

Mobile CO₂-Messungen innerhalb der suburbanen/urbanen Grenzschicht der Stadt Essen

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

S. Henninger* und W. Kuttler
Abt. Angewandte Klimatologie
Universität Duisburg-Essen, Campus Essen

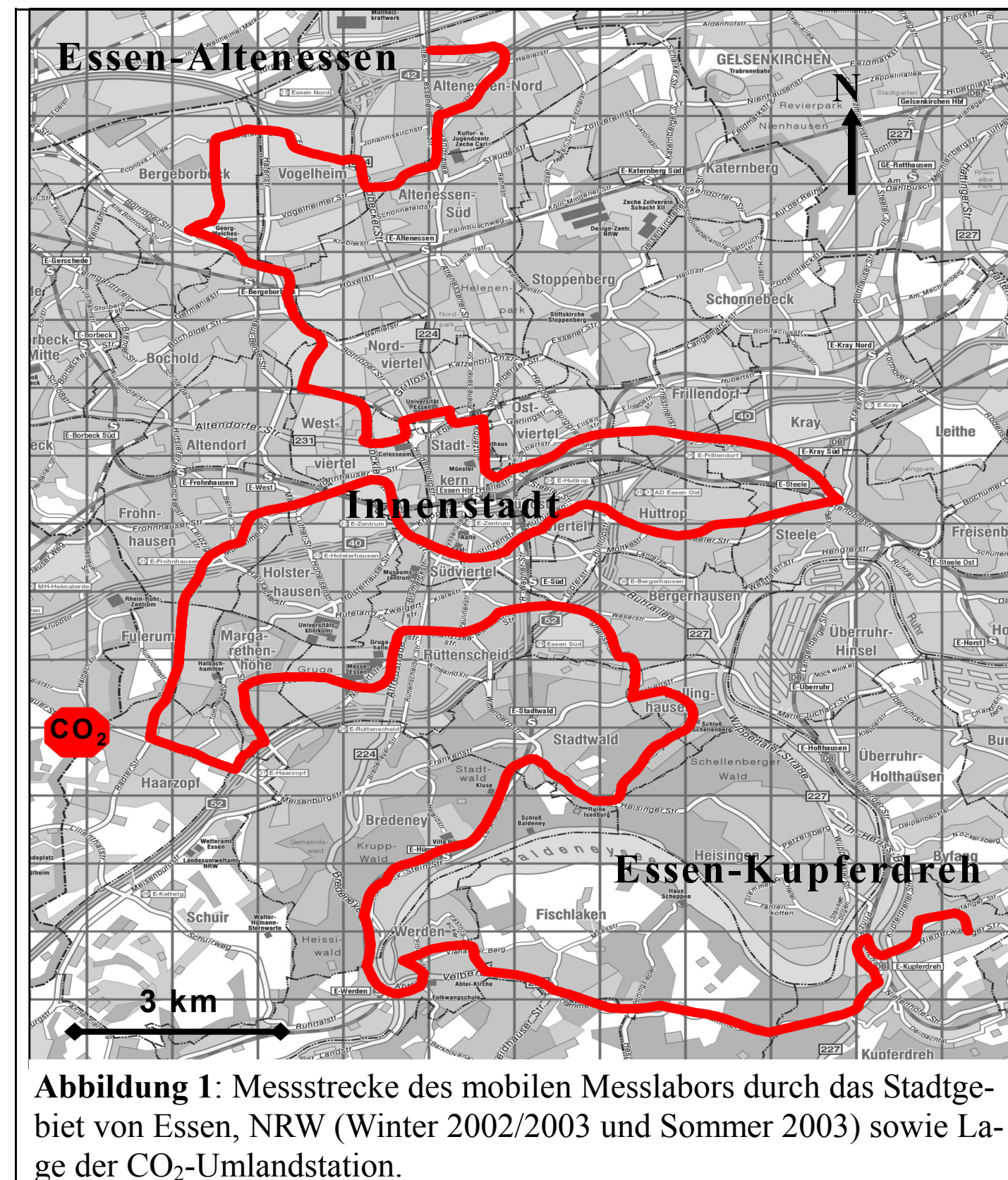


ZIELSETZUNG

Ziel dieser Arbeit war es, eine raum-zeitlich hoch aufgelöste Untersuchung in einem vorwiegend urban geprägten Raum vorzunehmen, um die bodennahen CO₂-Konzentrationen innerhalb und außerhalb eines Stadtkörpers zu ermitteln. Mithilfe mobil durchgeführter Messungen sollte nachgewiesen werden, in welcher Abhängigkeit das Verteilungsmuster des bodennah auftretenden urbanen CO₂ von räumlich variierenden Flächennutzungstypen und dem saisonalen Verlauf auftritt.

UNTERSUCHUNGSGEBIET/ MESSMETHODIK

- Die Messungen erfolgten in der Stadt Essen (Nordrhein-Westfalen; 58.000 Einw., Stand 2004; A = 210 km²).
- Die Messfahrten verliefen über eine Gesamtstrecke von 63 Kilometern, annähernd von Süd nach Nord durch das Stadtgebiet, wobei entlang der Route repräsentative urbane und rurale Flächennutzungstypen berücksichtigt wurden.
- Die Messungen erfolgten mit dem mobilen Messlabor der Abteilung Angewandte Klimatologie und Landschaftsökologie der Universität Duisburg-Essen, Campus Essen.
- Zeitgleich wurden die lufthygienischen Komponenten CO₂, CO, NO, NO₂, O₃ (1,50 m ü. Gr.), die meteorologischen Größen Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit (2 m ü. Gr.) sowie Globalstrahlung (3,50 m ü. Gr.) erfasst.

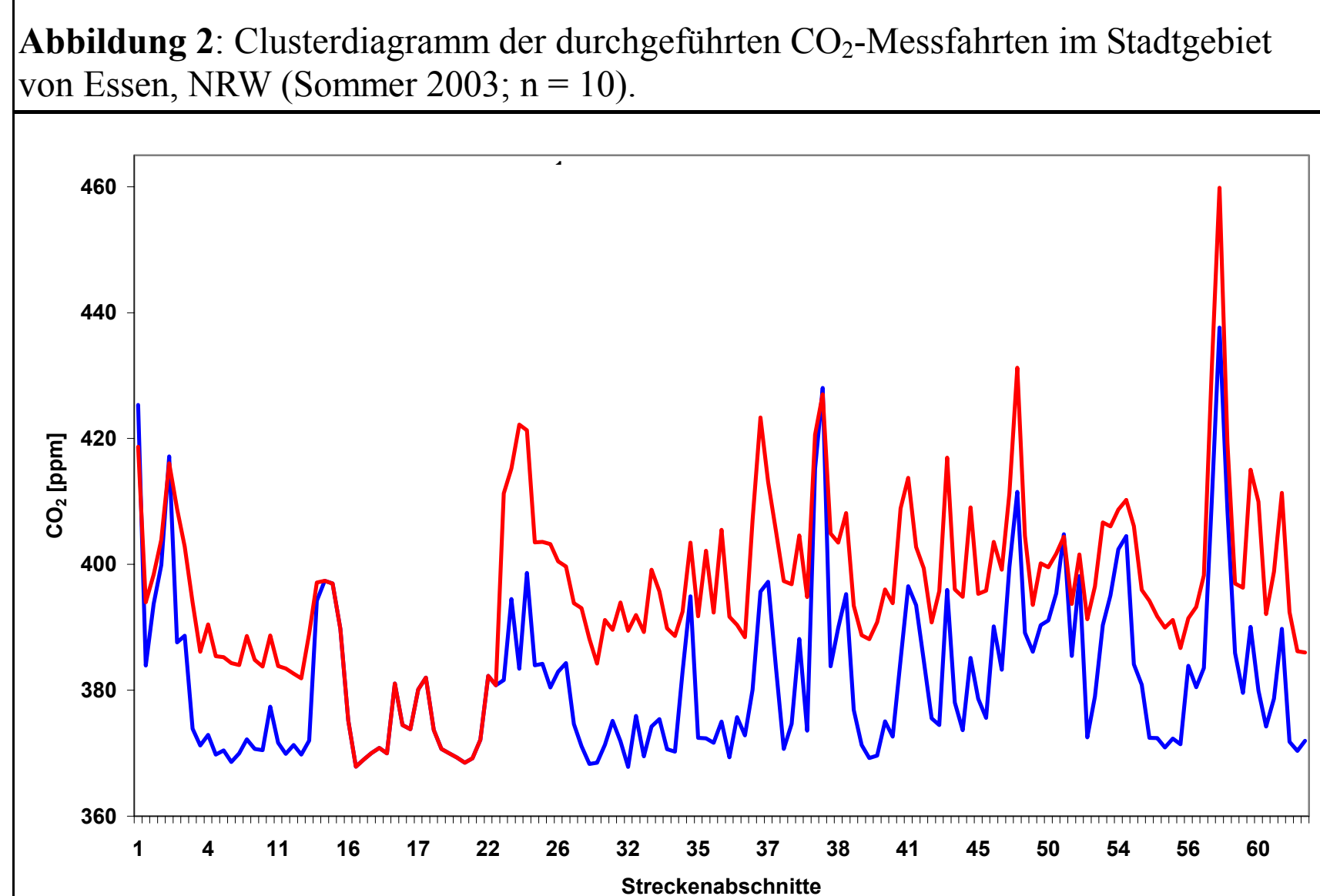
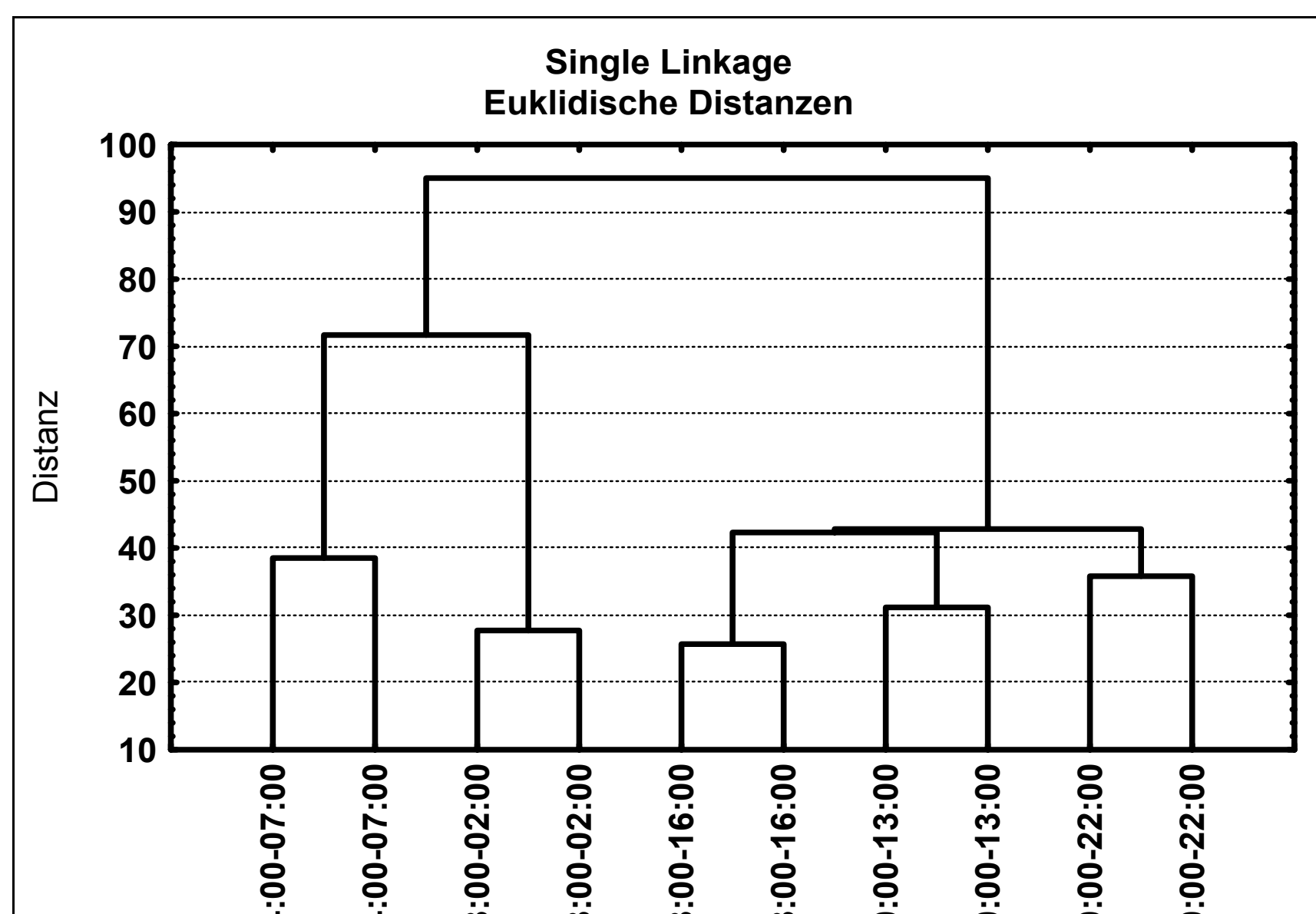


MESSZEITRAUM

- Messzeitraum: - 01.12.2002 – 28. 02.2003,
- 01.06.2003 – 31.08.2003.
- Anzahl der
Mobilen Messungen: - 24 (12 pro Jahreszeit)
- Messzeiten: - an Werktagen (20) und an
Wochenenden (4),
- fünf unterschiedliche Tageszeiten,
- jeweils vor und nach dem täglichen Berufsverkehr.
- Wetterbedingungen: - überwiegend während
schwach windiger Strahlungswetterlagen ($v \leq 1,5 \text{ m s}^{-1}$).

REPRODUZIERBARKEIT DER DATEN

Mithilfe verschiedener statistischer Methoden wurde die Reproduzierbarkeit der Messfahrten überprüft und wird in Abbildung 2 exemplarisch anhand der Daten für die Sommermonate – jeweils auf die Messzeiten bezogen – dargestellt.



Profilmessfahrten, die zu gleicher Messzeit erfolgten, ergaben keine signifikanten Unterschiede ($\alpha > 0,5$), während Messfahrten verschiedener Zeitabschnitte sich signifikant ($\alpha < 0,05$) bzw. hoch signifikant unterschieden ($\alpha < 0,01$). Dieses Ergebnis konnte sowohl für die Sommer- als auch für die hier nicht dargestellten Wintermonate nachgewiesen werden. Unterschiedlich hohe Windgeschwindigkeiten haben offensichtlich nur Auswirkungen auf die Höhe der urbanen CO₂-Konzentration, nicht jedoch auf das räumliche Muster.

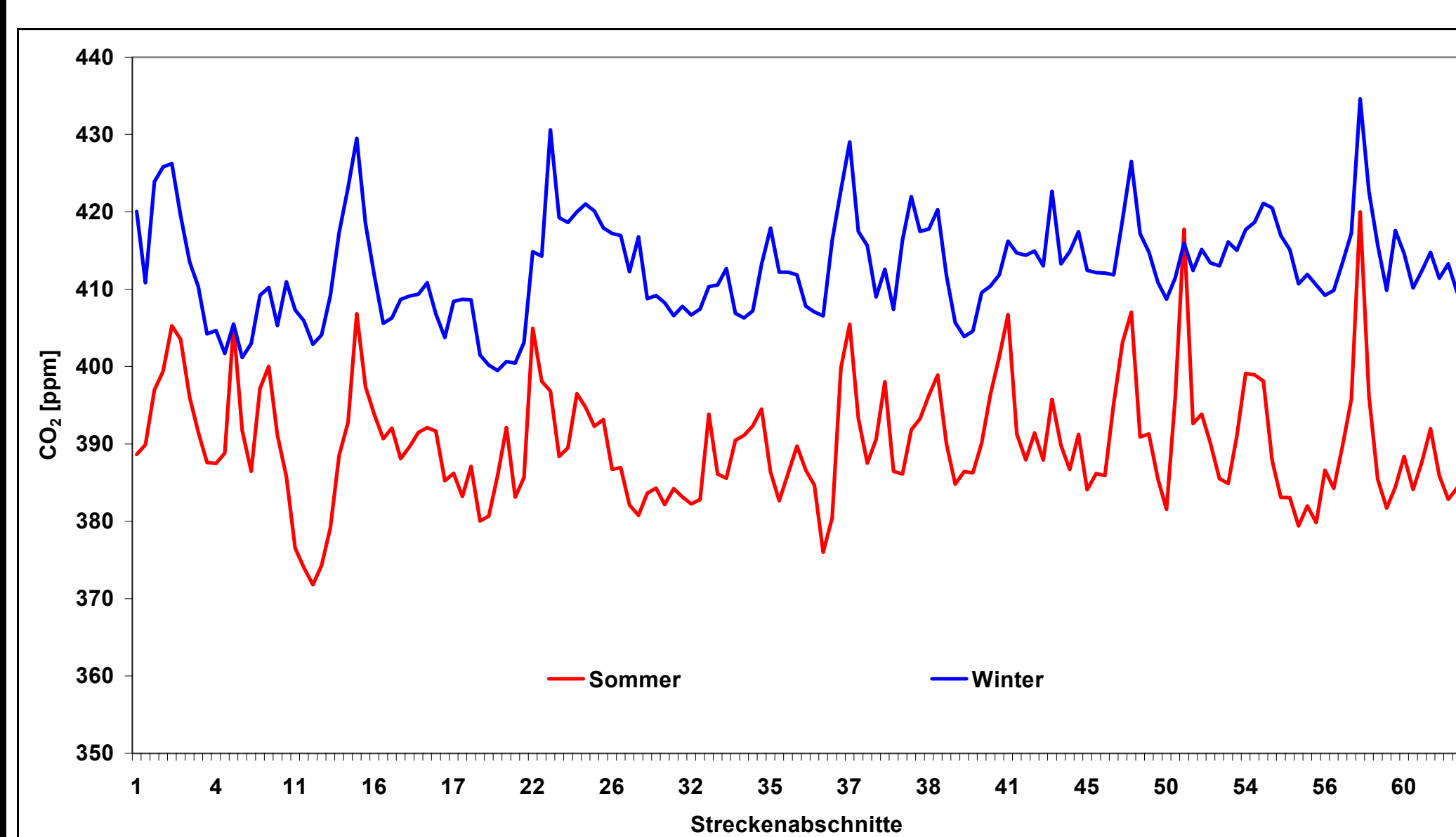
SCHLUSSFOLGERUNG

Die Analyse der im Stadtgebiet von Essen mobil erfassten bodennahen CO₂-Konzentrationen ergab, dass...

- ... eine Reproduzierbarkeit der CO₂- Daten gegeben ist,
- ... signifikante räumliche und zeitliche CO₂- Unterschiede auftreten, die von der Flächennutzung sowie der Tages- und Jahreszeit abhängen,
- ... die „Stadtwerte“ im Mittel höher sind als die „Umlandwerte“ und
- ... die dargestellte Methode zur Auswahl repräsentativer Standorte für weitere Messungen (z.B. Flussdichtemessungen) geeignet ist.

SAISONALE VARIATIONEN DER URBANEN CO₂ -MISCHUNGSVERHÄLTNISSE

Für den Sommer-/Wintervergleich zeigen sich folgende Ergebnisse: Trotz des in der Stadt permanenten anthropogenen Einflusses lassen sich signifikante Konzentrationsunterschiede zwischen Sommer und Winter feststellen. In Abbildung 4 sind sowohl der CO₂-Konzentrationsverlauf der Wintermonate (blaue Kurve) als auch jener für die Sommermonate (rote Kurve) entlang der Messstrecke aufgetragen.



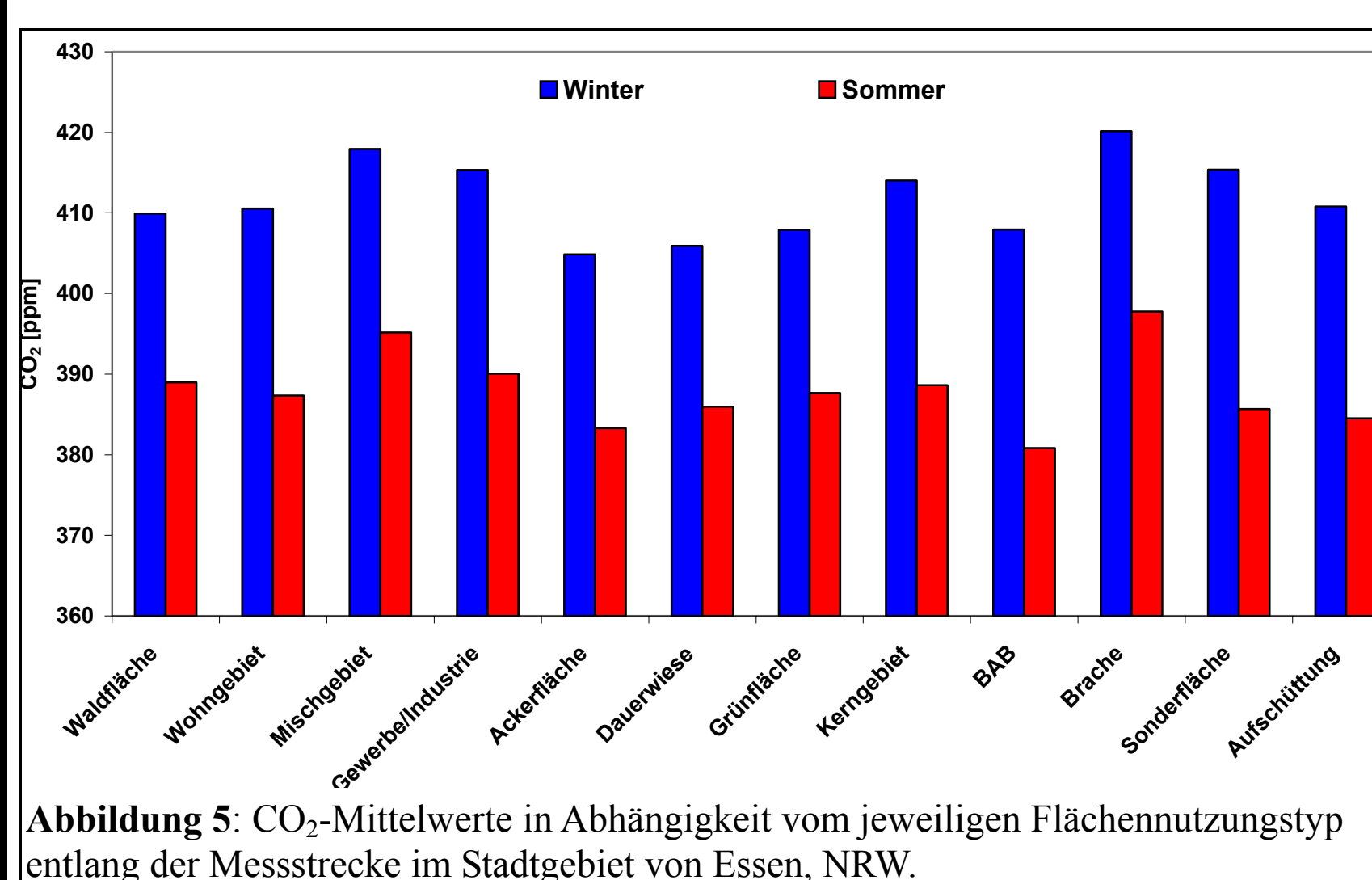
Die beiden Konzentrationsprofile spiegeln die hohe räumliche Variabilität des Kohlendioxids entlang der Messstrecke wider.

Das erhöhte CO₂-Volumenmischungsverhältnis im Winter ist von mehreren Einflussfaktoren abhängig:

- zusätzliche CO₂-Emissionen durch den gesteigerten privaten Hausbrand,
- erhöhter Benzinverbrauch durch den Kfz-Verkehr (u.a. durch Kaltstart),
- reduzierte pflanzliche Aktivität; geringere Fotosyntheseleistung; leicht erhöhter Anteil der Bodenatmung.

VERGLEICH DER FLÄCHENNUTZUNGSTYPEN

Eine Analyse der CO₂-Konzentrationen nach Flächennutzungstypen in Abhängigkeit von der Jahreszeit ergab jeweils höhere CO₂-Mittelwerte während der Wintermonate (Abb.5).



Differenziert man allerdings zwischen Tag- und Nachtstunden, dann zeigt sich, dass sich während der Sommernächte auf Flächennutzungen mit hohem Grünflächenanteil ein höheres CO₂-Volumenmischungsverhältnis einstellt, als dies in den Winternächten der Fall ist (Abb.6).

Generell kann nicht die Aussage getroffen werden, dass die bodennahen urbanen CO₂-Konzentrationen immer höhere Werte annehmen. Der Vergleich der CO₂-Mittelwerte für die einzelnen Flächennutzungstypen verdeutlicht die hohe räumliche Variabilität des urbanen CO₂ und weist den innerstädtischen Grünflächen des Nachts, unabhängig von den atmosphärischen Schichtungsverhältnissen, leicht höhere Werte zu.

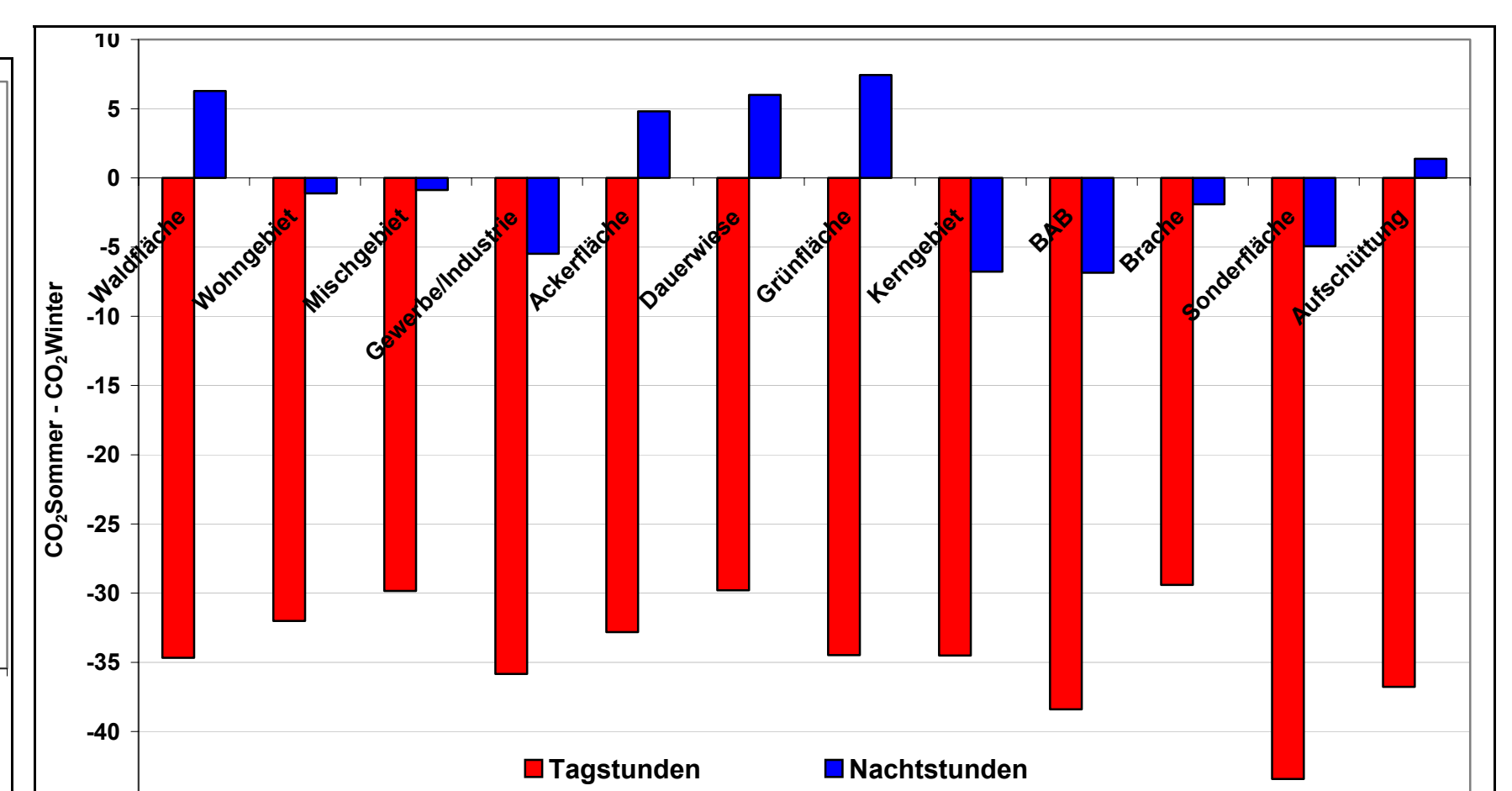


Abbildung 6: Differenz ΔCO_2 Sommer-Winter (in ppm) zwischen den jeweiligen Flächennutzungstypen im Stadtgebiet von Essen, NRW, in Abhängigkeit von der Tageszeit.

Literatur

- HENNINGER, S. und W. KUTTLER (2004): Mobile Measurements of carbon dioxide within the urban canopy layer of Essen, Germany. In: Proc. Fifth Symposium of the Urban Environment, 23.-26. August 2004, Vancouver, Kanada, J 12.3.
- KUTTLER, W. und S. HENNINGER: Horizontale CO₂-Profilmessungen in der urban/suburbanen Grenzschicht der Stadt Essen. In: Proc. Deutsch-Österreichisch-Schweizerische Meteorologen-Tagung, 07.-10. September 2004, Karlsruhe, Si. 14.

* Kontakt: sascha.henninger@uni-essen.de