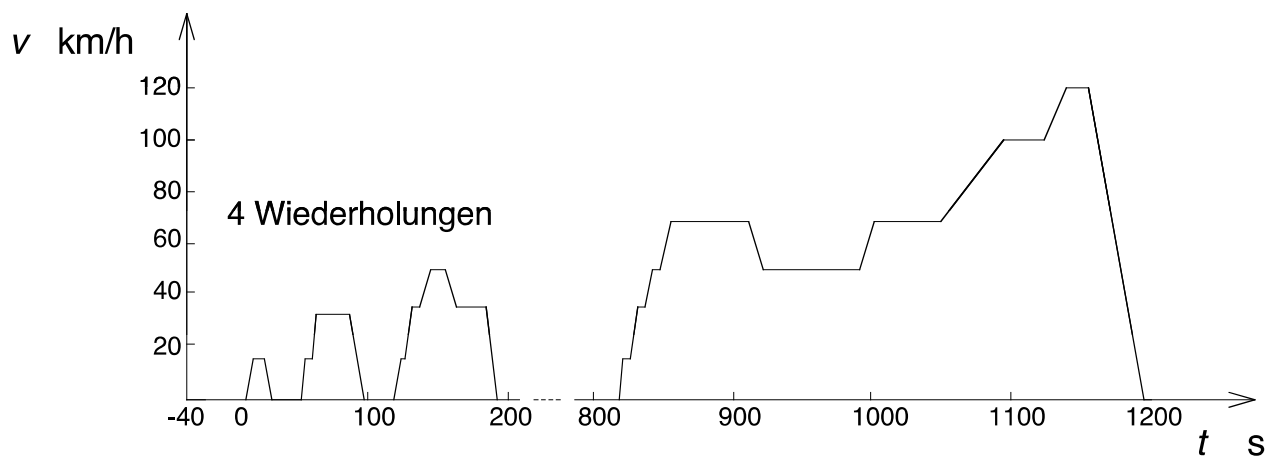
6

Zukunftsszenario Energiebedarf



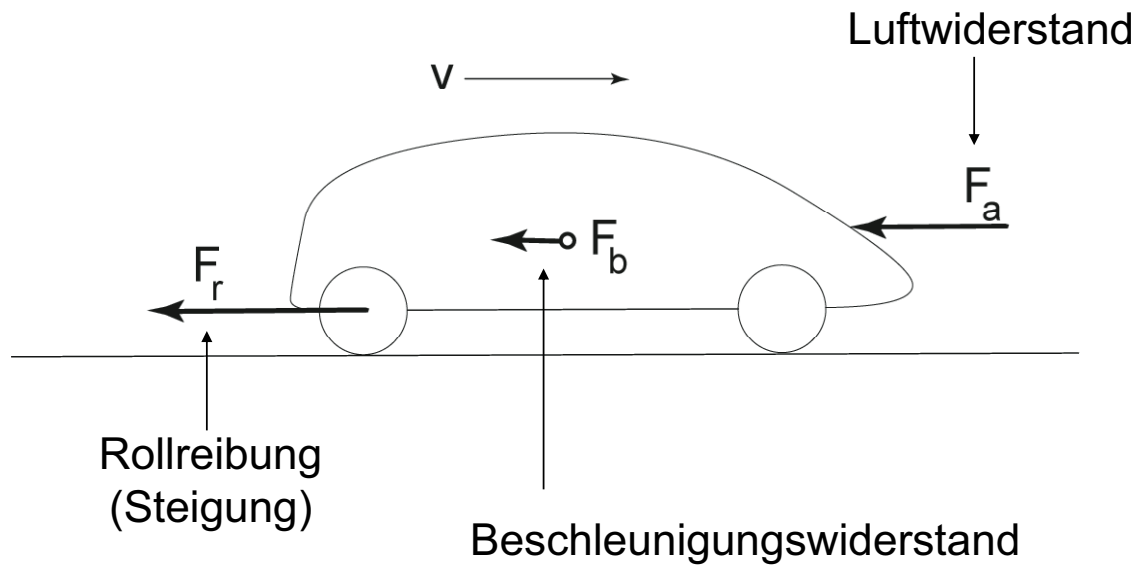


Norm-Fahrprofil (EU-Zyklus)



Reales Fahrverhalten oft „aggressiver“

Kräfte am Fahrzeug



11

Bedarf an mechanischer Energie (EU-Zyklus)



$$A_f \cdot c_w = 0.7 \text{ m}^2, \quad c_r = 0.012, \quad m = 1'500 \text{ kg}$$

45 MJ/100km im EU Zyklus, 1.2 l Diesel

12

Mechanische Energie in Dieseläquivalent

(... oder wenn der Motor 100 % Wirkungsgrad hätte ...)



Mittelklasse



1.2 l/100km Diesel



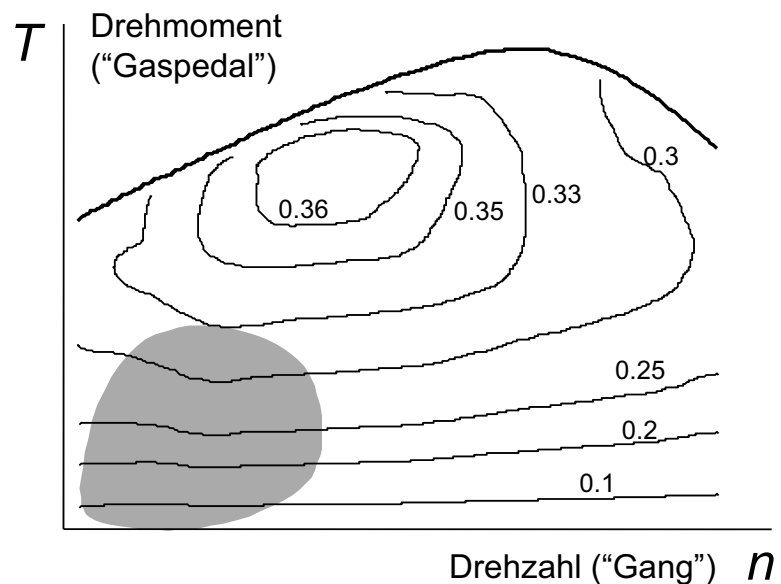
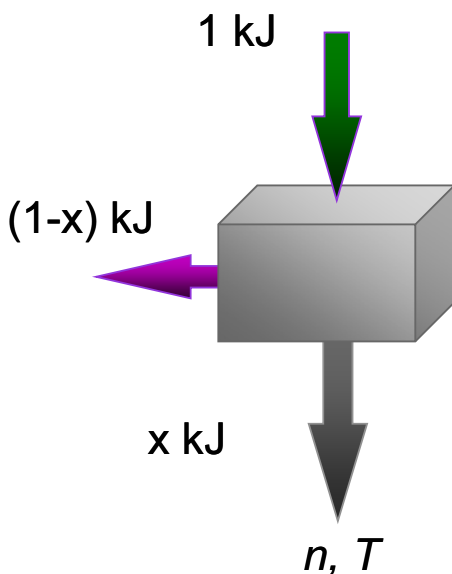
Ecocar



0.6 l/100km Diesel

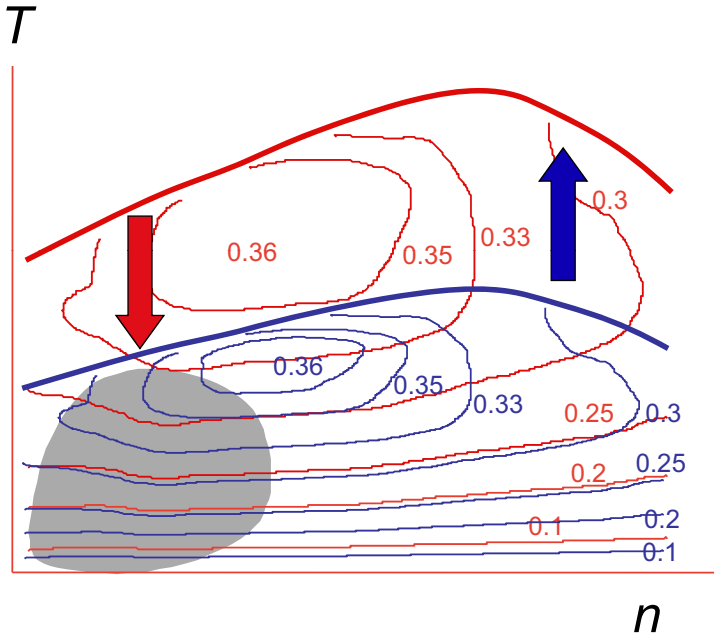
13

Wirkungsgradkennfeld Ottomotor



14

Downsizing and Supercharging

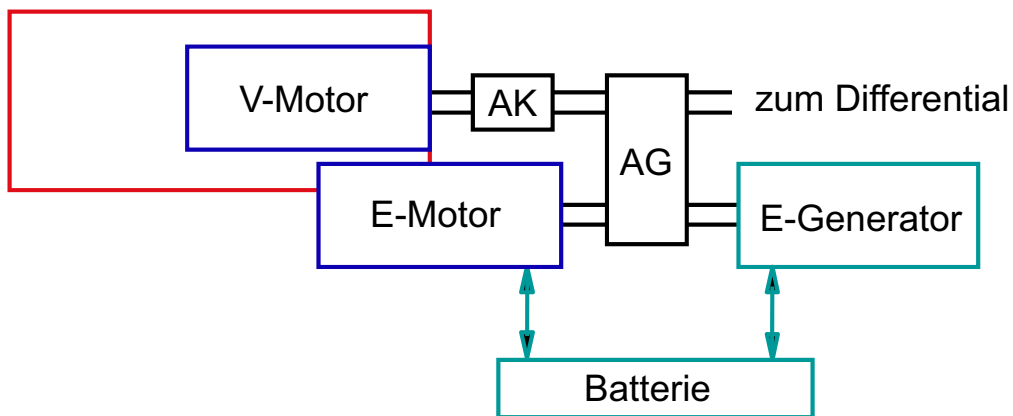


• “downsizing” V6 ↓ R3

• “supercharging” ↑

- Turbolader
- Kompressoren
- Elektromotoren
-

Hybridantriebe

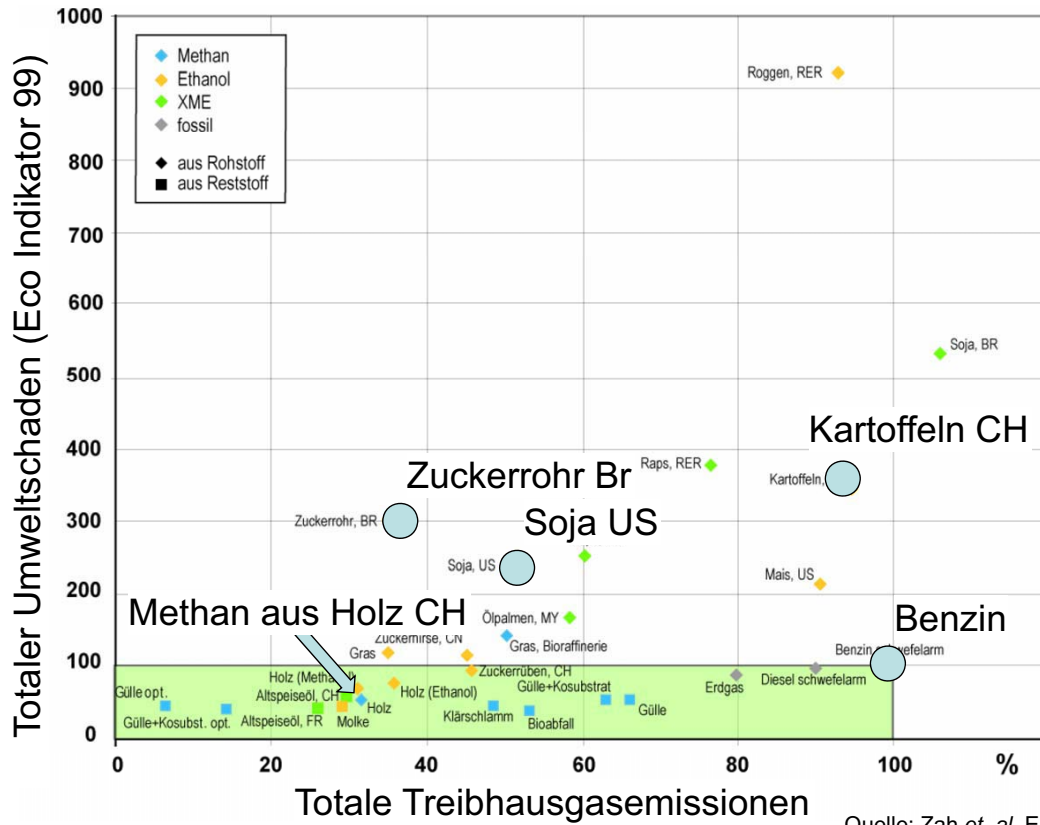


Prognose für die nächsten 10 Jahre

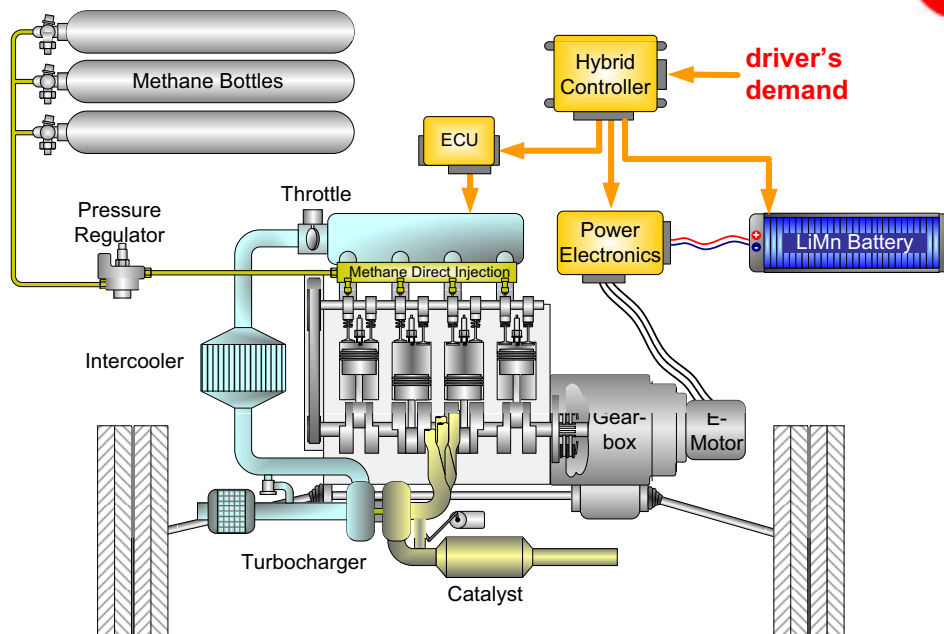
- Dieselmotoranteil wird nur noch leicht zunehmen (Dieselmotoren werden ähnlich sauber wie Ottomotoren)
- Hybridfahrzeuge (autark und „plug-in“) werden zwar zunehmen, aber nur in „finanzkräftigen“ Ländern
- Sparsame Ottomotoren („DSC“) werden zunehmen, besonders dort, wo die Kosten wichtig sind
- Erdgasmotorenanteil kann spürbar ansteigen, besonders wenn die Rahmendbedingungen stimmen (Tankstellen, Preise, ...)
- Reine Batterie-Elektromobile werden eine Nischenrolle spielen
- Agro-Treibstoffe werden in kleinen Mengen beigefügt werden

Was kommt danach?

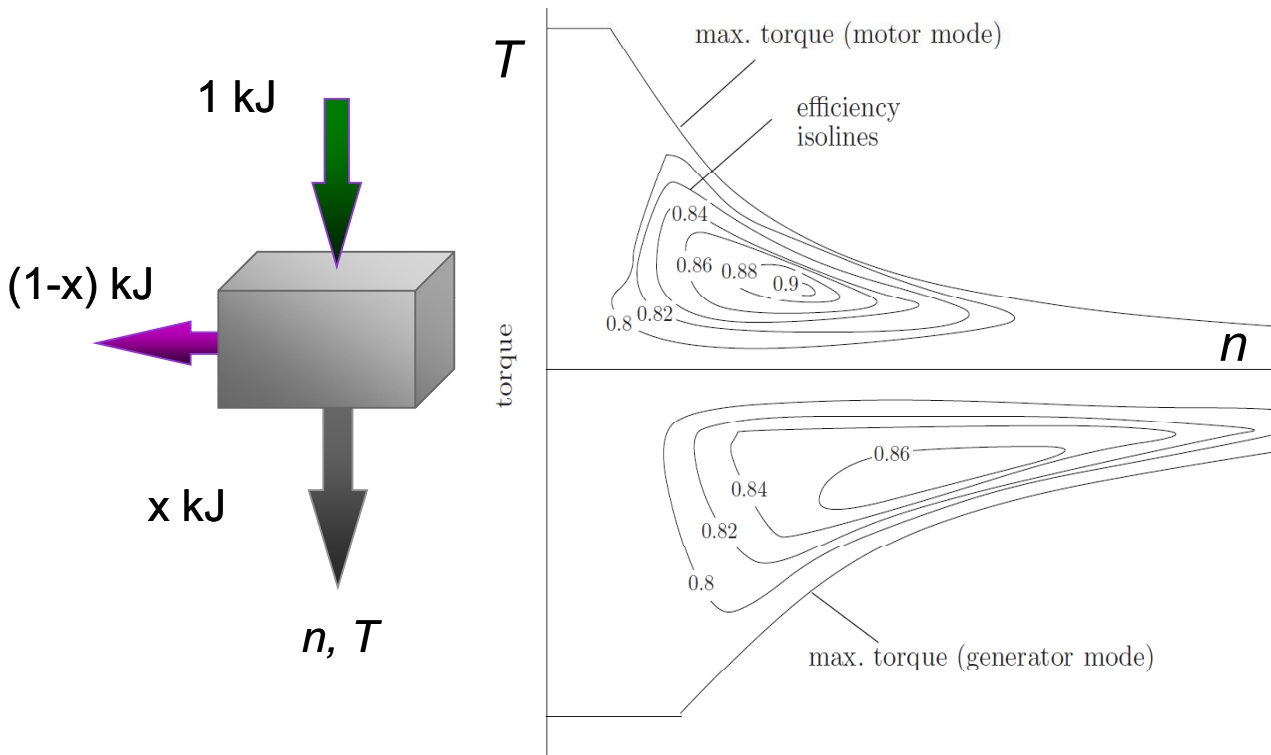
- Andere Treibstoffe?
- Andere Antriebssysteme?
- Andere Fahrzeuge?



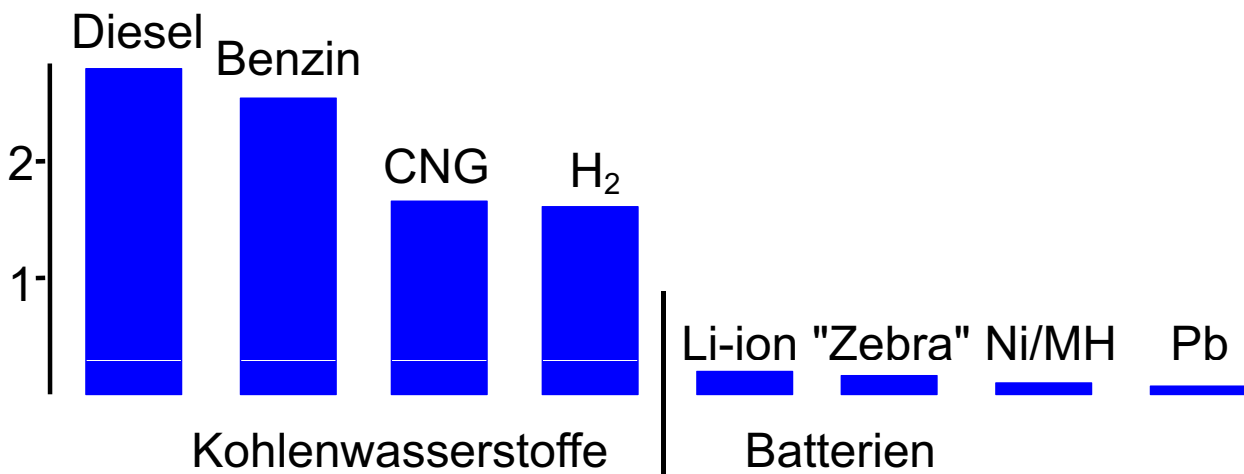
CLEVER Projekt (Methan + Hybrid)



Wirkungsgradkennfeld Elektromotor

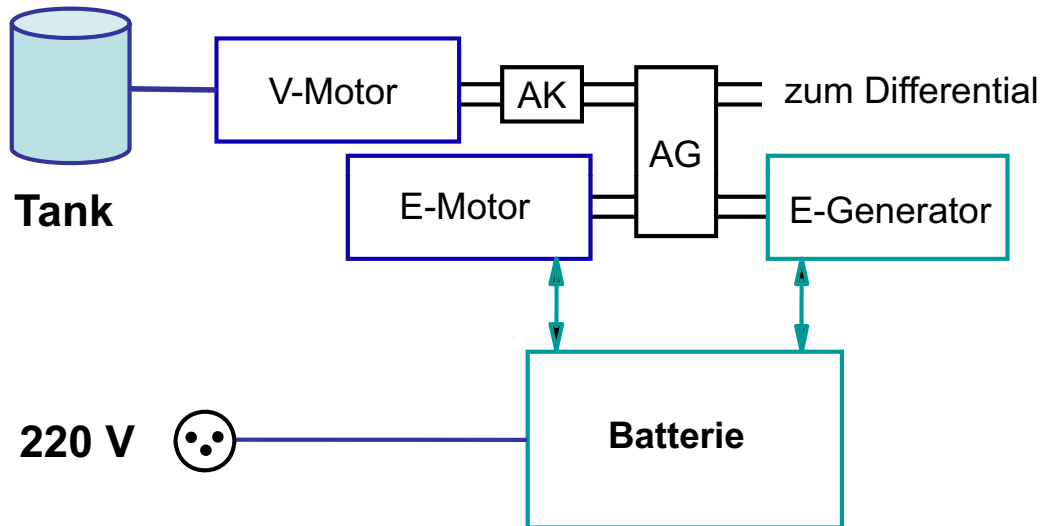


Energiedichten Bordenergieträger



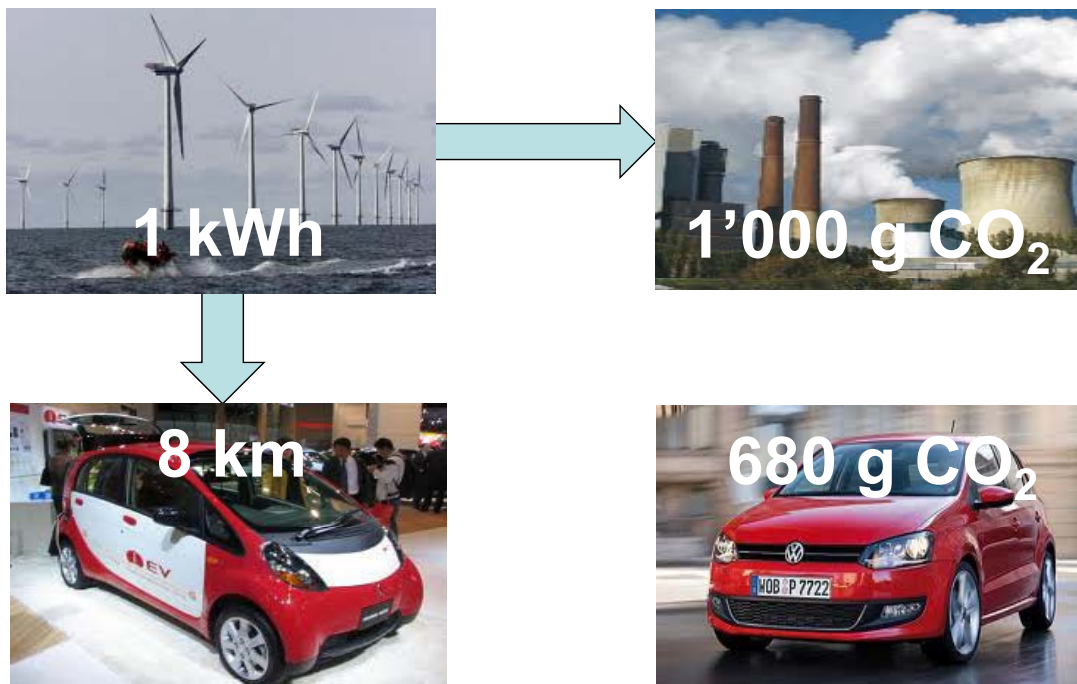
Netto Vortriebsenergie/Energieträgermasse – Einheit kWh/kg

Plug-In Hybridantriebe




23

EV werden mit Grenzstrom geladen



24

Träumereien?

Masse	1'400 kg	1'300 kg	800 kg
Aero	0.7 m ²	0.7 m ²	0.4 m ²
Reifen	0,013	0,012	0,01
Antrieb	20%	24 %	30 %
	6.8 l/100km	5.2 l/100km	2.4 l/100km

Zusammenfassung

- Sparsamere Fahrzeuge sind unsere „besten Ölquellen“.
- Die Technik bietet diverse Optionen an. Welche tatsächlich gewählt wird, hängt von vielen Faktoren ab.
- Die Technik kann vieles, aber eine „magische Lösung“ gibt es nicht.

Merci für Ihre Aufmerksamkeit!

- Folienkopien (pdf): lguzzella@ethz.ch
- Laborwebsite: <http://www.idsc.ethz.ch>

27

Nenn- und Durchschnittsleistung

- Konsequenz: Baugleiche Autos mit kleineren Motoren verbrauchen weniger Treibstoff.
- Wieso kaufen dann die Leute meistens Fahrzeuge mit grossen Motoren?

115 kW Maximalleistung für „0 auf 100 km/h in 10 s“

7 kW Durchschnittsleistung für EU-Zyklus

28

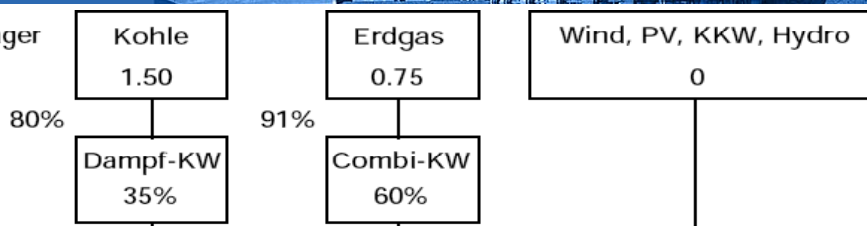


VW Golf VI, 1200 TSI, 27'100 Fr., 5.7 l_B/100 km, 77 kW

VW Golf VI, „blue motion“, 32'500 Fr., 3.8 l_D/100 km, 77 kW

Toyota Prius, Modell 3, 39'700 Fr., 3.9 l_B/100 km, 73 kW

Primärenergieträger
CO₂ Faktoren



Elektrizität

Netz
94%

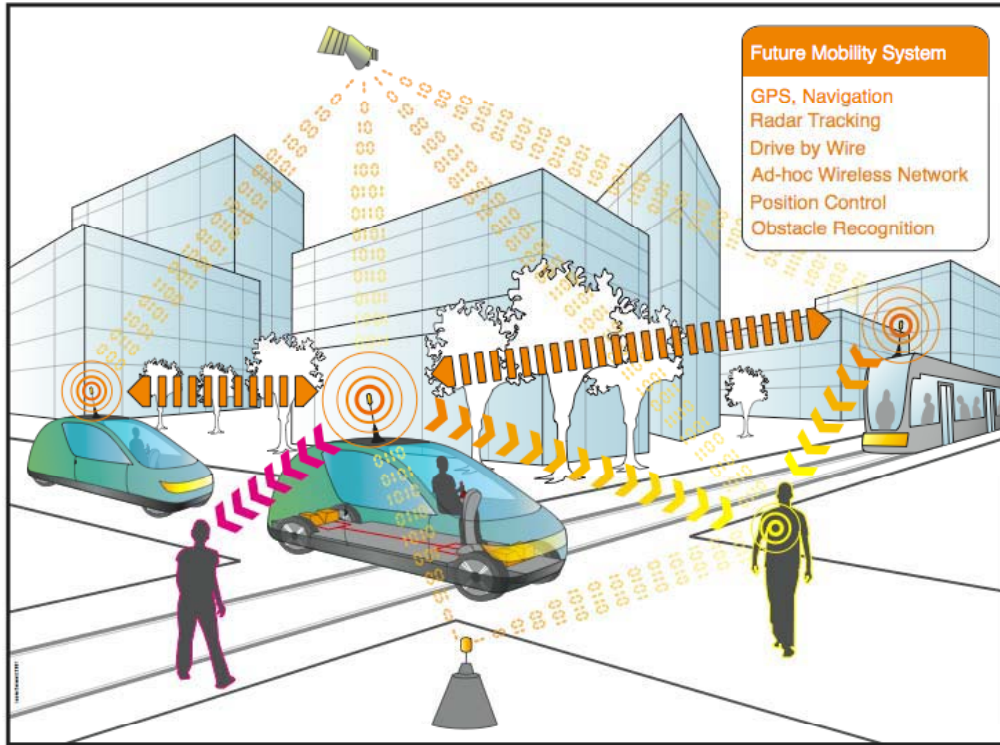
Batterie
85%

Elektromotor
85%

Vergleich Mittelklasse-Dieselfahrzeug:
190 g CO₂/km

CO₂-Emissionen

260 / 70 / 0 g CO₂/km



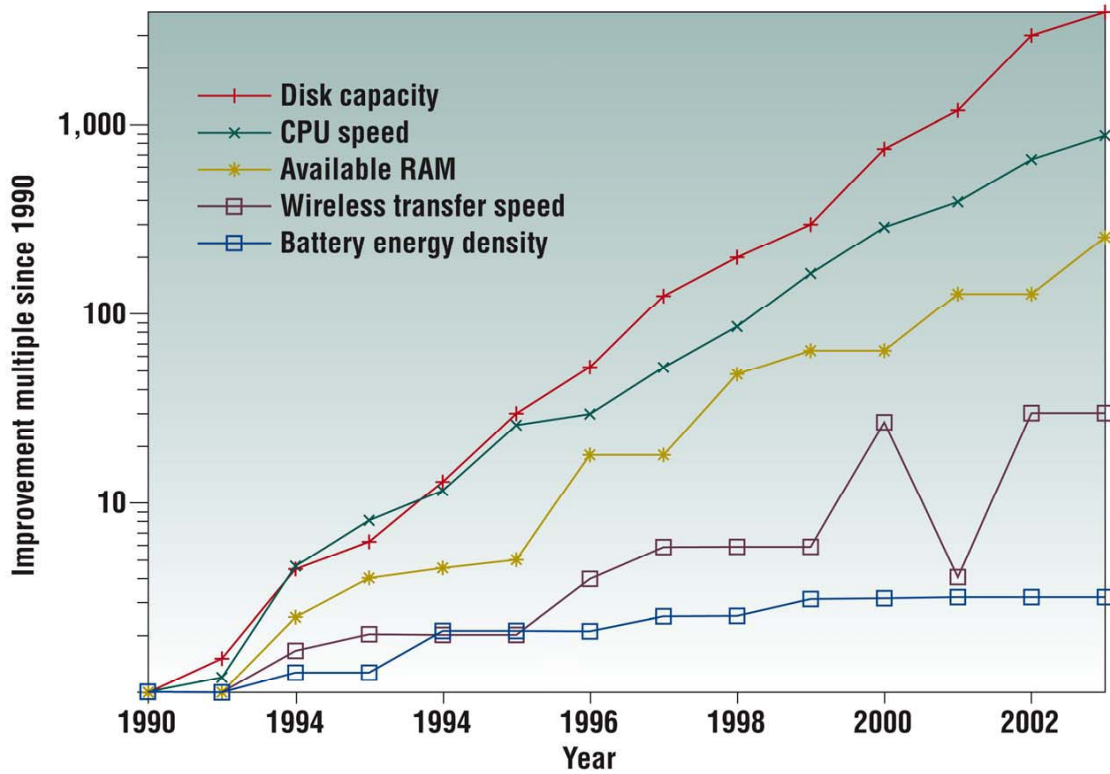
Und die „Treibstoffkosten“?

	Verbrauch pro 100 km	Energie- kosten	Steuern pro 100 km	Tank oder Batterie
VM:	7 l	1.00 Fr./l	6 Fr.	0 Fr.
EM:	15 kWh	0.20 Fr./kWh	6 Fr.	0.25 Fr./kWh

VM: 13 Fr. pro 100 km

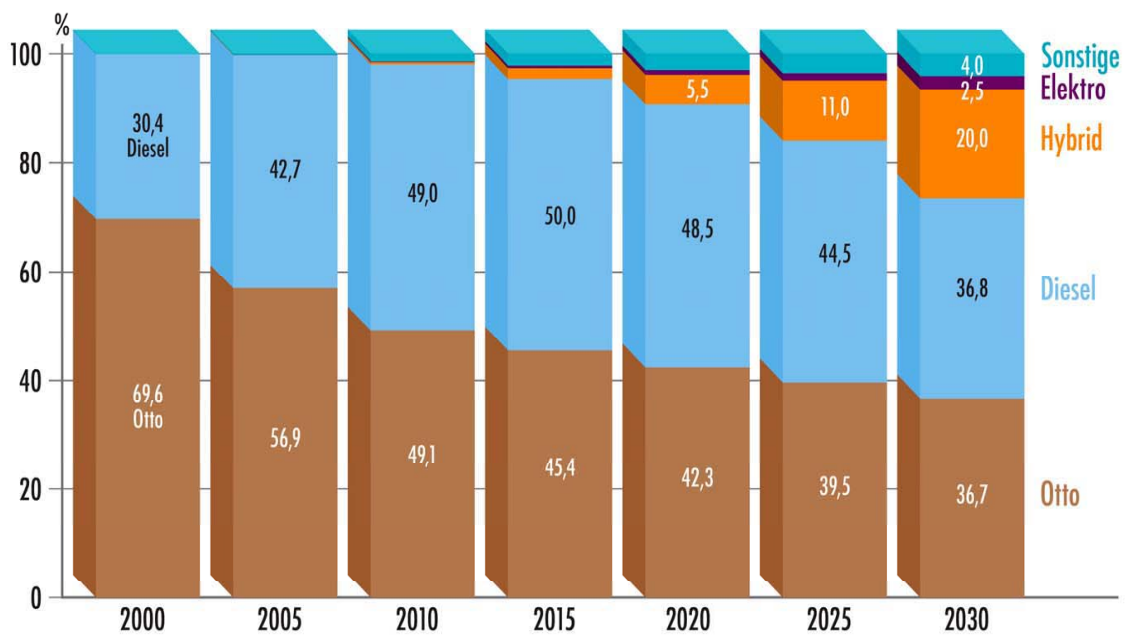
EM: 13 Fr. pro 100 km

Annahme: Batteriekosten 500 Fr./kWh, 2000 Ladezyklen



Quelle: Paradiso & Starner, Pervasive Computing 1536-1268/05, © 2005 IEEE

Neuzulassungen D – Szenario „Trend“



Quelle: Shell PKW Szenarien (2009)



M-Way-Mobil

Preis: 50'000 bis 60'000 Fr.

Plätze: 2 (3.1 x 1.6 x 1.5 m)

Verbrauch: 15 kWh/100 km (?)

CO₂: 21 g/km (CH) – 95 g/km (D)

Reichweite: zirka 160 km (?)

Ladezeit: 8 h (220 V)

Höchstleistung: 30 kW

Höchstgeschwindigkeit: 100 km/h

Sicherheit: keine Angaben



VW Polo „blue motion“

Preis: 25'000 Fr.

Plätze: 4 (4.0 x 1.6 x 1.4 m)

Verbrauch: 3.3 l/100 km (NEFZ)

CO₂: 85 g/km (CH, D, ...)

Reichweite: zirka 1'000 km (NEFZ)

Tankzeit: 3 Minuten

Höchstleistung: 66 kW

Höchstgeschwindigkeit: 180 km/h

Sicherheit: NCAP 5 Sterne

Löst das Elektroauto unsere Mobilitätsprobleme?

Dr. Axel Friedrich

Elektromobilität - Mit Strom in den Verkehrskollaps?
Bern 17. März 2011

Nachhaltige Entwicklung und Verkehr

Werden die Kriterien für eine
Nachhaltige Entwicklung angelegt, ist
es eindeutig, dass die Entwicklung
des Verkehrssektors nicht
nachhaltig ist

Durch Verkehr verursachte Umweltprobleme

Klimagasemissionen

Energieverbrauch

Schadstoffemissionen

Lärmemissionen

Flächenverbrauch

Stadtverträglichkeit

Zerschneidung von Naturräumen

Verringerung der Biodiversität

Ressourcenverbrauch

Boden- und Gewässerbelastungen

Klima

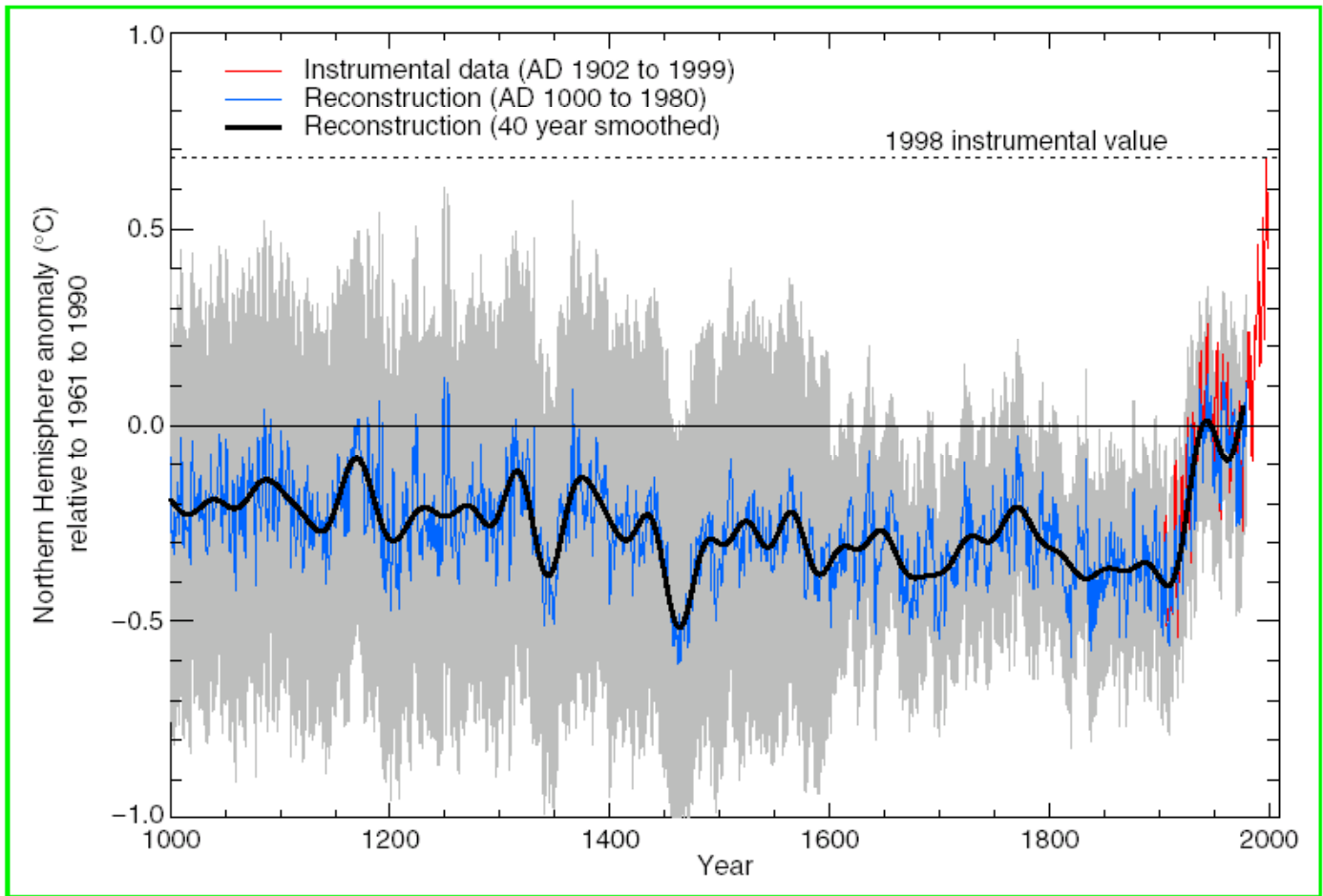
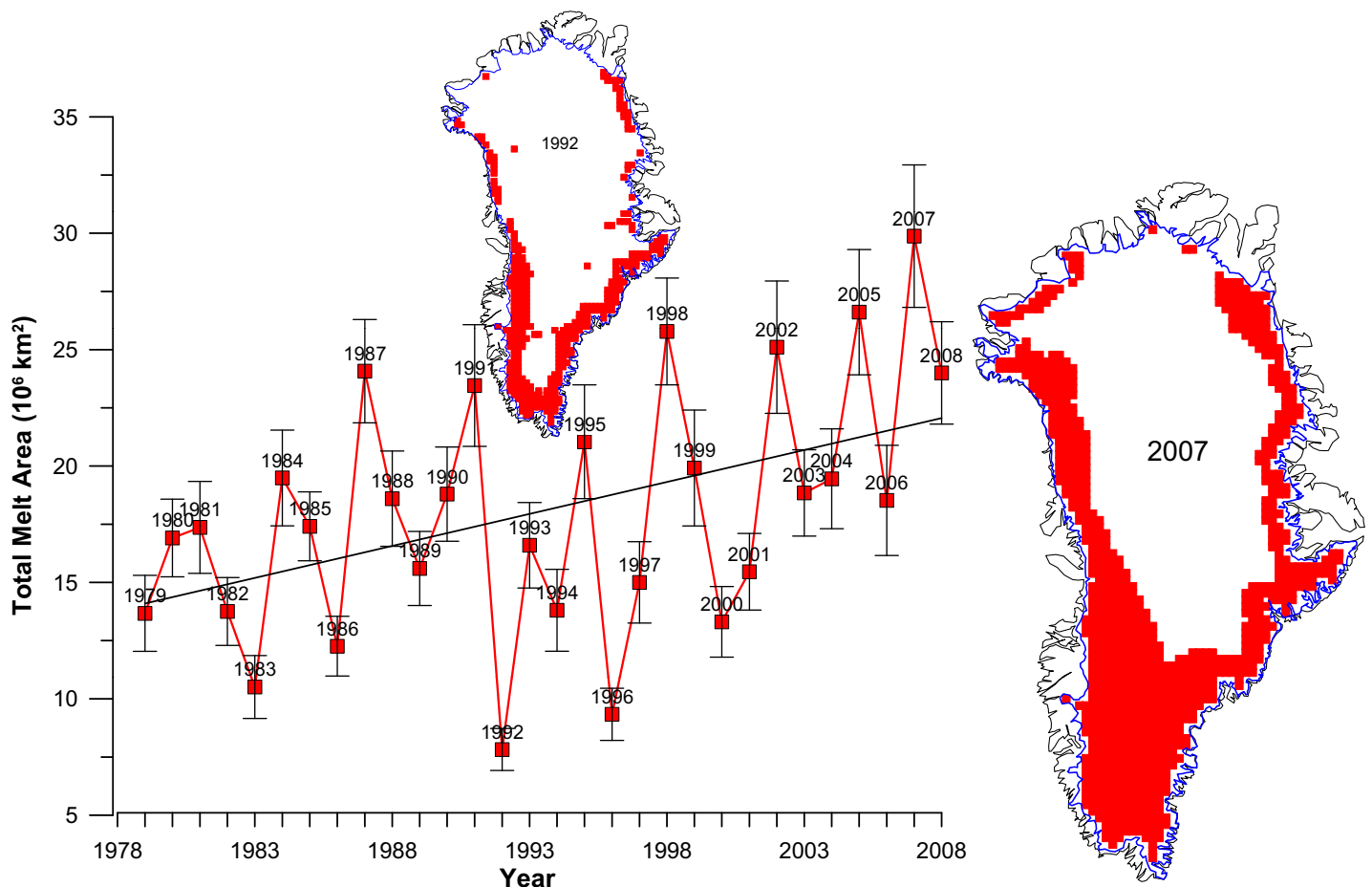


Figure 5: Millennial Northern Hemisphere (NH) temperature reconstruction (blue – tree rings, corals, ice cores, and historical records) and instrumental data (red) from AD 1000 to 1999. Smoother version of NH series (black), and two standard error limits (gray shaded) are shown. [Based on Figure 2.20]

Schmelzfläche in Grönland



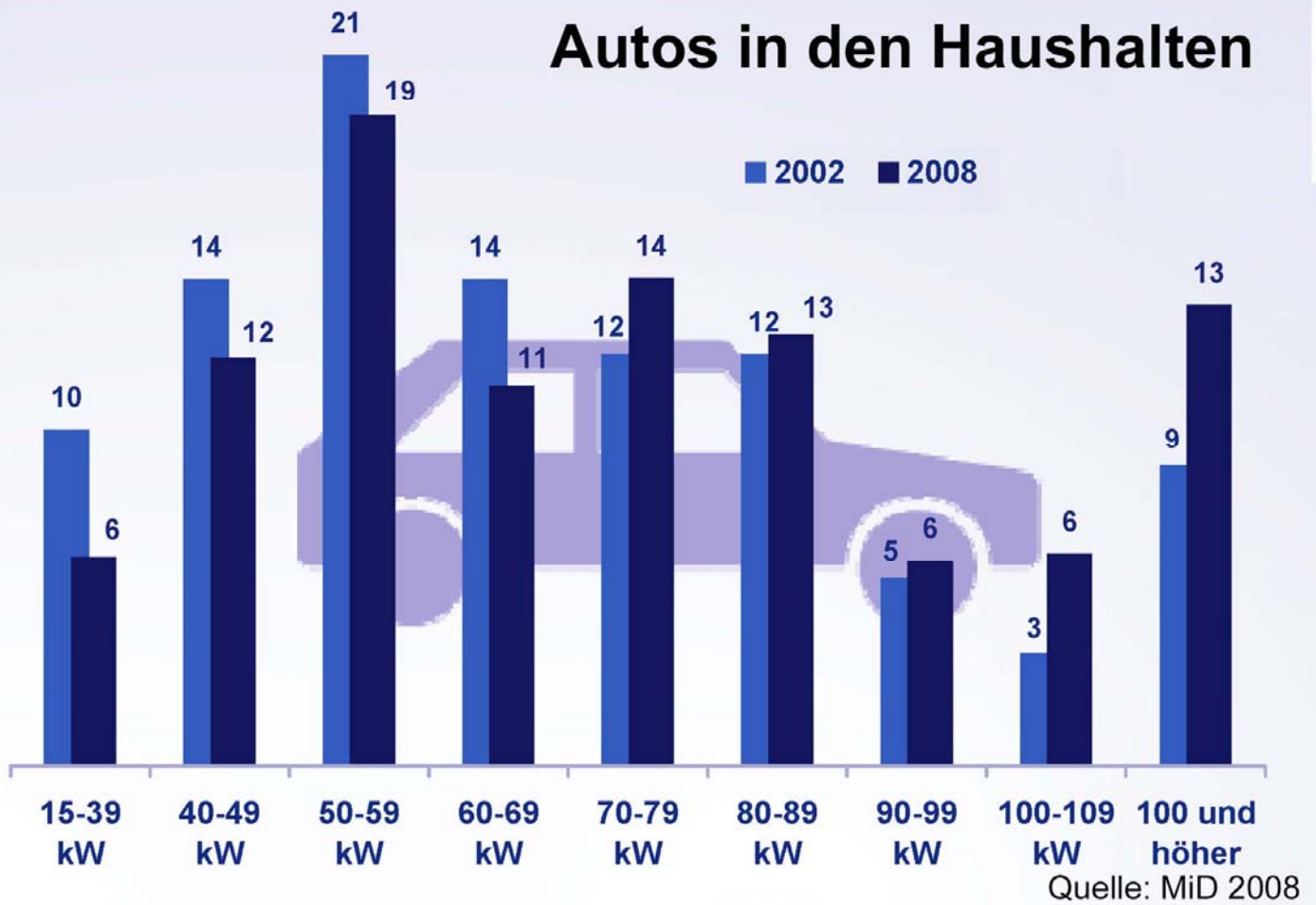


Klimagasemissionen des Verkehrs-

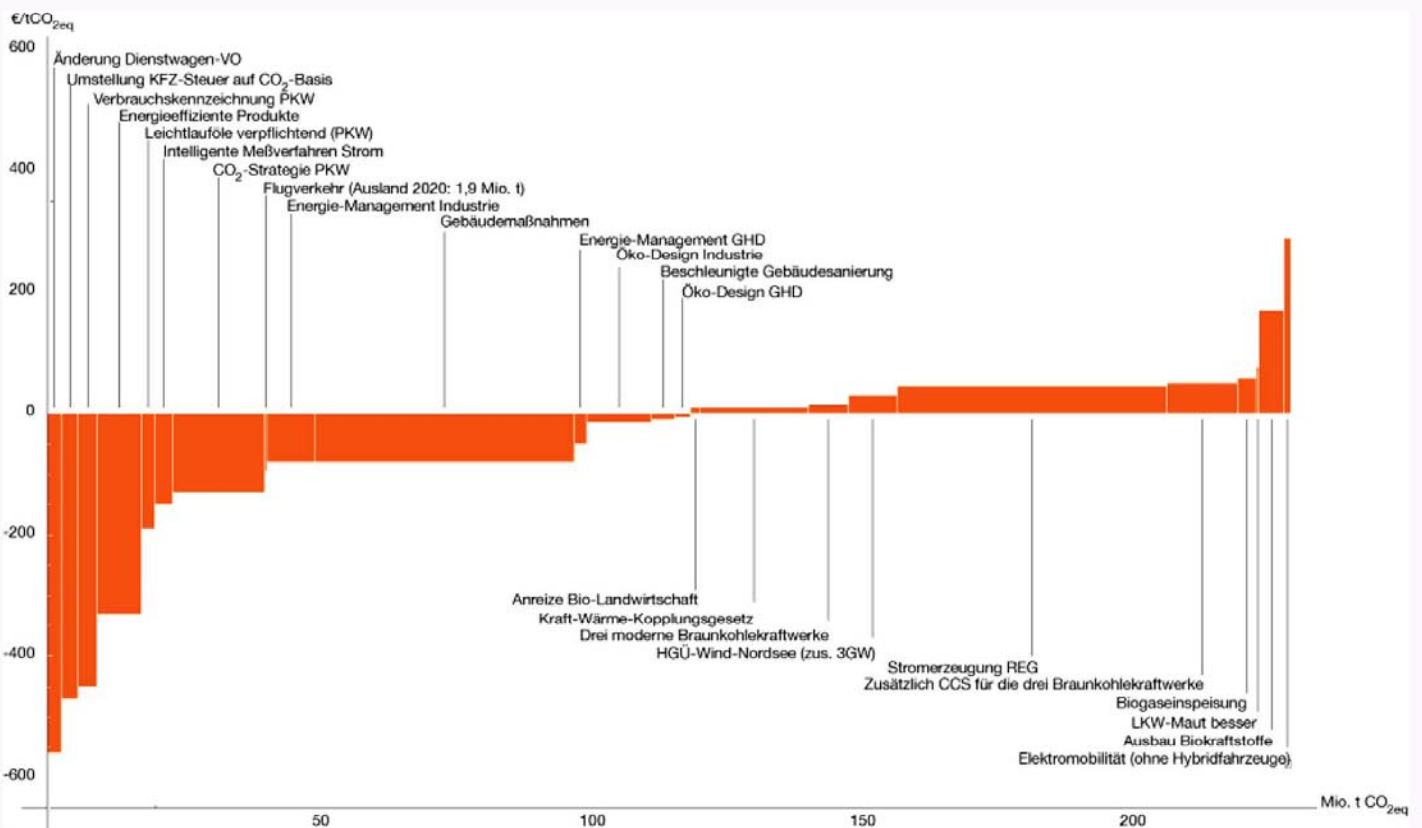
Eine unvermeidbare Entwicklung?

Entwicklung der Motorleistung

Autos in den Haushalten



Kosten der CO₂ Minderung im Verkehr



Ziehen Sie aufs Land.

Dann haben Sie es weiter in die Stadt.

Audi # sowie im Internet <http://www.audi.de>



Ziehen Sie aufs Land.

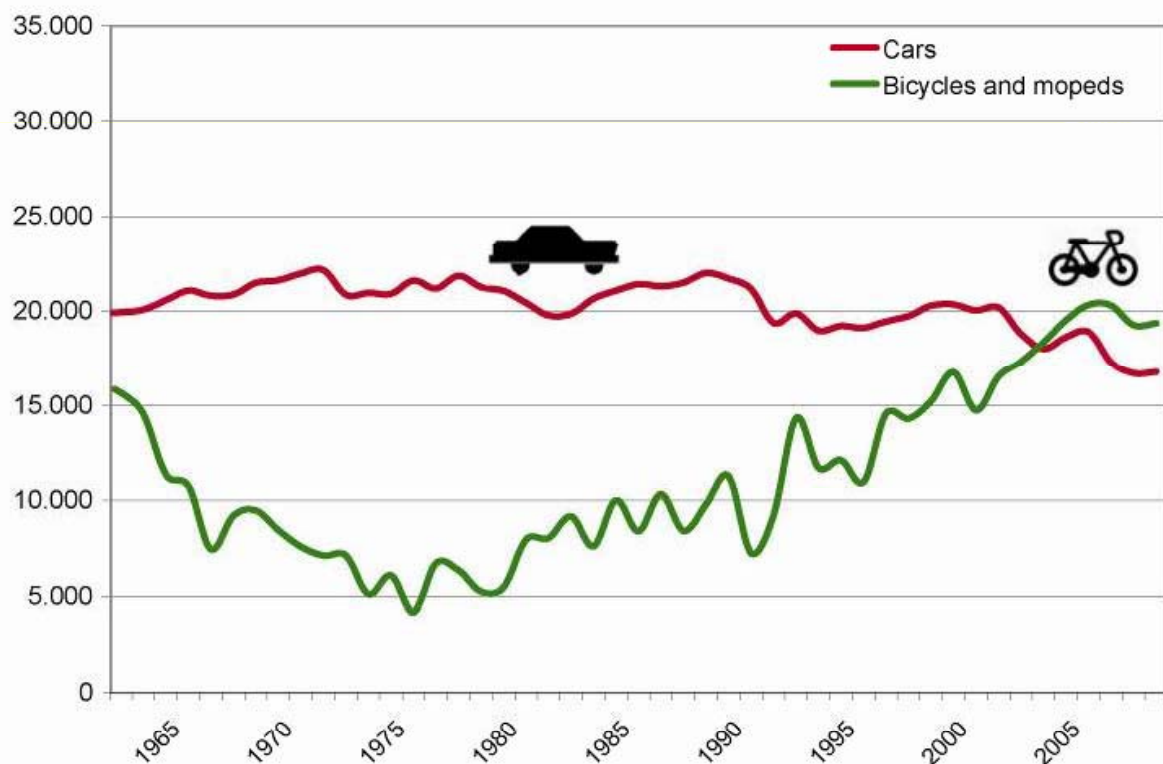
Dann haben Sie es weiter in die Stadt.

Audi TT. Driven by instinct.



Cycling - "Søsnittet" - morning peak Kopenhagen

Inner ring, peak hour towards center



Bedingungen für Klimaschutz und Reduktion des Energieverbrauches im Personenverkehr

- **Verringerung des Energieverbrauches von Autos**
 - Leichtbau, schmale Reifen, geringere Leistung und Endgeschwindigkeiten
 - Erhöhung der Antriebseffizienz
 - Engine-”Down-Sizing”,
Bremsenergieerückgewinnung
- Massiver Ausbau des öffentlichen Verkehrs
- Verlagerung auf öffentlichen Verkehr
 - Kostenwahrheit, nachhaltige Infrastruktur
- Vorrang für den Nichtmotorisierten Verkehr
- Klimaschonende Flächenplanung

Schadstoffemissionen

Schadstoffemissionen

Das Thema der Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs ist durch die Emissionsstandards Euro 6 (Pkw) und Euro VI (Lkw) technisch gelöst. Es geht nur noch um den Austausch des Bestandes und die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Schadstoffminderungstechnologie

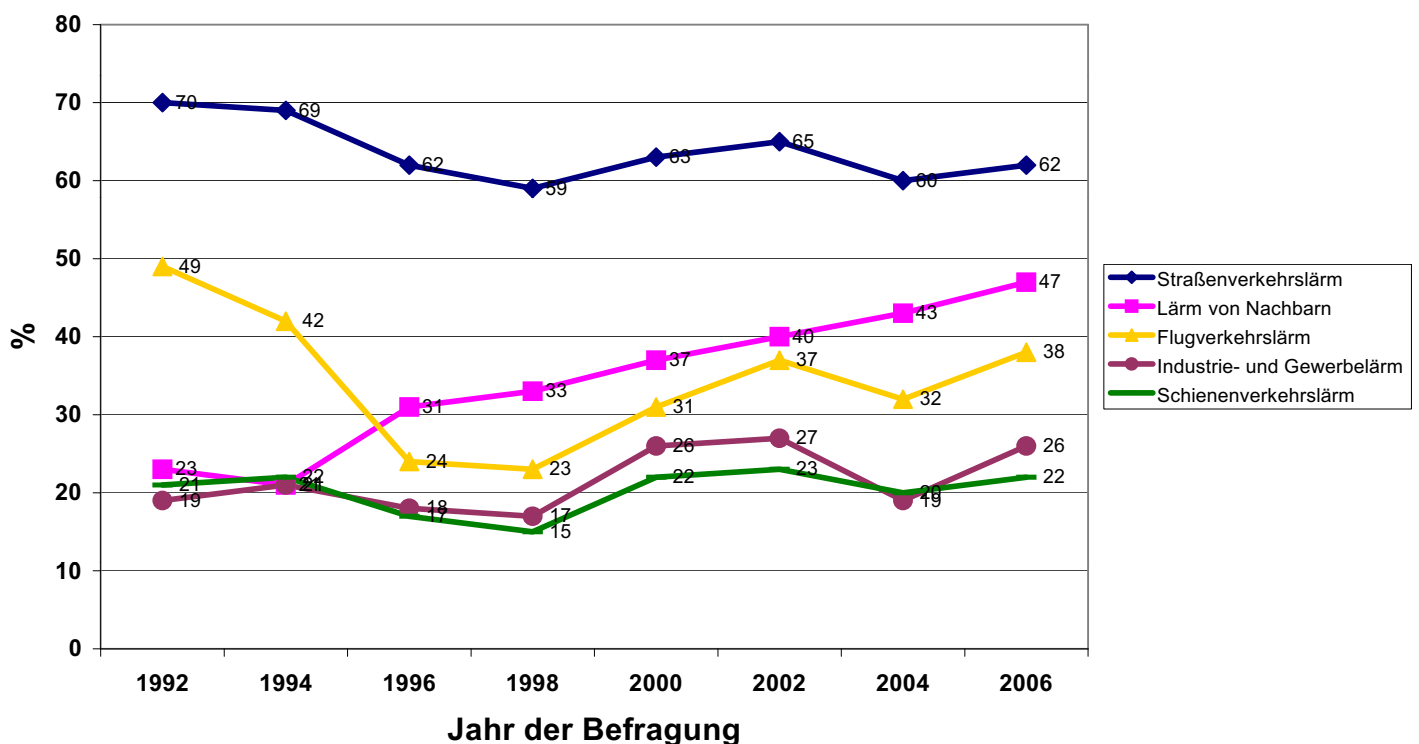
Lärm

Welche Auswirkungen hat Lärm?

- Lärm wird oft als vorübergehende und lokale Störung bewertet
 - Lärm kann aber als Dauerbelastung krank machen
 - Lärm trifft vor allem die einkommensschwachen Schichten (Lärm an Hauptverkehrsstraßen)
 - Lärm führt zu hohen monetären Schäden (0,2 bis 2% des BIP)
- ⇒ die ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekte der Nachhaltigkeit sind berührt

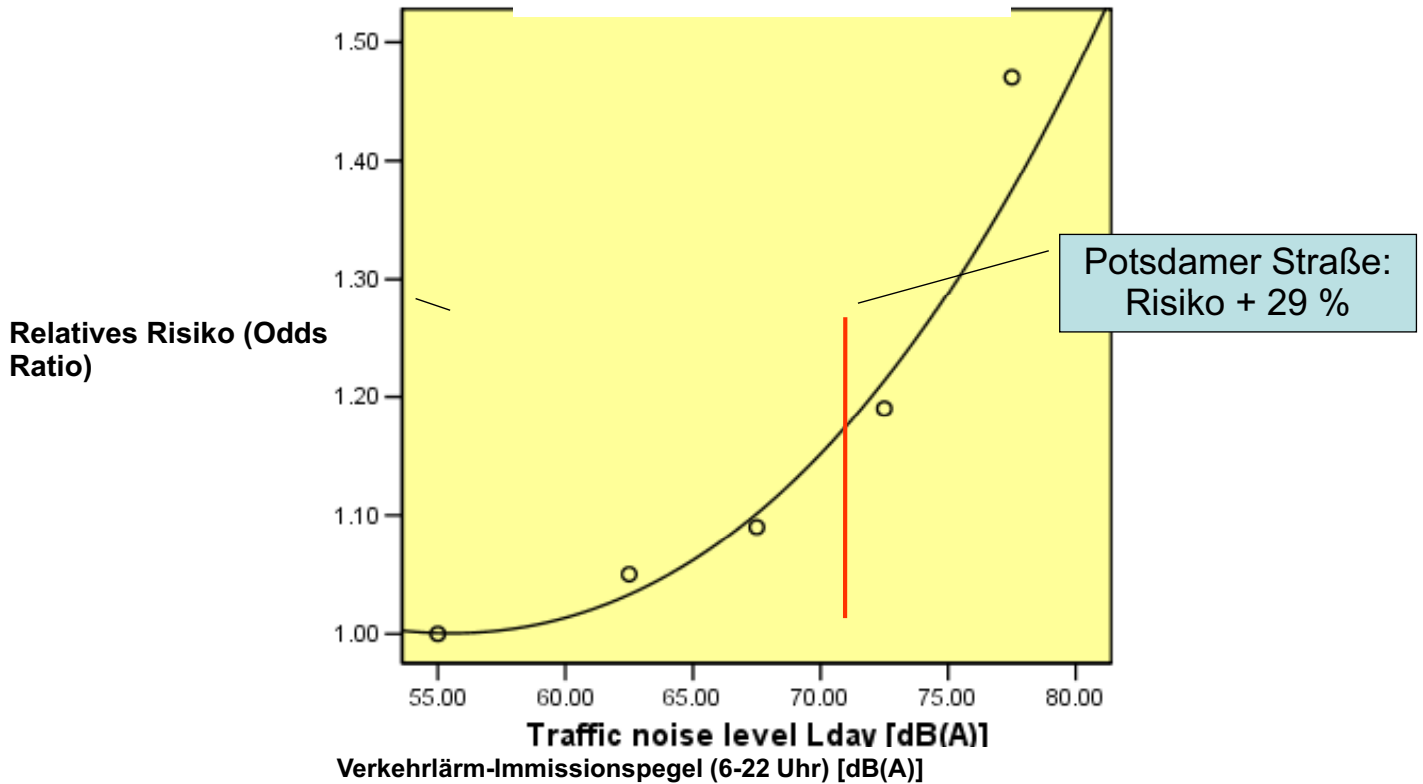
Anteil der durch Lärm gestörten Bevölkerung

Anteil der durch Lärm gestörten deutschen Bevölkerung in %



Herzinfarkttrisiko durch Verkehrslärm

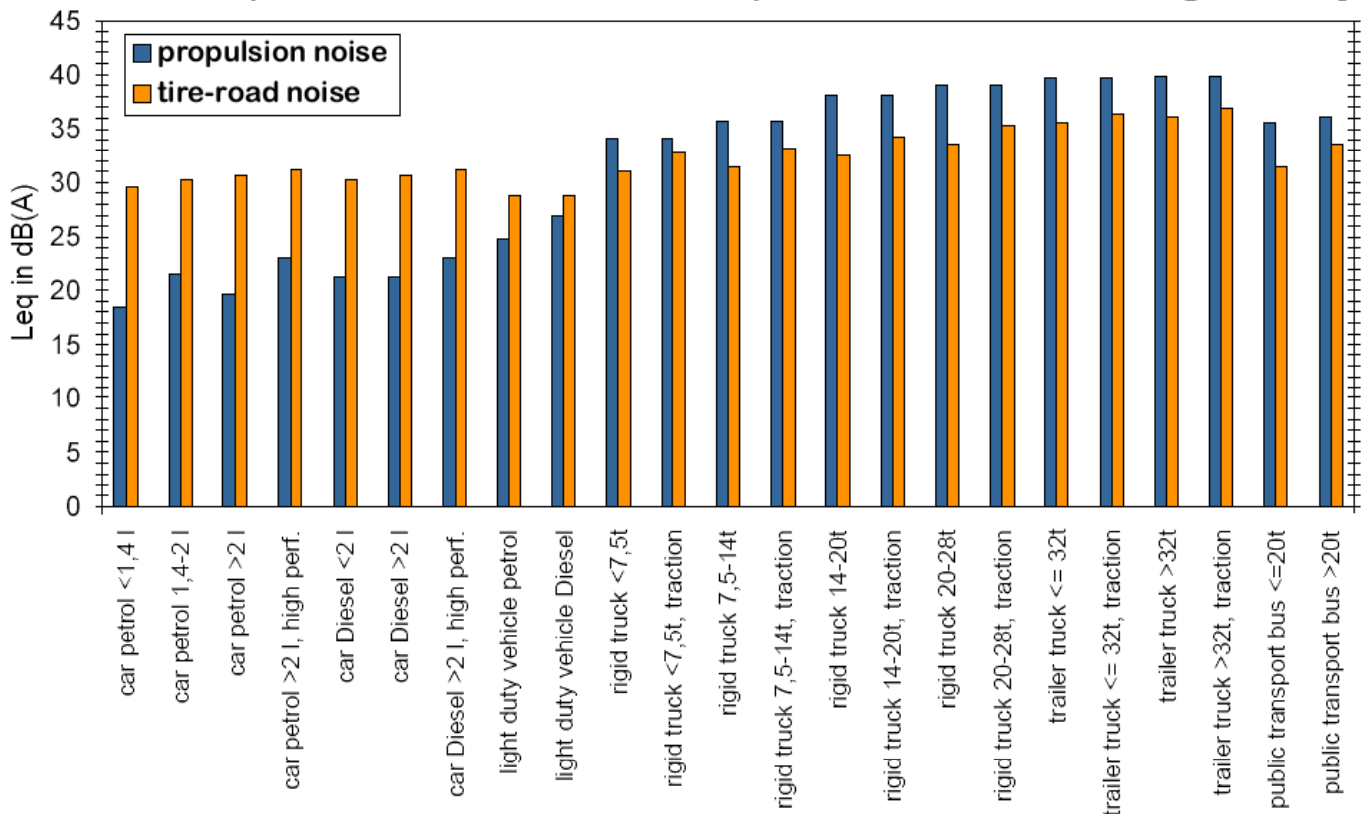
Odds ratio
Dosis-Wirkungs-Kurve



Kfz/24h: 310 3100 31 000 Babisch, UBA 2006

Fakten über Straßenverkehrslärm

source split - urban main street / speed limit of 50 km/h / right of way



adopted from "Integrated assessment of noise reduction measures in the road transport sector", TRL/RWTÜV PR SE/652/03

Biodiversität

Biodiversität

Die erfolgreichen Schutzanstrengungen bei einzelnen Arten und auf kleinen Flächen dürfen allerdings nicht darüber hinweg täuschen, dass der Verlust der Biodiversität weiter fortschreitet. Die Anteile der in Deutschland einheimischen, bestandsgefährdeten Farn- und Blütenpflanzen (26,8 %), Tierarten (36 %) und Lebensräume (72,5 %) liegen im europäischen Vergleich in der Gruppe der höchsten Gefährdungsraten. Auch der Indikator für die Artenvielfalt aus der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung liegt derzeit nur bei circa 74 % des Zielwertes für 2015 (BMU), sodass eine Zielerreichung ohne zusätzliche Anstrengungen kaum möglich sein wird.

DJV- Unfallstatistik 2007 (getötete Tiere)

Bundesland	Rehwild	Schwarzwild	Rotwild
Baden-Württemberg	24.160	1.560	60
Bayern	43.800	2.100 (Wert 2006)	470
Berlin	120	280	0
Brandenburg	8.070	1.140	290
Bremen	130	0	0
Hamburg	320	10	0
Hessen	17.220	2.140	300
Mecklenburg-Vorpommern	6.670	1.440	270
Niedersachsen	27.960	1.690	240
Nordrhein-Westfalen	28.480	1.340	180
Rheinland-Pfalz*	13.530	1.220	400
Saarland	1.280	240	4
Sachsen	7.410	990	390
Sachsen-Anhalt	7.830	770	170
Schleswig-Holstein	10.940	450	30
Thüringen	4.040	540	330
Deutschland	ca. 202.000	ca. 16.000	ca. 3.100

Im Straßenverkehr getötete Tiere

Die offizielle Statistik des Jagdverbandes weist jährlich rund 200.000 bis 250.000 getöte Tiere im Jahr aus. Wildunfälle mit Hasen, Kaninchen oder Füchsen werden nicht erfasst.

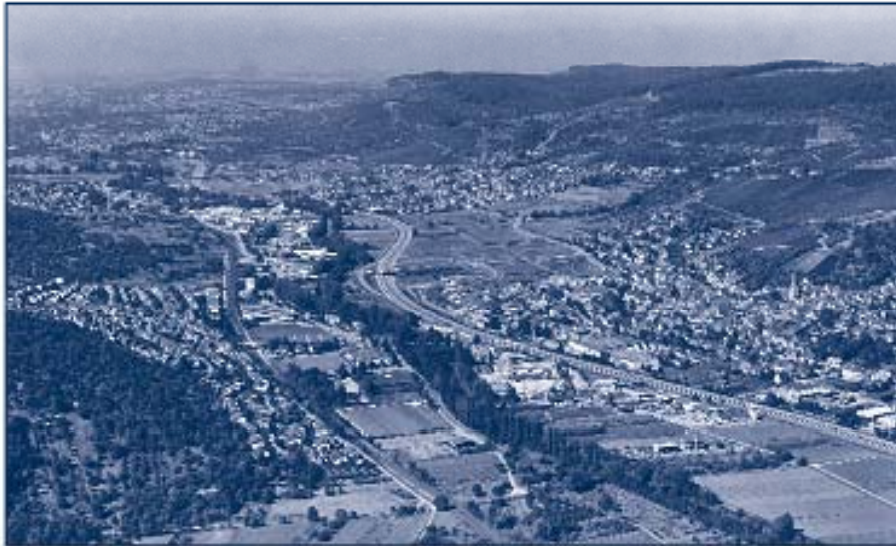
Wildunfälle ohne Schaden am Auto werden jedoch oft nicht gemeldet. Die Dunkelziffer getöteter Tiere dürfte deshalb um das vier- bis fünffache höher liegen. Folglich werden jedes Jahr wahrscheinlich mehr als eine Million jagdbare Wildtiere auf Deutschlands Straßen getötet. Daten für andere Wildtiere wie Vögel oder Amphibien liegen nicht vor

Lärm, Verkehr und die Zerschneidung der Landschaft wirken sich zudem äußerst negativ auf die biologische Vielfalt aus (Glitzner et al., 1999, Holgang et al., 2000). So beeinträchtigt beispielsweise der Verkehrslärm das Brutverhalten der Feldlerche:

An Straßen mit einem Verkehrsaufkommen von 50 000 Kraftfahrzeugen bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 120 km/h ein deutlicher Rückgang der Feldlerche bis zu einer Entfernung von 1,5 km nachgewiesen (Reijnen, 1995).

Für sehr viele Tiere und zum Teil auch für Pflanzen sind Straßen und Eisenbahntrassen kaum zu überwindende Barrieren. Frösche, Kröten, Igel, Marder, Feldhasen, Fasane, Dachse, Rotwild und sogar Fledermäuse bleiben beim Überqueren von Straßen häufig „auf der Strecke“. Auch für Insekten kann die Zerschneidungswirkung sehr groß sein, wie Untersuchungen an einer Heuschreckenart exemplarisch belegten: So war die Große Goldschrecke am Autobahnkreuz Stuttgart nicht in der Lage, die Fahrbahn zu überwinden. Bereits Zubringerstraßen mit einer Breite von 10 Metern verhinderten, dass die Heuschreckenart Lebensräume auf der „anderen Seite“ der Straßen dauerhaft besiedeln konnten (Reck und Kaule, 1993).

Landschaftszerschneidung und Flächenverbrauch

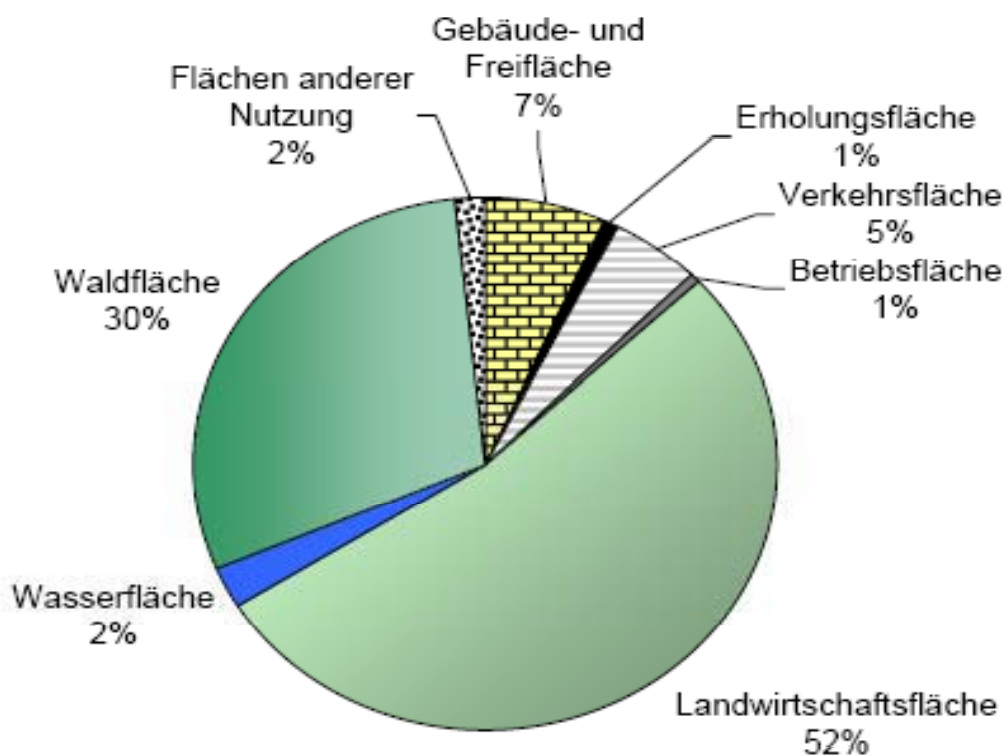


Luftbilder:

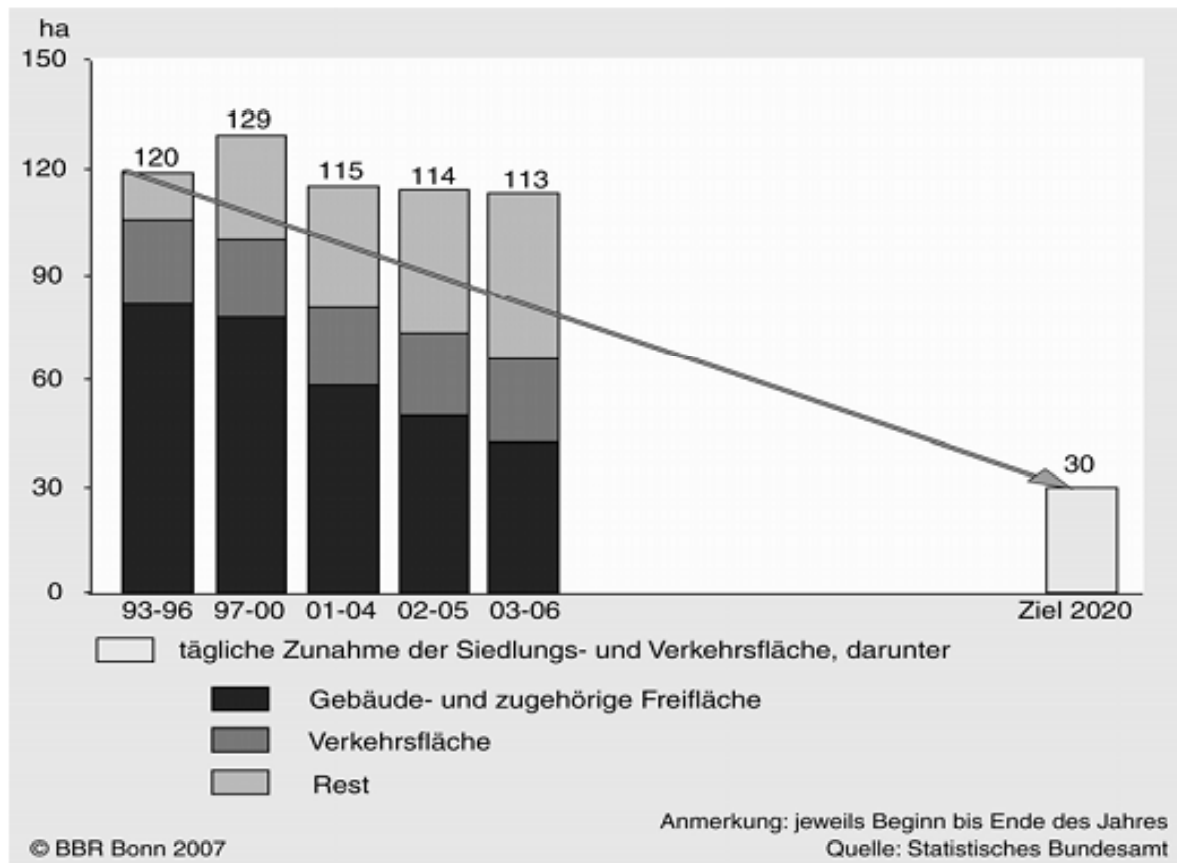
Weinstadt/Remshalden (1956/1989) aus Südost. Oben ist die neue Bundesstraße B29 gerade im einspurigen Bau, unten hat sie sich bereits zum autobahnartigen Verkehrsverband entwickelt.

Bilder: Luftbildarchiv Albrecht Brugger bei der Landesbildstelle Württemberg

Bodenfläche nach Nutzungsarten in Deutschland 2004
Gesamtfläche: 357 050 km²

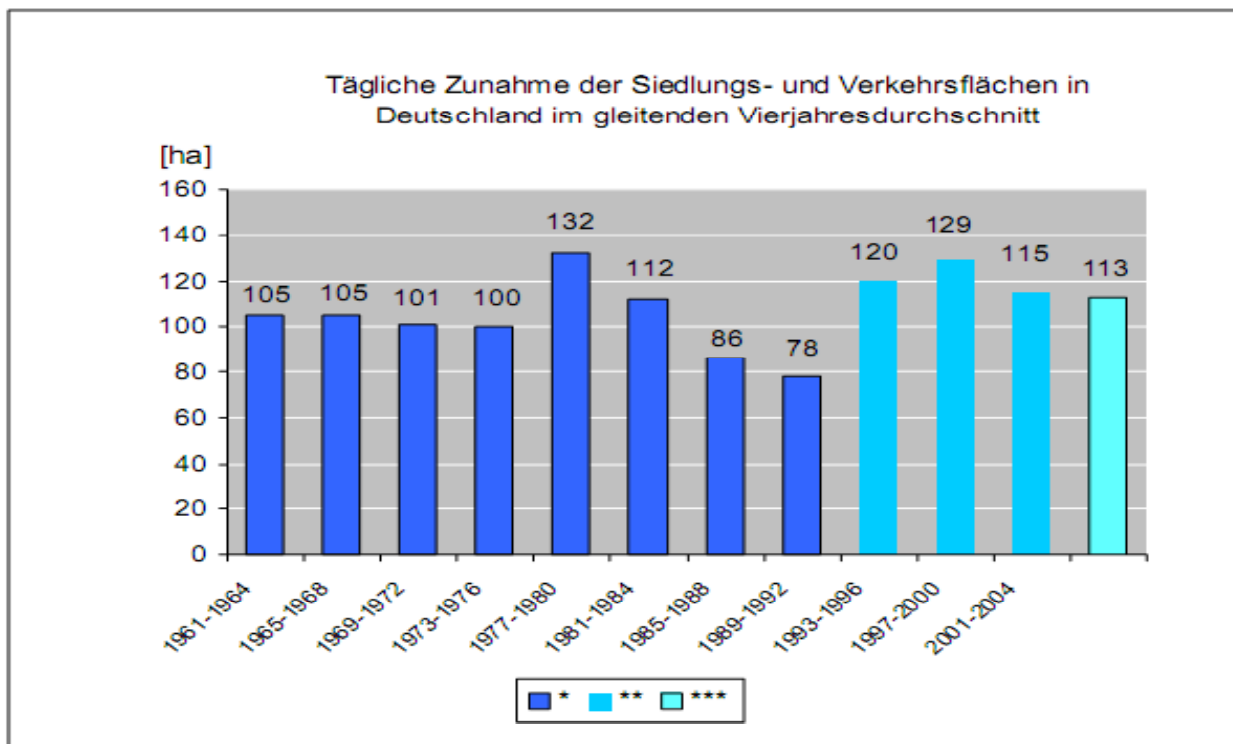


Tägliche Veränderung der Siedlungs- und Verkehrsfläche nach Art der Inanspruchnahme 1993 bis 2006 (im gleitenden Vierjahresmittel)



Quelle: Schriftliche Mitteilung des BBR, 13. Februar 2008

Neuinanspruchnahme von Freiflächen



- * bezogen auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland bis 03.10.1990
- ** bezogen auf das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland ab 03.10.1990
- *** durchschnittliche Zunahme zwischen 2004 und 2007

Unzerschnittene verkehrsarme Räume

Straßen wirken außerdem aufgrund der Zerschneidungswirkung weit über den unmittelbaren Flächenverlust hinaus negativ vor allem auf viele Tierarten, die auf großflächige, unzerschnittene Räume angewiesen sind, aber auch auf das Landschaftsbild und das Naturerleben.

Unzerschnittene verkehrsarme Räume sind daher eine wertvolle Ressource und können, wenn überhaupt, nur mit großem Aufwand wiederhergestellt werden. Aktuell sind in Deutschland noch 562 unzerschnittene verkehrsarme Räume mit einer durchschnittlichen Größe von 168km² vorhanden.

Diese Räume gilt es im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung es zu erhalten.

Schlussfolgerungen Flächenverbrauch

Der Flächenverbrauch in Deutschland muss drastisch verringert werden.

Die unzerschnittenen verkehrsarmen Räume müssen erhalten werden. Es darf durch den Ausbau der Verkehrsinfrastruktur nicht zu einer weiteren Zerschneidung der Landschaft kommen.

Der Erhalt der Biodiversität muss bei der Verkehrsplanung einen erheblich höheren Stellenwert als bisher bekommen

axel.friedrich.berlin@gmail.com

I have a Dream: Überall ist Kopenhagen!



Stau in der Rushhour in Kopenhagen Quelle: Fairkehr, April 2008

