

Radverkehrszählung Klosterneuburg

Verfasser:

Clemens Kaufmann

Diplomarbeit für das Fachgebiet
VERKEHRSWESEN

Betreuung:

Gerd Sammer

o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Michael Meschik

Ass.Prof. DI Dr.



Institut für Verkehrswesen
Department für Raum, Landschaft und Infrastruktur
Universität für Bodenkultur Wien

Danksagung

Ich möchte meinen Eltern dafür danken, dass sie mich während meines Studiums in jeder Hinsicht unterstützt haben. Danke.

Abstract

This thesis covers the installation and operation of an automatic and permanent bicycle counter. The detection is based on inductive loops. The counting point is located at the Danube River bicycle route near Vienna. The problems encountered during operation are explained and recommendations made. The counting reliability was determined by video surveillance and additional manual counts. On average, the device underestimates actual bicycle traffic by 2.5%. Mean time variation curves for different weekdays and time spans were calculated and compared. The data indicates predominant recreational traffic. Using the video surveillance, a mean velocity of 20.8 km/h and helmet use rate of 43.6% were determined. The traffic data gathered was used to compute a model to forecast daily bicycle traffic based on weekday, precipitation and temperature. It explains 72% of the variance of daily traffic.

Kurzfassung

Diese Diplomarbeit behandelt die Einrichtung und den Betrieb einer Dauerzählstelle für den Radverkehr am Donauradweg in der Nähe von Wien. Das Funktionsprinzip des Zählgerätes basiert auf Induktionsschleifen. Es wird auf die während des Betriebes aufgetretenen Probleme eingegangen und Vorschläge für Verbesserungen werden gemacht. Die Zählgenauigkeit wurde durch eine Videobeobachtung und zusätzliche händische Kontrollzählungen ermittelt. Das Zählgerät zeigte eine Untererfassung von durchschnittlich 2,5 %. Aus den erfassten Verkehrsdaten wurden mittlere Ganglinien für verschiedene Wochentage und Zeitspannen berechnet und verglichen. Die Daten lassen auf überwiegend Freizeitverkehr und Radtouristen schließen. Mit der Videobeobachtung wurden eine mittlere Geschwindigkeit von 20,8 km/h und eine Helmtragequote von 43,6 % ermittelt. Es wurde ein Modell zur Vorhersage der täglichen Radverkehrsmenge erstellt, das auf den Eingangsgrößen Wochentag, Niederschlag und Temperatur basiert. Das Modell erklärt 72 % der Varianz des täglichen Radverkehrs.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
1.1.	Beschreibung des Zählgerätes	2
1.2.	Auswahl der Zählstelle.....	5
1.3.	Einbau des Zählgerätes	8
1.4.	Aufgetretene Probleme	11
2.	Videobeobachtung.....	23
2.1.	Vorarbeiten	23
2.2.	Videoaufnahme.....	23
2.3.	Auswertung der Videoaufnahme	24
3.	Händische Kontrollzählungen	26
4.	Ermittlung der Zählgenauigkeit.....	27
4.1.	Diagramme für Viertelstundenwerte.....	28
4.2.	Diagramme für Stundenwerte	30
4.3.	Korrekturfaktoren.....	32
5.	Geschwindigkeitsanalyse.....	34
6.	Helmbenutzung.....	36
7.	Zählergebnisse.....	38
7.1.	Jahresganglinien.....	38
7.2.	Wochenganglinien.....	39
7.3.	Tagesganglinien	42
7.4.	Verkehrsmengen nach Fahrtrichtung.....	59
7.5.	Vergleich mit anderen Radverkehrszählungen.....	64
8.	Modell zur Prognose des Radverkehrs	69
8.1.	Zeitraum	69

8.2. Auflösung	69
8.3. Eingangsgrößen	69
8.4. Berechnung	70
8.5. Darstellung	73
9. Zusammenfassung	77
10. Quellenverzeichnis	79
11. Abbildungsverzeichnis	81
12. Tabellenverzeichnis	87
13. Anhang	88

1. Einleitung

„Bei keiner anderen Erfindung ist das Nützliche mit dem Angenehmen so innig verbunden, wie beim Fahrrad,“

soll Adam Opel (1837-1895) gesagt haben (www.zitate.de). Damit hat Opel schon damals die Gründe erfasst, die auch heute Leute dazu bewegen, sich mit dem Fahrrad fortzubewegen. Einerseits trägt Radfahren, wenn es mit dem Auto zurückgelegte Wege ersetzt, unter anderem zu einer Reduktion der CO₂- und Schadstoffemissionen bei, hat nur einen geringen Platzbedarf und dient der persönlichen Gesundheit. Andererseits macht es vielen Leuten einfach Spaß, sich mit einem Fahrrad fortzubewegen.

Die Politik hat dementsprechende Programme veröffentlicht: Die Stadt Wien will laut MA46 (2011) beispielsweise den Anteil des Radverkehrs von derzeit 5 % bis 2015 auf 10 % steigern. In Niederösterreich soll der Anteil des Radverkehrs (ausgehend vom Jahr 2007) bis 2013 auf 14 % verdoppelt werden. (LEBENS MINISTERIUM 2009)

Ein Baustein, um diese Zielvorgaben auch kontrollieren zu können, sind Zählungen des Radverkehrs. Diese Diplomarbeit soll ein Zählgerät – das Gerät EcoCounter mit Induktionsschleife – vorstellen, eine geeignete Einbaustelle finden, die Funktion des Gerätes bewerten und die im Betrieb erhobenen Radverkehrsdaten auswerten und darstellen.

Gliederung der Arbeit:

- Beschreibung des Zählgerätes, der Zählstelle, des Einbaus und des Betriebes
- Videobeobachtung und Kontrollzählungen
- Auswertung: Zählgenauigkeit, Geschwindigkeitsanalyse, Helmbenutzung, Ganglinien
- Prognosemodell des Radverkehrs

1.1. Beschreibung des Zählgerätes

Das Zählgerät besteht aus folgenden Teilen:

1.1.1. Sensoren

Als Sensoren zur Erfassung des Radverkehrs kommen Induktionsschleifen zum Einsatz. Sie werden rautenförmig in die Fahrbahn eingelassen. Es werden jeweils acht Schlingen aus dem Induktionsdraht gelegt (siehe Abbildung 1.9), die Weiterführung der Drähte zu den Transducern wird verdreht, um eine störungsfreie Signalleitung zu gewährleisten.

1.1.2. Sensorsignalverarbeitung



Abbildung 1.1: Transducer für Induktionsschleifen des EcoCounter Zählgerätes

Die Transducer (Abbildung 1.1) sind die Schnittstelle zwischen den Induktionsschleifen und dem Datenlogger. Sie verarbeiten die Signale aus den Induktionsschleifen zu Zählsignalen, die an den Datenlogger weitergeleitet werden. Außerdem sind sie die Verbindung der Induktionsschleifen zur Stromversorgung durch Batterien. Jedes Schleifenpaar hat einen eigenen Transducer.

1.1.3. Stromversorgung



Abbildung 1.2: Stromversorgung der Induktionsschleifen

Zum Betrieb der Induktionsschleifen ist ein geringer Strom notwendig. Dieser wird von Batterien (Abbildung 1.2) bereitgestellt, die eine Betriebsdauer der Induktionsschleifen von einem Jahr gewährleisten.

1.1.4. Datenspeicherung



Abbildung 1.3: Datenlogger der Firma EcoCounter, Modell eco-twin

Der Datenlogger (Abbildung 1.3) zeichnet die Zählsignale von den Transducern – nach Richtungen getrennt – in Intervallen von einer Stunde oder einer Viertelstunde auf und verfügt über eine sechsstellige numerische Anzeige. Das Gerät ist wasserdicht

(nach IP68, DIN EN 60529, bedeutet staubdicht und Schutz gegen dauerhaftes Untertauchen in Wasser über 1 m Tiefe), die Bedienung erfolgt mit einem Magnetstift über zwei Sensorzonen an der Vorderseite des Gehäuses. Ebenfalls auf der Vorderseite befindet sich die Infrarotschnittstelle, über die mittels eines PocketPCs die Daten ausgelesen werden. Die Stromversorgung des Datenloggers erfolgt über eine eingebaute Zehnjahresbatterie. Die Kapazität für Zählzeiten beträgt ein Jahr. Eine neue Gerätegeneration der Firma EcoCompteur ermöglicht mittlerweile dem Stand der Technik entsprechend eine Datenübertragung über das GSM-Netz. Dabei erfolgt die Speicherung und Übertragung der Zählzeiten parallel.

Der Datenlogger kann auch an folgende andere Sensoren – jeweils mit dem entsprechenden Transducer – angeschlossen werden:

- Akustische Sensorplatte für Fußgeher
- Pyro-elektrische Zelle für Fußgeher oder Radfahrer
- Pneumatischer Schlauch für Radfahrer
- Induktionsschleifen für Kfz-Verkehr (ECOCOMPTEUR, 2006b)

1.1.5. Funktionsprinzip

Die Induktionsschleifen werden durch einen schwachen Strom durchflossen, wodurch ein Magnetfeld entsteht. Bewegt sich ein Metallobjekt im Einflussbereich der Schleifen, wird dadurch das Magnetfeld verändert und eine elektrische Spannung induziert. Speziell die von den Felgen, Naben und Speichen (den Komponenten eines Laufrades) hervorgerufene Änderung wird von den Transducern erfasst und in Zählzeiten umgewandelt. Dabei geht das Gerät von einem mittleren Radabstand von Fahrrädern aus und zählt alle Objekte, die die Induktionsschleifen mit einer Geschwindigkeit von 7 km/h bis 40 km/h passieren, das heißt, wenn zwei von einem Laufrad hervorgerufene Signale innerhalb eines bestimmten Zeitfensters erkannt werden, wird das Objekt als Fahrrad gezählt. (SALZER, H., persönliche Mitteilung)

Durch die Anordnung von zwei Induktionsschleifen hintereinander kann die Bewegungsrichtung des Radverkehrs erkannt werden und die Erfassung nach Richtungen getrennt erfolgen. Dabei ist es bedeutungslos, auf welcher Fahrbahnseite das Fahrrad fährt.

1.2. Auswahl der Zählstelle

Bei der Auswahl der Zählstelle sollten folgende Kriterien berücksichtigt werden:

- Lage am Donauradweg

Der Einbau am Donauradweg stellt eine starke Frequentierung zur Überprüfung der Zählgenauigkeit sicher und entspricht auch dem vorrangigen Einsatzzweck dieses Zählgerätes.

- Ungestörter Radverkehr

Für die Erfassung des Radverkehrs ist ein möglichst gleichmäßiger Verkehrsfluss optimal. Es sollten an der Zählstelle keine häufigen Brems- und Beschleunigungsvorgänge oder starken Richtungsänderungen auftreten.

- Gemeindegebiet von Klosterneuburg

Die Zählstelle sollte auf dem Gebiet der Stadtgemeinde Klosterneuburg liegen, da die Firma VeloMeter zu Beginn des Projektes ihren Sitz in Klosterneuburg hatte und mit der Straßenverwaltung bereits eine Zusammenarbeit besprochen wurde.

- Möglichst vollständige Erfassung des Radverkehrs

Der rechtsufrige Radverkehr des Donauradweges sollte möglichst vollständig erfasst werden. Deshalb sollte es keine oder nur wenige Möglichkeiten geben, auf Alternativrouten die Zählstelle zu umfahren.

- Hauptsächlich Radverkehr

Um eine optimale Zählgenauigkeit zu erreichen, soll das Zählgerät an einer Stelle installiert werden, an der kein Kfz-Verkehr auftritt. Es wäre auch möglich, das Zählgerät im Mischverkehr (Kfz- und Radverkehr) einzusetzen, was aber die Zählgenauigkeit etwas verschlechtern würde, weil eine andere Kalibrierung der Sensoren verwendet werden müsste.

- Geeignete Fahrbahnbreite für Induktionsschleifen

Die Induktionsschleifen können jeweils eine Breite von 1,10 m bis 1,75 m abdecken (Abbildung 1.4), daher ist für das vorgesehene Installationsschema (siehe Abbildung 1.5) eine Fahrbahnbreite von 2,30 m bis 3,60 m erforderlich

(Breite von zwei Induktionsschleifen plus 10 cm Zwischenraum). Bei einer größeren Fahrbahnbreite wäre die Installation von vier Schleifen möglich, dann könnte aber nicht mehr die Fahrtrichtung des Radverkehrs unterschieden werden.

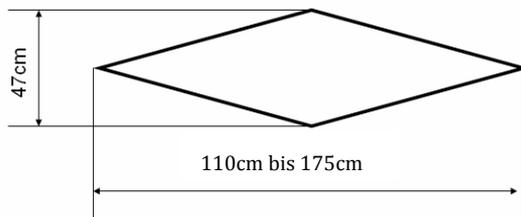


Abbildung 1.4: Abmessungen einer Induktionsschleife, (Quelle: EcoCompteur, 2006c, S. 5)

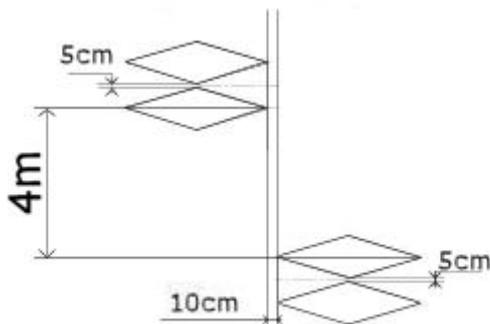


Abbildung 1.5: Schematische Darstellung der zwei Schleifenpaare (Quelle: EcoCompteur, 2006c, S. 12)

- Möglichkeit der Videobeobachtung

Um die Genauigkeit des Zählgerätes zu ermitteln, sollte für diese Arbeit die Möglichkeit der Videobeobachtung der Zählstelle gegeben sein. Dazu ist ein seitlicher Freiraum, wenn möglich mit etwas erhöhter Lage, optimal. Dieses Kriterium hat für den normalen Betrieb keinen Einfluss auf die Wahl der Zählstelle.

1.2.1. Auswahl der Zählstelle

Die gewählte Zählstelle liegt in der Klosterneuburger Katastralgemeinde Höflein an der Donau am rechtsufrigen Donauradweg (siehe Abbildung 1.6), etwa auf Höhe des Kolonieweges im Bereich eines allgemeinen Fahrverbotes (ausgenommen Radfahrer). Die Fahrbahnbreite beträgt 2,50 m, seitlich davon befindet sich eine

kleine Anhöhe, von der die Videobeobachtung durchgeführt werden kann. Da bei der Installation die Stelle um einige Meter verschoben werden musste, erfolgte die Videobeobachtung vom angrenzenden Privatgrund, was dank des freundlichen Entgegenkommens des Anrainers aber kein Problem darstellte. Die Stelle liegt auf einer langen, gleichmäßigen Geraden, dadurch sollte möglichst ungestörter Radverkehr vorhanden sein. Die einzig bedeutende Möglichkeit, die Zählstelle zu umfahren, besteht auf der Straße L118, die aber auch von Rennradfahrern nur selten benutzt wird, da sie einige Engstellen und deutliche Höhenunterschiede in Längsrichtung aufweist, der Radweg hingegen keine nennenswerten Steigungen hat.



Abbildung 1.6: Lage der Zählstelle am rechten Donauufer (Quelle: DONAU NÖ TOURISMUS GMBH, 2011, S. 115, leicht modifiziert)

1.3. Einbau des Zählgerätes

Die Induktionsschleifen werden in etwa 3 cm breite Fugen eingelegt. Dazu werden nach Markieren der Abmessungen der Schleifen (siehe Abbildung 1.4 und Abbildung 1.5) mit Kreide die äußeren Grenzen der benötigten Fugen mit einem benzinbetriebenen Trennschleifer 2 cm bis 3 cm tief in die Fahrbahnoberfläche geschnitten (Abbildung 1.7).



Abbildung 1.7: Schneiden der Fugen mittels Trennschleifer

Das dazwischenliegende Oberflächenmaterial wird herausgeschremmt (Abbildung 1.8).



Abbildung 1.8: Herausschremmen mittels Meißelhammers

Der Grund der Fugen wird mit Fugensand geebnet und der Induktionsdraht in jeweils acht Schlingen in die Fugen gelegt und mit Kabelbindern zusammengehalten (Abbildung 1.9).



Abbildung 1.9: Großaufnahme der Induktionsdrähte, jeweils acht Schlingen pro Schleife

Die Leitung des Induktionsdrahtes zu den Transducern wird verdreht um eine gegenseitige elektromagnetische Beeinflussung der Drähte zu verhindern. Die Induktionsdrähte werden mit wasserdichten Gel-Steckern an die Transducer angeschlossen, jeweils eine Fahrbahnseite an einen Transducer.

Nach einer positiven Funktionskontrolle werden die Fugen mit Blitzzement versiegelt, da die Drähte keinen Temperaturen über 60°C ausgesetzt werden dürfen (Abbildung 1.10). Eine Versiegelung mit Bitumen für bessere Frostbeständigkeit ist mittlerweile durch die Verfügbarkeit hitzebeständiger Drähte möglich, aber aufwändiger. Sie wird dennoch aufgrund ihrer deutlich größeren Widerstandskraft empfohlen.



Abbildung 1.10: Verfüllung der Fugen mit Blitzzement

Im Grünstreifen neben der Fahrbahn wird ein Kunststoffschacht eingegraben, in dem die Transducer samt Batterien und der Datenlogger nicht sichtbar und einigermaßen vandalismussicher untergebracht werden (Abbildung 1.11). In Abbildung 1.3 ist der offene Schacht in fertigem Zustand zu sehen.



Abbildung 1.11: Kunststoffschacht und Zuleitung der Drähte

1.4. Aufgetretene Probleme

Besonders zu Beginn des Zählbetriebes traten einige Probleme auf, die im folgenden Teil erläutert werden. Nach Behebung der anfänglichen Schwierigkeiten erwies sich das Gerät aber als zuverlässig.

1.4.1. Softwareprobleme

Bei der ersten Version der EcoCounter PC-Software traten mehrere Male Fehlermeldungen auf. Dies geschah meistens beim Synchronisieren des PocketPCs mit dem Computer, also beim Übertragen der ausgelesenen Zählerdaten vom PocketPC auf den Computer zur weiteren Bearbeitung. Rücksprache mit dem französischen Hersteller ergab mehrmaliges Auslesen der Daten vom Datenlogger ohne zwischenzeitliche Synchronisation mit dem PC als Ursache des Problems. Es traten Probleme auf, wenn bereits alte Daten auf dem PocketPC vorhanden waren. Durch ein Software-Update wurde diese Fehlfunktion beseitigt und trat fortan nicht mehr auf. Da auch ausgelesene Daten auf dem Datenlogger gespeichert bleiben, kam es allerdings nie zu einem Datenverlust. (RHEAULT, J.F., Mitteilung per E-Mail)

1.4.2. Gerätedefekt

Im ersten Jahr des Betriebs kam es ungefähr einen Monat nach dem Einbau zu einer immer stärker werdenden Verschiebung der Richtungsaufteilung der Zählwerte in Richtung der Fahrtrichtung Tulln (stromauf), siehe Abbildung 1.12. Dies korrelierte nicht mit dem beobachteten Radverkehr, der stets in Richtung Wien (stromab) stärker war. Etwa zwei Wochen später erfolgte dann der Totalausfall der Zählstelle. Als erste mögliche Fehlerursache wurden erfolglos alle Verbindungen geprüft und die Kontakte erneuert. Mittels eines speziellen Analysegerätes des Herstellers wurden auch die Induktionsschleifen und der Datenlogger als Fehlerquellen ausgeschlossen und die Transducer als Ursache der Fehlfunktion identifiziert. Nach Einbau der Ersatztransducer lieferte die Zählstelle vorerst plausibel erscheinende Daten.

Standort: Donauradweg Klosterneuburg/Höflein

Zeitraum: 21. 5. 2007 bis 27. 5. 2007

Radwegbreite: 2,5 m

Sonnenaufgang: 05:06 Sonnenuntergang: 20:36

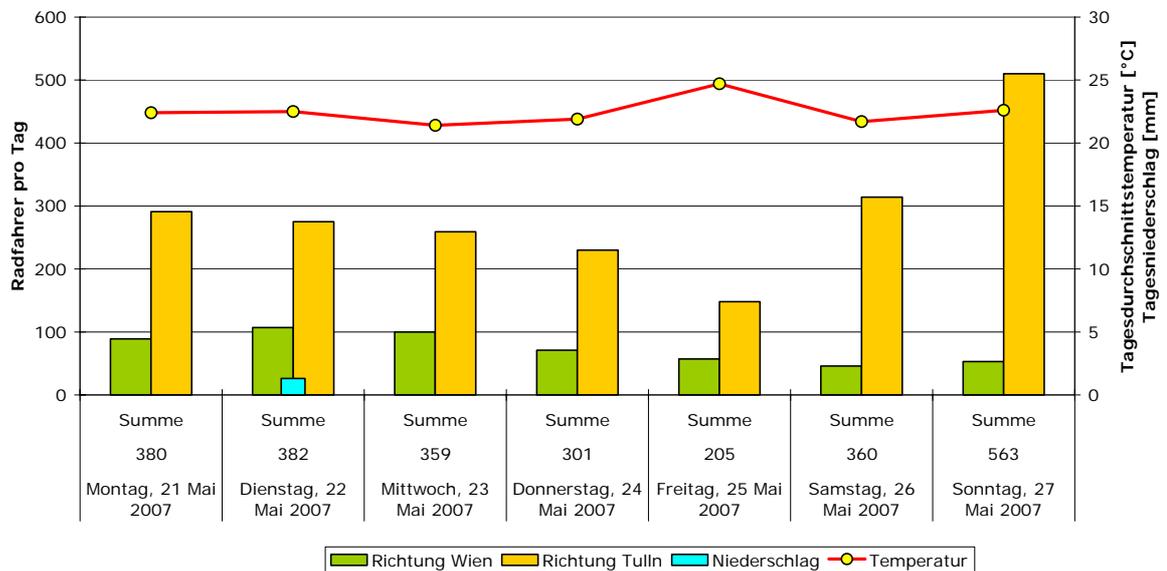


Abbildung 1.12: Zählstelle Klosterneuburg, erster Transducerdefekt; unrealistische Aufteilung der Radverkehrsmengen zugunsten Richtung Tulln

Nach weiteren zwei Wochen trat wieder eine deutlich zu erkennende Verschiebung der Richtungsaufteilung, diesmal zugunsten des Verkehrs Richtung Wien auf, siehe Abbildung 1.13. Der Hersteller sendete abermals neue Transducer, die am 11. September 2007 installiert wurden. Von da an funktionierte die Zählstelle einwandfrei.

Standort: Donauradweg Klosterneuburg/Höflein
 Zeitraum: 13. 8. 2007 bis 19. 8. 2007
 Radwegbreite: 2,5 m
 Sonnenaufgang: 05:48 Sonnenuntergang: 20:09

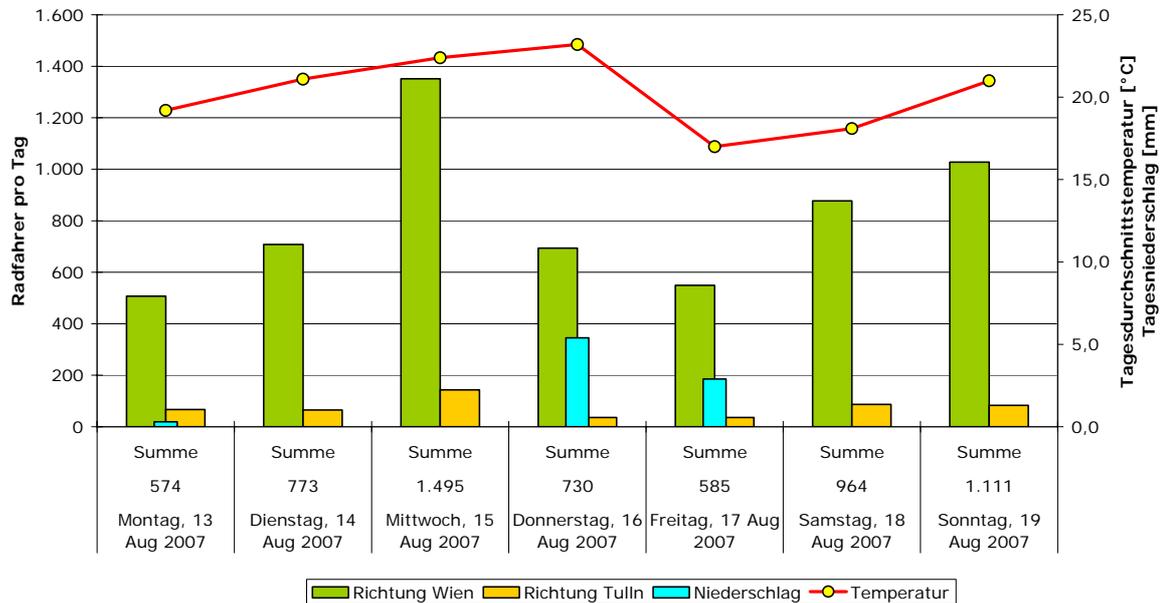


Abbildung 1.13: Zählstelle Klosterneuburg, zweiter Transducerdefekt; unrealistische Aufteilung der Radverkehrsmengen zugunsten Richtung Wien

Laut Hersteller handelte es sich bei den ersten beiden Transducerpaaren leider um Exemplare einer fehlerhaften Charge. Durch Einschluss von Feuchtigkeit dürfte es zu einem schleichenden Funktionsausfall gekommen sein. (SALZER, H., persönliche Mitteilung)

Die Veränderung der Zählwerte lässt darauf schließen, dass bei der ersten Fehlfunktion zuerst einer (siehe Abbildung 1.12), dann beide Transducer ausgefallen sind, bei der zweiten allerdings nur der Transducer der den Großteil des Verkehrs Richtung Tulln aufzeichnet (über das stromaufwärts gesehen rechte Schleifenpaar), siehe Abbildung 1.13.

1.4.3. Nicht plausible Werte

An einem Tag traten unplausibel hohe Werte auf. Es wurden am 29. April 2007 innerhalb eines Viertelstundenintervalls (von 7:15 bis 7:30 Uhr) 3.916 Radfahrer gezählt, 2.036 stromabwärts, 1.880 stromaufwärts. Diese Werte sind mit größter Wahrscheinlichkeit nicht korrekt (an trockenen Sonntagen im Sommer treten Tagesmaximalwerte von gesamt etwa 2.700 Radfahrern auf). Laut Auskunft der Firma VeloMeter könnte eventuell das Hantieren mit einem Strom führenden Kabel

über den Induktionsschleifen zu einer solchen Fehlfunktion führen (SALZER, H., persönliche Mitteilung). In Anbetracht der Tatsache, dass diese Werte allerdings an einem Sonntag in der Früh auftraten, lässt diese Erklärung für diesen Fall unwahrscheinlich erscheinen, kann aber weder ausgeschlossen noch verifiziert werden. Da diese Werte noch unter Einsatz der später defekten Transducer ermittelt wurden, könnte auch eine Fehlfunktion der Transducer als Erklärung dienen. Auf jeden Fall sollte generell bei der Weiterverarbeitung der Daten auf deren Plausibilität geachtet werden.

1.4.4. Schwache Batterie

Die Batterien zur Versorgung der Induktionsschleifen sollen laut Herstellerangabe ein Jahr Betrieb gewährleisten. Nach Überschreiten der Dauer um etwa eineinhalb Monate zeigten sich in Verbindung mit kalter Witterung vermutlich fehlerhafte Zählergebnisse. Wie in Abbildung 1.14 zu sehen, funktionierte das der Donau nähere Schleifenpaar, das den Großteil des Verkehr stromaufwärts aufzeichnet, am 26. Oktober 2008 vermutlich nicht mehr einwandfrei (die Stromversorgung der zwei Schleifenpaare erfolgt getrennt über jeweils zwei Batterien). Das Gleiche ist wahrscheinlich auch im darauf folgenden Jahr wieder zu beobachten (siehe Abbildung 1.15). Es ist also auf die Einhaltung der Herstellerangaben bezüglich der Batteriehaltbarkeit zu achten, um einen korrekten Zählbetrieb zu gewährleisten.

Standort: Donauradweg Klosterneuburg/Höflein
 Zeitraum: 20. 10. 2008 bis 26. 10. 2008
 Radwegbreite: 2,5 m
 Sonnenaufgang: 07:23 Sonnenuntergang: 17:53

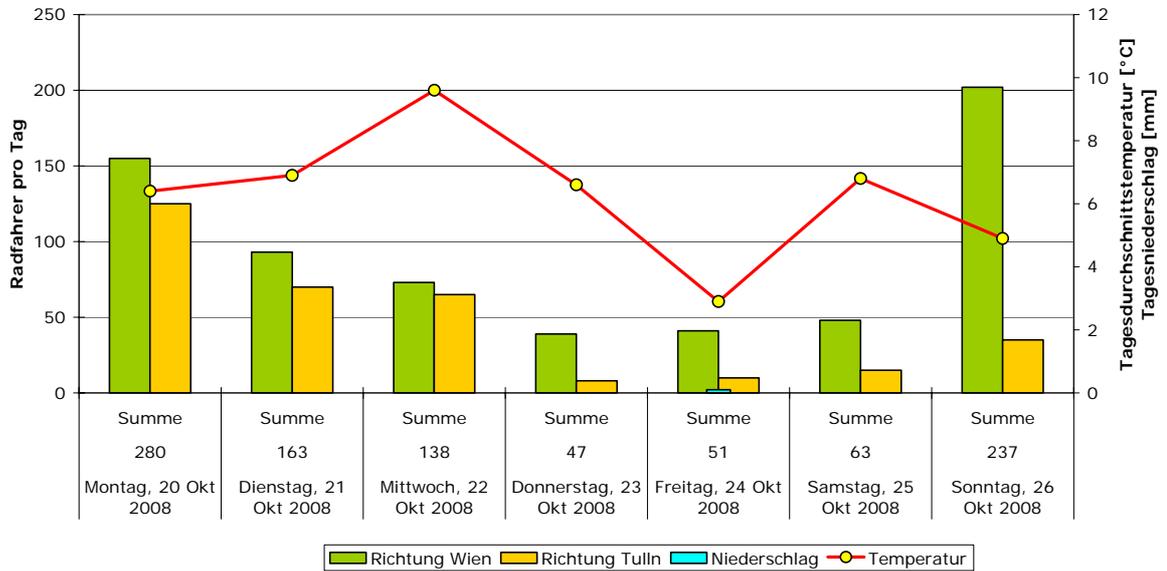


Abbildung 1.14: Zählstelle Klosterneuburg, vermutlich schwache Batterie; unrealistische Aufteilung der Radverkehrsmengen zugunsten Richtung Wien ab Donnerstag

Standort: Donauradweg Klosterneuburg/Höflein
 Zeitraum: 16. 11. 2009 bis 22. 11. 2009
 Radwegbreite: 2,5 m
 Sonnenaufgang: 07:05 Sonnenuntergang: 16:13

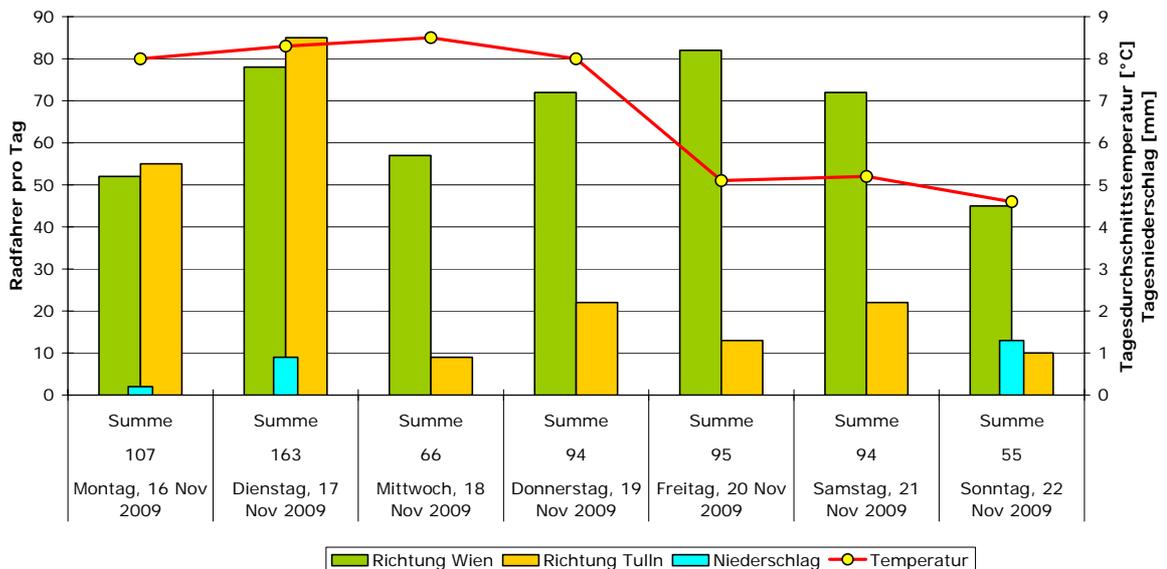


Abbildung 1.15: Zählstelle Klosterneuburg, vermutlich schwache Batterie; unrealistische Aufteilung der Radverkehrsmengen zugunsten Richtung Wien ab Mittwoch

1.4.5. Sommerzeit

Die verwendete Version der EcoPC Software hatte leider nicht die Möglichkeit, die Zeitumstellung zu berücksichtigen. Mittlerweile ist der Stand der Technik die Datenübertragung über ein GSM-Modul, wodurch dieses Problem nicht mehr besteht. Für alte Geräte bleiben im Wesentlichen zwei Optionen, diesen Mangel zu umgehen:

- Zeitumstellung nicht durchführen

Eine Möglichkeit ist es, die Zeit nicht umzustellen. Hier ist es zweckmäßiger, ganzjährig die Sommerzeit zu benutzen, da diese für den Großteil der Radsaison gilt. Die während der Normalzeit (Winterzeit) erhobenen Daten haben dann eine um eine Stunde verschobene Zeit, was bei der weiteren Bearbeitung beachtet werden muss. Außerdem muss bei jeder Datenauslesung auf die richtige Zeit (Sommerzeit) am PocketPC geachtet werden, da dieser sich in der Regel automatisch synchronisiert.

- Auslesung knapp vor der Zeitumstellung

Wenn die letzte Auslesung vor der Zeitumstellung kurz vorher erfolgt, erstreckt sich die Verschiebung um eine Stunde nur auf die Zeit zwischen der letzten Auslesung und der Zeitumstellung. Die Daten ab der Zeitumstellung haben die richtige Zeit, da die Viertelstundenwerte vom Auslesezeitpunkt an rückwärts mit einem Zeitstempel versehen werden. Bei der Umstellung auf Sommerzeit entsteht so eine Lücke von einer Stunde nach der letzten Auslesung vor der Zeitumstellung, bei der Umstellung auf Normalzeit eine Überlappung um eine Stunde.

1.4.6. Hochwasser

Die Zählstelle war während des Beobachtungszeitraumes mehrmals von Hochwasser betroffen. Da das Zählgerät Schutzklasse IP68 aufweist (DIN EN 60529, bedeutet staubdicht und Schutz gegen dauerhaftes Untertauchen in Wasser über 1 m Tiefe), wurde das Gerät dabei nicht beschädigt und funktionierte auch nach dem Einstau einwandfrei.



Abbildung 1.16: Zählstelle Klosterneuburg, Geräteschacht nach Hochwasser, deutliche Schlammablagerungen, Gerät aber unbeschädigt (Foto: SALZER, H.)

So sind in Abbildung 1.17 die Zählwerte vor und nach einem Hochwasser das die Jährlichkeit 17 (LAND NIEDERÖSTERREICH, o. J.) aufweist zu sehen. Deutlich zu erkennen sind die vorangehenden starken Niederschläge und die komplette Abwesenheit von Radverkehr während des Hochwassers. Schon kurz darauf maß das Gerät wieder korrekt die Verkehrsmenge ohne dass eine zwischenzeitliche Wartung notwendig war.

Standort: Donauradweg Klosterneuburg/Höflein
 Zeitraum: 22. 6. 2009 bis 28. 6. 2009
 Radwegbreite: 2,5 m
 Sonnenaufgang: 04:54 Sonnenuntergang: 20:59

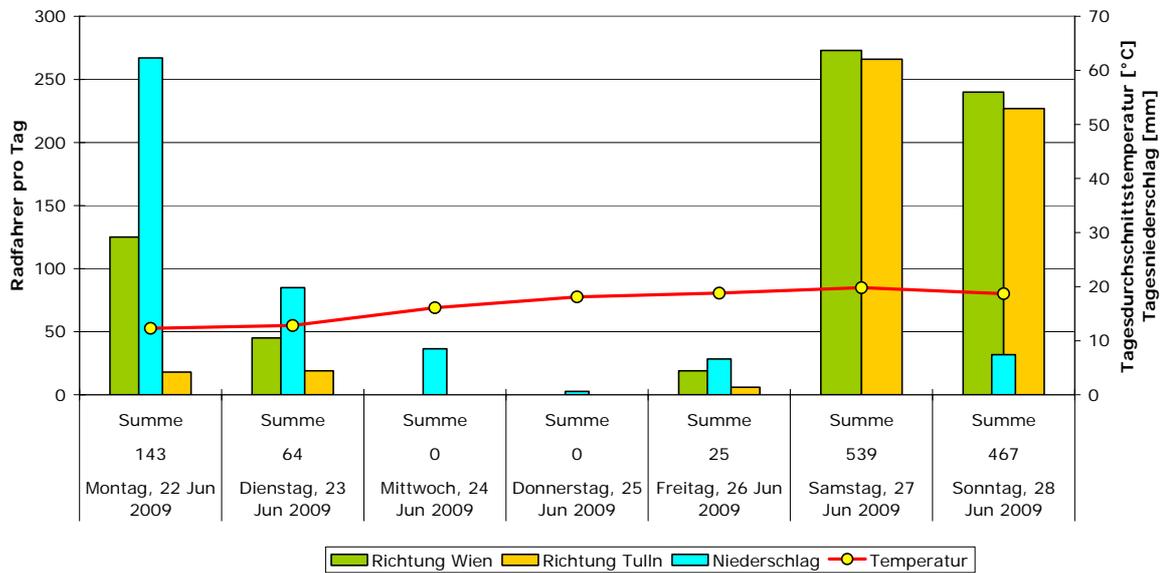


Abbildung 1.17: Zählstelle Klosterneuburg, Hochwasser Juni 2009, kein Radverkehr während Überflutung, kurz danach wieder Radverkehr vorhanden, keine Wartung notwendig

1.4.7. Versiegelung der Induktionsschleifen

Nach dem Winter 2007/08 zeigte sich, dass die Frostbeständigkeit der Fugenfüllung nicht ausreichend ist. Der Blitzzement brach an vielen Stellen auf (Abbildung 1.18), bis sogar teilweise die Induktionsdrähte sichtbar wurden.



Abbildung 1.18: Zählstelle Klosterneuburg, Frostschäden an der Verfüllung mit Blitzzement nach Winter 2007/08

Um eine glatte Fahrbahnoberfläche wiederherzustellen und eine Beschädigung der Drähte zu verhindern wurde das brüchige Fugenmaterial entfernt und die Fugen mit Kaltasphalt versiegelt (Abbildung 1.19).

Im Winter 2008/09 zeigte sich, dass auch der Kaltasphalt keine ausreichend stabile Versiegelung darstellt. Durch den Schneepflug wurde der Kaltasphalt teilweise aus den Fugen gerissen und dabei der Induktionsdraht an einer Stelle durchtrennt. Die folgende Ausbesserung mittels Zweikomponenten-Bitumens erwies sich durch ihre elastischen Eigenschaften bis zum Ende des Zählbetriebes im Jänner 2010 als dauerhaft und stabil. Für künftige Installationen wird daher eine Versiegelung mit frostbeständigem und elastischem Material schon beim Ersteinbau empfohlen.



Abbildung 1.19: Zählstelle Klosterneuburg, Erneuerung der Verfüllung mit Kaltasphalt nach Frostschäden an ursprünglicher Verfüllung mit Blitzzement nach Winter 2007/08

Mittlerweile wird der Einbau der Induktionsschleifen modifiziert vorgenommen. Es wird nur mehr eine einzige – etwa 5 mm breite – Fuge geschnitten, in die die Drahtschleifen gelegt werden. Die Versiegelung erfolgt mittels Heißbitumens. Diese Einbauweise wird auch im Straßenbau angewandt und sollte eine deutlich bessere Haltbarkeit aufweisen. Voraussetzung ist allerdings die Verfügbarkeit eines Heißbitumenkochers.

1.4.8. Mögliche Ursachen für Abweichungen

Um mögliche Ursachen für falsche Zählwerte zu eruieren, wurden Testbefahrungen durchgeführt. Dabei wurden verschiedene Spezialfälle des Passierens der Schleifen

nachgestellt und gleichzeitig die Anzeige des Zählers beobachtet, um zu überwachen, ob die Zählung korrekt abläuft.

Bei korrekter Funktion müssten jeweils zwei Radfahrer erfasst werden. In den nachfolgenden Tabellen (Tabelle 1.1 und Tabelle 1.2) wird ersichtlich gemacht, wie viele Radfahrer bei diesen Befahrungen erfasst wurden. Es wird deutlich, dass das Zählgerät große Defizite bei gleichzeitigem Passieren eines Schleifenpaares durch mehrere Radfahrer hat. Keinen Einfluss auf die Funktion hat allerdings das gleichzeitige Befahren beider Schleifenpaare durch jeweils einen Radfahrer.

Eine mögliche Erklärung für den geringen Einfluss dieser Schwäche auf die Zählgenauigkeit ist, dass diese Fälle im normalen Betrieb eventuell nur selten auftreten.

Nebeneinander fahren



Abbildung 1.20: Testbefahrung nebeneinander fahren

Dabei fahren beide Radfahrer etwa auf gleicher Höhe nebeneinander über das gleiche Schleifenpaar. Diese Anordnung ist breitenmäßig möglich, dürfte aber im Normalfall nicht allzu oft vorkommen, da doch einige Konzentration nötig ist, mit so wenig Seitenabstand zu fahren. Besonders bei Gegenverkehr und geübten Radfahrern dürfte dieser Fall allerdings schon auftreten.

Tabelle 1.1: Anzahl der erfassten Radfahrer bei Testbefahrungen, Sonderfall nebeneinander fahren, Sollwert bei korrekter Erfassung = 2

Schleifenpaar	Einzelne Fahrten				
Donauseitig	0	0	1	0	1
Landseitig	1	0	1	0	0

Vorderrad auf Höhe Hinterrad



Abbildung 1.21: Testbefahrung Vorderrad auf Höhe Hinterrad

Dabei passieren das Hinterrad des ersten Radfahrers und das Vorderrad des zweiten das Schleifenpaar gleichzeitig. Diese Konstellation ist einfacher zu fahren und tritt zum Beispiel beim Platzmachen für den Gegenverkehr auf. Möglicherweise ist der dabei durch zwei Laufräder gleichzeitig induzierte Strom zu stark, um als Signal eines Fahrrades gewertet zu werden.

Tabelle 1.2: Anzahl der erfassten Radfahrer bei Testbefahrungen, Sonderfall Vorderrad auf Höhe Hinterrad, Sollwert bei korrekter Erfassung = 2

Schleifenpaar	Einzelne Fahrten				
Donauseitig	0	0	0	0	0
Landseitig	0	0	0	0	0

Doppelte Zählung

Zu einer doppelten Zählung eines Radfahrers kann es kommen, wenn beide Schleifenpaare (die in Längsrichtung etwa vier Meter voneinander entfernt sind) vom gleichen Radfahrer überfahren werden. Dies kann zum Beispiel bei Überholvorgängen oder Ausweichmanövern vorkommen.

Insgesamt kommt es zu einer leichten Unterschätzung der Radfahrerzahlen (siehe Kapitel Ermittlung der Zählgenauigkeit).

2. Videobeobachtung

Eine Videobeobachtung wurde durchgeführt, um den tatsächlichen Radverkehr zu ermitteln. Dessen Kenntnis ist für die Ermittlung der Zählgenauigkeit des EcoCounter Messgerätes und die Berechnung von Korrekturfaktoren nötig. Außerdem wurden die Aufnahmen dazu benutzt, die Geschwindigkeit der Radfahrer zu berechnen und die Helmbenutzung zu erheben.

2.1. Vorarbeiten

Da die günstigste Stelle, von der die Videobeobachtung durchzuführen ist, auf einem Privatgrund liegt, wurde der Anrainer um Erlaubnis gefragt, seinen Grund für die Dauer der Beobachtung betreten zu dürfen. Dank freundlichen Entgegenkommens war dies kein Problem, außerdem stellte der Besitzer auch einen Stromanschluss zur Verfügung. So konnte die Videobeobachtung unabhängig von der Stromversorgung durch Akkus durchgeführt werden. Zum Einsatz kam eine MiniDV-Kamera der Marke Sony mit Aufnahme im Longplay-Modus. Dadurch konnten Zeitabschnitte von 90 Minuten ohne Wechseln der Kassette aufgenommen werden.

Am Tag der Aufnahme wurde auf der Fahrbahn mit Klebeband ein Abstand von 395 cm (ergab sich aus der Lage der Induktionsschleifen) markiert, um später die von den Radfahrern zurückgelegte Distanz pro Zeiteinheit und daraus die gefahrene Geschwindigkeit ermitteln zu können. Zusätzlich wurden in Fahrbahnquerrichtung Abstände von 50 cm markiert, um eine eventuelle Diagonalfahrt der Radfahrer messen zu können. Eine Änderung des Fahrverhaltens durch die aufgebrachten Klebestreifen konnte nicht beobachtet werden. Die Kamera wurde seitlich der Zählstelle im angrenzenden Garten etwa 4 m über dem Fahrbahnniveau auf einem Stativ befestigt. Da die Kamera für den passierenden Verkehr kaum sichtbar war, kann eine Beeinflussung durch die Aufnahme ausgeschlossen werden.

2.2. Videoaufnahme

Die Videobeobachtung wurde am Sonntag den 7. Oktober 2007 im Zeitraum von 11:25 bis 15:35 durchgeführt. Durch Abzug der Dauer der Kassettenwechsel ergibt

sich eine Nettobeobachtungszeit von vier Stunden. Die erste Viertelstunde der Videoaufnahme, in der die Markierungen auf der Fahrbahn aufgebracht wurden, musste später verworfen werden, da in dieser Zeit der Radverkehr gestört wurde (siehe dazu Kapitel 4).

2.3. Auswertung der Videoaufnahme

Zur Auswertung wurde die Videoaufnahme auf den Computer überspielt und mit einer Software für Videobearbeitung analysiert. Da die Auswertung sehr zeitaufwändig ist, wurden – um eine größere Stichprobe zur Ermittlung der Zählgenauigkeit zur Verfügung zu haben – zusätzlich händische Kontrollzählungen gemacht (siehe Kapitel 3).

2.3.1. Anzahl

Zur Berechnung der Zählgenauigkeit wurden die passierenden Radfahrer pro Viertelstunde nach Richtungen getrennt gezählt. Weil dafür kein einfach anwendbares automatisches Programm zur Verfügung stand, bedeutete das das Sichten der kompletten Aufnahme und Notieren jedes passierenden Radfahrers.

2.3.2. Geschwindigkeit

Zur Ermittlung der Geschwindigkeit wurde gezählt, wie viele Frames (Einzelbilder der Videoaufnahme, eine Sekunde Aufnahme besteht aus 25 Frames) ein Fahrrad benötigt, um die Distanz zwischen den Klebestreifen (395 cm) zurückzulegen. Wenn es sich dabei nicht um einen ganzzahligen Wert handelte, wurde die zusätzlich oder weniger zurückgelegte Strecke (in Schritten von 5 cm) erfasst. In keinem Fall wurde eine Schrägfahrt festgestellt, die den Geschwindigkeitswert erheblich verändern würde.

2.3.3. Zusätzliche Informationen

Beim Auswerten wurden auch der Radtyp und das Tragen eines Helmes erhoben. Eine Erhebung des Geschlechtes war ursprünglich ebenfalls geplant, dazu war aber die Auflösung der Videobilder nicht ausreichend: In vielen Fällen war eine eindeutige

Zuordnung des Geschlechts nicht möglich, zusätzlich erschwert wurde sie durch die witterungsbedingt meist dicke Kleidung (Abbildung 2.1).



Abbildung 2.1: Zählstelle Klosterneuburg, Screenshot der Videobeobachtung; links und rechts die Markierungen zur Berechnung der Geschwindigkeit; Unterscheidung des Geschlechts oft nicht möglich

3. Händische Kontrollzählungen

Da die Videoaufnahmen für die Berechnung der Zählgenauigkeit einen großen Aufwand bedeuten, wurden zur Vergrößerung der Stichprobe zusätzlich händische Kontrollzählungen mittels Strichlisten durchgeführt. Diese haben für diesen Zweck den selben Informationsgehalt, das heißt, beide Methoden repräsentieren den tatsächlich passierenden Verkehr nach Richtungen getrennt pro Viertelstunde.

Bei Probezählungen wurde der Radverkehr viertelstündlich erfasst und die Grenzen der Zeitabschnitte synchron mit der Zeit des PocketPCs gesetzt, der bei Synchronisation mit dem Datenlogger auch dessen Uhr einstellt. Bei der Auswertung dieser Zählungen zeigte sich, dass Radfahrer, die die Zählstelle etwa zur Zeit des Wechsels von einer Viertelstunde zur nächsten passierten, nicht eindeutig einem der beiden Viertelstundenintervalle zugeordnet werden konnten. Die händischen Kontrollzählungen zeigten in manchen Fällen leicht abweichende Radverkehrszahlen. Die Ursache dieses Phänomens liegt vermutlich in der teilweise um einige Sekunden verzögerten Speicherung der Radfahrer. Um diese Fehlerquelle der Auswertung zu beseitigen, die ja keinen Einfluss auf die Zählgenauigkeit des Gerätes hat, wurde jeweils am Anfang und am Ende einer Viertelstunde der Zählerstand (stromaufwärts, stromabwärts, gesamt) notiert. Da dazu für etwa 20 Sekunden kein Radfahrer passieren darf, konnten sich Abweichungen des erfassten Intervalls von im Maximalfall etwa einer Minute ergeben. Berechnet wurde die Zählgenauigkeit also nicht mit den gespeicherten Viertelstundenwerten, sondern mit händisch abgelesenen, sozusagen virtuellen Viertelstundenwerten.

Es wurden im Zeitraum vom 28. August 2007 bis 20. April 2008 zwölf händische Kontrollzählungen an verschiedenen Wochentagen zu verschiedenen Uhrzeiten durchgeführt, normalerweise jeweils zwei Stunden am Stück (acht Viertelstundenwerte). Insgesamt wurden 95 Viertelstundenwerte händisch erhoben, 16 davon während des Transducerdefekts (siehe auch Abbildung 4.1).

4. Ermittlung der Zählgenauigkeit

Zur Ermittlung der Zählgenauigkeit wurden den tatsächlich aufgetretenen Radverkehrszahlen die zur gleichen Zeit vom Gerät abgelesenen Viertelstundenwerte gegenübergestellt. Dann wurden Ausgleichskurven angepasst und deren Bestimmtheitsmaß verglichen. Diese Auswertung wurde auch mit Stundenwerten durchgeführt, um zu überprüfen, ob bei nur stündlichem Speichern eine unterschiedliche Zählgenauigkeit, zum Beispiel durch Ausgleichseffekte, auftritt.

Bei der Auswertung wurde deutlich, dass die durch die defekten Transducer erhobenen Werte tatsächlich eine starke Abweichung aufweisen, wie in Abbildung 4.1 zu sehen ist. Diese Werte flossen nicht in die Berechnung der Zählgenauigkeit ein.

Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde ein stark abweichender Wert, der in der ersten Viertelstunde der Videobeobachtung auftrat. In diesem Zeitraum wurden auf der Fahrbahn die Markierungen für die Geschwindigkeitsberechnung aufgebracht. Dadurch wurde der Radverkehr so gestört, dass darunter die Zählgenauigkeit deutlich litt. Auch dieser Wert ist in Abbildung 4.1 hervorgehoben.

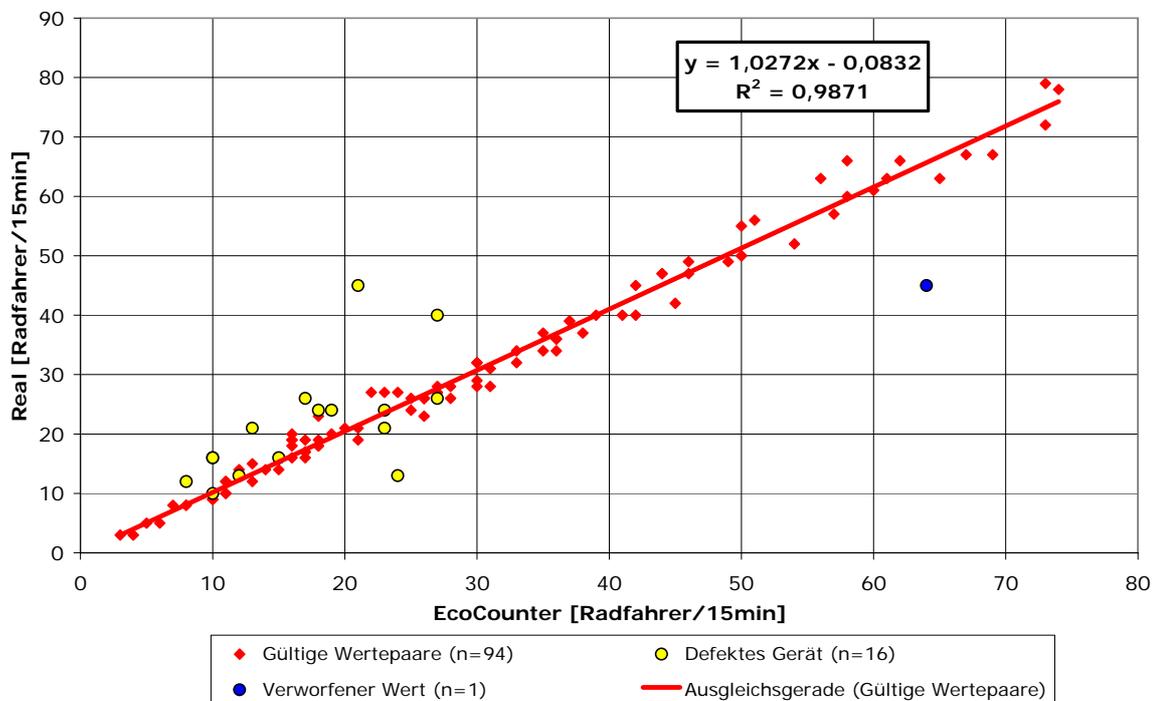


Abbildung 4.1: Zählstelle Klosterneuburg, Übersicht gültige Wertepaare, wegen Gerätedefekts nicht berücksichtigte Werte, wegen Beeinflussung des Verkehrs verworfener Wert

Es wurden drei Regressionskurven mit gleichem Bestimmtheitsmaß errechnet: Gerade, quadratische Kurve, kubische Kurve (vgl. Tabelle 4.1). Da aber die zwei letztgenannten in diesem Fall kaum von einer Geraden abweichen und deren Handhabung etwas komplizierter ist, wurde der Einfachheit halber die Gerade zur weiteren Verwendung gewählt.

Tabelle 4.1: Zählstelle Klosterneuburg, Übersicht über Parameter verschiedener Regressionskurven für Viertelstundenwerte des Radverkehrs in beide Richtungen

Modell-Zusammenfassung und Parameter-Berechnungen									
Abhängige Variable: Realer Radverkehr									
Gleichung	Modell-Zusammenfassung					Parameter-Berechnungen			
	R ²	F	df1	df2	Sig.	Konstante	b1	b2	b3
Linear	,987	7041,080	1	92	,000	-,0832	1,0272		
Quadratisch	,987	3493,596	2	91	,000	,2556	1,0016	,0004	
Kubisch	,987	2303,525	3	90	,000	,2114	1,0073	,0002	,0000

Die unabhängige Variable ist Radverkehr von EcoCounter gezählt.

Die Ausgleichsgeraden besitzen einen konstanten Wert, um den der x-Wert verbessert wird und der auch den Schnittpunkt der Geraden mit der y-Achse definiert. Da dieser allerdings sehr gering ist (maximal -0,08 Radfahrer/15 min, vgl. Abbildung 4.1 und Tabelle 4.1) wird er zur Vereinfachung der Formel vernachlässigt und ein Schnittpunkt der Ausgleichsgeraden im Ursprung angenommen. Diese Annahme dürfte für die Praxis zulässig sein, zudem verändert sich dabei R² auf den ersten vier Nachkommastellen nicht.

4.1. Diagramme für Viertelstundenwerte

In Abbildung 4.2 ist die Regressionsgerade für Viertelstundenwerte für den Gesamtverkehr dargestellt, in Abbildung 4.3 und Abbildung 4.4 sind die Regressionsgeraden für jede Fahrtrichtung getrennt dargestellt.

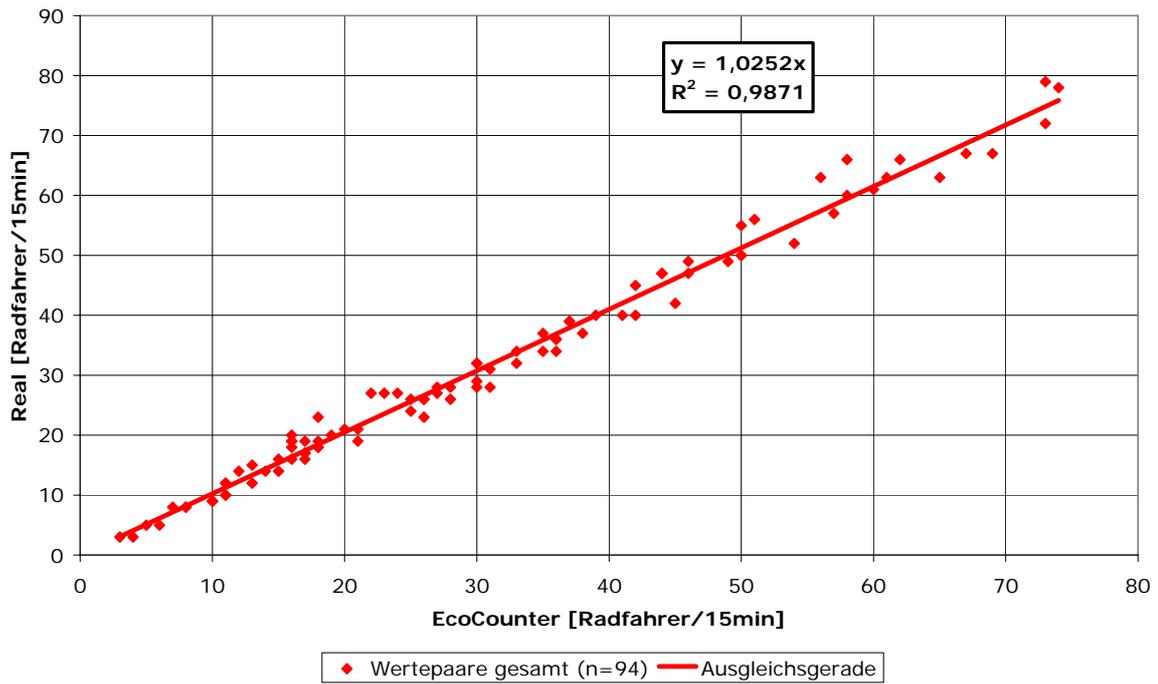


Abbildung 4.2: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Gesamtwerte (beide Richtungen), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen

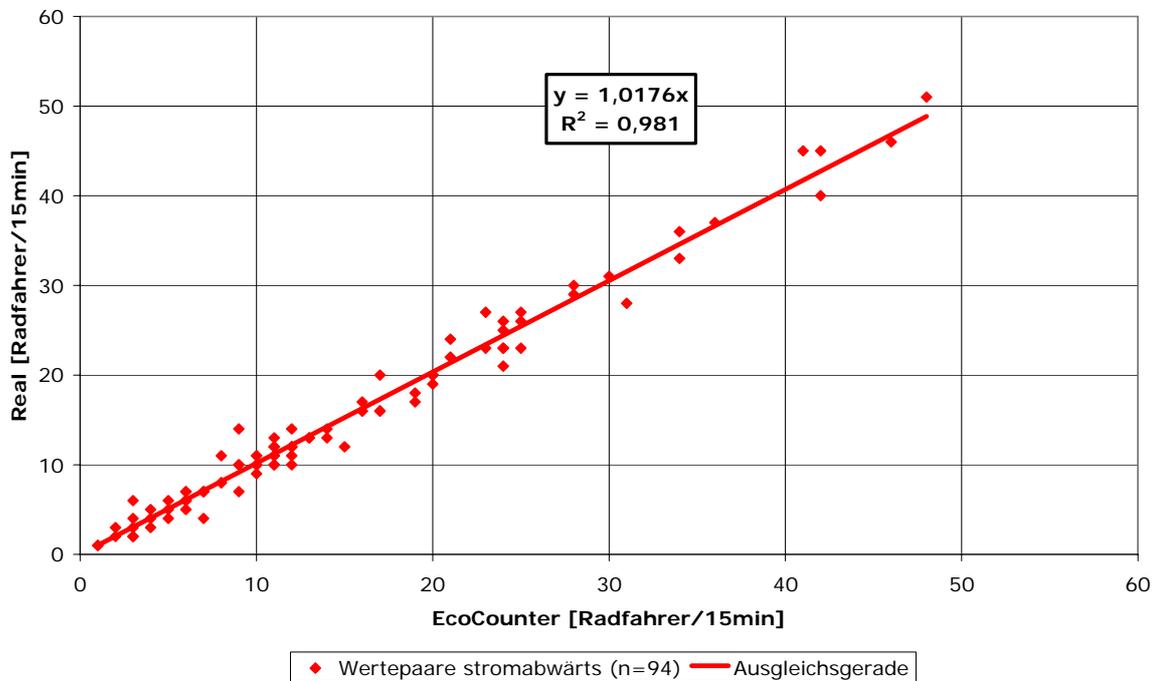


Abbildung 4.3: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Richtung Wien (stromab), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen

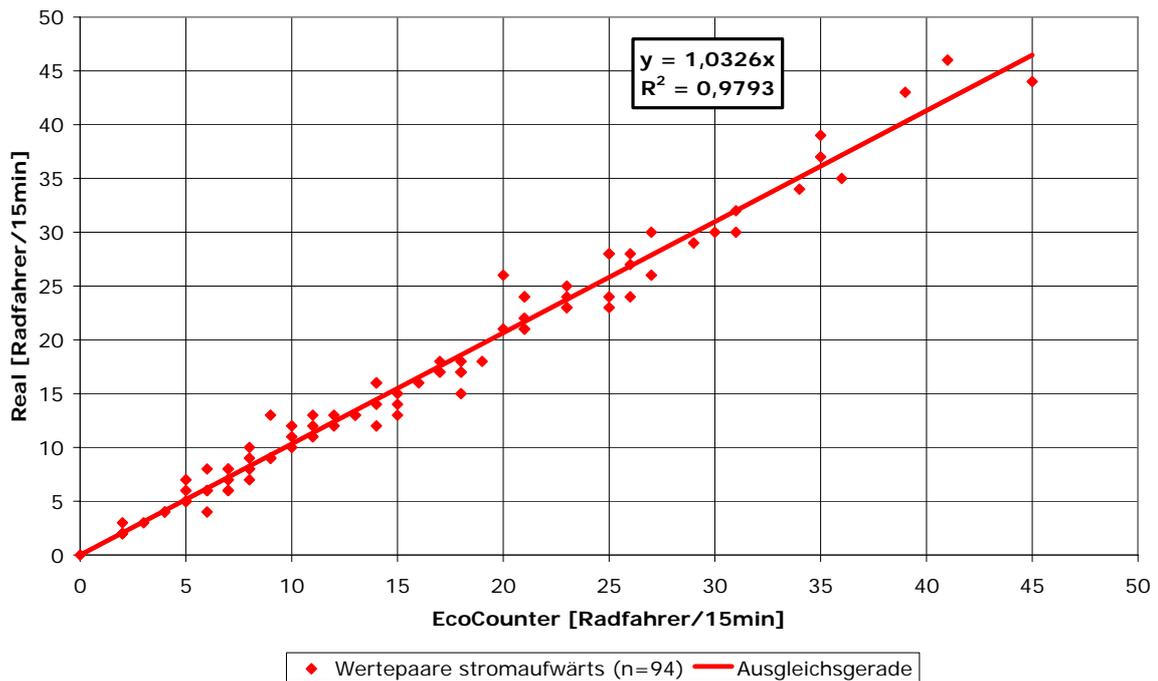


Abbildung 4.4: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Richtung Tulln (stromauf), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen

4.2. Diagramme für Stundenwerte

In Abbildung 4.5 ist die Regressionsgerade für Stundenwerte für den Gesamtverkehr dargestellt, in Abbildung 4.6 und Abbildung 4.7 sind die Regressionsgeraden für jede Fahrtrichtung getrennt dargestellt. Dafür wurden jeweils vier aufeinanderfolgende Viertelstundenwerte zu einem Stundenwert zusammengefasst.

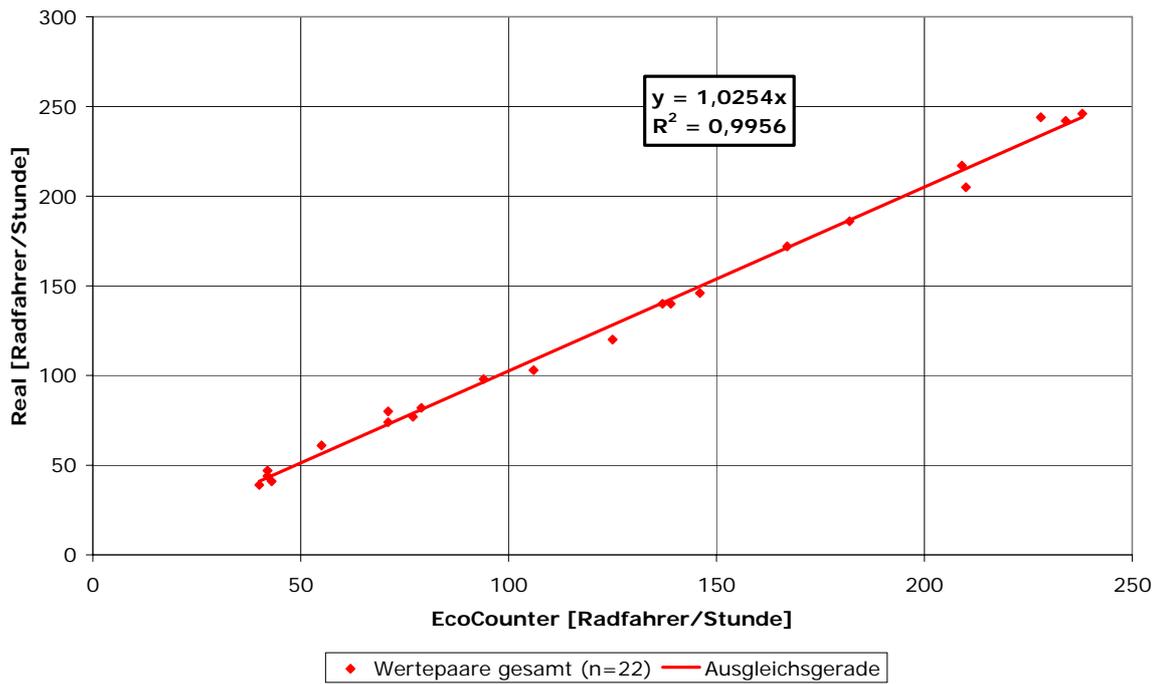


Abbildung 4.5: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Gesamtwerte (beide Richtungen), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen

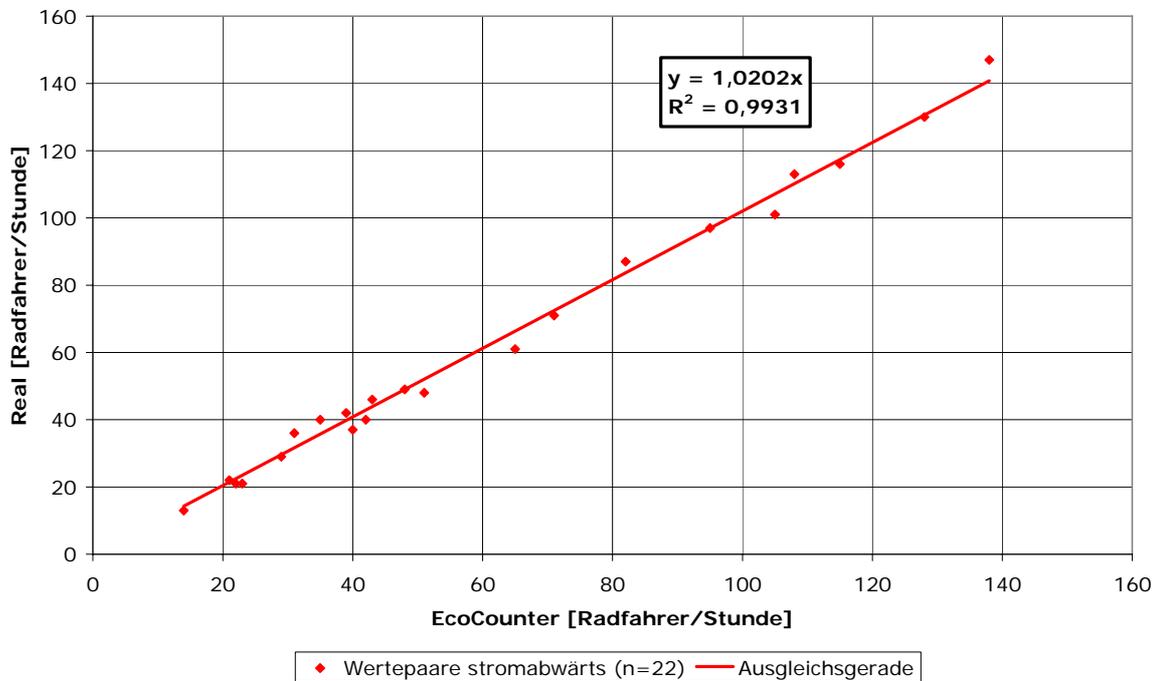


Abbildung 4.6: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Richtung Wien (stromab), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen

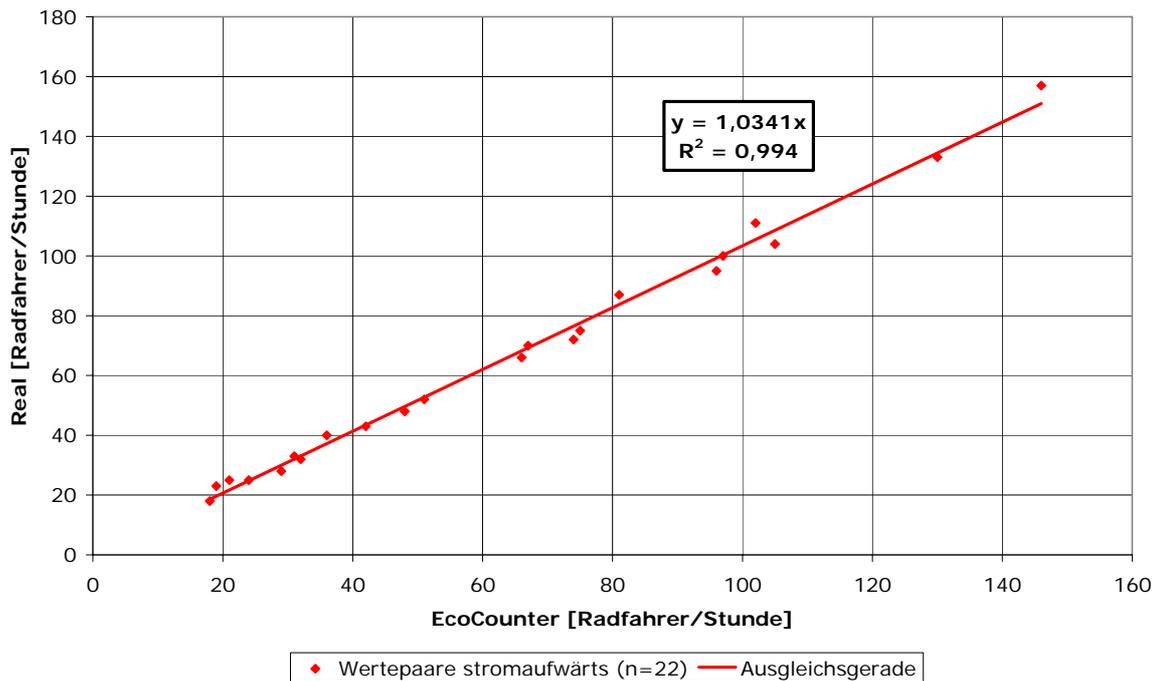


Abbildung 4.7: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Richtung Tulln (stromauf), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen

4.3. Korrekturfaktoren

Um die Werte des EcoCounter-Zählgerätes zu verbessern, kann die Ausgleichsgerade der jeweiligen Werte und Richtungen verwendet werden. Die Korrekturfaktoren hierfür sind in Tabelle 4.2 ersichtlich.

Tabelle 4.2: Korrekturfaktoren zum Ausgleich der Zählgenauigkeit des EcoCounter Zählgerätes, an Zählstelle Klosterneuburg erhoben, x entspricht den vom Gerät abgelesenen Werten

Viertelstundenwerte	
gesamt	$y = 1,0252 x$
stromabwärts	$y = 1,0176 x$
stromaufwärts	$y = 1,0326 x$
Stundenwerte	
gesamt	$y = 1,0254 x$
stromabwärts	$y = 1,0202 x$
stromaufwärts	$y = 1,0341 x$

Die Abweichung ist gering und beträgt je nach Wert 1,8 % bis 3,4 % Untererfassung. Daher dürfte es in der Regel ausreichen, die Zählraten um 2,5 % zu erhöhen. Die Erfassung von Stundenwerten bringt keine deutlich unterschiedliche Zählgenauigkeit, die Speicherung von Viertelstundenwerten ist also aufgrund des höheren Informationsgehalts vorzuziehen. Unabhängig von Fahrtrichtung und Zeitintervall tritt im Mittel eine Unterschätzung des tatsächlichen Radverkehrs ein. Für die Auswertungen dieser Arbeit wurden die unkorrigierten Daten herangezogen, da deren Genauigkeit für ihre Zwecke ausreichend erscheint.

Für die Praxis wichtiger dürfte eine Kontrolle der Daten auf Plausibilität und Vollständigkeit sein, damit Fehlfunktionen wie zum Beispiel schwache Batterien rechtzeitig erkannt und behoben werden können.

5. Geschwindigkeitsanalyse

Die Berechnung der Geschwindigkeiten erfolgte durch die Auswertung der Videoaufnahmen (vgl. 2.3.2). Dazu konnten die Daten von 498 Radfahrern verwendet werden.

Zusätzliche wurden bei der Auswertung folgende Merkmale erhoben:

- Das Tragen eines Helmes und der
- Radtyp.

Dabei wurden folgende Radtypen unterschieden:

- Rennrad
Fahrrad mit gebogenem Rennradlenker oder Triathlonlenker
- Trekkingrad
Jedes Fahrrad mit Gepäckträger
- Mountainbike
Fahrräder ohne Gepäckträger mit geradem Lenker

Die Unterscheidung nach dem Geschlecht erwies sich aufgrund der Videoauflösung und der Kleidung als nicht möglich.

Tabelle 5.1: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere Geschwindigkeit nach Radtypen

Radtyp	Mittlere Geschwindigkeit	Anzahl n
Trekkingrad	17,9 km/h	241
Mountainbike	21,3 km/h	159
Rennrad	27,2 km/h	98
Gesamt	20,8 km/h	498

Die v_{85} , das ist jene Geschwindigkeit, die von 85 % der Radfahrer nicht überschritten wird, betrug im Zeitraum der Videobeobachtung 27,0 km/h.

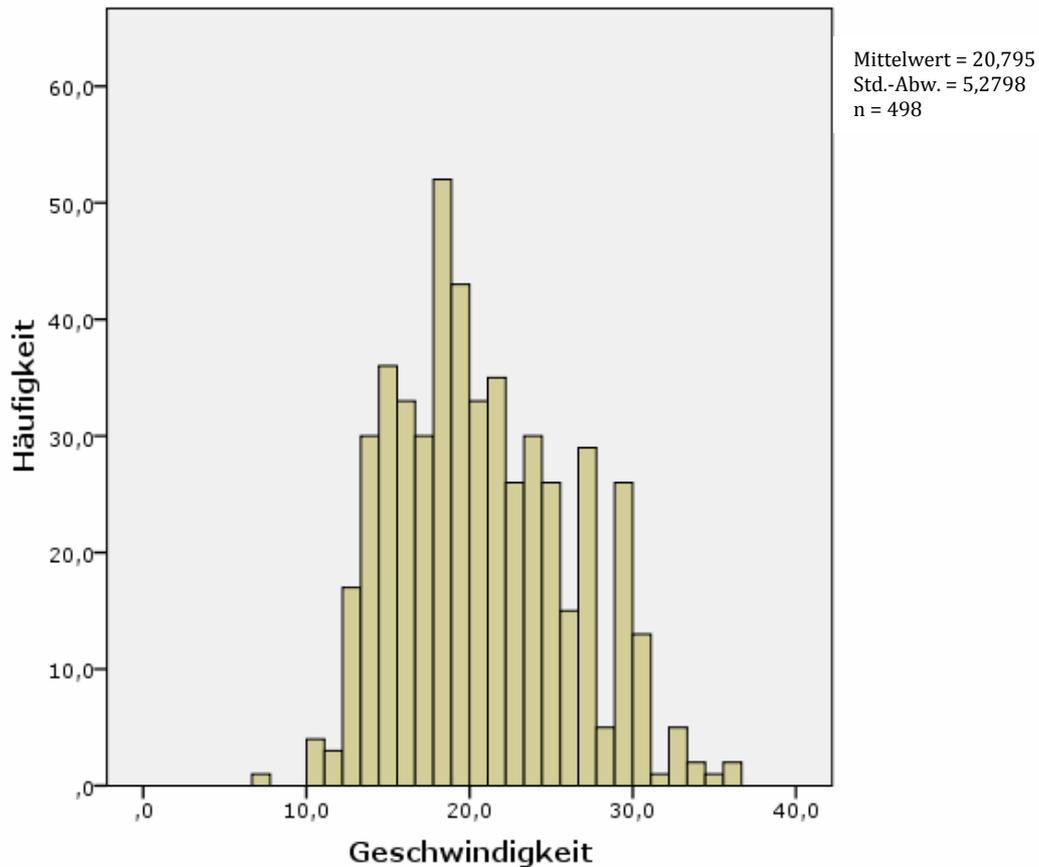


Abbildung 5.1: Zählstelle Klosterneuburg, Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeiten

Die mittlere Geschwindigkeit ist um 1,4 km/h höher als ALEKSA 2002 bei drei Zählstellen am Donauradweg in der Gegend von Krems beobachtet hat. ALEKSA erhob die Geschwindigkeit mit Radar im Zeitraum von März 2001 bis Mai 2002 (n= 258.166) und einer zeitweisen Videobeobachtung zur Berechnung von Korrekturfaktoren. Dieser Unterschied könnte durch einen durch die Nähe zu Wien und den Erhebungszeitpunkt (Sonntag, 7. Oktober 2007) vermutlich höheren Rennradanteil bei der Zählstelle in Klosterneuburg verursacht sein.

6. Helmbenutzung

Die Daten der Videobeobachtung wurden auch zur Erhebung der Helmbenutzung verwendet. Tabelle 6.1 stellt die während der Videobeobachtung am 7. Oktober 2007 erhobenen Werte dar.

Auffällig ist hier die besonders hohe Akzeptanz eines Helmes bei Rennradfahrern, die angesichts der deutlich höheren erreichten Geschwindigkeiten (siehe Tabelle 5.1) nachvollziehbar erscheint. Insgesamt zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Durchschnittsgeschwindigkeit eines Radtyps und der zugehörigen Helmtragequote (Abbildung 6.1).

Tabelle 6.1: Zählstelle Klosterneuburg, Erhebung der Helmbenutzung (am 7. Oktober 2007)

Radtyp	n	ja	nein	Helmtragequote [%]
Trekkingrad	241	67	174	27,8
Mountainbike	159	68	91	42,8
Rennrad	98	82	16	83,7
Gesamt	498	217	281	43,6

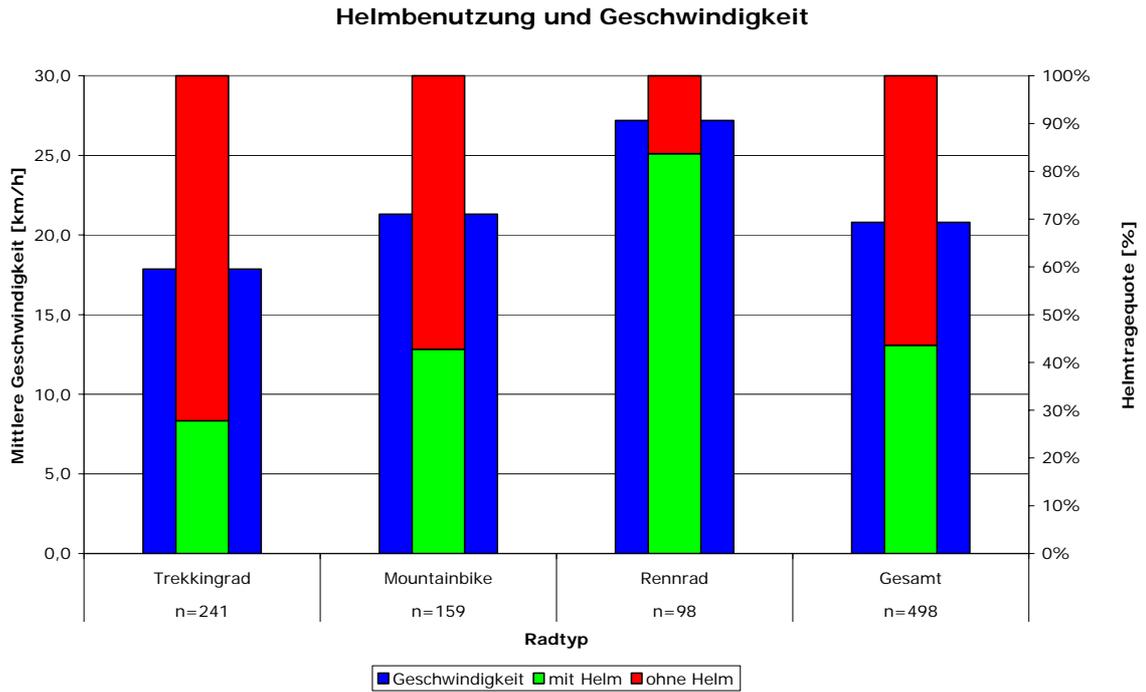


Abbildung 6.1: Zählstelle Klosterneuburg, Helmbenutzung und Geschwindigkeit nach Radtypen

7. Zählergebnisse

Im folgenden Kapitel werden die Zählergebnisse auf unterschiedliche Arten dargestellt und versucht, daraus Schlüsse zu ziehen. Der Schwerpunkt liegt auf verschiedenen Arten von Ganglinien. Im Jahr 2008, von dem die Daten lückenlos vorliegen, passierten 198.327 Radfahrer die Zählstelle, 113.243 stromab, 85.084 stromauf.

7.1. Jahresganglinien

In Abbildung 7.1 und Abbildung 7.2 ist eine Übersicht der Verteilung des Radverkehrs über das Jahr zu sehen. Die Daten von Februar bis Mai 2009 gingen aufgrund falscher Datenhaltung nach der Auslesung verloren und sind daher nicht vollständig vorhanden. In beiden Jahren ist der August der Monat mit dem meisten Radverkehr. Gut zu erkennen ist der deutlich höhere Radverkehr stromabwärts in den Monaten Mai bis September.

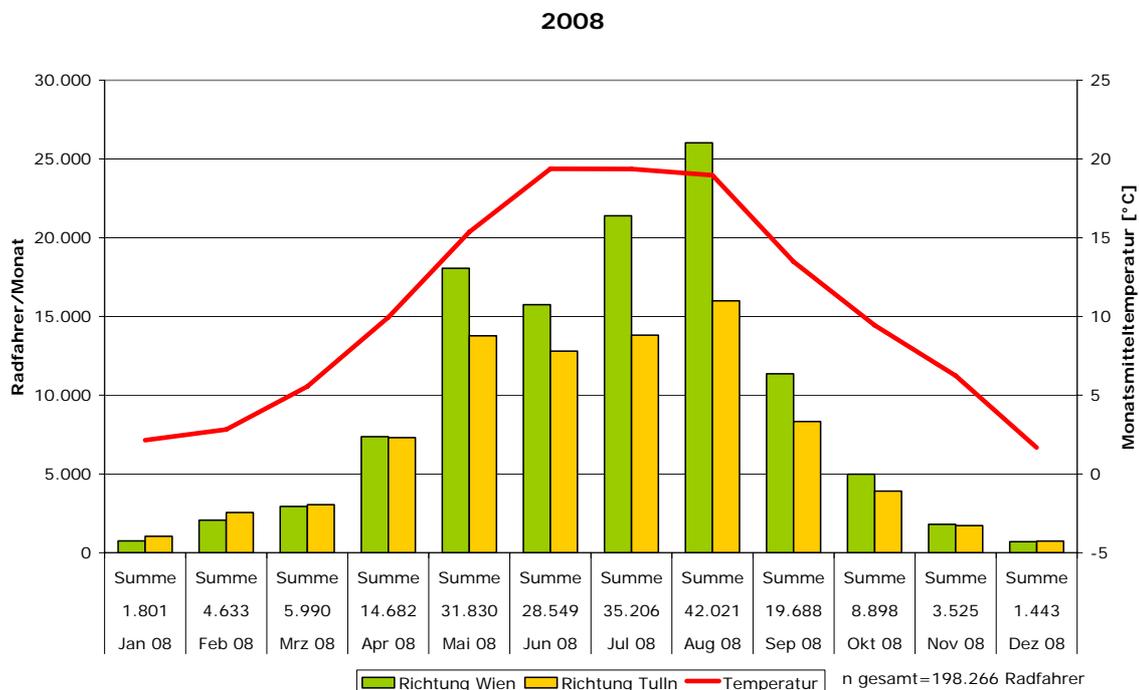


Abbildung 7.1: Zählstelle Klosterneuburg, Jahresübersicht 2008

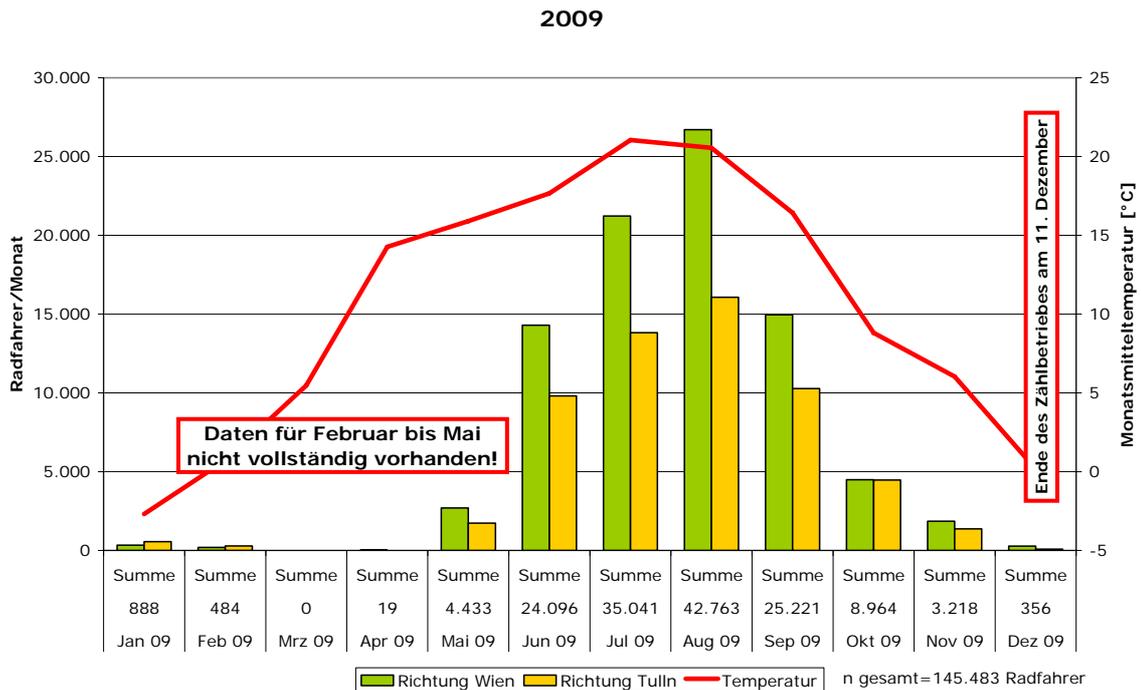


Abbildung 7.2: Zählstelle Klosterneuburg, Jahresübersicht 2009

7.2. Wochenganglinien

Bei der Erstellung der Wochenganglinien (siehe Abbildung 7.3 und Abbildung 7.4) wurden alle Tage berücksichtigt, ohne Rücksicht auf eventuellen Niederschlag. Als Grundlage für die Berechnung der mittleren täglichen Verkehrsmengen wurde jeweils die Zeit von Anfang April bis Ende September gewählt, mit Ergänzung auf volle Kalenderwochen. Für das Jahr 2009 sind die Daten erst ab 26. Mai vollständig vorhanden, daraus ergibt sich eine dementsprechend kleinere Datengrundlage. Feiertage wurden bei der Berechnung nicht ihrem entsprechenden Wochentag, sondern den Sonntagen zugeschlagen.

In Abbildung 7.5 sind die maximalen täglichen Verkehrsmengen einzelner Wochentage dargestellt.

Wochenganglinie absolut
31. März bis 5. Oktober 2008

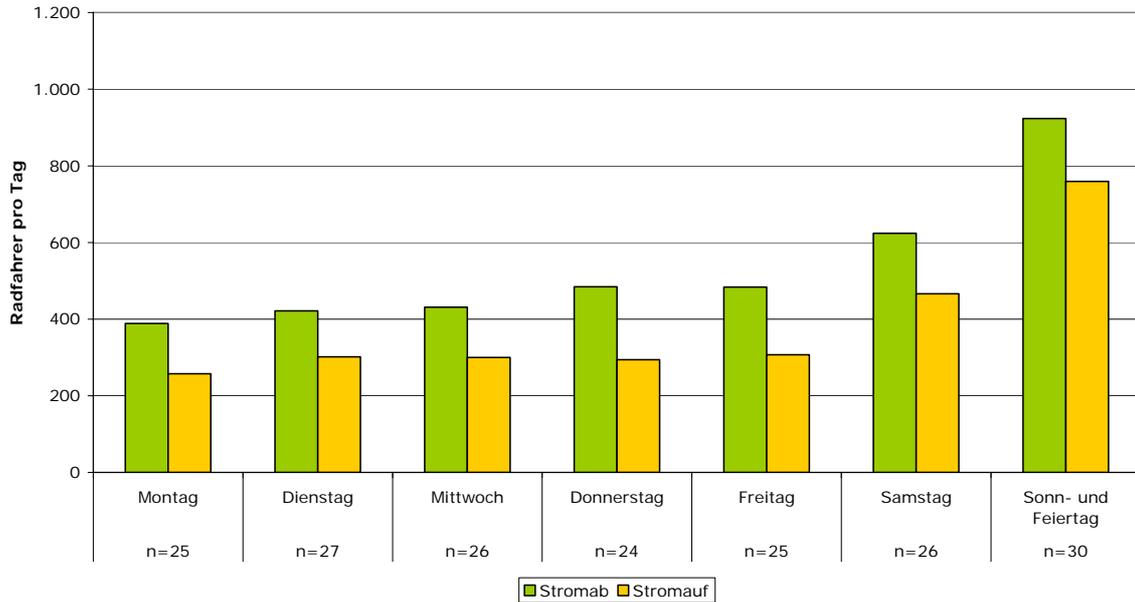


Abbildung 7.3: Zählstelle Klosterneuburg, Wochenganglinie der mittleren Tagesverkehrsmengen, Radsaison 2008,

Wochenganglinie absolut
1. Juni bis 4. Oktober 2009

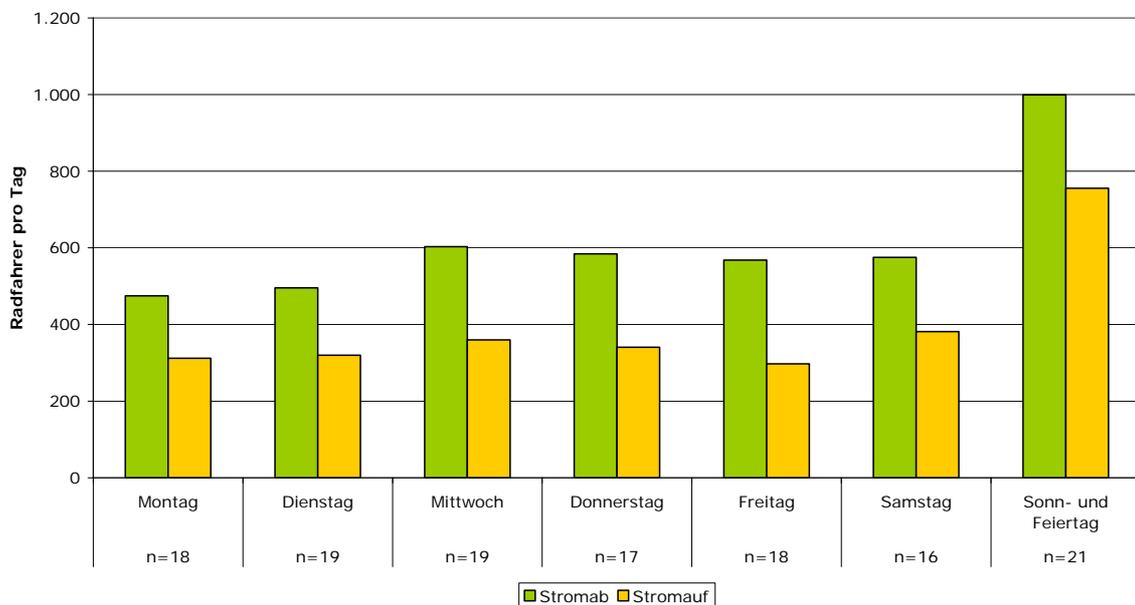


Abbildung 7.4: Zählstelle Klosterneuburg, Wochenganglinie der mittleren Tagesverkehrsmengen, Radsaison 2009

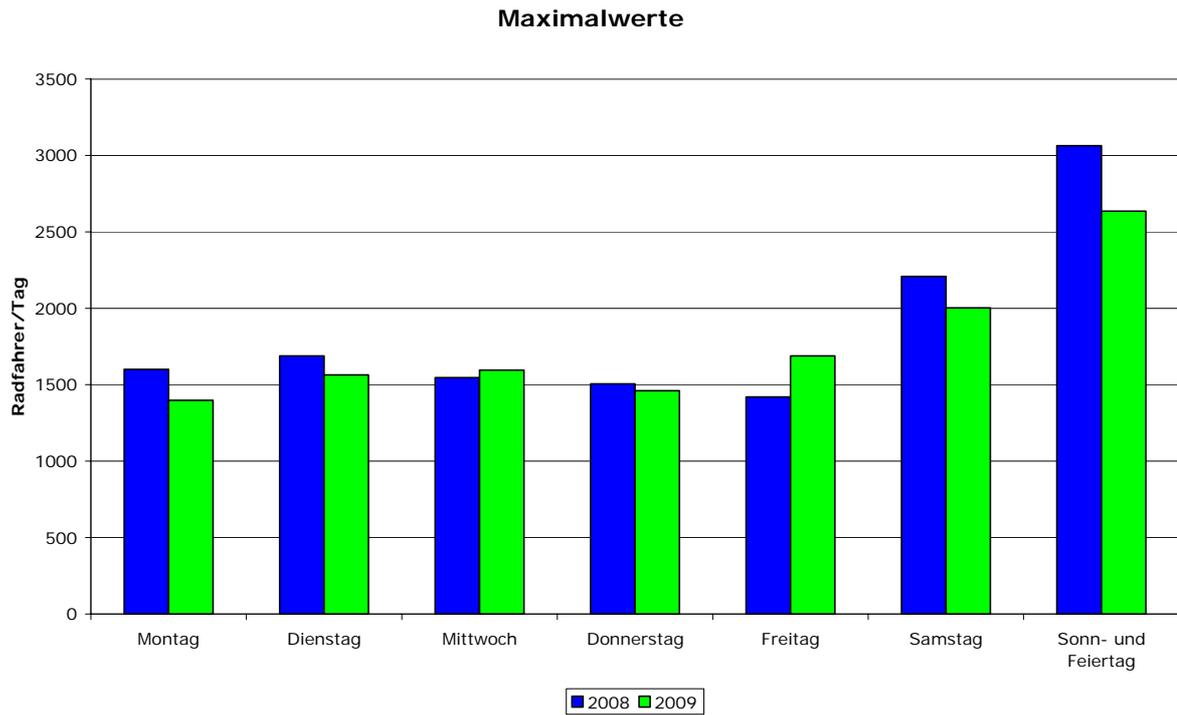


Abbildung 7.5: Zählstelle Klosterneuburg, maximale Tagesverkehrsmengen der Jahre 2008 und 2009, nach Wochentag, gesamt (beide Richtungen)

7.3. Tagesganglinien

7.3.1. Vorgangsweise

Das Erstellen der mittleren Ganglinien erfolgte durch die Bildung des arithmetischen Mittels der Radverkehrsmenge eines jeden Stundenintervalls über die zur Berechnung herangezogenen Werte. Um relative Ganglinien zu erhalten, wurden die gemittelten absoluten Stundenverkehrswerte durch die entsprechenden mittleren Tagesverkehrsmengen der zur Berechnung herangezogenen Tage geteilt. Zur Darstellung der Ergebnisse wurde teilweise das eigentlich nicht korrekte – aber trotzdem gebräuchliche – Liniendiagramm verwendet, weil mit Säulendiagrammen keine übersichtliche Visualisierung erreicht werden konnte.

Im Folgenden wird auf weitere Punkte eingegangen, die bei der Erstellung der Ganglinien Beachtung fanden.

Niederschlag

Zur Berechnung der Tagesganglinien wurden nur niederschlagsfreie Tage oder Tage mit sehr geringem Niederschlag ($< 1 \text{ mm/Tag}$) herangezogen, da ansonsten die Ganglinien verschiedener Tage durch zu unterschiedlichen Tageszeiten auftretenden Niederschlag weniger gemeinsame Merkmale aufweisen. Daher wäre eine Mittelbildung aus Tagen mit Niederschlag hier nicht zielführend.

Zur Veranschaulichung wurde auch eine Ganglinie von Tagen mit Niederschlag ($\geq 1 \text{ mm/Tag}$) erstellt. Hier konnte festgestellt werden, dass die höchsten Radfahrerzahlen zu sehr unterschiedlichen Zeiten auftreten. In Abbildung 7.7 ist die mittlere relative Tagesganglinie von Sonn- und Feiertagen mit Niederschlag dargestellt, in Abbildung 7.6 jene von Sonn- und Feiertagen ohne Niederschlag. Auffällig sind die größere Streuung der einzelnen Tagesganglinien und die höheren maximalen Anteile am Tagesverkehr pro Stunde bei Tagen mit Niederschlag. Eine mögliche Erklärung dafür könnte der während Zeiten mit Regen wahrscheinlich geringere Radverkehr sein, der zu den trockenen Tagesabschnitten eine Anteilserhöhung bewirkt.

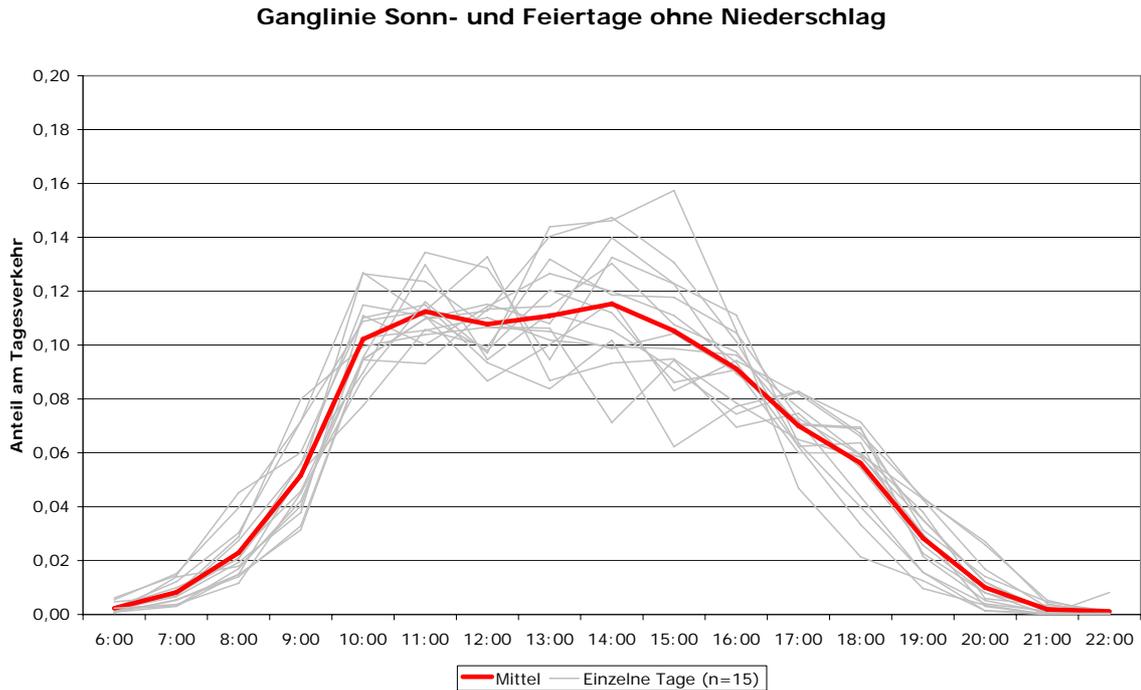


Abbildung 7.6: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009, gesamt

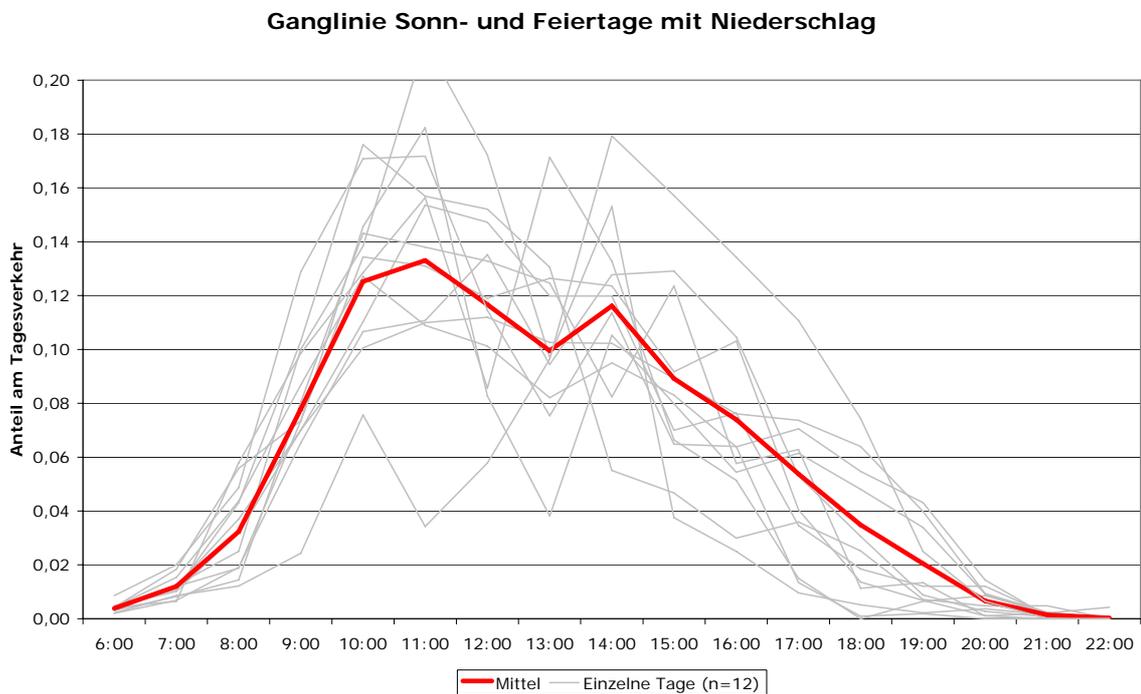


Abbildung 7.7: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von zwölf Sonn- und Feiertagen mit Niederschlag in den Jahren 2008 und 2009, gesamt

Mindestverkehrsmenge

Weil das Hauptaugenmerk auf starken Radfahrtagen liegen soll, wurden zur Berechnung der Ganglinien Tage mit hohem Radverkehr (mehr als 700 Radfahrer pro Tag bei Werktagen, mehr als 1.000 bei Samstagen, mehr als 2.000 bei Sonn- und Feiertagen ohne Niederschlag) herangezogen. Zusätzlich werden die Ganglinien dadurch solider gegenüber einzelnen Ausreißern. Für das Beispiel der Tage mit Niederschlag wurde kein Mindestverkehr festgelegt. In Tabelle 7.1 sind die durchschnittlichen Radverkehrsmengen der Tage, die zu Berechnung der Tagesganglinien herangezogen wurden, ersichtlich.

Tabelle 7.1: Durchschnittliche tägliche Radverkehrsmenge der zur Berechnung der Tagesganglinien herangezogenen Tage [Radfahrer/Tag]

Montage	n=15	1.076
Dienstage	n=15	1.266
Mittwoche	n=15	1.320
Donnerstage	n=15	1.186
Freitage	n=15	1.190
Werktage gesamt (siehe 7.3.4)	n=75	1.208
Samstage (siehe 7.3.3)	n=15	1.554
Sonn- und Feiertage (siehe 7.3.2)	n=15	2.454
Sonn- und Feiertage mit Niederschlag	n=12	1.100

Zeitverschiebung

Das Erstellen der Ganglinien erfolgte mit Werten der Jahre 2008 und 2009. Dabei zeigte sich deutlich, dass die Werte der beiden Jahre um eine Stunde verschoben waren (siehe Abbildung 7.8). Besonders gut ist diese Verschiebung in den Morgen- und Abendstunden zu erkennen. Die Zeit der 2008er-Daten ist korrekt, die falsche Zeit der 2009er-Daten dürfte vermutlich durch eine Auslesung der Daten nach der Umstellung auf Normalzeit am 25. Oktober 2009 erfolgt sein (wie auf Seite 16 beschrieben). Die Daten des Jahres 2009 wurden dann zur Berechnung der Ganglinien um eine Stunde nach hinten verschoben (siehe Abbildung 7.9).

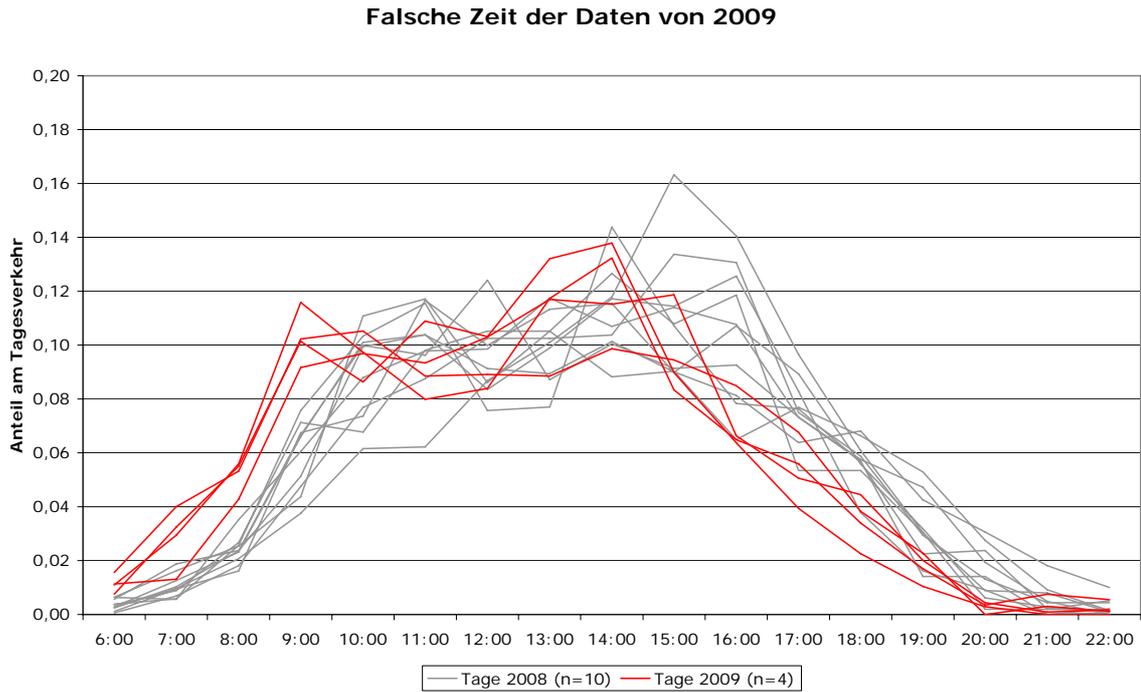


Abbildung 7.8: Zählstelle Klosterneuburg, um eine Stunde falsche Zeit der Werte des Jahres 2009

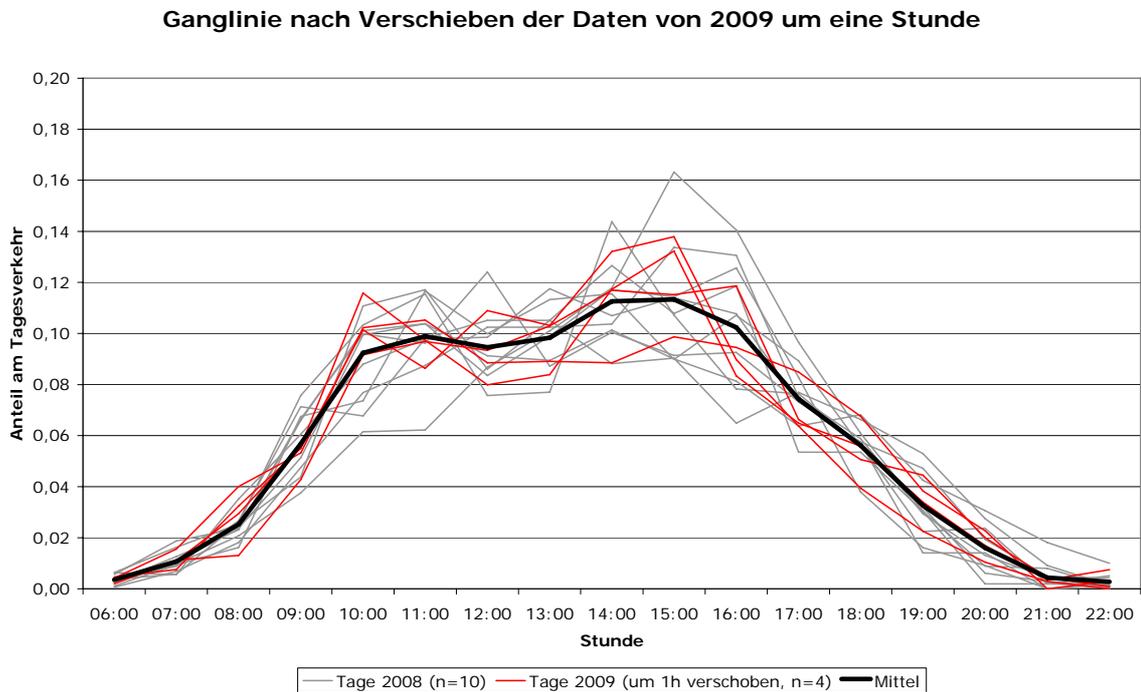


Abbildung 7.9: Zählstelle Klosterneuburg, Mittelbildung nach Korrektur der falschen Zeit

7.3.2. Sonntage und Feiertage

Bei der Ganglinie für Sonn- und Feiertage ist die unterschiedliche Charakteristik der Fahrrichtungen auffällig. Beide weisen eine einzelne Spitze auf, wobei die Spitzenstunde der Fahrrichtung stromauf am Vormittag um 11:00 Uhr beginnt (siehe Abbildung 7.11), die Spitze stromab am Nachmittag um 14:00 Uhr (siehe Abbildung 7.10). Dies könnte durch Freizeitradfahrer bedingt sein, die in der Früh aus Wien und Klosterneuburg Richtung Greifenstein oder Tulln wegfahren und nach Erreichen des Endpunktes ihres Ausflugs wieder zurückfahren. In Abbildung 7.12 ist die Ganglinie des Gesamtverkehrs zu sehen. Generell dürfte der Anteil der Radtouristen an Sonn- und Feiertagen deutlich geringer sein, da das Verhältnis von Stromabwärts- zu Stromaufwärtsfahrenden ausgeglichener ist als unter der Woche (siehe Abbildung 7.13 und auch Abbildung 7.34).

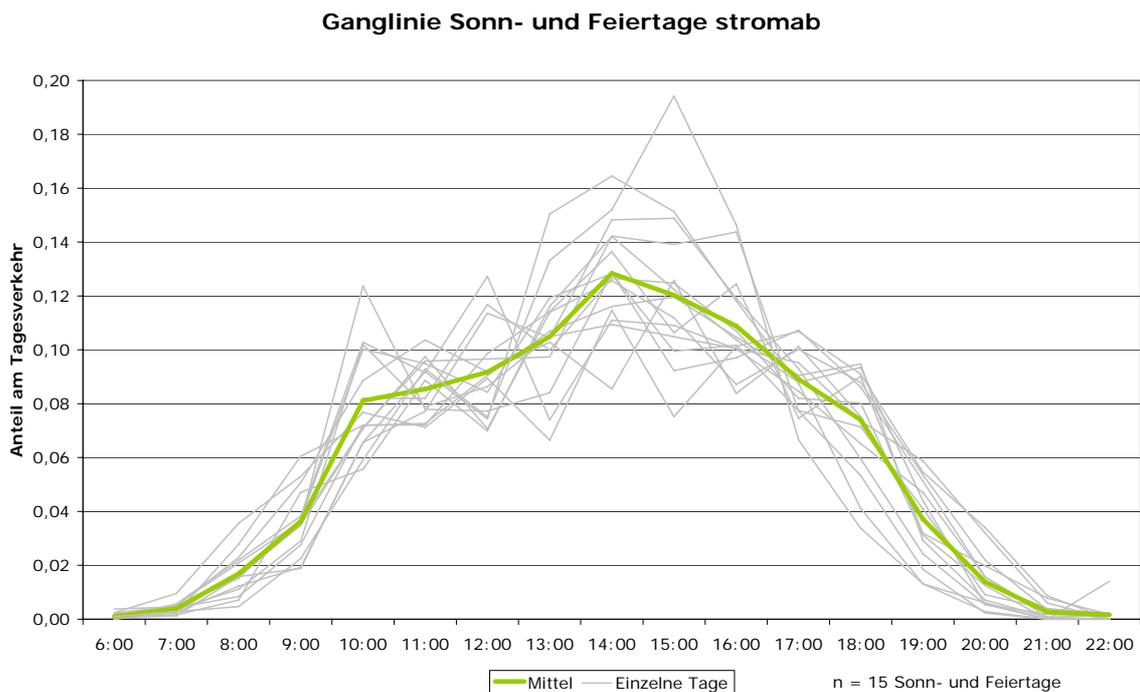


Abbildung 7.10: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009, stromab

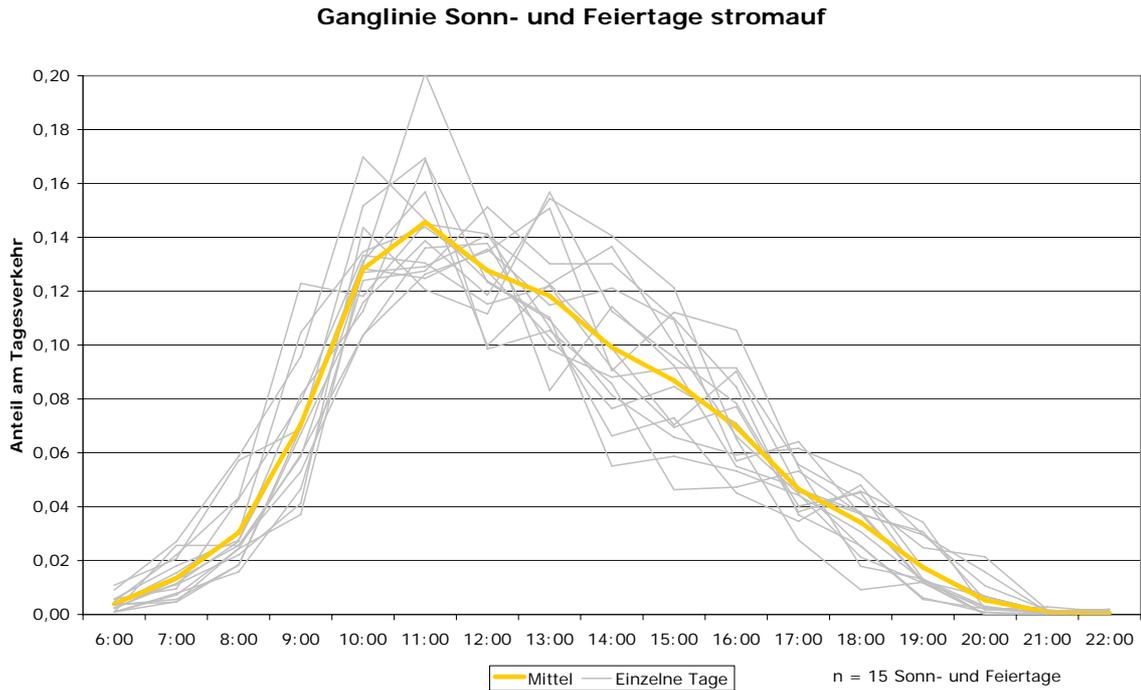


Abbildung 7.11: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009, stromauf

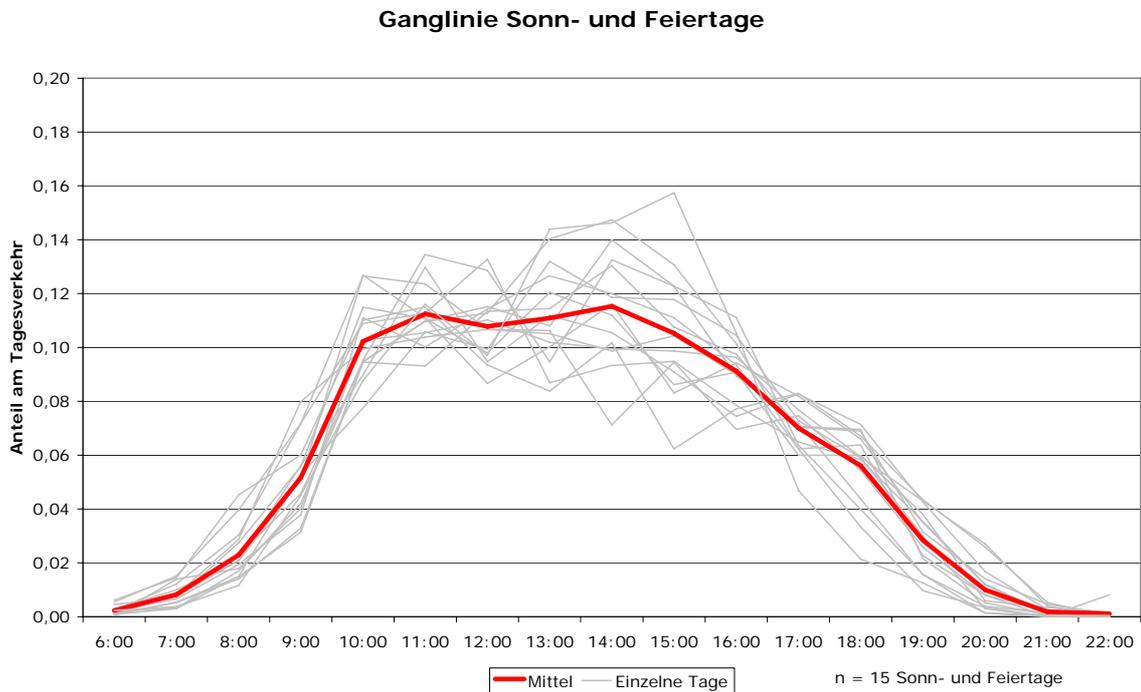


Abbildung 7.12: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen)

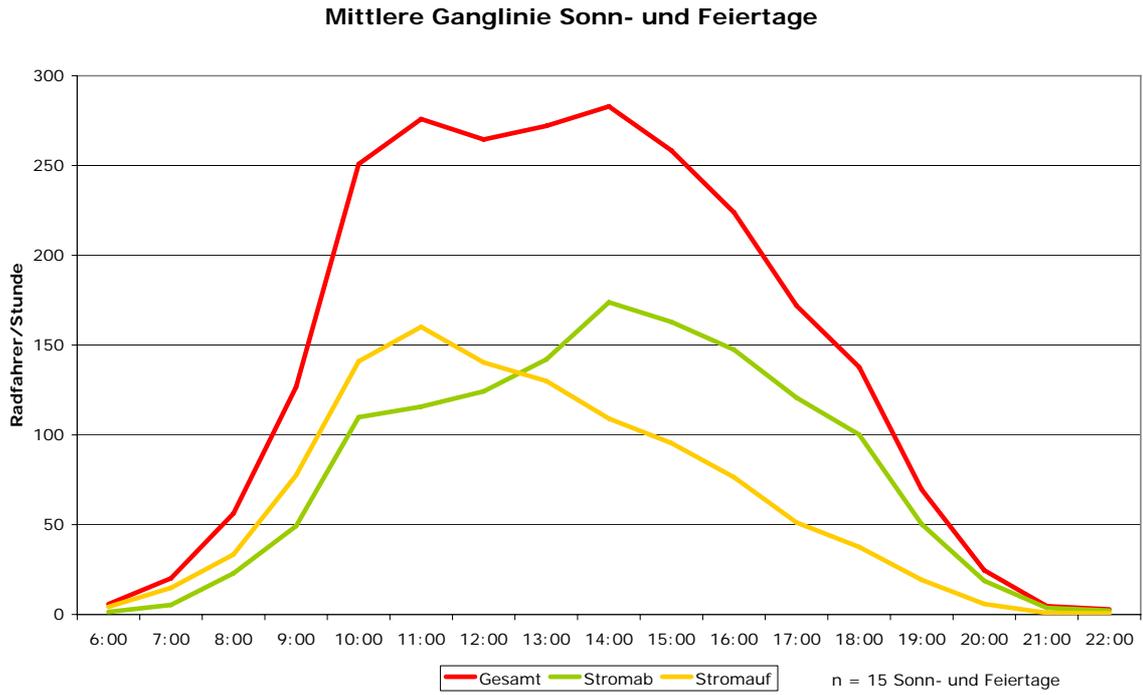


Abbildung 7.13: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere absolute Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009

7.3.3. Samstage

Die relative Ganglinie stromab (Abbildung 7.14) weist eine ähnliche Form wie jene von Sonn- und Feiertagen auf, die Spitzenstunde beginnt allerdings um eine Stunde später, um 15:00, eine gering ausgeprägte zweite Spitze existiert vormittags von 10:00 bis 11:00 Uhr. Die Ganglinie stromauf (Abbildung 7.15) zeigt ebenfalls eine Spitze am Vormittag, allerdings eine breiter ausgebildete von 10:00 bis 12:00 Uhr. Zusätzlich besteht eine zweite, niedrigere Spitze stromauf ab 14:00 Uhr, welche auf ein Wegfahren nach Beendigung der Werkstätigkeit oder der Einkäufe zurückzuführen sein könnte. In Abbildung 7.16 ist die Ganglinie für den Gesamtverkehr zu sehen. Radtouristen dürften anteilmäßig eine größere Rolle spielen als am Sonntag, da die Richtungsaufteilung deutlicher als an Sonn- und Feiertagen zugunsten stromab ausfällt (siehe Abbildung 7.17 und auch Abbildung 7.34).

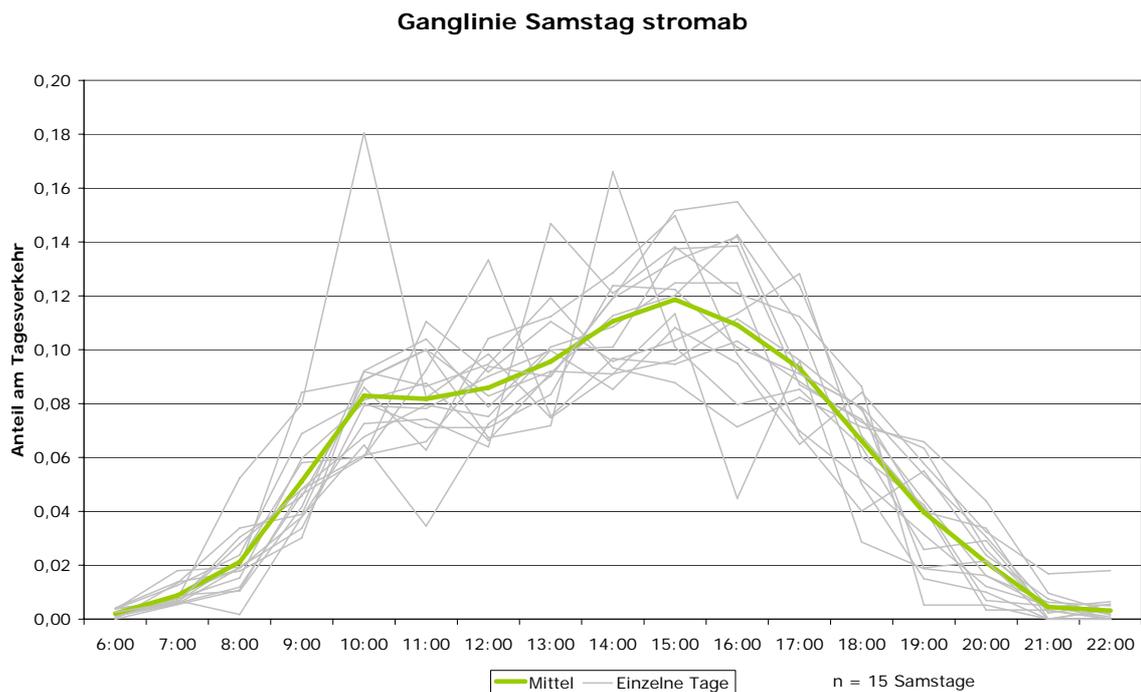


Abbildung 7.14: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Samstagen in den Jahren 2008 und 2009, stromab

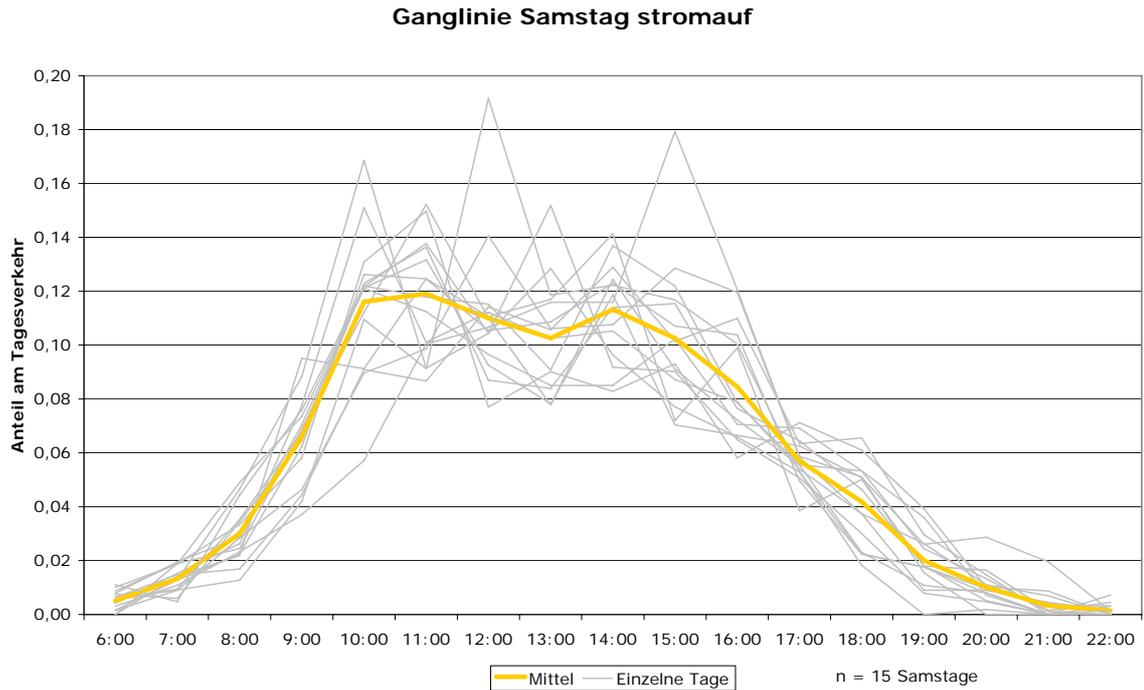


Abbildung 7.15: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Samstagen in den Jahren 2008 und 2009, stromauf

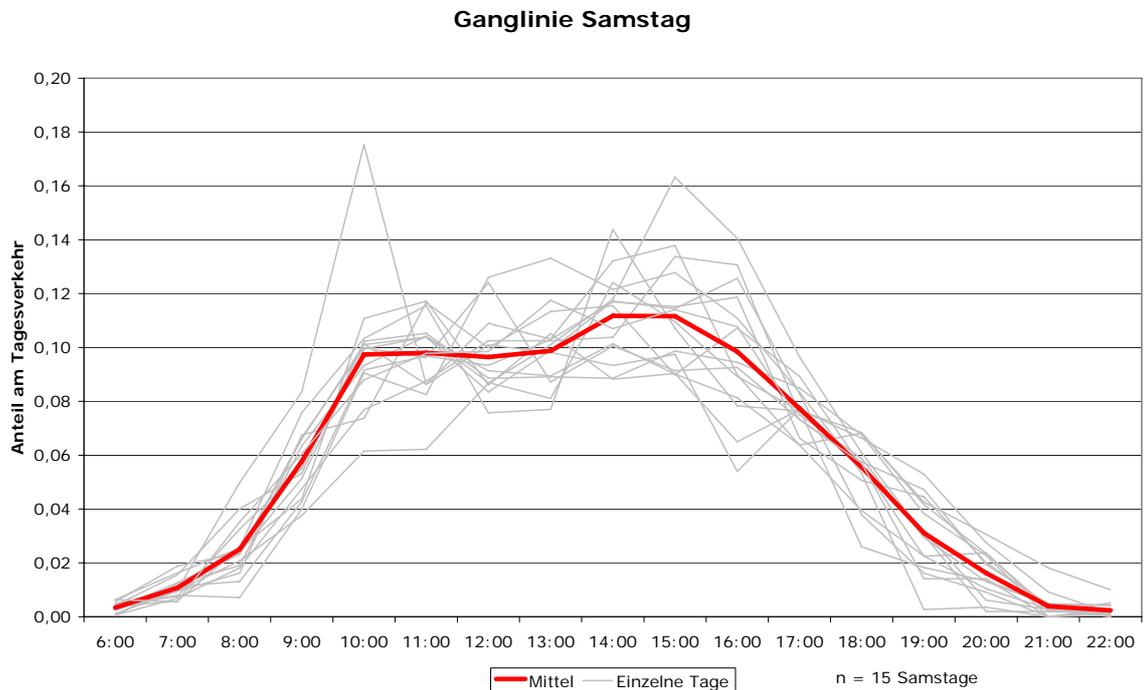


Abbildung 7.16: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Samstagen in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen)

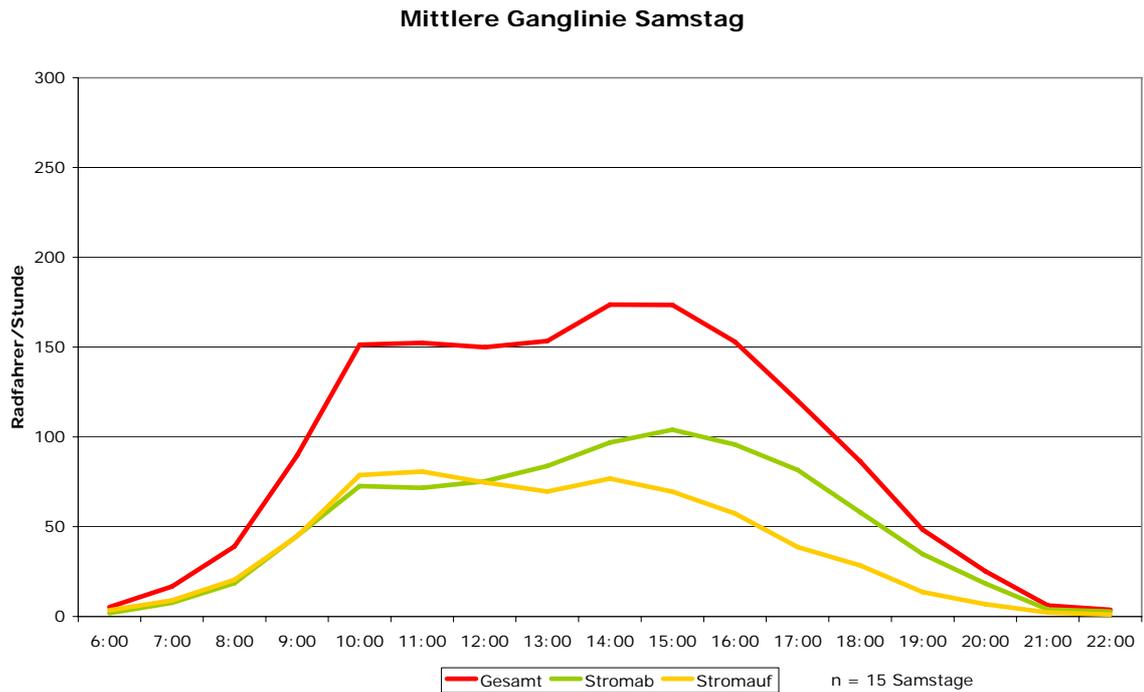


Abbildung 7.17: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere absolute Tagesganglinie von 15 trockenen Samstagen in den Jahren 2008 und 2009

7.3.4. Werktage

Die relative Ganglinie für Werktage stromab (siehe Abbildung 7.18) weist eine erste Spitze von 10:00 bis 11:00 Uhr, eine zweite von 14:00 bis 15:00 auf und fällt dann allmählich, ab 19:00 deutlich ab. Bei der ersten Spitze könnte es sich um Radtouristen handeln, die Tulln in der Früh Richtung Wien verlassen. Auch Entfernung (ca. 17 km bis Tulln) und Durchschnittsgeschwindigkeit (siehe Tabelle 5.1) und die sich daraus ergebende Fahrzeit von ungefähr einer Stunde lassen dies wahrscheinlich sein. Die zweite Spitze könnte durch Radtouristen, die Krems (etwa 60 km entfernt) in der Früh verlassen, bedingt sein.

Die Ganglinie stromauf (siehe Abbildung 7.19) weist zwei annähernd gleich starke Spitzenstunden auf, ab 10:00 Uhr und ab 17:00 Uhr. Wie beim Radverkehr stromauf generell dürfte es sich eher um Freizeit- und Rennradfahrer und nicht Radtouristen handeln. Die erste Spitze könnte nicht im Erwerbsleben Stehende, die zweite Radfahrer, die nach Arbeitsende eine Radrunde fahren, repräsentieren. In Abbildung 7.20 ist die Ganglinie für den Gesamtverkehr zu sehen.

An Werktagen ist der Anteil an Radtouristen wahrscheinlich höher, insgesamt und auch zu jeder Zeit fahren mehr Radfahrer stromab, wie in Abbildung 7.21 und auch Abbildung 7.34 zu sehen ist.

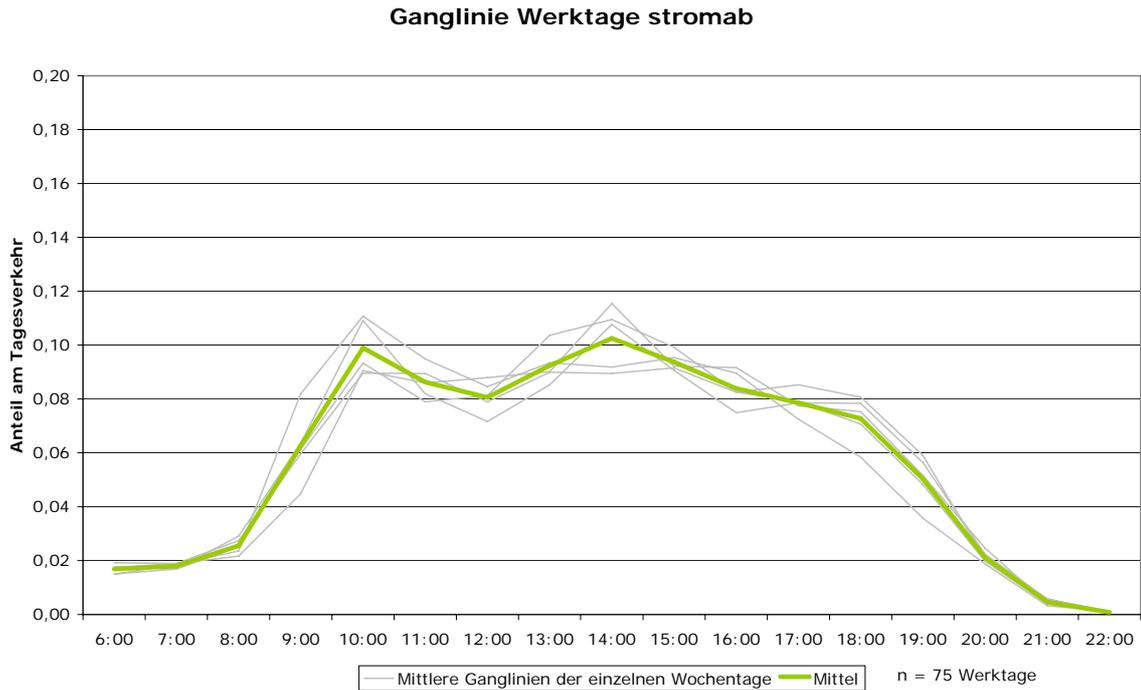


Abbildung 7.18: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 75 trockenen Werktagen in den Jahren 2008 und 2009, stromab

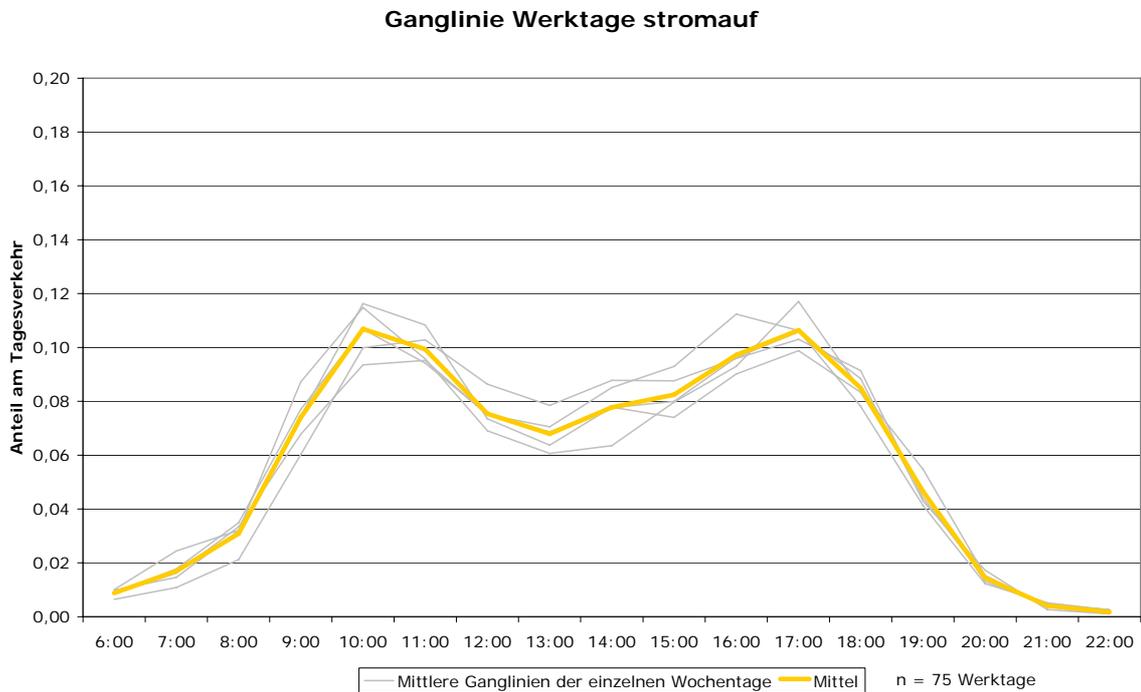


Abbildung 7.19: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 75 trockenen Werktagen in den Jahren 2008 und 2009, stromauf

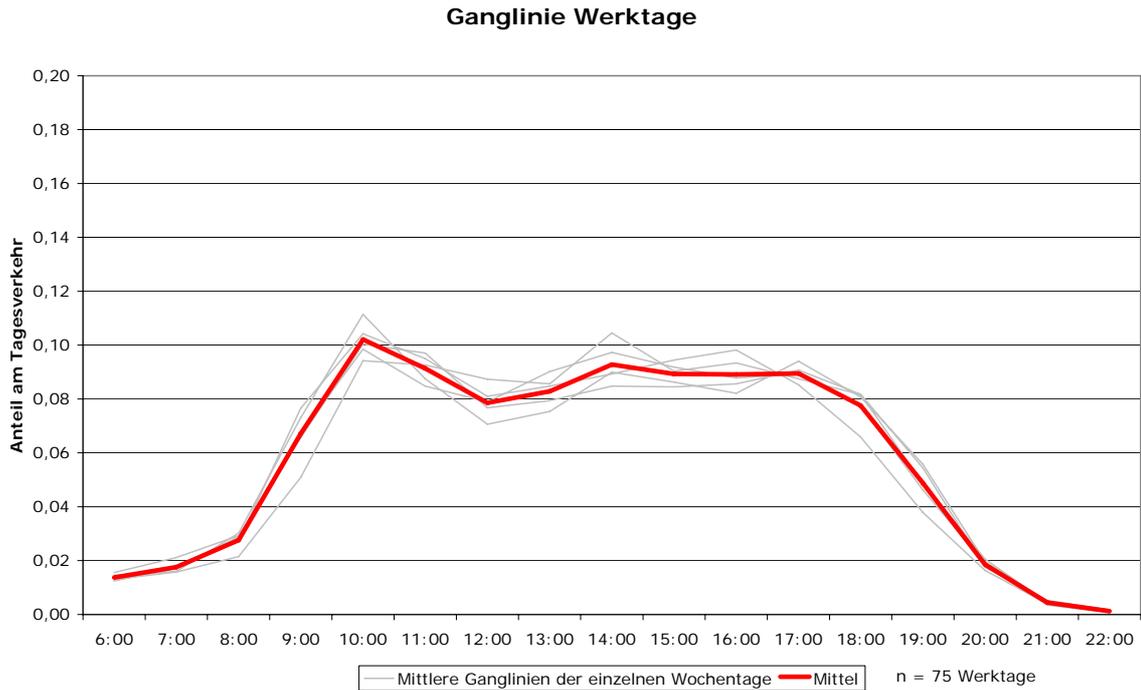


Abbildung 7.20: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 75 trockenen Werktagen in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen)

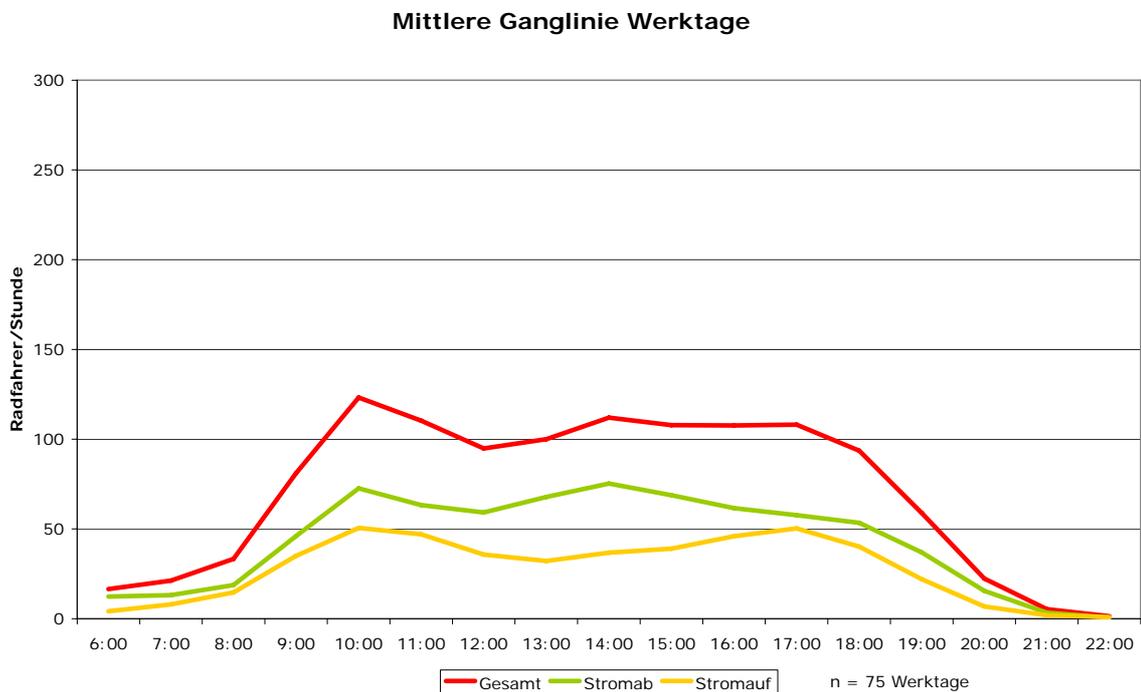


Abbildung 7.21: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere absolute Tagesganglinie von 75 trockenen Werktagen in den Jahren 2008 und 2009

7.3.5. Vergleich der relativen Tagesganglinien

In Abbildung 7.22 bis Abbildung 7.24 werden die relativen Tagesganglinien der verschiedenen Wochentage verglichen.

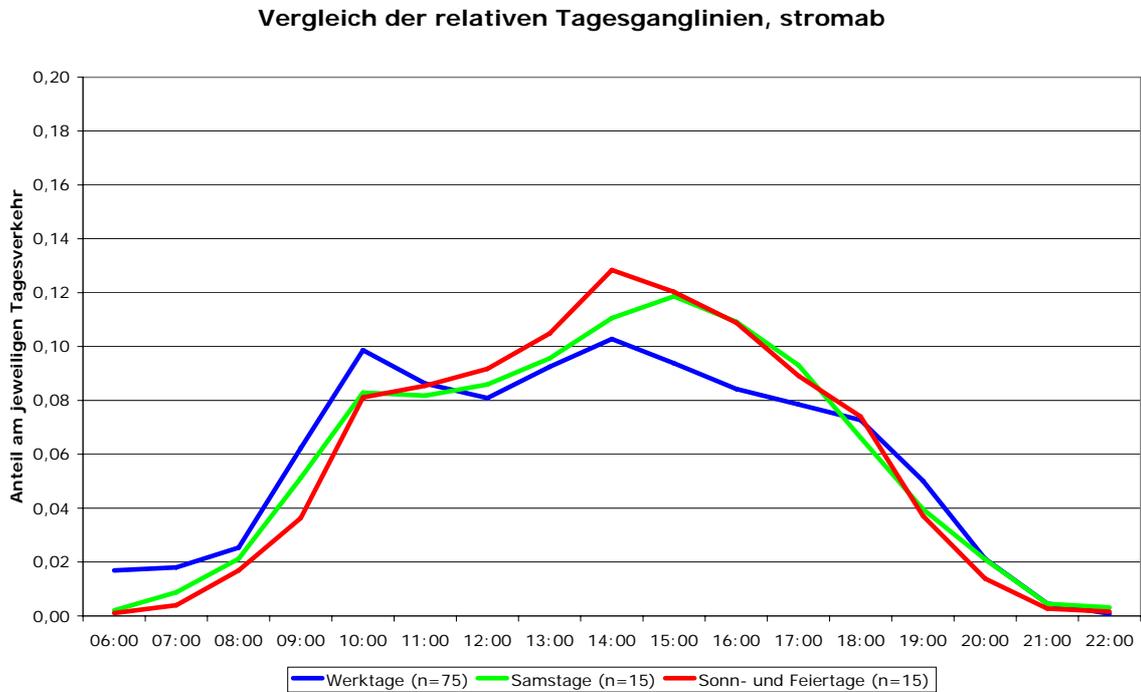


Abbildung 7.22: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren relativen Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, stromab

Vergleich der relativen Tagesganglinien, stromauf

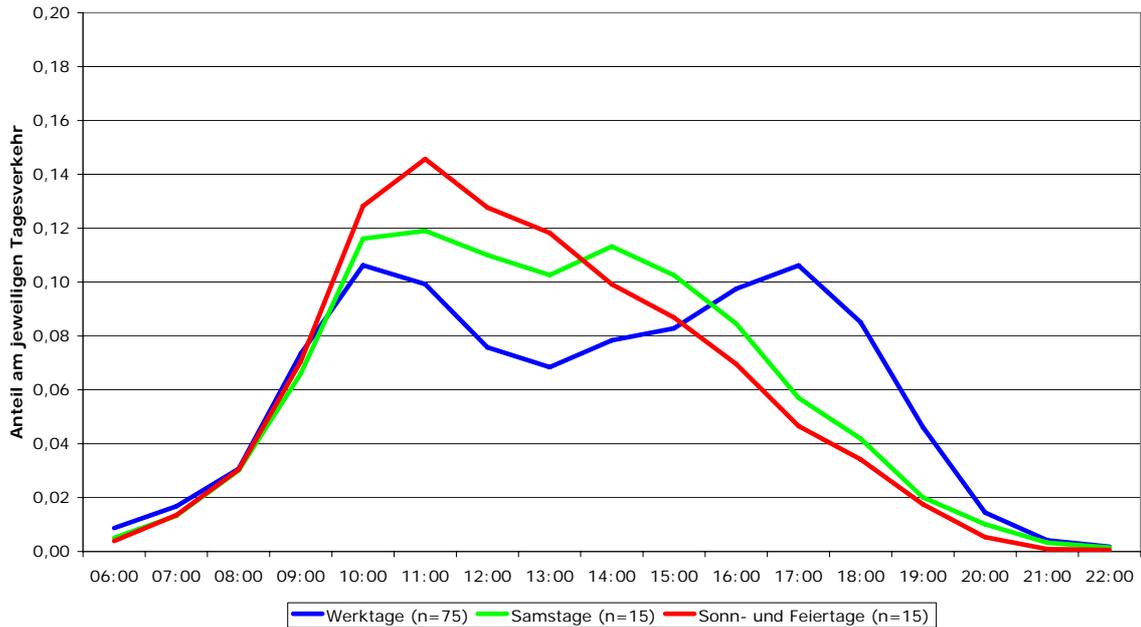


Abbildung 7.23: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren relativen Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, stromauf

Vergleich der relativen Tagesganglinien, gesamt

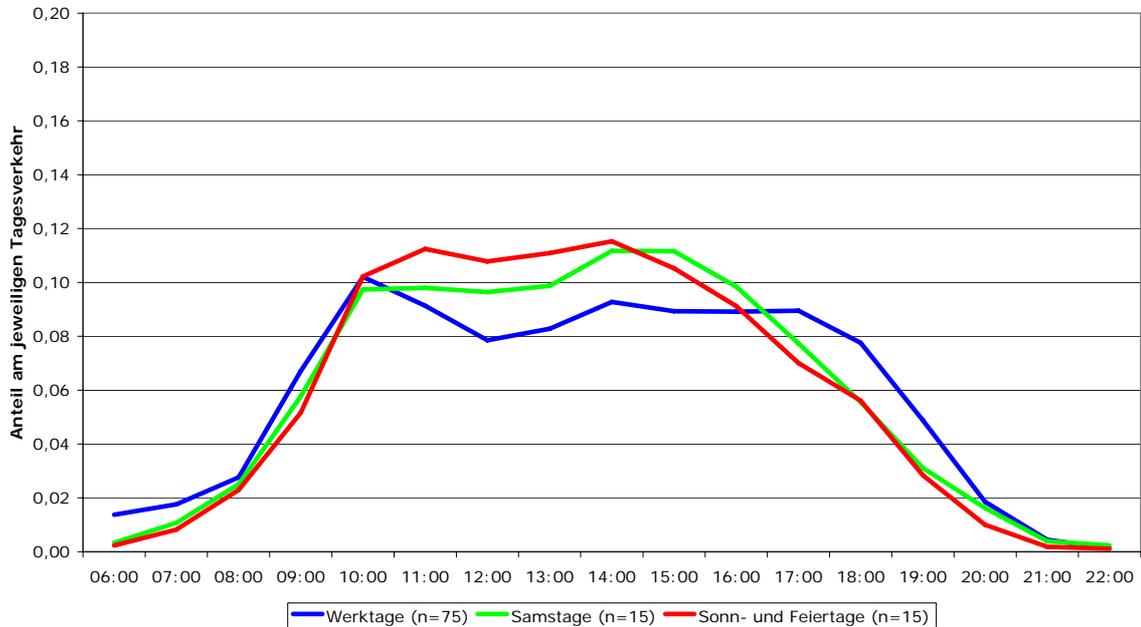


Abbildung 7.24: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren relativen Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen)

7.3.6. Vergleich der absoluten Tagesganglinien

In Abbildung 7.25 bis Abbildung 7.27 werden die absoluten Tagesganglinien der verschiedenen Wochentage verglichen.

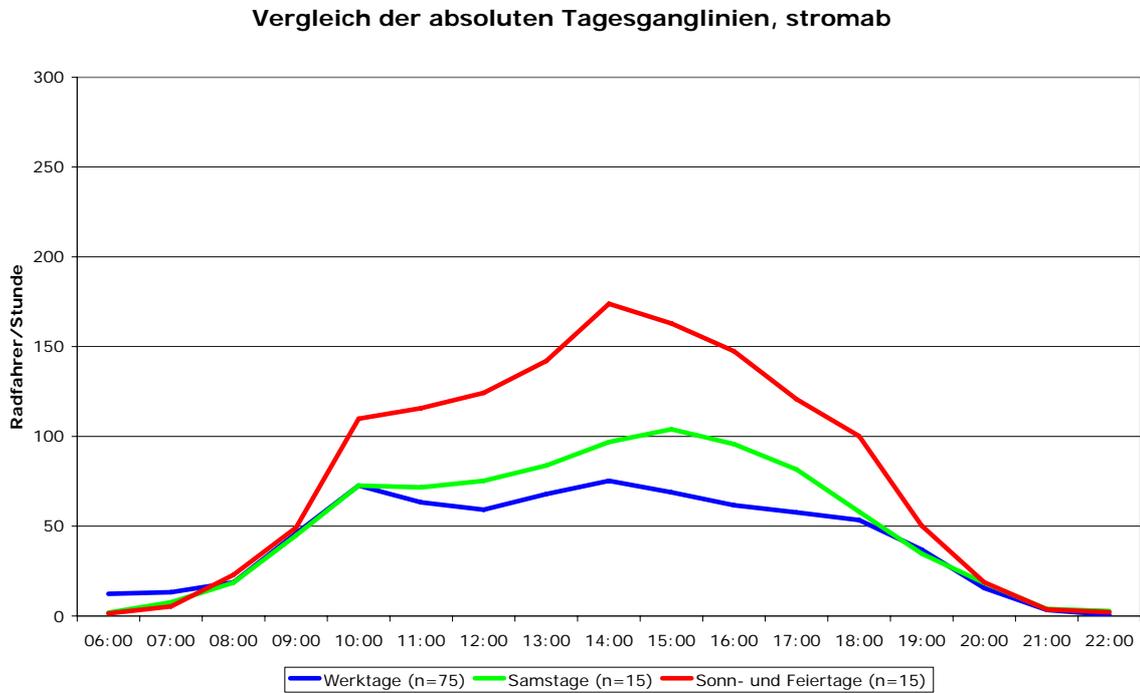


Abbildung 7.25: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren absoluten Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, stromab

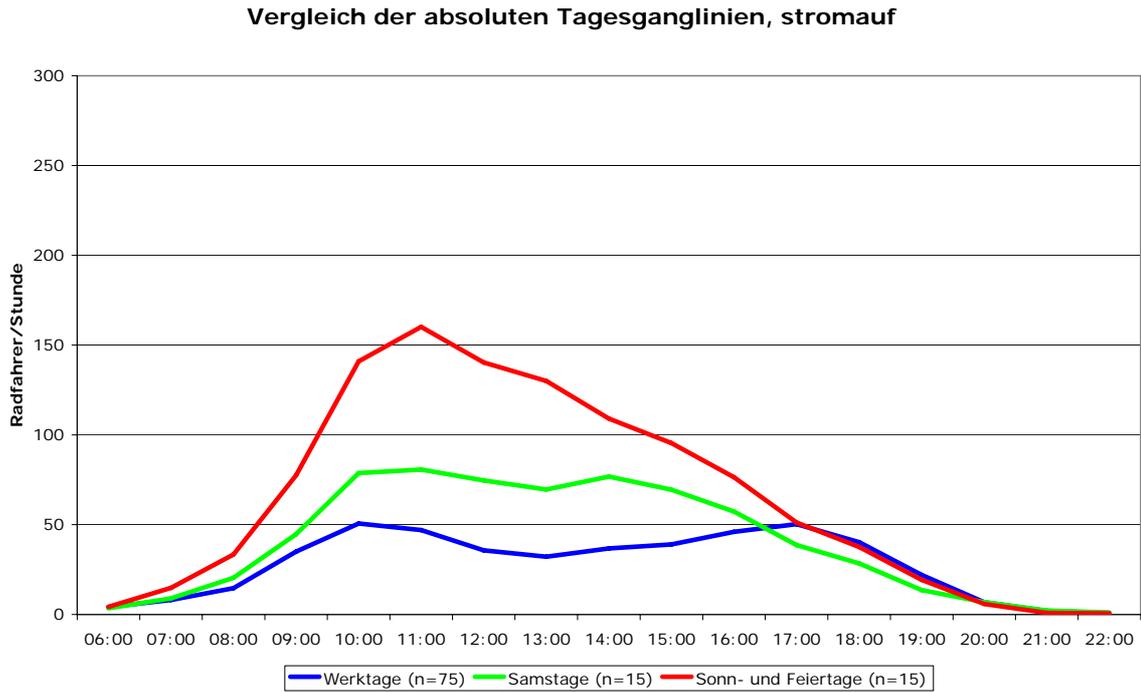


Abbildung 7.26: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren absoluten Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, stromauf

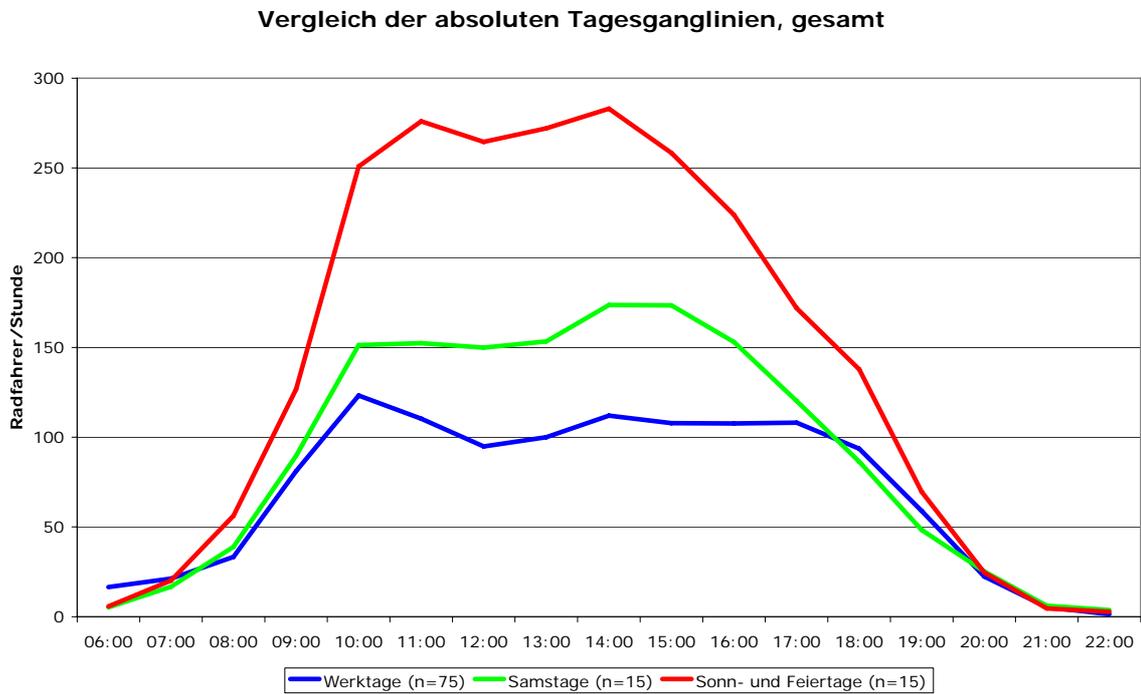


Abbildung 7.27: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren absoluten Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen)

7.4. Verkehrsmengen nach Fahrtrichtung

Da die klassische Fahrtrichtung der Radtouristen stromab ist (ZEITLHOFER 2001), sind jahreszeitliche Unterschiede in der Richtungsaufteilung auch in Hinblick auf diese Tatsache zu interpretieren.

Hinsichtlich der Aufteilung über das gesamte Jahr gesehen, ist über die ganze Radsaison (April bis September) eine Übergewichtung stromab zu erkennen. Außerhalb dieser Zeit ist das Verhältnis ausgeglichener oder sogar umgedreht (siehe Abbildung 7.28 und Abbildung 7.29), allerdings bei viel geringeren Tagesverkehrsmengen.

Während der Radsaison ist zu erkennen, dass bei schlechten Radfahrbedingungen (kalt, Niederschlag) ein deutlicher Anstieg des Anteils stromab zu verzeichnen ist (siehe Abbildung 7.30/Abbildung 7.31 und Abbildung 7.32/Abbildung 7.33). Dieser könnte durch einen höheren Anteil an Radtouristen (die hauptsächlich stromab fahren) gegenüber dem – in Bezug auf die Fahrtrichtung – ausgeglicheneren Freizeitradverkehr erklärt werden. Radtouristen haben bei schlechtem Wetter kaum Alternativen als trotzdem ihre Tour fortzusetzen, während Freizeit- und auch Rennradfahrer seltener eine Fahrt bei diesen Bedingungen beginnen werden.

Die Darstellung nach Wochentagen (Abbildung 7.34) zeigt einen Anstieg des Anteils stromab vor Wochenenden an Donnerstagen und Freitagen. Hierbei könnte es sich um Radtouristen handeln, die noch vor dem Wochenende Wien erreichen, beziehungsweise kommen Radfahrer, die ihre ungefähr einwöchige Donauradwegtour am Wochenende in Passau beginnen, gegen Ende der Woche in Wien an.

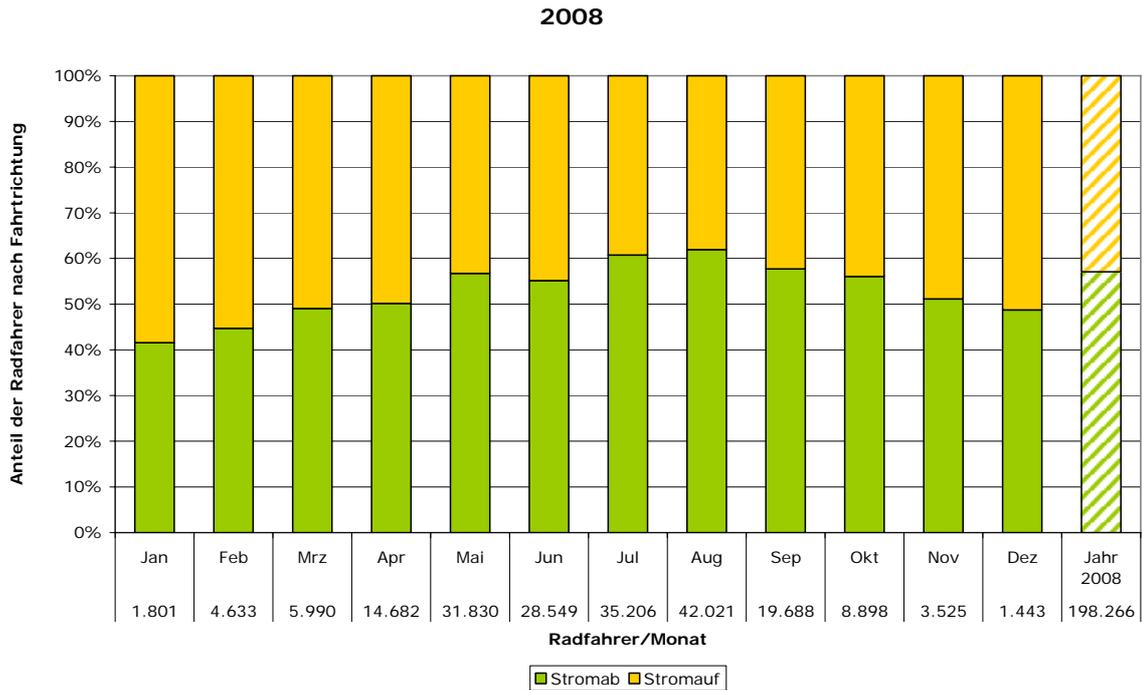


Abbildung 7.28: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung

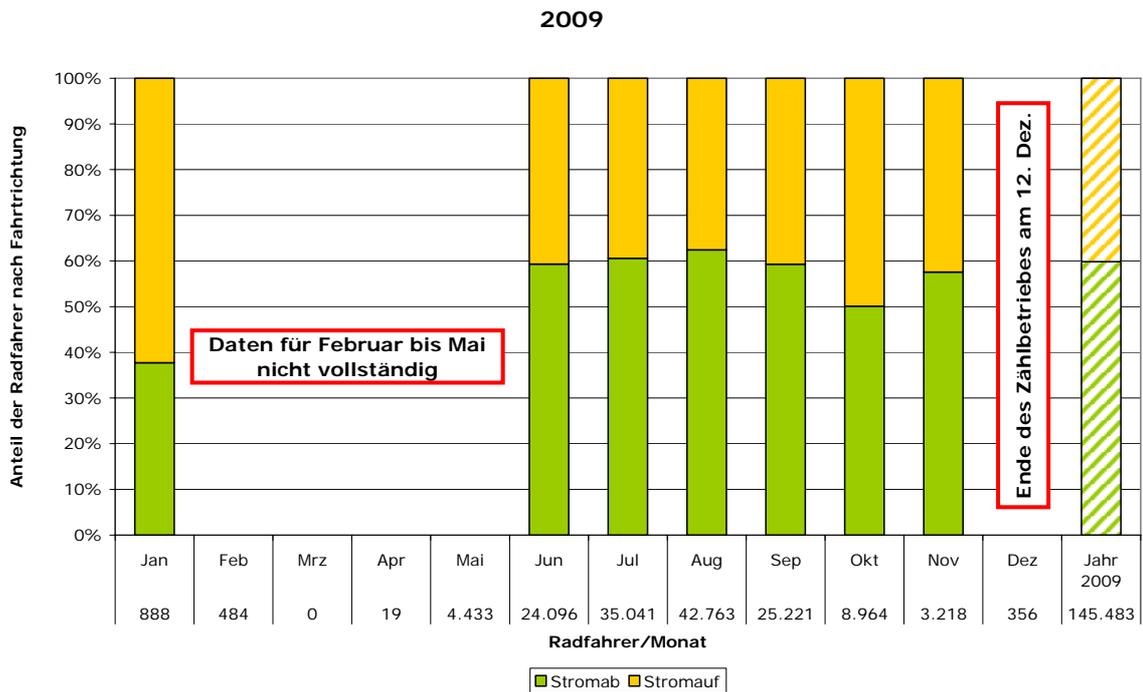


Abbildung 7.29: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung

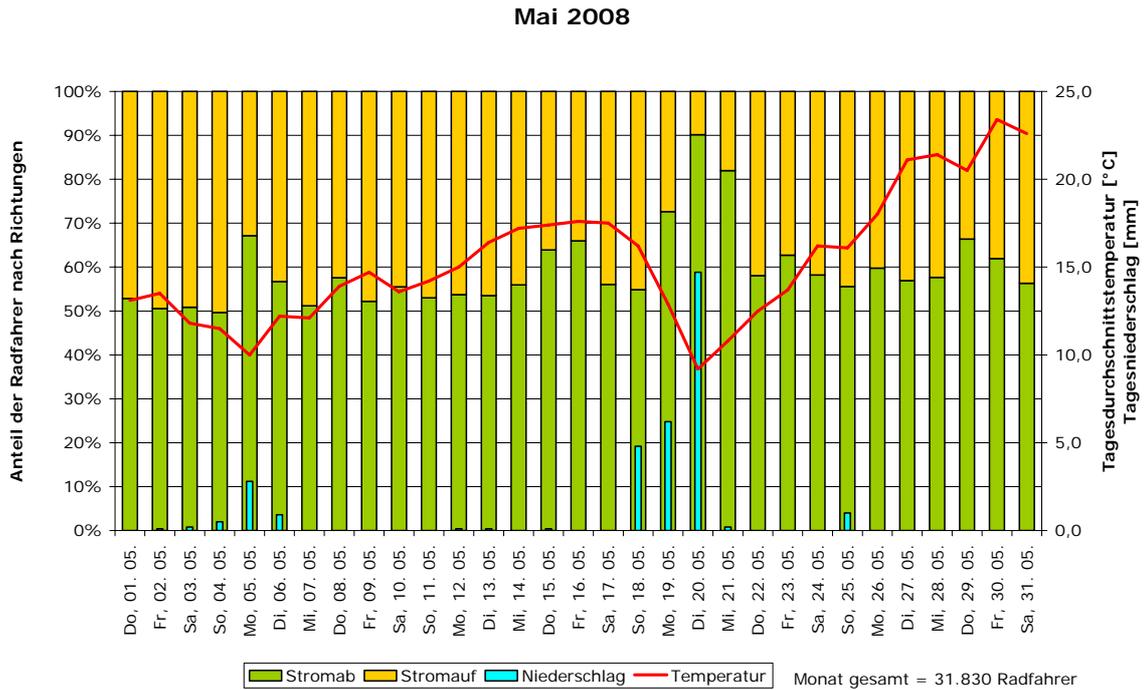


Abbildung 7.30: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung

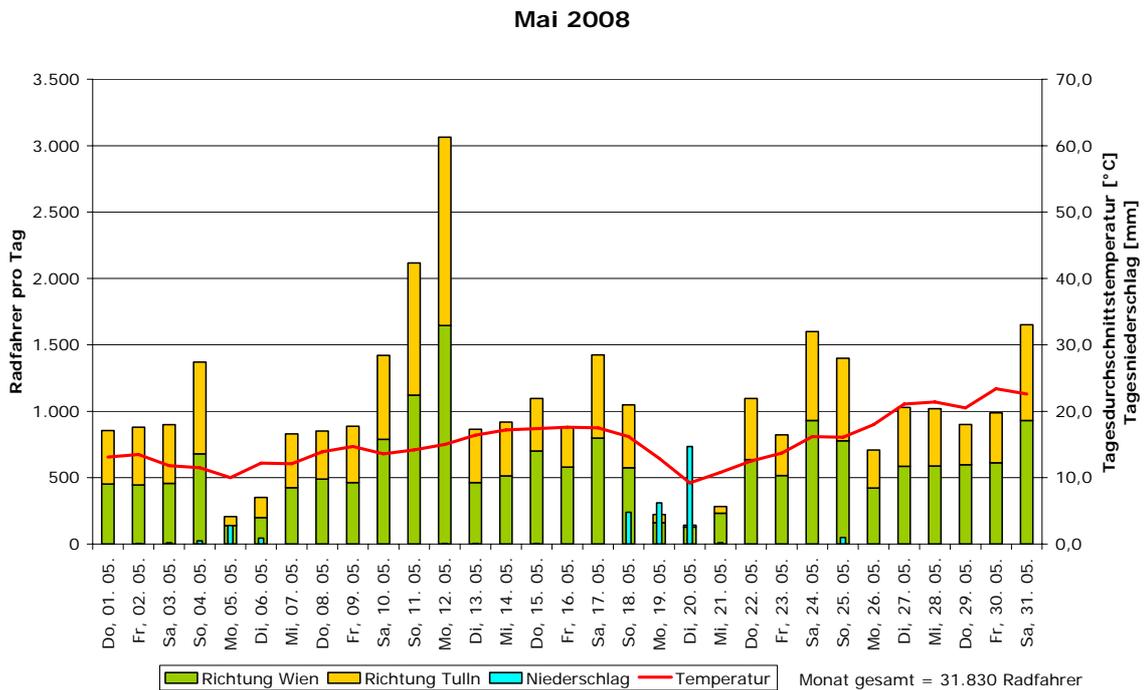


Abbildung 7.31: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung der Radverkehrsmenge zur Richtungsaufteilung in Abbildung 7.30

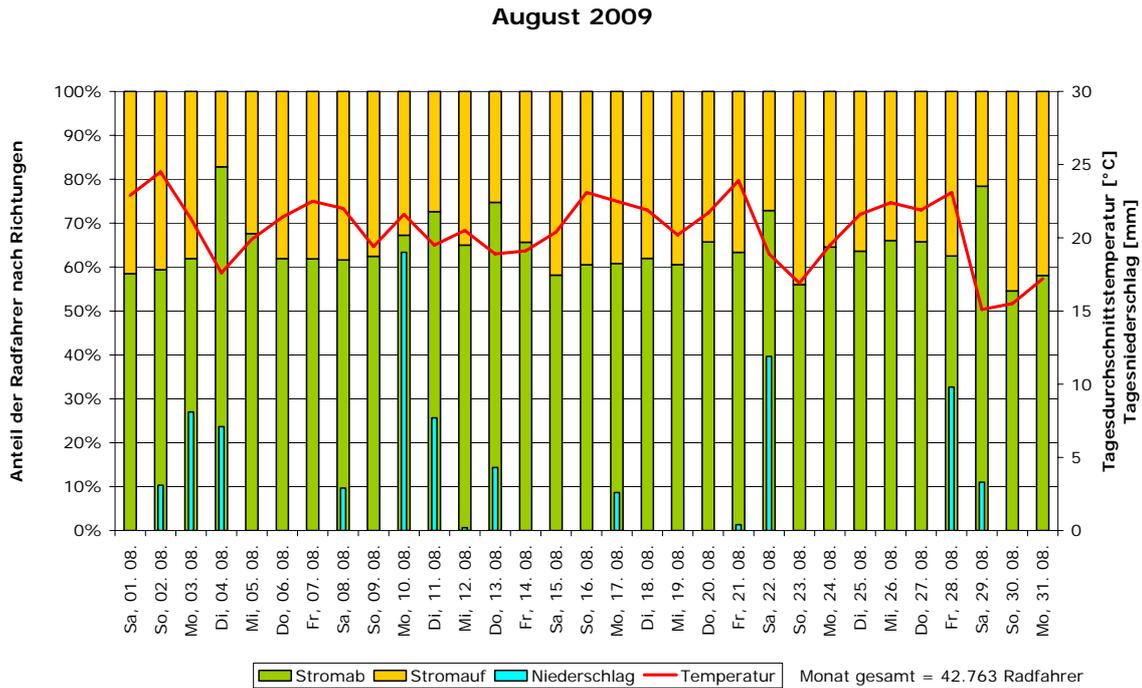


Abbildung 7.32: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung

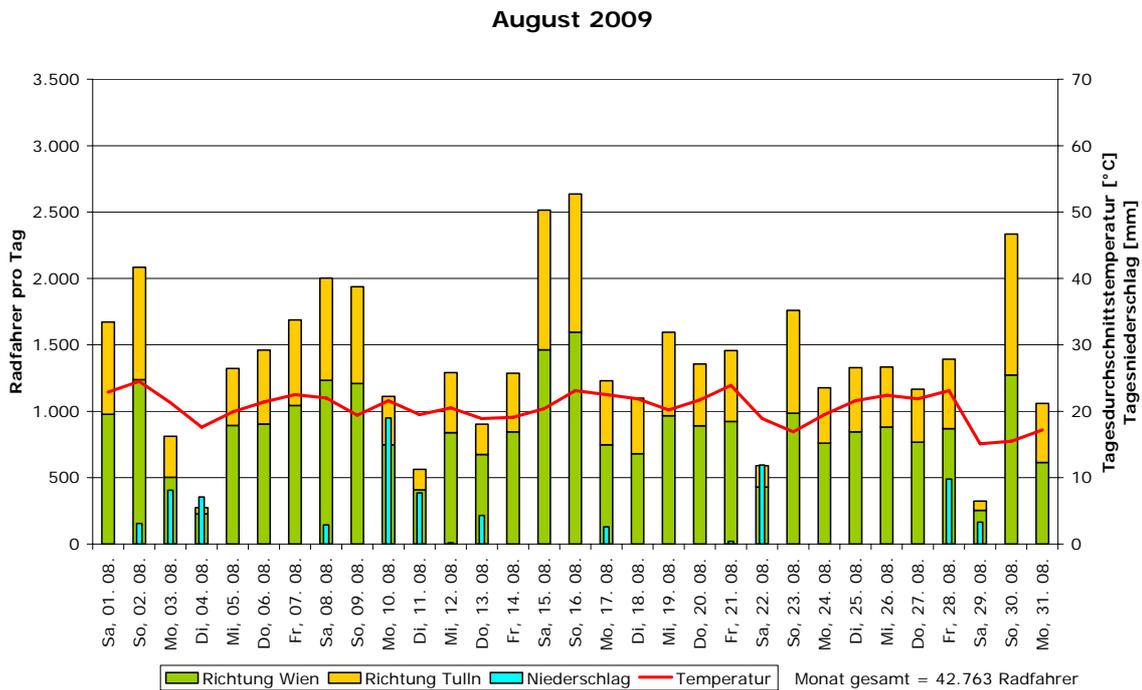


Abbildung 7.33: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung der Radverkehrsmenge zur Richtungsauflteilung in Abbildung 7.32

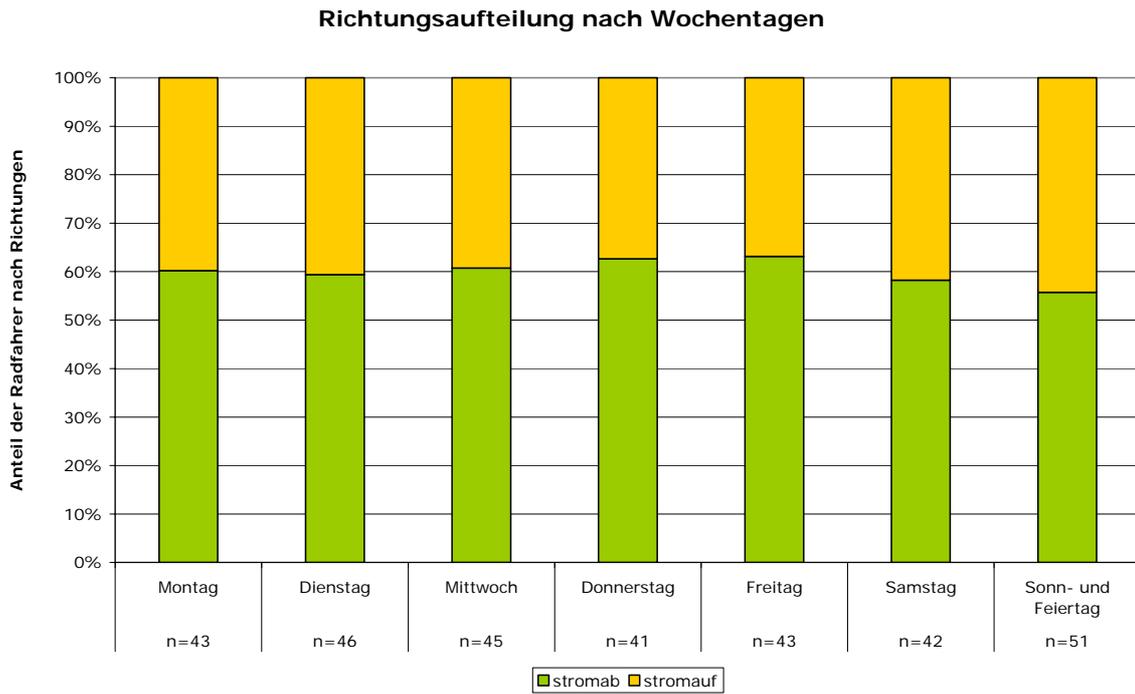


Abbildung 7.34: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung, alle Tage in Radsaison 2008 und 2009, n= Anzahl der in die Berechnung eingeflossenen Tage

7.5. Vergleich mit anderen Radverkehrszählungen

Durch die Firma EBE Solutions wurden im Auftrag des Landes Niederösterreich verschiedene temporäre Radverkehrszählungen durchgeführt, vor allem an touristisch bedeutenden Radwegen, unter anderem auch auf dem Donauradweg (in Tulln, Greifenstein, Spitz, Mitterarnsdorf, Ybbs, Ardagger, Orth an der Donau und Wolfsthal) und die Ergebnisse in Diagrammform veröffentlicht. Diese Zählungen wurden mit einem kombinierten Laser- und Videozählgerät durchgeführt. (EBE SOLUTIONS, 2006)

Die Daten von Tulln und Orth a. d. Donau werden im folgenden Teil mit den Daten der Zählstelle in Klosterneuburg im gleichen Zeitraum verglichen. Die Aufteilung der Tagessumme auf die zwei Fahrtrichtungen wurde aus den Diagrammen geschätzt. Zur besseren Übersichtlichkeit wurden die Wetterdaten für die Zählstelle in Klosterneuburg verwendet.

7.5.1. Vergleich mit Zählung in Tulln

Die Zählung auf dem Donauradweg in Tulln wurde auf dem rechten Donauufer auf der Höhe des Alpenvereinshauses durchgeführt. Die Zählstelle liegt stromabwärts gesehen vor dem Tullner Stadtzentrum, zwischen den zwei Donaubrücken, und ist von der Zählstelle in Klosterneuburg etwa 18 Kilometer entfernt.

Die Daten für die zweite Junihälfte zeigen, dass bei ungünstigen Radfahrbedingungen beide Stellen ungefähr gleiche Radfahrerzahlen aufweisen, bei guten Wetterverhältnissen allerdings bis zu doppelt so viele Radfahrer die Zählstelle in Klosterneuburg passieren (siehe Abbildung 7.35 bis Abbildung 7.37). Eine mögliche Erklärung ist, dass bei schlechtem Wetter die Radtouristen trotzdem den Donauradweg benutzen, da sie keine andere Möglichkeit haben. Diese Radtouristen treten in Radweg-Längsrichtung eher gleichmäßig verteilt auf, weil sie den ganzen Radwegverlauf befahren. Radsportler und Freizeitradfahrer aber, die bevorzugt bei angenehmen Bedingungen fahren, treten vermehrt im Nahbereich des Ballungsraums Wien auf.

Über den Vergleichszeitraum insgesamt zeigt die Zählstelle in Klosterneuburg um circa 50 % höhere Radverkehrsmengen.

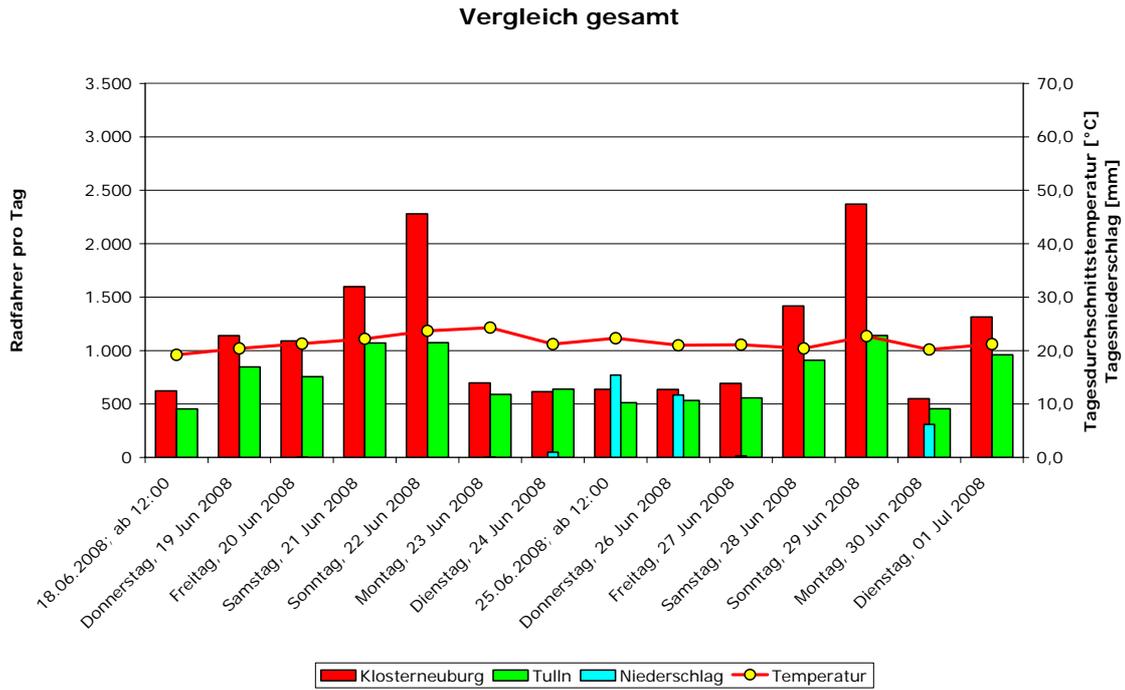


Abbildung 7.35: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Tulln; gesamt
(Quelle der Zählung in Tulln: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)

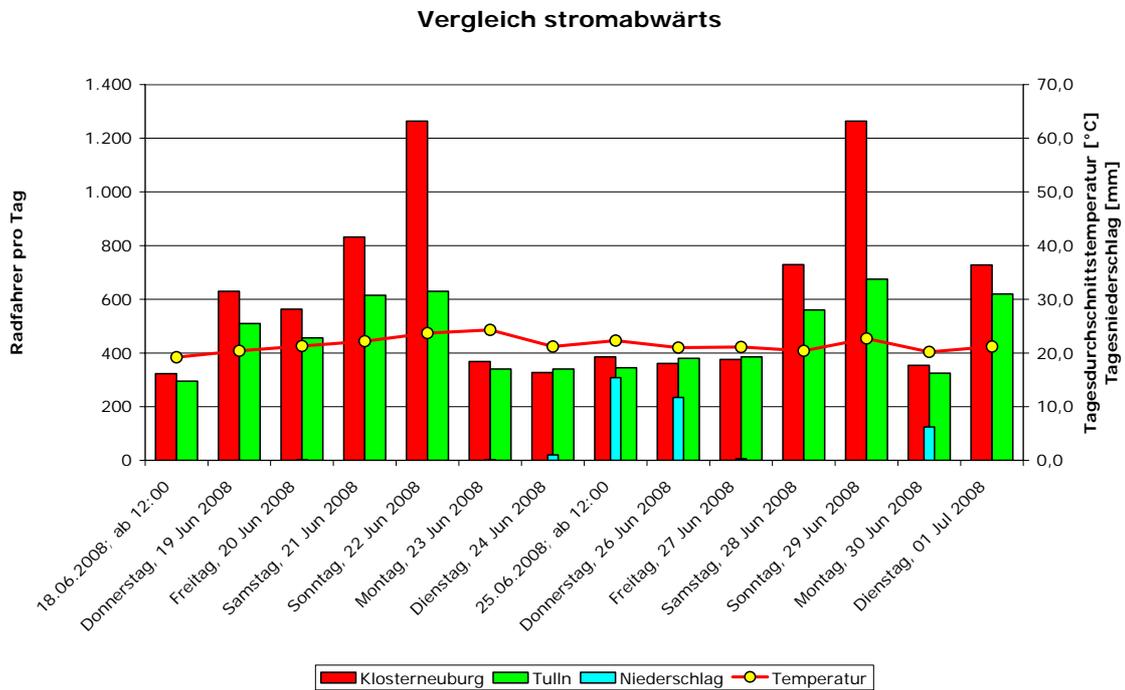


Abbildung 7.36: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Tulln; stromabwärts
(Quelle der Zählung in Tulln: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)

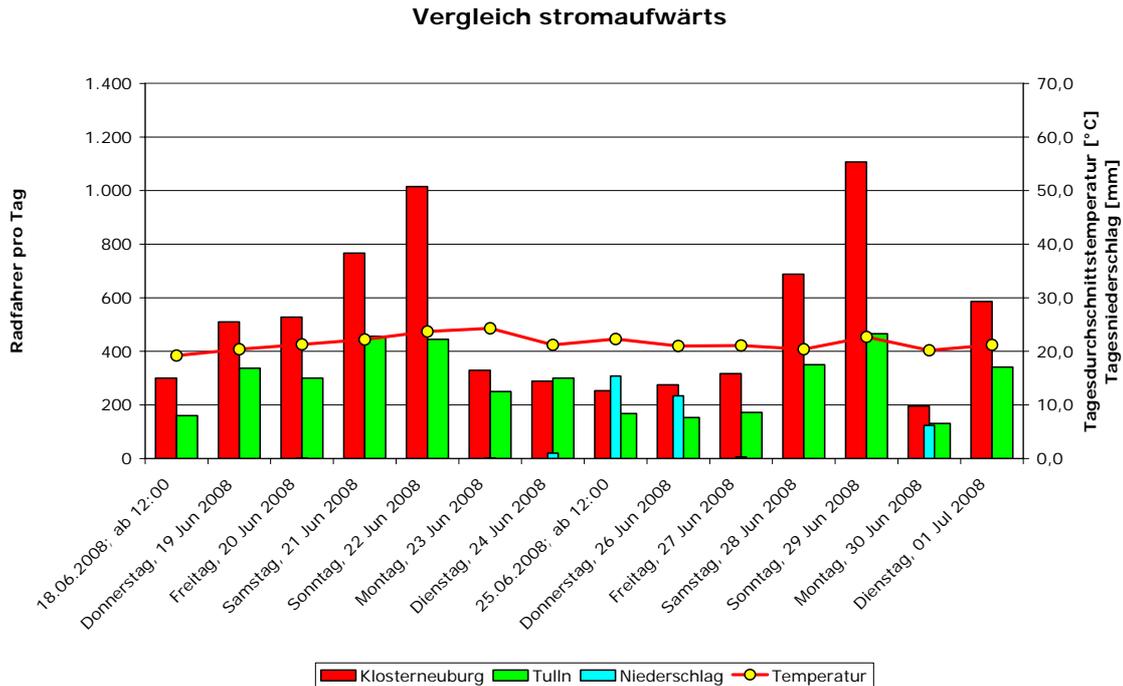


Abbildung 7.37: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Tulln; stromaufwärts (Quelle der Zählung in Tulln: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)

7.5.2. Vergleich mit Zählung in Orth a. d. Donau

Die Zählstelle in Orth a. d. Donau ist von der Zählstelle in Klosterneuburg etwa 45 Radwegkilometer entfernt und liegt auf dem linken Donauufer unterhalb von Wien. In diesem Bereich besteht am rechten Ufer kein Radweg. Zum Vergleich wurde in Abbildung 7.38 bis Abbildung 7.40 der Zeitraum Mitte Oktober 2008 herangezogen, weil nur in diesem Zeitraum Radverkehrsmengen in Orth a. d. Donau erhoben wurden.

Die Zählstelle weist zu jeder Zeit deutlich geringere Radverkehrsmengen als Klosterneuburg auf. Über den Vergleichszeitraum insgesamt zeigt die Zählstelle in Klosterneuburg mehr als 4,5 mal so viele Radfahrer.

Die Zählstelle in Orth a. d. Donau liegt in weniger dicht besiedeltem Gebiet und ist weiter von dicht bewohnten Wiener Bezirken entfernt als die Zählstelle in Klosterneuburg. Zudem besteht durch das Fehlen des rechtsufrigen Radweges keine Möglichkeit, mit dem Rad eine Runde zu fahren, es muss für den Rückweg im Bereich der Donau also genau der gleiche Weg benutzt werden, im Hinterland stehen nur Straßen zur Verfügung. Dadurch könnte der unterhalb von Wien gelegene Teil des

Donauradweges für Freizeitradfahrer weniger attraktiv erscheinen. Außerdem dürfte der Großteil der Radtouristen die Reise in Wien beenden.

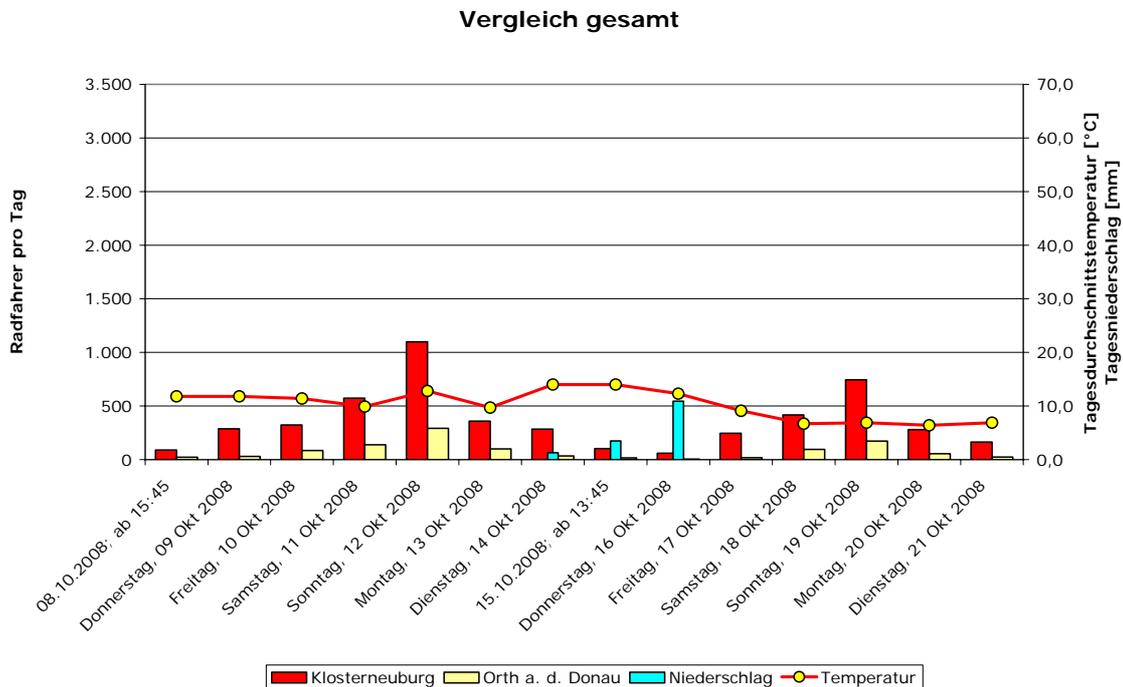


Abbildung 7.38: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Orth a. d. Donau; gesamt (Quelle der Zählung in Orth: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)

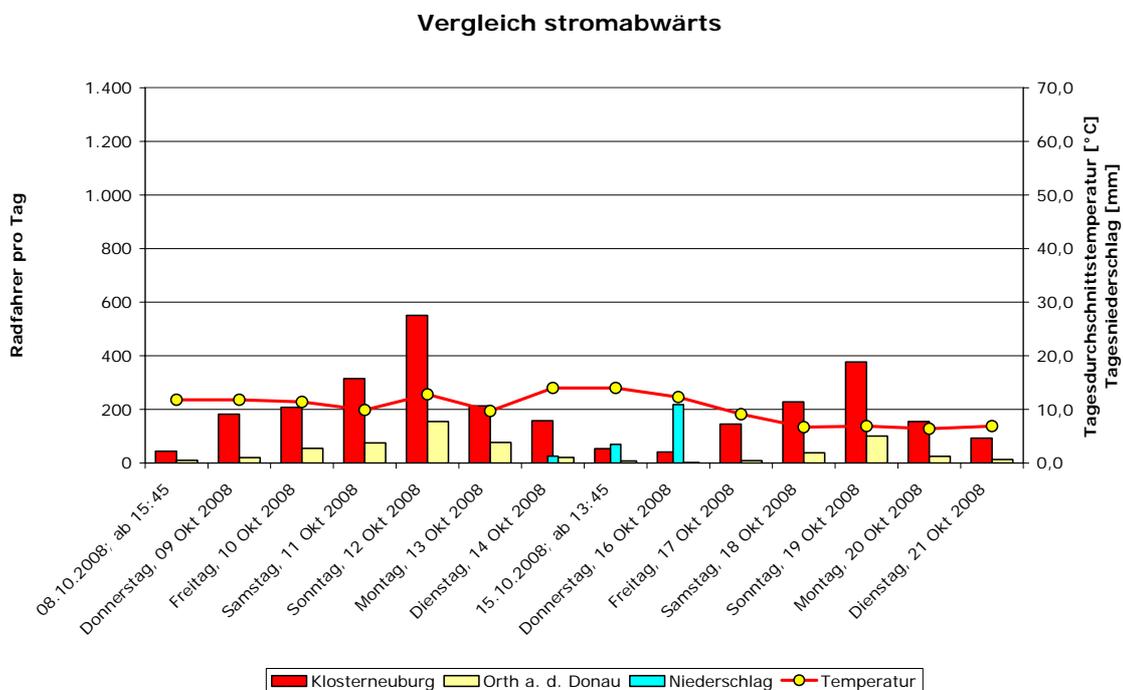


Abbildung 7.39: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Orth a. d. Donau; stromabwärts (Quelle der Zählung in Orth: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)

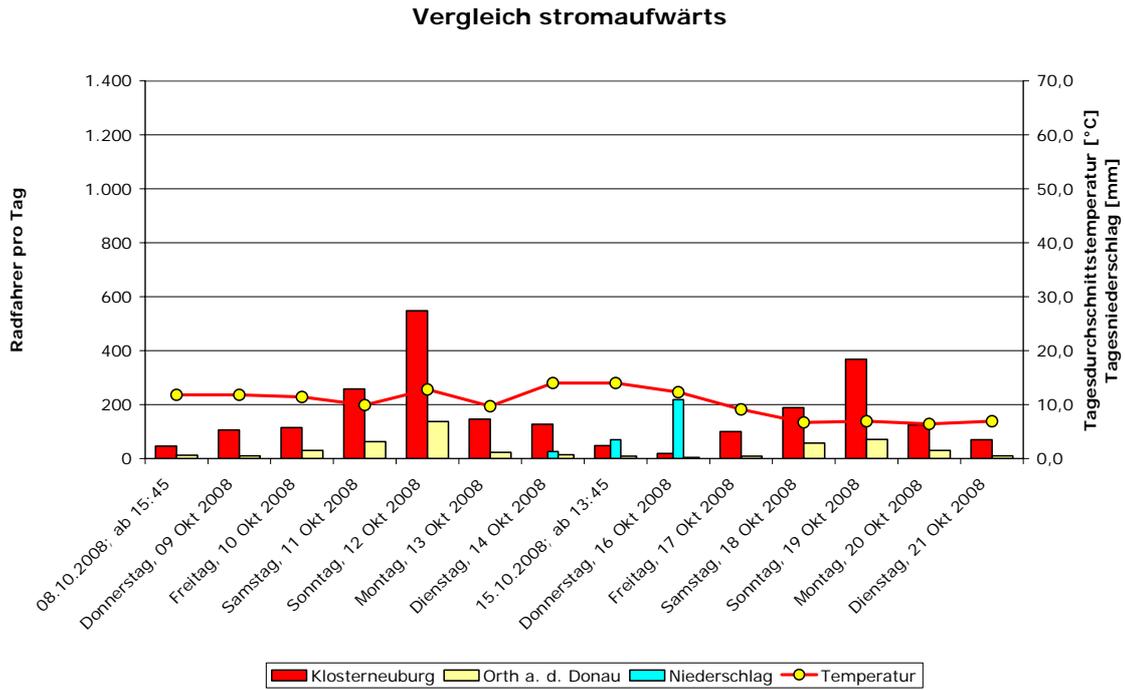


Abbildung 7.40: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Orth a. d. Donau; stromaufwärts (Quelle der Zählung in Orth: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)

8. Modell zur Prognose des Radverkehrs

Die vorhandenen Daten über den Zeitraum einer gesamten Radsaison (des Jahres 2008) sollten dazu genutzt werden, ein Modell zur Prognose des Radverkehrs zu erstellen. Die Rahmenbedingungen wurden nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewählt.

8.1. Zeitraum

Da ein solches Modell, besonders an dieser Zählstelle am Donauradweg, vor allem für den Tourismusbereich von Interesse wäre, wurde eine Einschränkung auf die Radsaison vorgenommen. Aufgrund der Daten des Radverkehrs (Menge und zeitliche Verteilung) und kalendarischer Überlegungen wurde diese mit den Monaten April bis September definiert. Dadurch ist eine Anwendung des Modells auf den Zeitraum außerhalb dieses Halbjahres nicht zuverlässig.

8.2. Auflösung

Aus Gründen der einfacheren Handhabbarkeit wurde als Zielgröße die Radverkehrsmenge eines Tages gewählt. Für eine weitere zeitliche Unterteilung dieser Menge kann mit der mittleren relativen Tagesganglinie des jeweiligen Wochentages multipliziert werden, um stündliche Verkehrsmengen zu erhalten.

8.3. Eingangsgrößen

8.3.1. Wochentag

Bereits beim Betrachten der Daten zeigte sich eine große Abhängigkeit der Radverkehrsmenge vom Wochentag. Die Einteilung in Gruppen erfolgte analog zur Erstellung von Ganglinien, wo sich bereits eine einheitliche Charakteristik dieser Gruppen zeigte (siehe Kapitel Tagesganglinien, Seiten 42ff), die auch für dieses Modell angenommen wird. Für das Modell wurden die Wochentage Montag bis Freitag als Werktage zusammengefasst, sofern es sich nicht um Feiertage handelte.

Die Feiertage wurden mit den Sonntagen in einer Gruppe vereint, da ansonsten die Anzahl der Feiertage eine zu kleine Stichprobe darstellen würde.

Es wurde also eine Unterteilung in

- Werktag,
- Samstag oder
- Sonn- und Feiertag

getroffen.

8.3.2. Wetter

Da Radfahrer stark der Witterung ausgesetzt sind, wird für dieses Modell ein Einfluss des Wetters auf die Radverkehrsmenge angenommen. Dies erscheint besonders angesichts des hohen Anteils an Freizeitradfahrern zweckmäßig. Aufgrund der leichten Verfügbarkeit und der einfachen Handhabung wurde eine Beschränkung auf die Größen

- Tagesniederschlag und
- Tagesdurchschnittstemperatur

getroffen. Es handelt sich bei beiden um skalare Größen, die in diesem Fall in den Einheiten mm/Tag beziehungsweise °C angegeben werden. Diese Daten werden von nahezu allen Wettermessstationen erhoben und sind daher flächendeckend verfügbar.

Der Wind wurde in diesem Modell nicht berücksichtigt, weil einerseits die Daten nicht so leicht verfügbar sind und er andererseits als vektorielle Größe (deren Richtung auch berücksichtigt werden sollte) schwerer in das Modell einzubinden wäre. Es wird die Annahme getroffen, dass das Wetter für dieses Modell durch Niederschlag und Temperatur ausreichend genau dargestellt wird.

8.4. Berechnung

Es wurde eine schrittweise Regressionsanalyse mit SPSS durchgeführt (nach BACKHAUS, 2011). Die nichtmetrische Größe Wochentag wurde mittels Dummyvariablen in das Modell eingebunden. In Tabelle 8.1 sind die aufgenommenen

Variablen ersichtlich. Dabei handelt es sich um „Temperatur“, „Niederschlag“ und „Wochentag“ (Durch die zwei Dummyvariablen „SonnFeiertag“ und „Werktag“). Der Wochentag „Samstag“ trifft automatisch zu, wenn beide Dummyvariablen 0 sind und scheint daher selbst nicht auf. Bei der Berechnung wurde keine Variable entfernt, das heißt alle vier Variablen werden in dem Modell berücksichtigt.

In Tabelle 8.2 ist die Güte des Modells zu erkennen. Bei Modell Nummer 4 – dem am besten angepassten – beträgt das Bestimmtheitsmaß R^2 0,720, das heißt, dass 72 % der Varianz der abhängigen Größe durch das Modell erklärt werden. Dies ist ein sehr zufrieden stellender Wert. In Tabelle 8.3 sind schließlich die Koeffizienten des Modells zu sehen, mit denen dann die Anwendung erfolgen kann.

Tabelle 8.1: Aufgenommene/Entfernte Variablen des Prognosemodelles

Modell	Aufgenommene Variablen	Entfernte Variablen
1	Temperatur	.
2	SonnFeiertag	.
3	Niederschlag	.
4	Werktag	.

a. Abhängige Variable: Anzahl Radfahrer pro Tag

Tabelle 8.2: Modellzusammenfassung

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers	Änderungsstatistiken				
					Änderung in R-Quadrat	Änderung in F	df1	df2	Sig. Änderung in F
1	,566 ^a	,320	,316	504,006	,320	85,251	1	181	,000
2	,796 ^b	,633	,629	371,298	,313	153,507	1	180	,000
3	,830 ^c	,690	,684	342,431	,057	32,627	1	179	,000
4	,852 ^d	,726	,720	322,644	,036	23,629	1	178	,000

a. Einflussvariablen : (Konstante), Temperatur

b. Einflussvariablen : (Konstante), Temperatur, SonnFeiertag

c. Einflussvariablen : (Konstante), Temperatur, SonnFeiertag, Niederschlag

d. Einflussvariablen : (Konstante), Temperatur, SonnFeiertag, Niederschlag, Werktag

e. Abhängige Variable: Anzahl Radfahrer pro Tag

Tabelle 8.3: Koeffizienten des Prognosemodelles

Modell	Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Sig.
	Regressionskoeffizient B	Standardfehler	Beta		
1 (Konstante)	-208,340	129,807		-1,605	,110
Temperatur	71,255	7,717	,566	9,233	,000
2 (Konstante)	-395,026	96,808		-4,081	,000
Temperatur	73,491	5,688	,584	12,920	,000
SonnFeiertag	919,020	74,175	,560	12,390	,000
3 (Konstante)	-332,235	89,956		-3,693	,000
Temperatur	73,197	5,246	,581	13,952	,000
SonnFeiertag	944,052	68,549	,575	13,772	,000
Niederschlag	-24,907	4,360	-,238	-5,712	,000
4 (Konstante)	-58,115	101,803		-,571	,569
Temperatur	73,419	4,943	,583	14,852	,000
SonnFeiertag	661,869	86,842	,403	7,622	,000
Niederschlag	-23,540	4,118	-,225	-5,716	,000
Werktag	-338,400	69,616	-,257	-4,861	,000

a. Abhängige Variable: Anzahl Radfahrer pro Tag

Die Berechnung der erwarteten täglichen Radverkehrsmenge erfolgt folgendermaßen:

Für Samstage:

$$\text{Radfahrer} = -58,115 + 73,419 \cdot \text{Temp.} - 23,540 \cdot \text{Niederschlag}$$

Für Sonn- und Feiertage :

$$\text{Radfahrer} = -58,115 + 73,419 \cdot \text{Temp.} - 23,540 \cdot \text{Niederschlag} + 661,869$$

Für Werkstage:

$$\text{Radfahrer} = -58,115 + 73,419 \cdot \text{Temp.} - 23,540 \cdot \text{Niederschlag} - 338,400$$

8.5. Darstellung

In Abbildung 8.1 bis Abbildung 8.6 sind die mit dem Modell berechneten Tagesverkehrsmengen den tatsächlich aufgetretenen Mengen gegenübergestellt.

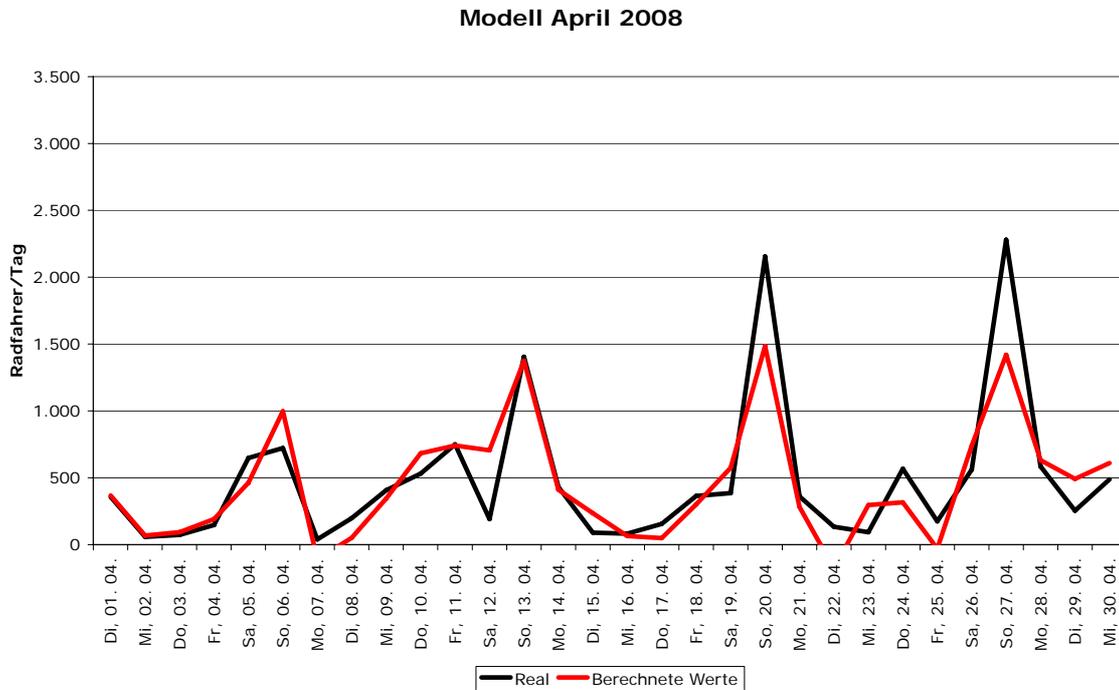


Abbildung 8.1: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte

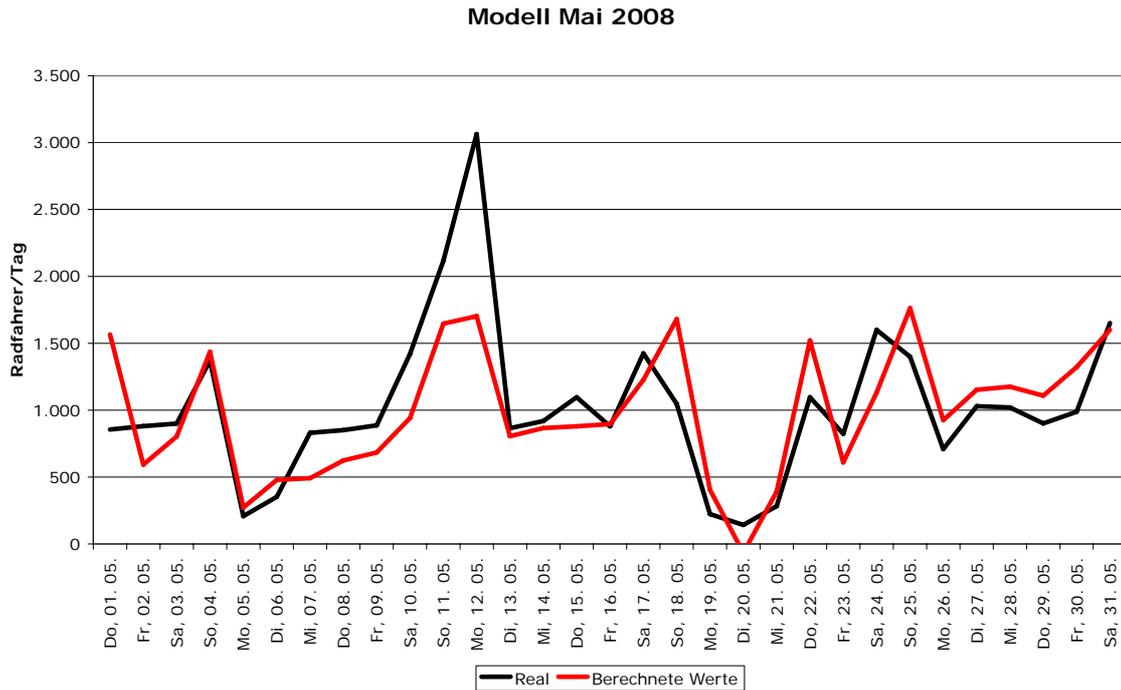


Abbildung 8.2: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte

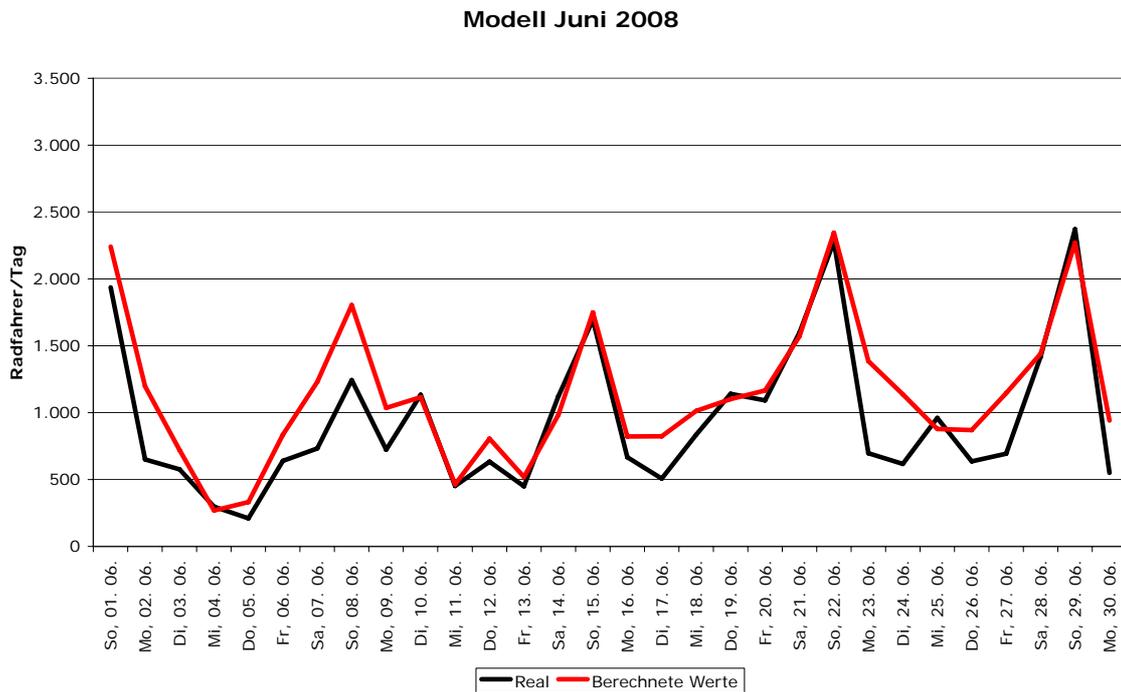


Abbildung 8.3: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte

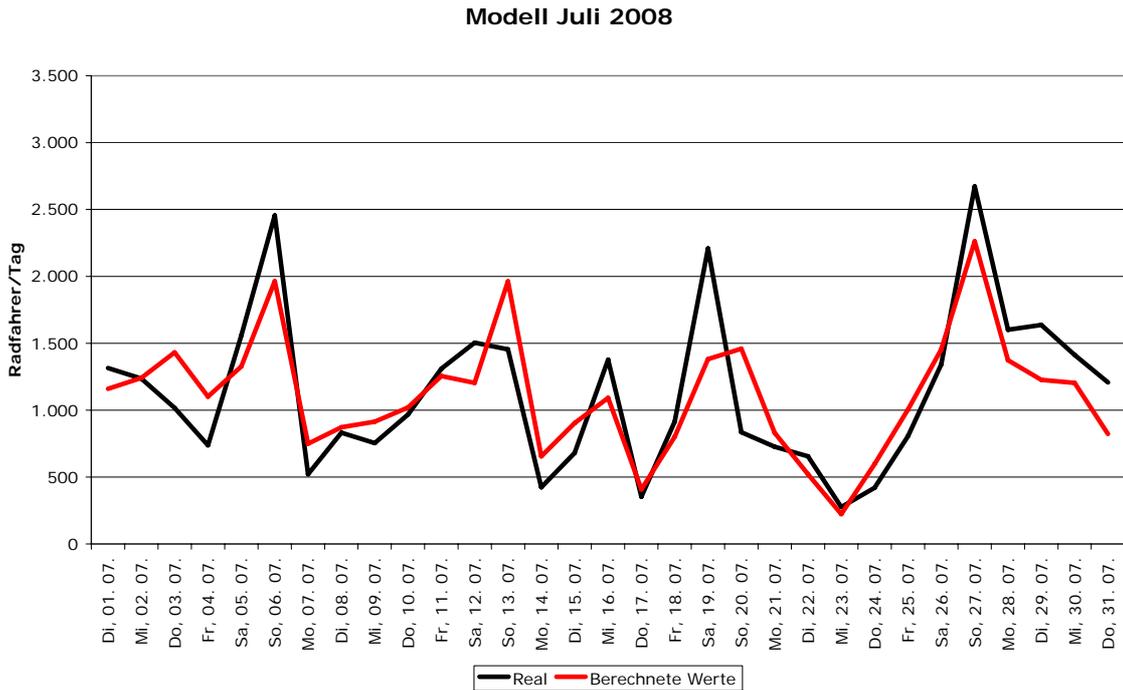


Abbildung 8.4: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte

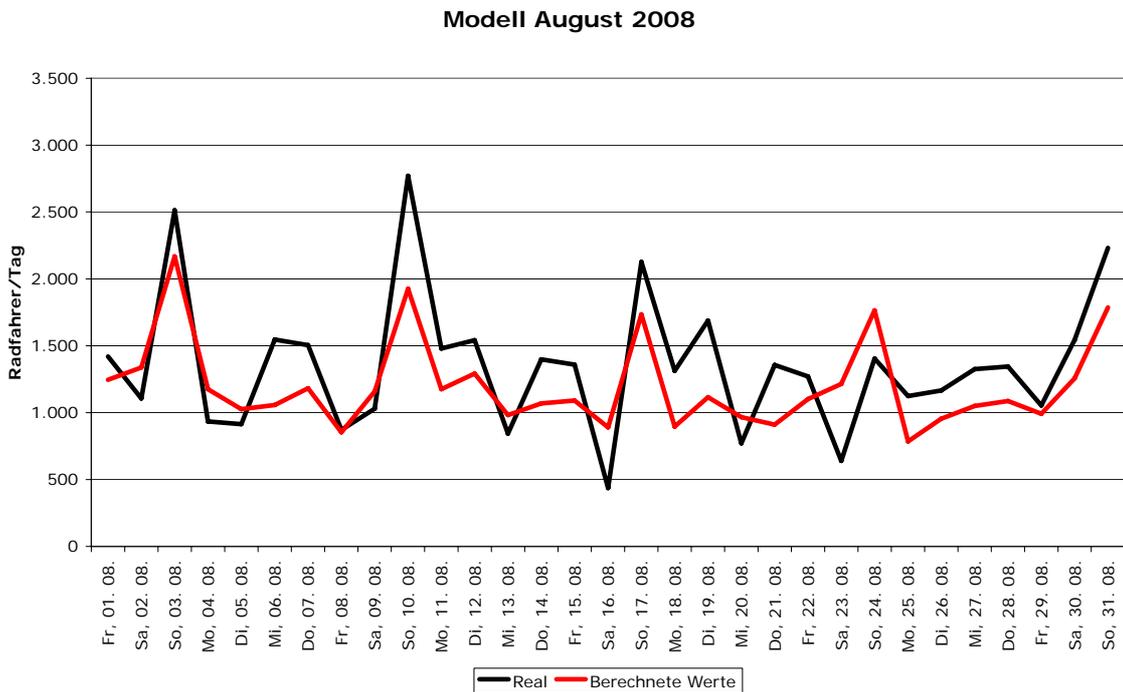


Abbildung 8.5: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte

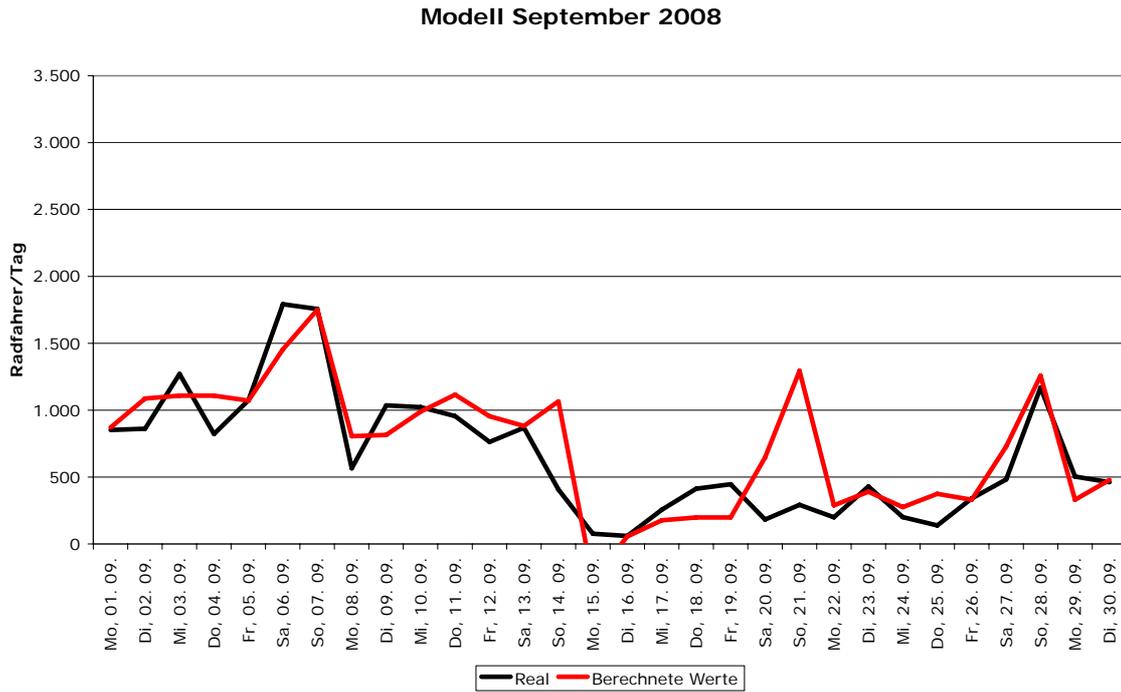


Abbildung 8.6: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte

9. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Diplomarbeit war die Einrichtung und Überprüfung einer Dauerzählstelle für den Radverkehr am Donauradweg in Klosterneuburg. Es sollte die Zählgenauigkeit berechnet und eine Geschwindigkeitsanalyse durchgeführt werden. Die gewonnenen Daten waren auszuwerten und ein Modell zur Prognose des Radverkehrs zu erstellen.

Zählgerät

Einbau und Betrieb des Zählgerätes erwiesen sich nach Überwindung der anfänglichen Schwierigkeiten als einfach und zuverlässig. Besonders der geringe Wartungsaufwand und die Ausfallsicherheit stachen hervor. Bei der Überprüfung der Zählgenauigkeit ergab sich nur eine geringe Abweichung von durchschnittlich 2,5 % Untererfassung der Radverkehrsmengen. Mittlerweile ist die Datenübertragung über ein GSM-Modul möglich und Stand der Technik. Dadurch ist eine kontinuierliche Funktionskontrolle gewährleistet und der zeitliche Aufwand zur Datenauslesung geringer.

Radverkehr an der Zählstelle

Durch die Erstellung von Jahres-, Wochen- und Tagesganglinien konnten Rückschlüsse auf die Zusammensetzung des Radverkehrs gezogen werden. An der Zählstelle überwiegt – durch den Radtourismus auf dem Donauradweg bedingt – mit 57 % (Jahr 2008) klar der Verkehr stromabwärts. Bei der Auswertung der Daten in Tagesganglinien wurde eine deutlich unterschiedliche Charakteristik des Verkehrs an den verschiedenen Wochentagen, auch abhängig vom Wetter, beobachtet, die wahrscheinlich auf die zwei Hauptbenutzungsgruppen – Radtouristen und Freizeitradfahrer – zurückzuführen ist. Unter der Woche und bei schlechtem Wetter überwiegt die Fahrtrichtung stromab deutlicher, was auf einen höheren Anteil an Radtouristen hinweist. An Wochenenden und Feiertagen ist das Verhältnis der Fahrtrichtungen ausgeglichener, bedingt durch das Überwiegen der Tagestouristen. Im Radverkehr an der Zählstelle dürfte der Berufspendelverkehr eine geringe Rolle spielen.

Geschwindigkeit

Es zeigte sich ein deutlicher Unterschied der von verschiedenen Fahrradtypen (Trekkingrad, Mountainbike, Rennrad) gefahrenen Geschwindigkeiten. Je höher die mittlere Geschwindigkeit, desto höher war die beobachtete Helmtragequote, durchschnittlich betrug sie 43,6 %.

Vergleich mit anderen Radverkehrszählungen

Die Daten der Zählstelle wurden mit gleichzeitig von einer anderen Firma durchgeführten Radzählungen in Tulln und Orth a. d. Donau verglichen, der Vergleichszeitraum beträgt jeweils zwei Wochen. Es konnten in Hinsicht auf die Radverkehrsmenge als auch die Charakteristik der Benutzer Unterschiede zur Zählstelle in Klosterneuburg festgestellt werden.

Prognosemodell

Das berechnete Modell zur Prognose des Radverkehrs erwies sich als geeignet, mit nur wenigen Eingangsgrößen – Niederschlag, Temperatur und Wochentag – einen großen Teil der Schwankungen der täglichen Radverkehrsmenge (Bestimmtheitsmaß 72%) zu erklären. Die Benutzung ist ohne besondere Kenntnisse für jeden möglich. Es könnte im touristischen Bereich Anwendung finden.

10. Quellenverzeichnis

ALEKSA, M. (2002): Automatisches Erhebungsverfahren für den Radverkehr in Krems an der Donau. Diplomarbeit für das Fachgebiet Verkehrswesen. Universität für Bodenkultur, Wien

BACKHAUS, K., et al. (2011): Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung. 13. überarbeitete Auflage. Springer Verlag, Berlin Heidelberg

DIN EN 60529 (2000): Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) IEC 60529. VDE-Verlag, Berlin

DONAU NÖ TOURISMUS GMBH, WGD TOURISMUS GMBH (2011): Donauradweg von Passau bis Bratislava. Spitz/Donau, Linz

EBE-SOLUTIONS (o. J.): Fahrradzählung Niederösterreich. Online im Internet: <http://fznoe.ebe-solutions.at/Ergebnisse.asp> (letzter Zugriff 27. April 2011)

EBE-SOLUTIONS (2006): Lavid_a (Laser und Video Analysen). Online im Internet: http://www.ebe-solutions.at/DE/lavid_a/view/ (letzter Zugriff 27. April 2011)

ECOCOMPTEUR (2006a): Bedienungsanleitung EcoPC. Lannion, Frankreich

ECOCOMPTEUR (2006b): Datenblatt EcoLogger. Lannion, Frankreich

ECOCOMPTEUR (2006c): Installationsanleitung ZELT-Schleifen. Lannion, Frankreich

HINTERMAYER, B. (2004): Automatische Zählgeräte für den Radverkehr in Wien. Diplomarbeit für das Fachgebiet Verkehrswesen. Universität für Bodenkultur, Wien

LAND NIEDERÖSTERREICH (o. J.): Wasserstandsnachrichten und Hochwasserprognosen in Niederösterreich. Online im Internet: <http://www.noel.gv.at/ExterneSeiten/Wasserstand/htm/WNDCMS.HTM> (Letzter Zugriff 27. April 2011)

LEBENS MINISTERIUM (2009): Leitfaden Radverkehrsförderung. Ein Praxis-Leitfaden für Kommunen, Schulen, Betriebe, Tourismus und Bauträger. Wien

MA46 (o. J.): Radfahren in Wien. Online im Internet: <http://www.wien.gv.at/verkehr/radfahren/> (letzter Zugriff 27. April 2011)

MÜLLER, J. (Hrsg.): Online im Internet: <http://www.zitate.de/kategorie/Rad/> VNR Verlag für die Deutsche Wirtschaft AG, Bonn (letzter Zugriff 27. April 2011)

RHEAULT, J.F. (2007): Firma EcoCompteur, Mitteilung per E-Mail über Fehlfunktionen des Gerätes

SALZER, H. (2007): Firma VeloMeter, persönliche Mitteilung über Funktionsweise des Gerätes und mögliche Gründe von Fehlfunktionen

ZEITLHOFER, H. (2001): Konzeption eines Erhebungsverfahrens für den touristischen Radverkehr in der Wachau. Diplomarbeit für das Fachgebiet Verkehrswesen. Universität für Bodenkultur, Wien

11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Transducer für Induktionsschleifen des EcoCounter Zählgerätes.....	2
Abbildung 1.2: Stromversorgung der Induktionsschleifen.....	3
Abbildung 1.3: Datenlogger der Firma EcoCounter, Modell eco-twin	3
Abbildung 1.4: Abmessungen einer Induktionsschleife, (Quelle: EcoCompteur, 2006c, S. 5)	6
Abbildung 1.5: Schematische Darstellung der zwei Schleifenpaare (Quelle: EcoCompteur, 2006c, S. 12)	6
Abbildung 1.6: Lage der Zählstelle am rechten Donauufer (Quelle: DONAU NÖ TOURISMUS GMBH, 2011, S. 115, leicht modifiziert).....	7
Abbildung 1.7: Schneiden der Fugen mittels Trennschleifer	8
Abbildung 1.8: Herausschremmen mittels Meißelhammers.....	8
Abbildung 1.9: Großaufnahme der Induktionsdrähte, jeweils acht Schlingen pro Schleife	9
Abbildung 1.10: Verfüllung der Fugen mit Blitzzement.....	10
Abbildung 1.11: Kunststoffschacht und Zuleitung der Drähte	10
Abbildung 1.12: Zählstelle Klosterneuburg, erster Transducerdefekt; unrealistische Aufteilung der Radverkehrsmengen zugunsten Richtung Tulln.....	12
Abbildung 1.13: Zählstelle Klosterneuburg, zweiter Transducerdefekt; unrealistische Aufteilung der Radverkehrsmengen zugunsten Richtung Wien.....	13
Abbildung 1.14: Zählstelle Klosterneuburg, vermutlich schwache Batterie; unrealistische Aufteilung der Radverkehrsmengen zugunsten Richtung Wien ab Donnerstag.....	15
Abbildung 1.15: Zählstelle Klosterneuburg, vermutlich schwache Batterie; unrealistische Aufteilung der Radverkehrsmengen zugunsten Richtung Wien ab Mittwoch	15
Abbildung 1.16: Zählstelle Klosterneuburg, Geräteschacht nach Hochwasser, deutliche Schlammablagerungen, Gerät aber unbeschädigt (Foto: SALZER, H.)	17
Abbildung 1.17: Zählstelle Klosterneuburg, Hochwasser Juni 2009, kein Radverkehr während Überflutung, kurz danach wieder Radverkehr vorhanden, keine Wartung notwendig.....	18
Abbildung 1.18: Zählstelle Klosterneuburg, Frostschäden an der Verfüllung mit Blitzzement nach Winter 2007/08.....	18
Abbildung 1.19: Zählstelle Klosterneuburg, Erneuerung der Verfüllung mit Kaltasphalt nach Frostschäden an ursprünglicher Verfüllung mit Blitzzement nach Winter 2007/08.....	19
Abbildung 1.20: Testbefahrung nebeneinander fahren	20

Abbildung 1.21: Testbefahrung Vorderrad auf Höhe Hinterrad	21
Abbildung 2.1: Zählstelle Klosterneuburg, Screenshot der Videobeobachtung; links und rechts die Markierungen zur Berechnung der Geschwindigkeit; Unterscheidung des Geschlechts oft nicht möglich	25
Abbildung 4.1: Zählstelle Klosterneuburg, Übersicht gültige Wertepaare, wegen Gerätedefekts nicht berücksichtigte Werte, wegen Beeinflussung des Verkehrs verworfener Wert.....	27
Abbildung 4.2: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Gesamtwerte (beide Richtungen), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen.....	29
Abbildung 4.3: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Richtung Wien (stromab), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen.....	29
Abbildung 4.4: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Richtung Tulln (stromauf), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen.....	30
Abbildung 4.5: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Gesamtwerte (beide Richtungen), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen.....	31
Abbildung 4.6: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Richtung Wien (stromab), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen.....	31
Abbildung 4.7: Zählstelle Klosterneuburg, Ausgleichsgerade für Richtung Tulln (stromauf), Schnittpunkt im Koordinatenursprung angenommen.....	32
Abbildung 5.1: Zählstelle Klosterneuburg, Häufigkeitsverteilung der Geschwindigkeiten	35
Abbildung 6.1: Zählstelle Klosterneuburg, Helmbenutzung und Geschwindigkeit nach Radtypen	37
Abbildung 7.1: Zählstelle Klosterneuburg, Jahresübersicht 2008.....	38
Abbildung 7.2: Zählstelle Klosterneuburg, Jahresübersicht 2009.....	39
Abbildung 7.3: Zählstelle Klosterneuburg, Wochenganglinie der mittleren Tagesverkehrsmengen, Radsaison 2008,.....	40
Abbildung 7.4: Zählstelle Klosterneuburg, Wochenganglinie der mittleren Tagesverkehrsmengen, Radsaison 2009.....	40
Abbildung 7.5: Zählstelle Klosterneuburg, maximale Tagesverkehrsmengen der Jahre 2008 und 2009, nach Wochentag, gesamt (beide Richtungen).....	41
Abbildung 7.6: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009, gesamt	43
Abbildung 7.7: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von zwölf Sonn- und Feiertagen mit Niederschlag in den Jahren 2008 und 2009, gesamt.....	43
Abbildung 7.8: Zählstelle Klosterneuburg, um eine Stunde falsche Zeit der Werte des Jahres 2009.....	45
Abbildung 7.9: Zählstelle Klosterneuburg, Mittelbildung nach Korrektur der falschen Zeit.....	45

Abbildung 7.10: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009, stromab.....	46
Abbildung 7.11: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009, stromauf.....	47
Abbildung 7.12: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen).....	47
Abbildung 7.13: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere absolute Tagesganglinie von 15 trockenen Sonn- und Feiertagen in den Jahren 2008 und 2009	48
Abbildung 7.14: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Samstagen in den Jahren 2008 und 2009, stromab.....	49
Abbildung 7.15: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Samstagen in den Jahren 2008 und 2009, stromauf.....	50
Abbildung 7.16: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 15 trockenen Samstagen in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen).....	50
Abbildung 7.17: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere absolute Tagesganglinie von 15 trockenen Samstagen in den Jahren 2008 und 2009	51
Abbildung 7.18: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 75 trockenen Werktagen in den Jahren 2008 und 2009, stromab	53
Abbildung 7.19: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 75 trockenen Werktagen in den Jahren 2008 und 2009, stromauf.....	53
Abbildung 7.20: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere relative Tagesganglinie von 75 trockenen Werktagen in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen)	54
Abbildung 7.21: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere absolute Tagesganglinie von 75 trockenen Werktagen in den Jahren 2008 und 2009.....	54
Abbildung 7.22: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren relativen Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, stromab.....	55
Abbildung 7.23: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren relativen Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, stromauf.....	56
Abbildung 7.24: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren relativen Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen).....	56
Abbildung 7.25: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren absoluten Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, stromab.....	57
Abbildung 7.26: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren absoluten Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, stromauf.....	58

Abbildung 7.27: Zählstelle Klosterneuburg, Vergleich der mittleren absoluten Tagesganglinien trockener Tage in den Jahren 2008 und 2009, gesamt (beide Richtungen).....	58
Abbildung 7.28: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung.....	60
Abbildung 7.29: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung.....	60
Abbildung 7.30: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung.....	61
Abbildung 7.31: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung der Radverkehrsmenge zur Richtungsaufteilung in Abbildung 7.30.....	61
Abbildung 7.32: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung.....	62
Abbildung 7.33: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung der Radverkehrsmenge zur Richtungsaufteilung in Abbildung 7.32.....	62
Abbildung 7.34: Zählstelle Klosterneuburg, Aufteilung des Radverkehrs nach Fahrtrichtung, alle Tage in Radsaison 2008 und 2009, n= Anzahl der in die Berechnung eingeflossenen Tage.....	63
Abbildung 7.35: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Tulln; gesamt (Quelle der Zählung in Tulln: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)	65
Abbildung 7.36: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Tulln; stromabwärts (Quelle der Zählung in Tulln: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)	65
Abbildung 7.37: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Tulln; stromaufwärts (Quelle der Zählung in Tulln: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt).....	66
Abbildung 7.38: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Orth a. d. Donau; gesamt (Quelle der Zählung in Orth: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)	67
Abbildung 7.39: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Orth a. d. Donau; stromabwärts (Quelle der Zählung in Orth: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt).....	67
Abbildung 7.40: Tägliche Radverkehrsmengen, Vergleich Klosterneuburg/Orth a. d. Donau; stromaufwärts (Quelle der Zählung in Orth: EBE-SOLUTIONS, abgewandelt)	68
Abbildung 8.1: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte.....	73
Abbildung 8.2: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte.....	74
Abbildung 8.3: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte.....	74
Abbildung 8.4: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte.....	75
Abbildung 8.5: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte.....	75
Abbildung 8.6: Zählstelle Klosterneuburg, Gegenüberstellung reale Werte/berechnete Werte.....	76
Abbildung 13.1: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Zählung mit defektem Transducer.....	89

Abbildung 13.2: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Zählung mit defektem Transducer.....	89
Abbildung 13.3: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Zählung mit defektem Transducer.....	90
Abbildung 13.4: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Zählung mit defektem Transducer.....	90
Abbildung 13.5: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	91
Abbildung 13.6: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	91
Abbildung 13.7: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	92
Abbildung 13.8: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	92
Abbildung 13.9: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	93
Abbildung 13.10: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	93
Abbildung 13.11: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	94
Abbildung 13.12: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	94
Abbildung 13.13: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	95
Abbildung 13.14: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	95
Abbildung 13.15: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	96
Abbildung 13.16: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	96
Abbildung 13.17: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	97
Abbildung 13.18: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	97
Abbildung 13.19: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	98
Abbildung 13.20: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	98
Abbildung 13.21: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	99
Abbildung 13.22: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Daten gingen teilweise verloren.....	99
Abbildung 13.23: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Daten gingen verloren... 100	
Abbildung 13.24: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Daten gingen teilweise verloren.....	100
Abbildung 13.25: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Daten gingen teilweise verloren.....	101
Abbildung 13.26: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	101
Abbildung 13.27: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	102

Abbildung 13.28: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	102
Abbildung 13.29: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	103
Abbildung 13.30: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	103
Abbildung 13.31: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	104
Abbildung 13.32: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen	104

12. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Anzahl der erfassten Radfahrer bei Testbefahrungen, Sonderfall nebeneinander fahren, Sollwert bei korrekter Erfassung = 2	21
Tabelle 1.2: Anzahl der erfassten Radfahrer bei Testbefahrungen, Sonderfall Vorderrad auf Höhe Hinterrad, Sollwert bei korrekter Erfassung = 2	21
Tabelle 4.1: Zählstelle Klosterneuburg, Übersicht über Parameter verschiedener Regressionskurven für Viertelstundenwerte des Radverkehrs in beide Richtungen	28
Tabelle 4.2: Korrekturfaktoren zum Ausgleich der Zählungenauigkeit des EcoCounter Zählgerätes, an Zählstelle Klosterneuburg erhoben, x entspricht den vom Gerät abgelesenen Werten.....	33
Tabelle 5.1: Zählstelle Klosterneuburg, mittlere Geschwindigkeit nach Radtypen	34
Tabelle 6.1: Zählstelle Klosterneuburg, Erhebung der Helmbenutzung (am 7. Oktober 2007).....	36
Tabelle 7.1: Durchschnittliche tägliche Radverkehrsmenge der zur Berechnung der Tagesganglinien herangezogenen Tage [Radfahrer/Tag]	44
Tabelle 8.1: Aufgenommene/Entfernte Variablen des Prognosemodelles.....	71
Tabelle 8.2: Modellzusammenfassung	71
Tabelle 8.3: Koeffizienten des Prognosemodelles.....	72

13. Anhang

Abbildung 13.1 bis Abbildung 13.32 zeigen die täglichen Radverkehrsmengen an der Zählstelle Klosterneuburg nach Monaten dargestellt. Den Zählwerten sind Tagesdurchschnittstemperatur und Tagesniederschlag gegenübergestellt. Für die Skalen wurde immer die gleiche Spanne gewählt. Bei negativen Temperaturen liegt der Schnittpunkt der Zeitachse mit der Größenachse der Wetterdaten im negativen Bereich, die Spanne bleibt aber gleich. Dadurch entsteht die ungewöhnliche Optik der Graphen in Monaten mit negativen Temperaturen (siehe zum Beispiel Abbildung 13.7).

Die Daten in Abbildung 13.1 bis Abbildung 13.4 wurden mit defekten Transducern erhoben.

Im Jahr 2009 gingen die Zähldaten für den Zeitraum vom 17. Februar bis 24. Mai nach der Auslesung verloren (siehe Abbildung 13.22 bis Abbildung 13.25). Da dieser Verlust erst später aufgetreten ist, konnten die Daten durch nochmalige Auslesung leider nicht mehr wiederhergestellt werden (der Datenlogger speichert auch zurückliegende Auslesungen, allerdings nur über einen beschränkten Zeitraum). Der Fehler für diese Lücke liegt nicht beim Gerät.

Mai 2007 (Transducerdefekt)

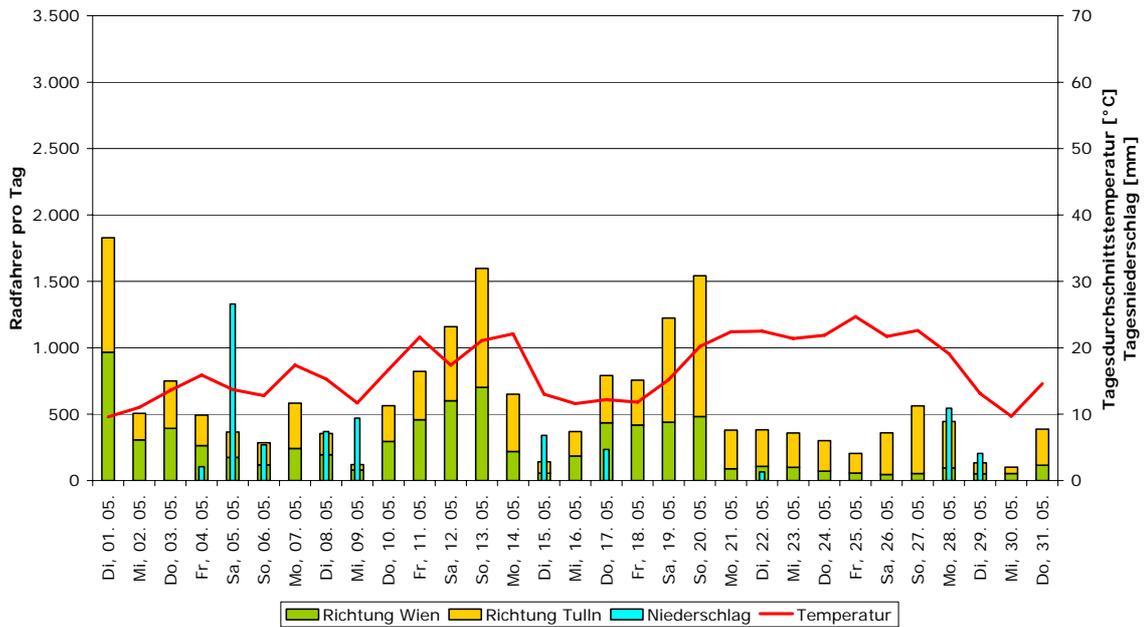


Abbildung 13.1: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Zählung mit defektem Transducer

Juni 2007 (Transducerdefekt)

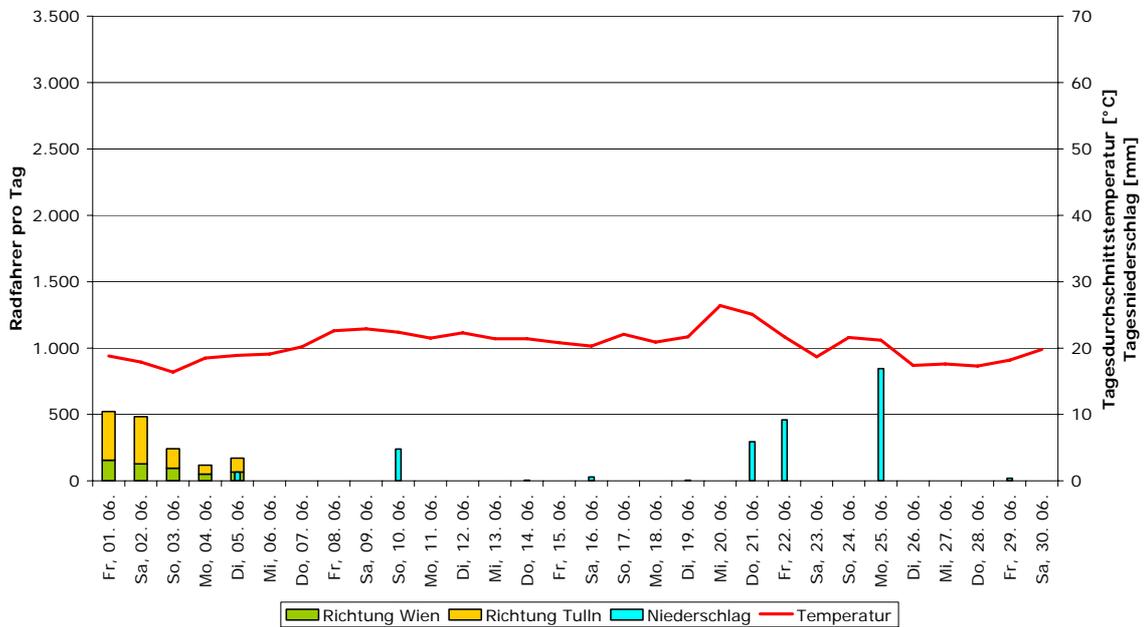


Abbildung 13.2: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Zählung mit defektem Transducer

Juli 2007 (Transducerdefekt)

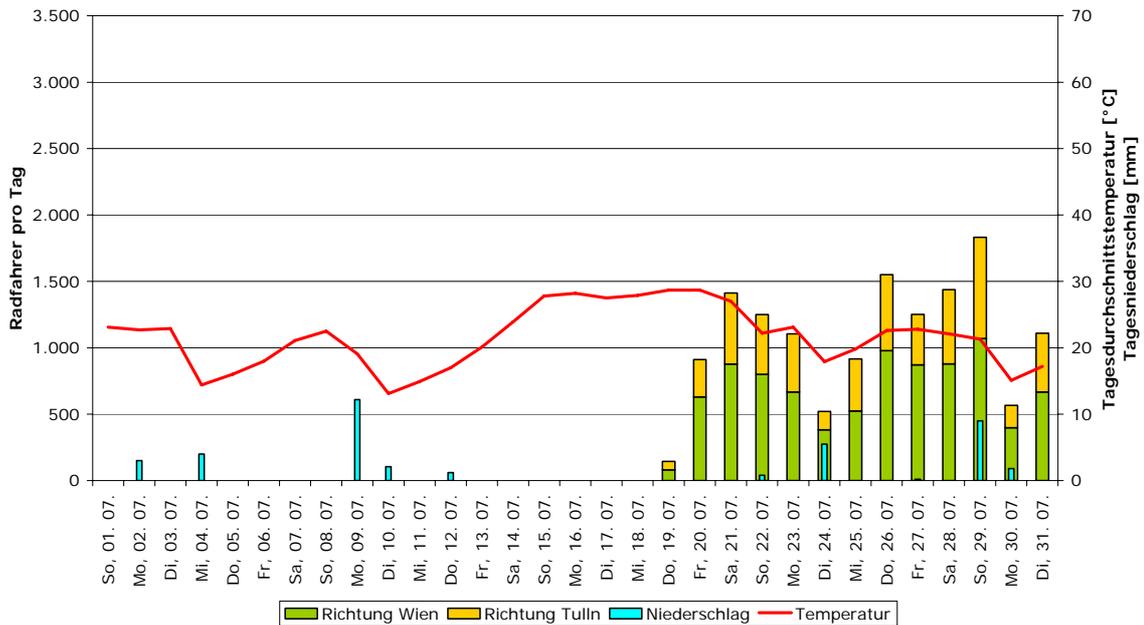


Abbildung 13.3: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Zählung mit defektem Transducer

August 2007 (Transducerdefekt)

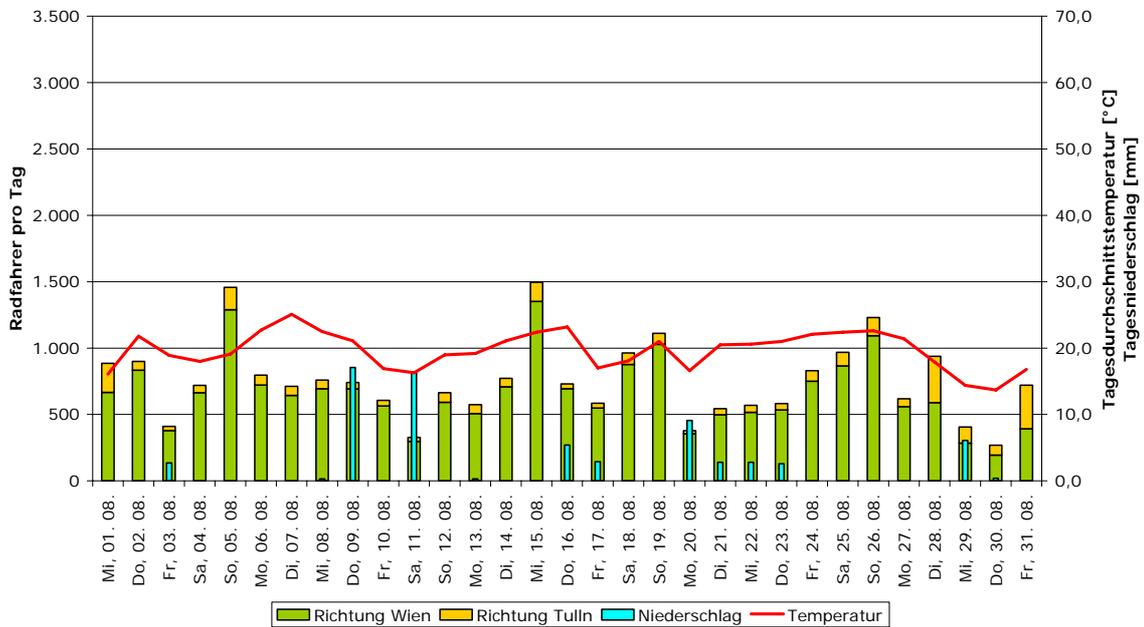


Abbildung 13.4: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Zählung mit defektem Transducer

September 2007

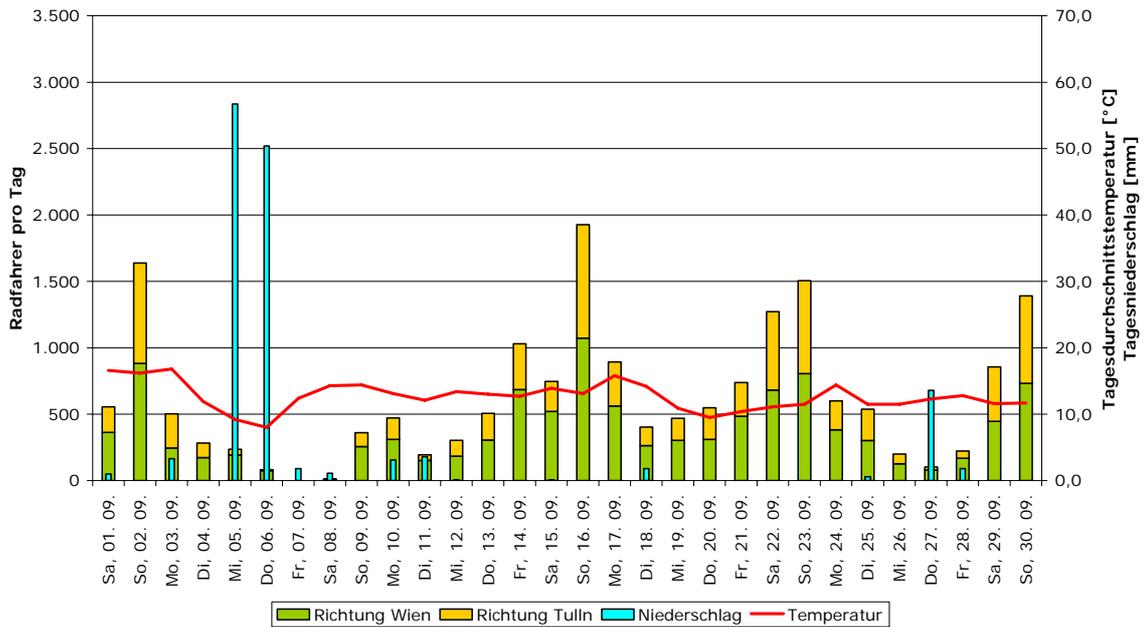


Abbildung 13.5: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Oktober 2007

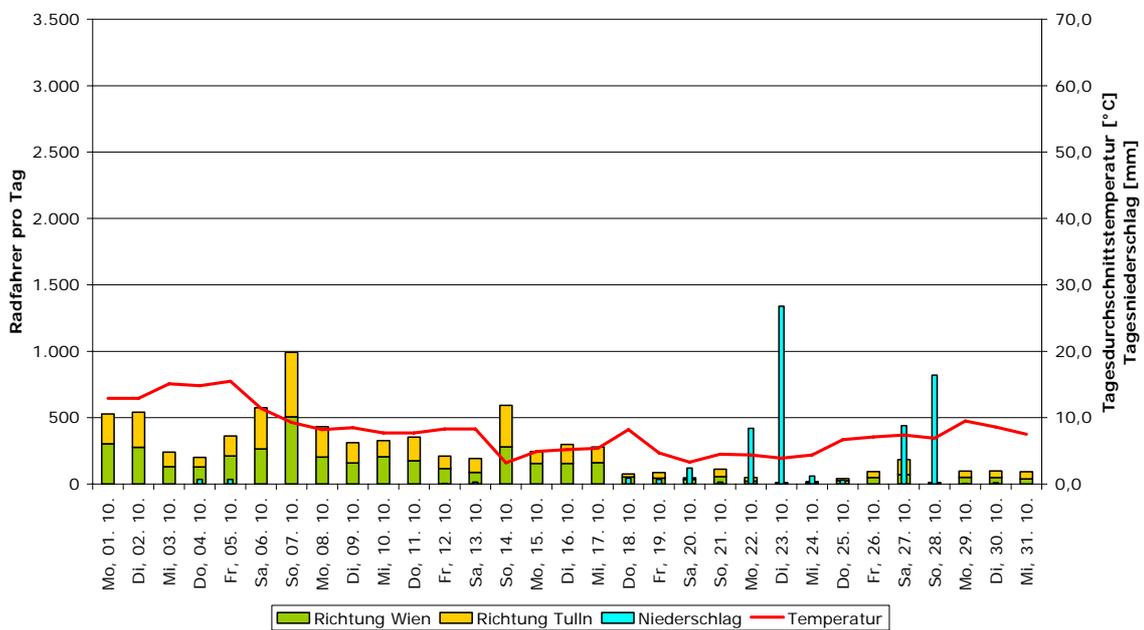


Abbildung 13.6: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

November 2007

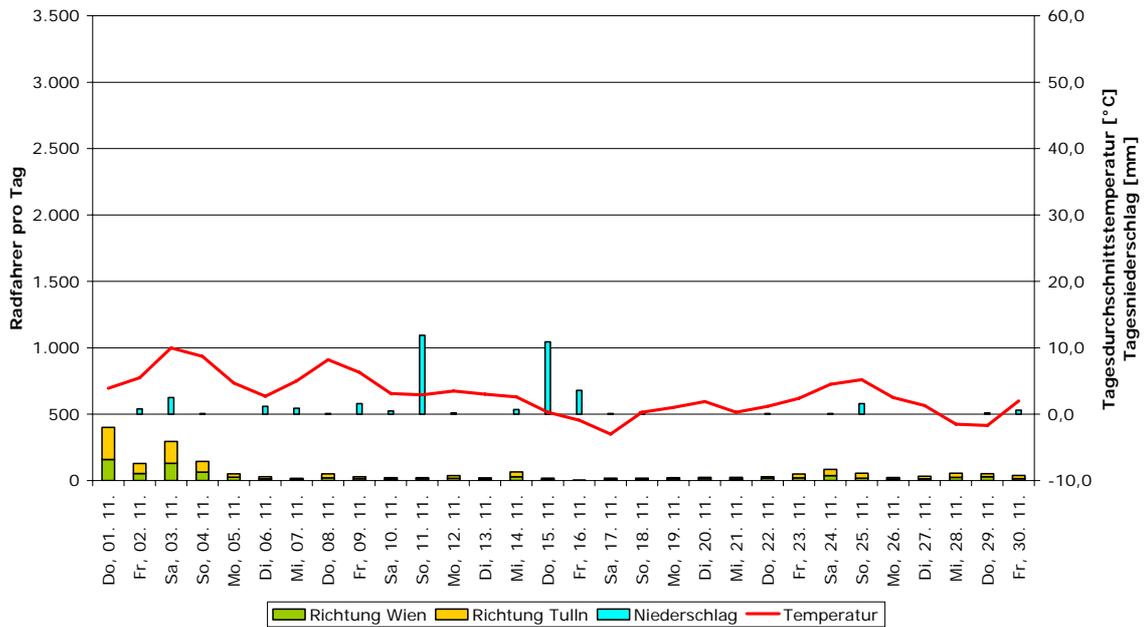


Abbildung 13.7: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Dezember 2007

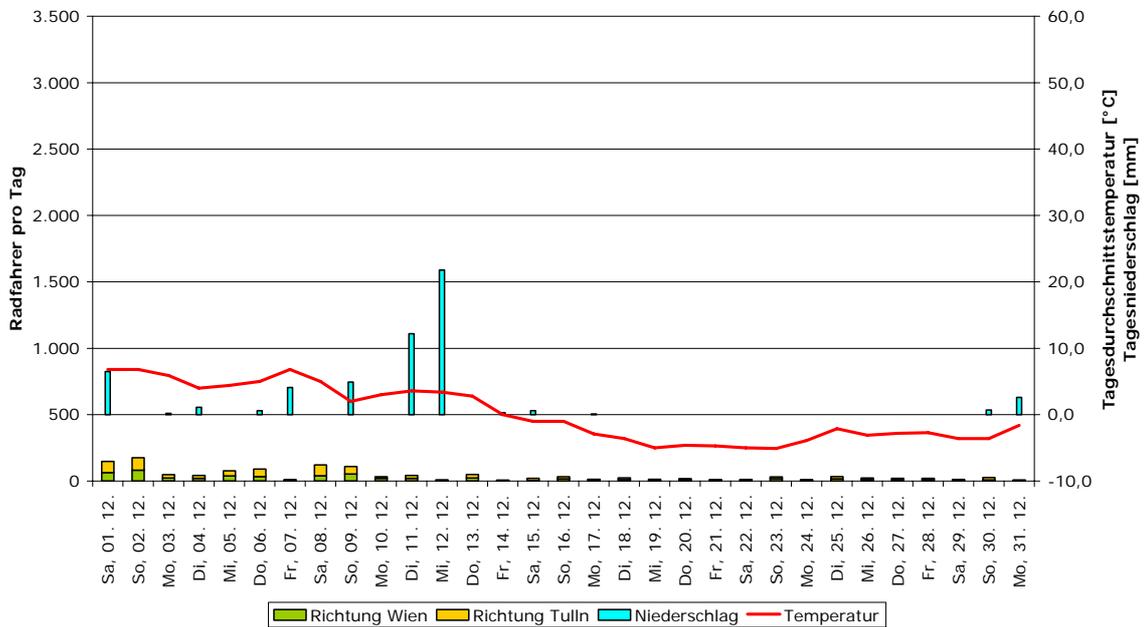


Abbildung 13.8: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Januar 2008

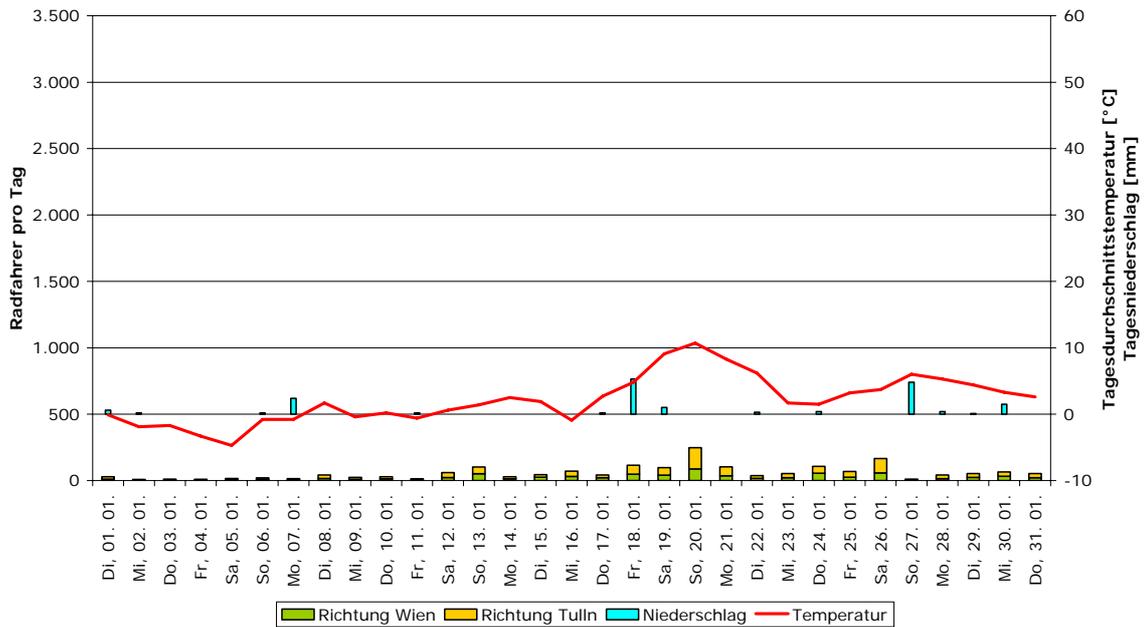


Abbildung 13.9: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Februar 2008

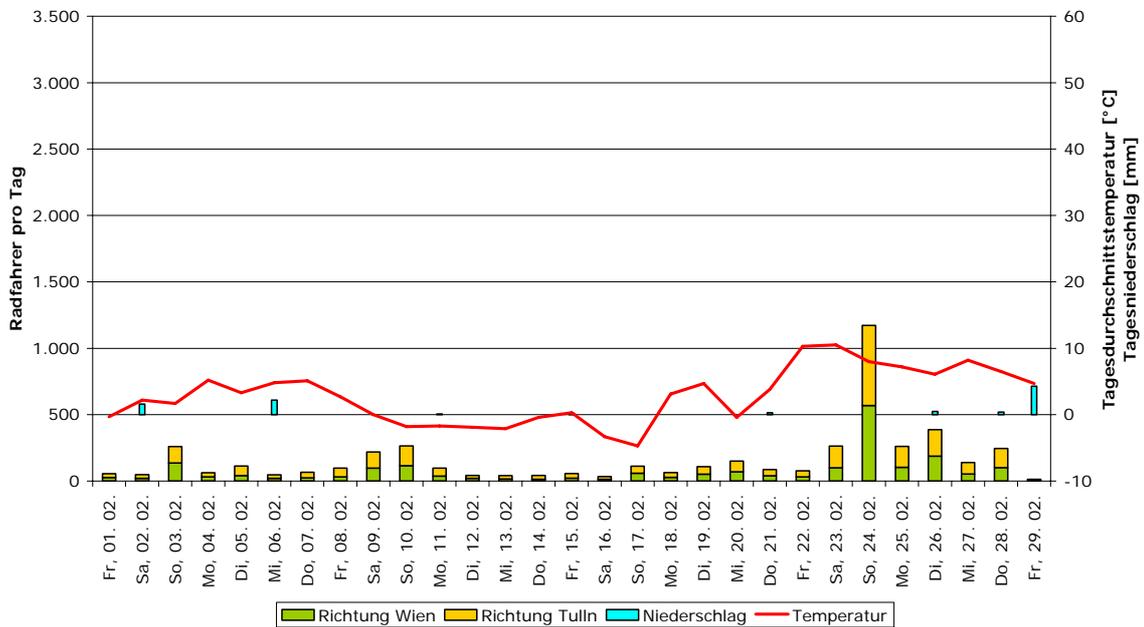


Abbildung 13.10: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

März 2008

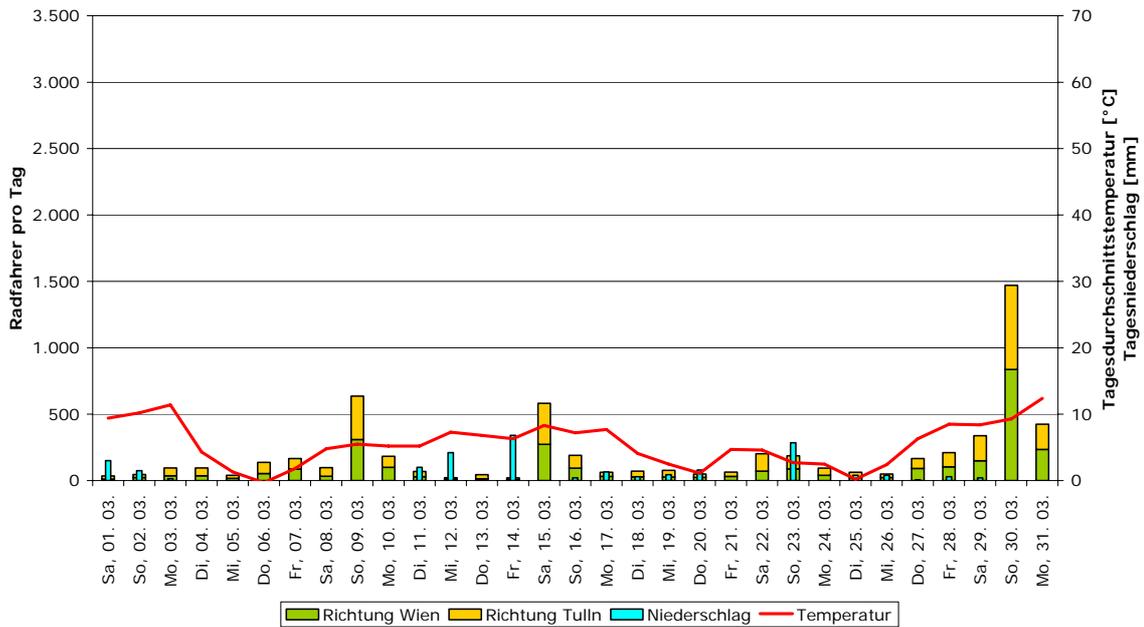


Abbildung 13.11: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

April 2008

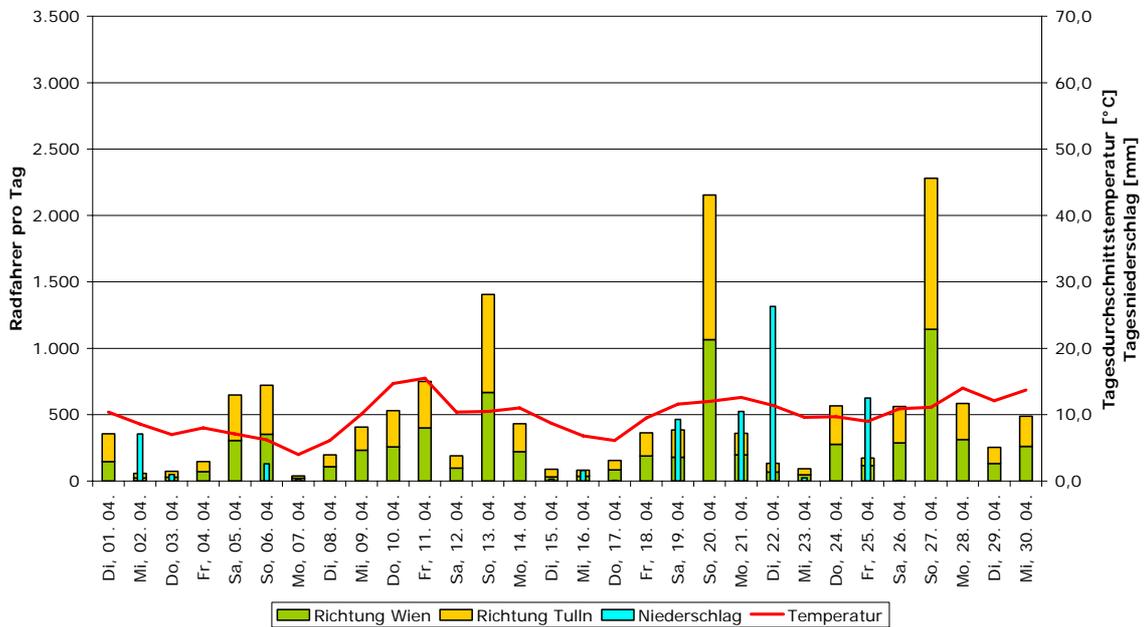


Abbildung 13.12: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Maï 2008

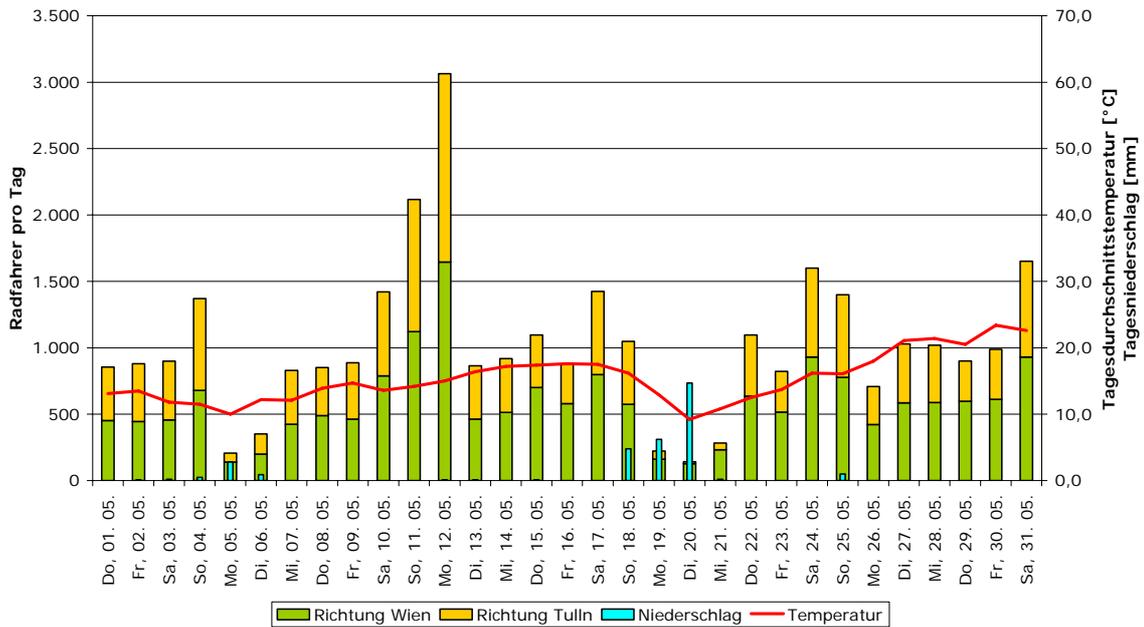


Abbildung 13.13: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Juni 2008

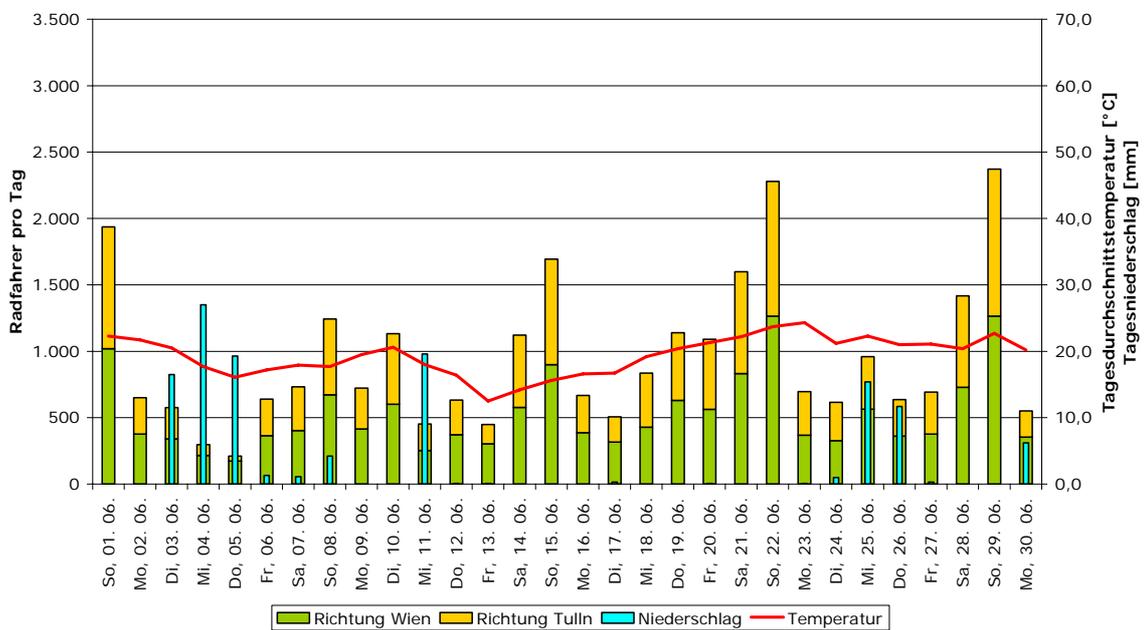


Abbildung 13.14: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Juli 2008

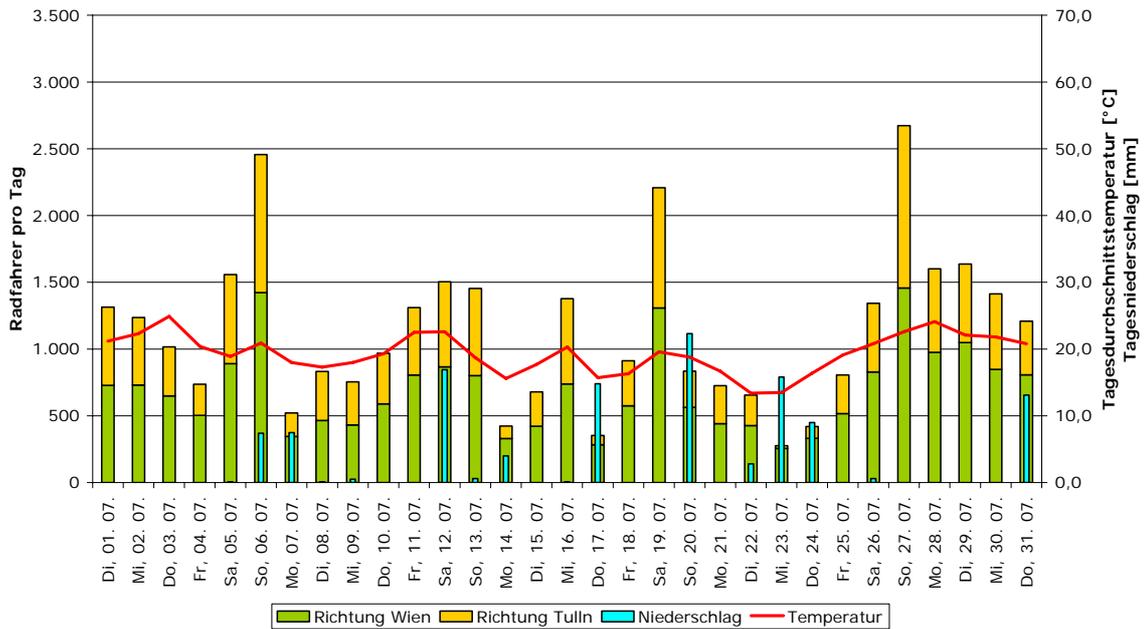


Abbildung 13.15: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

August 2008

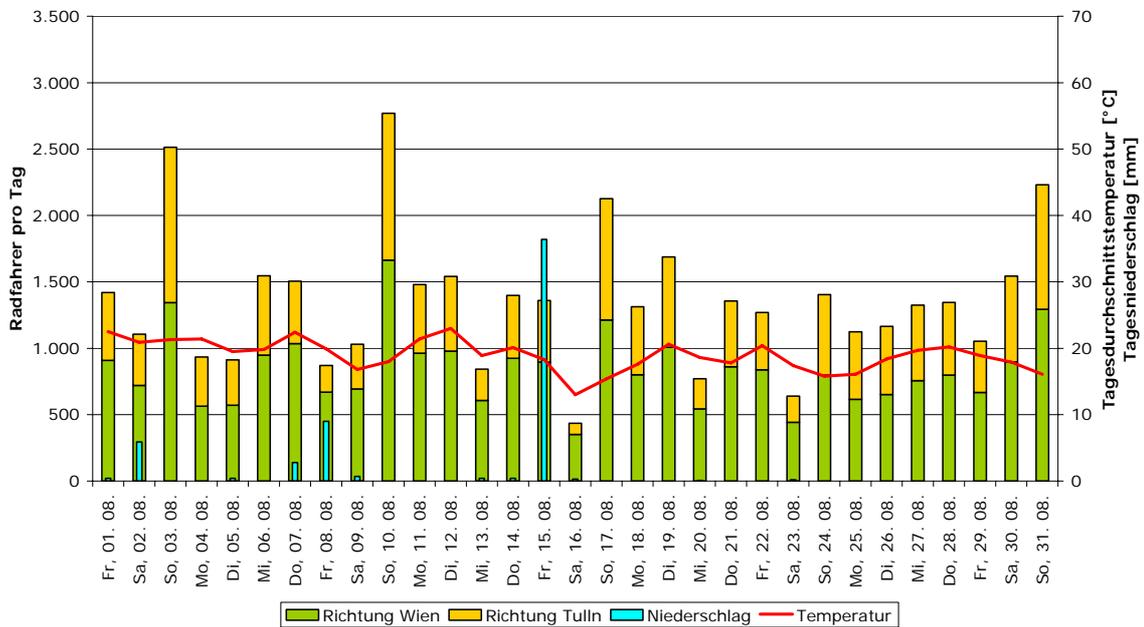


Abbildung 13.16: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

September 2008

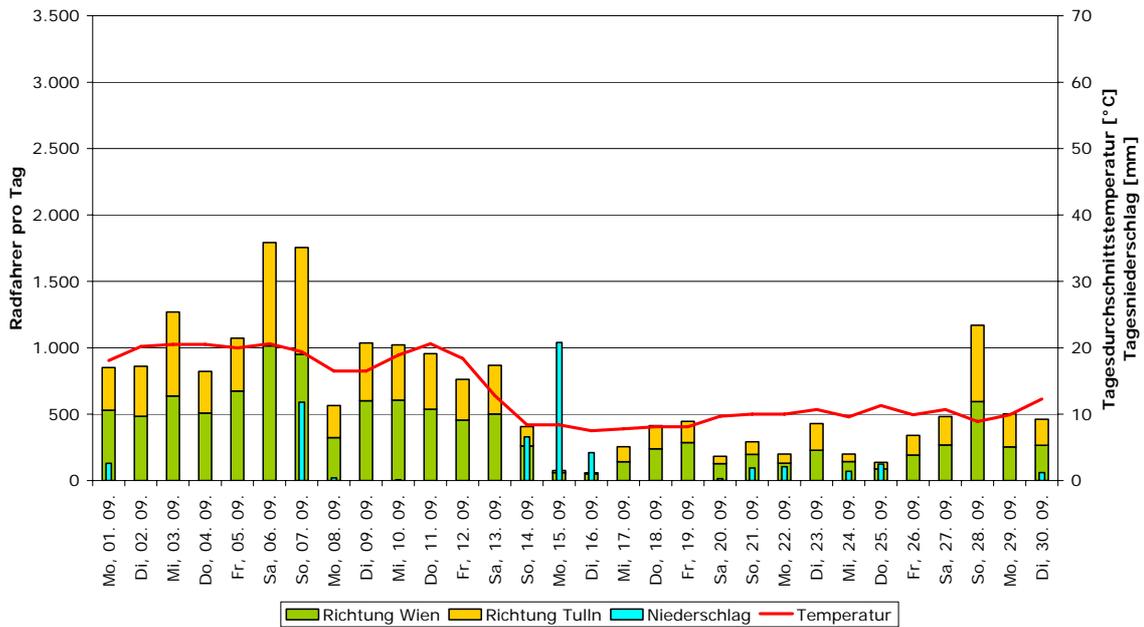


Abbildung 13.17: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Oktober 2008

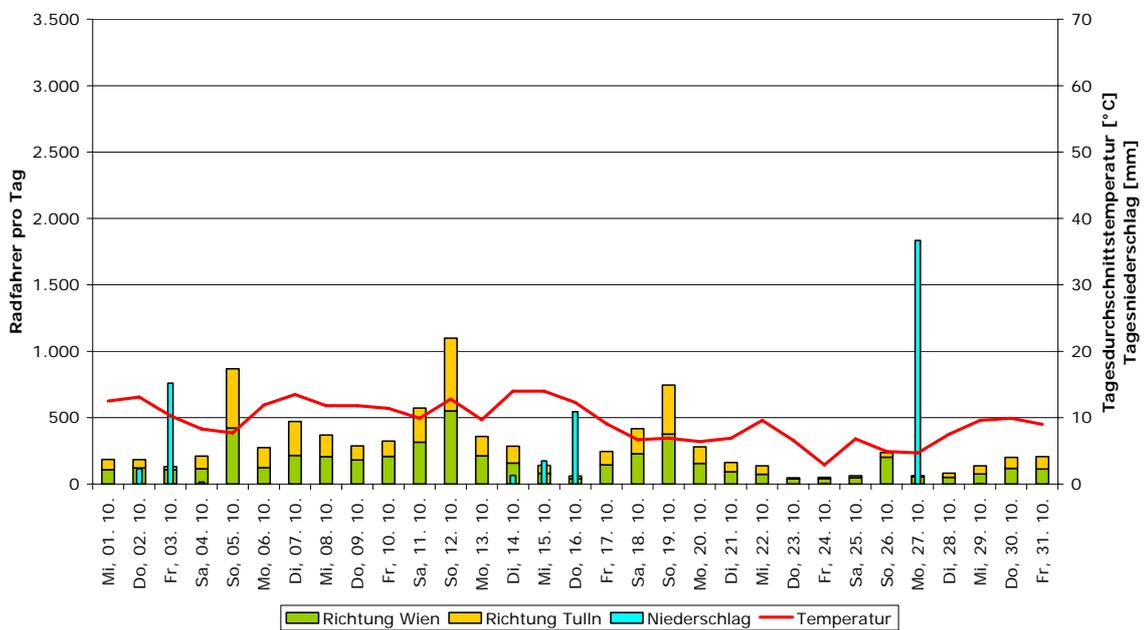


Abbildung 13.18: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

November 2008

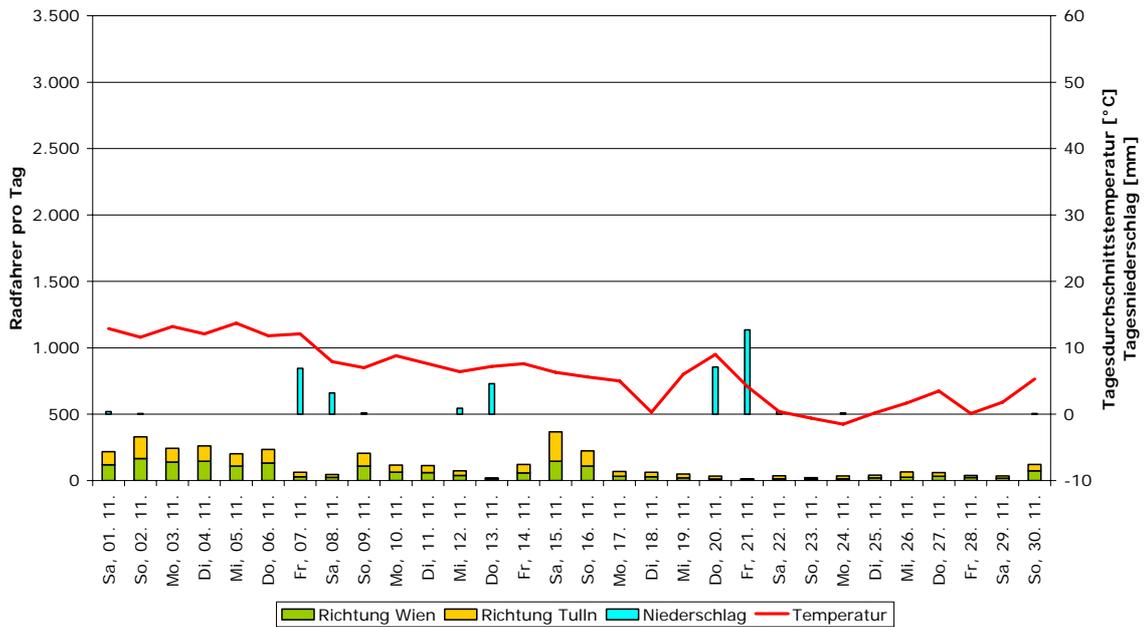


Abbildung 13.19: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Dezember 2008

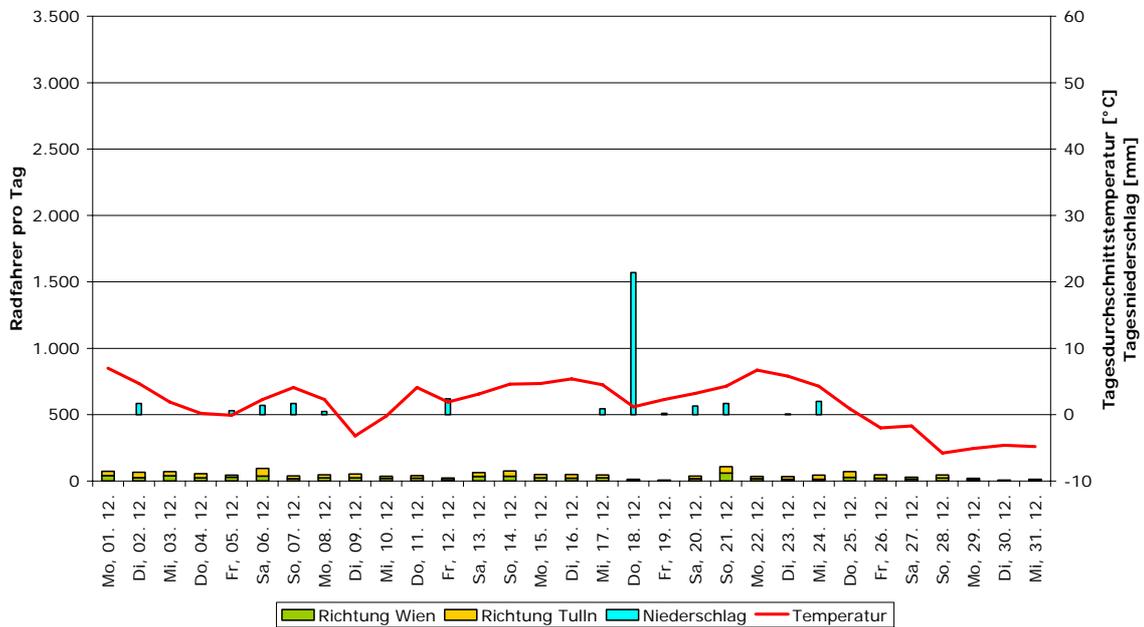


Abbildung 13.20: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Januar 2009

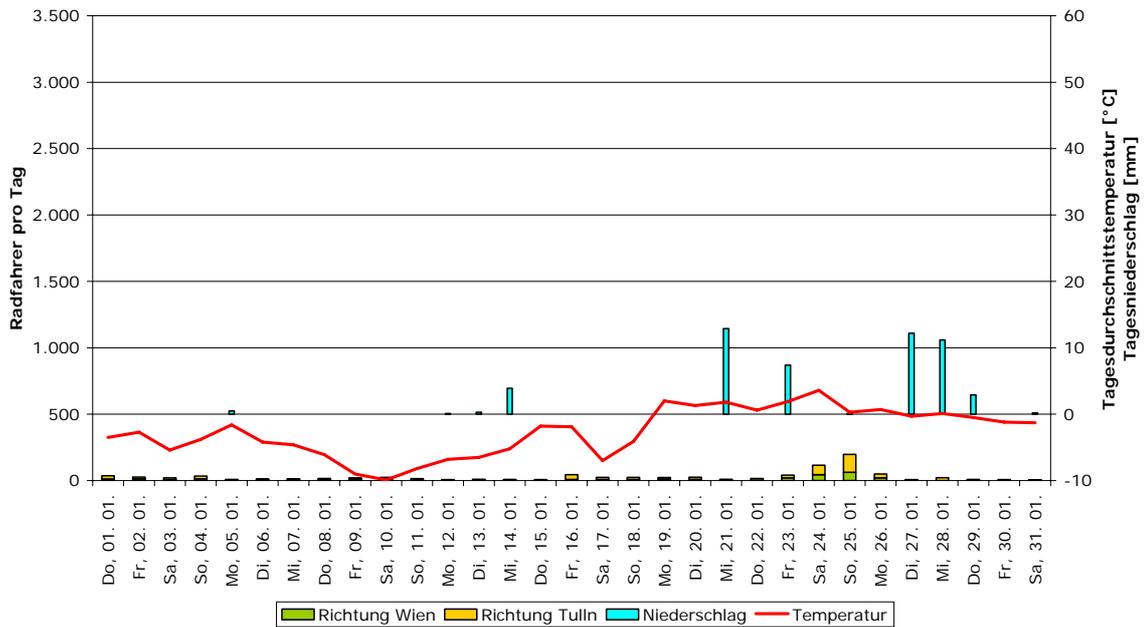


Abbildung 13.21: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Februar 2009

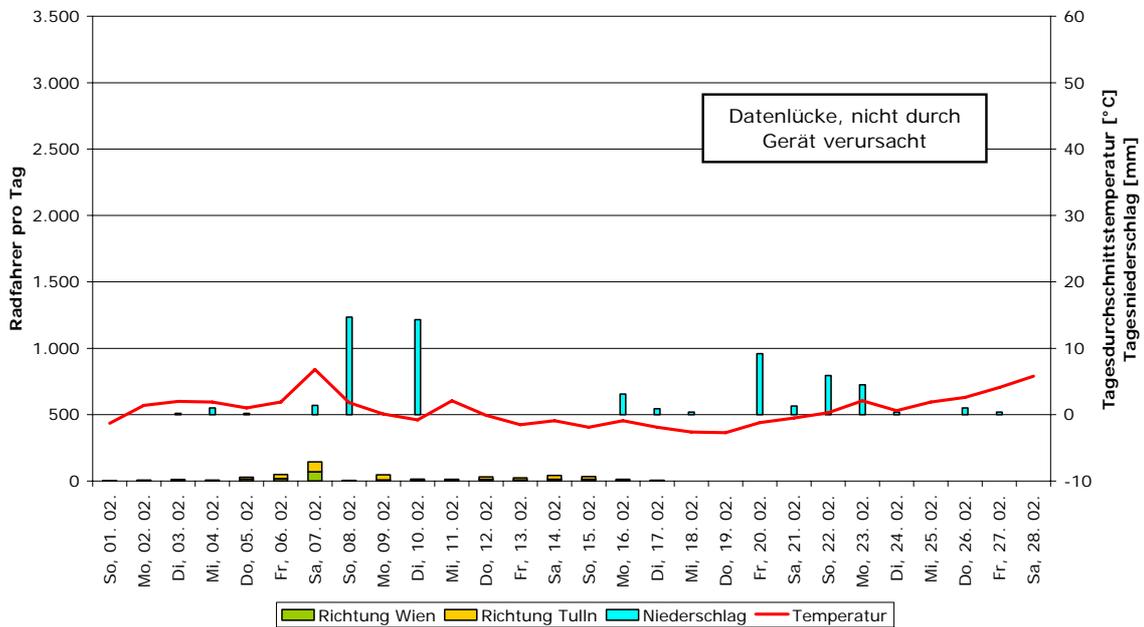


Abbildung 13.22: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Daten gingen teilweise verloren

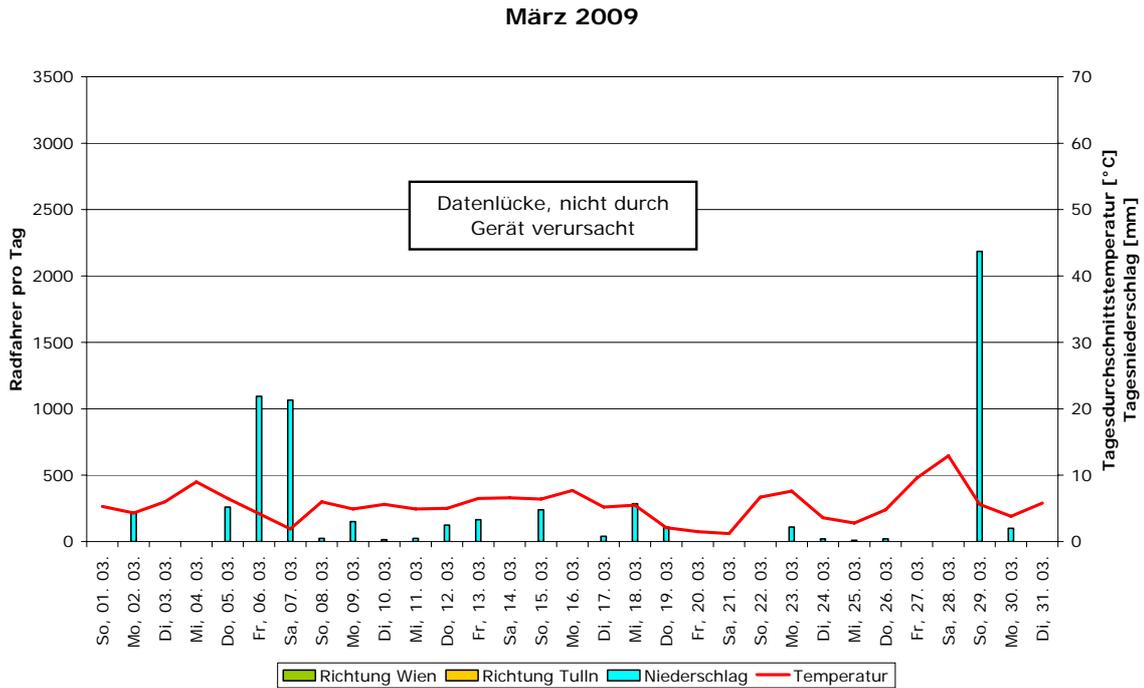


Abbildung 13.23: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Daten gingen verloren

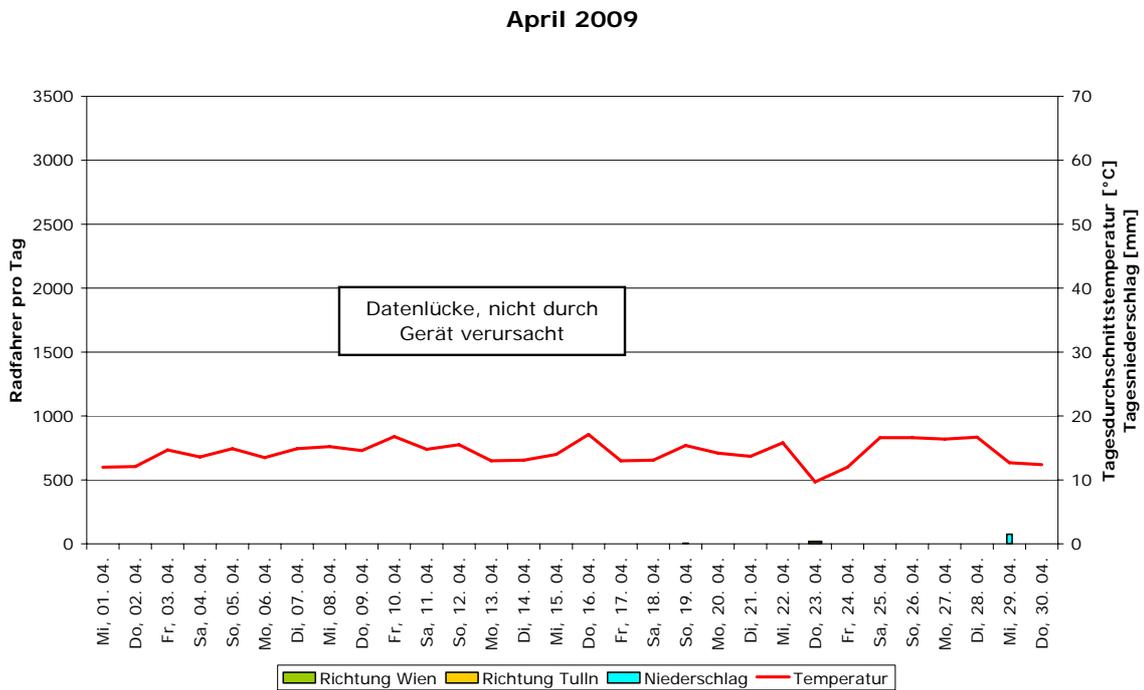


Abbildung 13.24: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Daten gingen teilweise verloren

Mai 2009

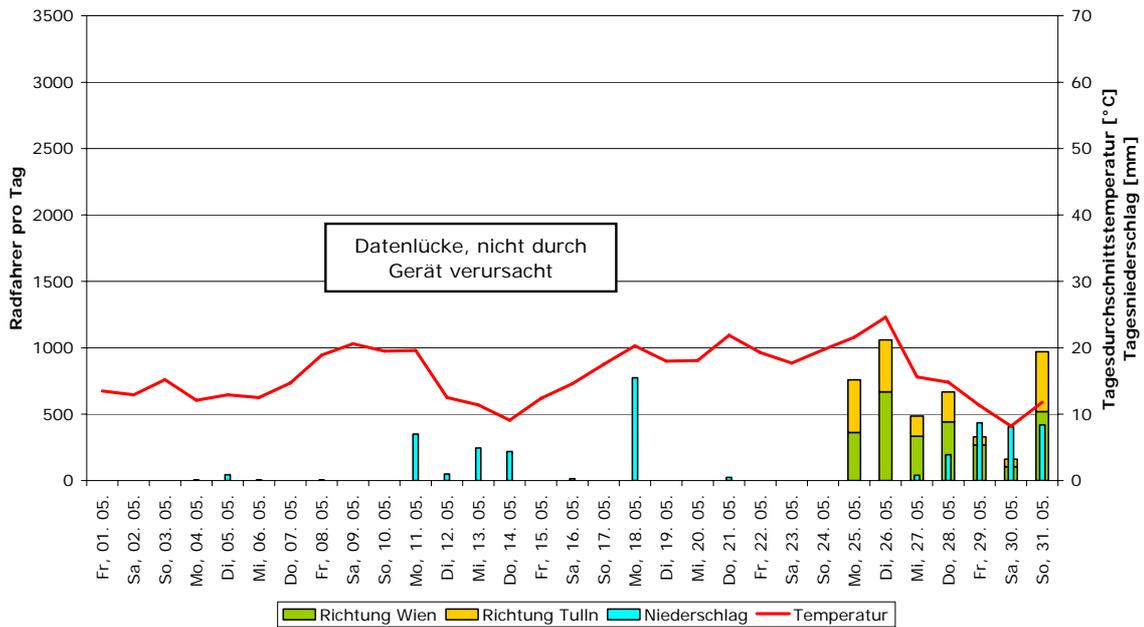


Abbildung 13.25: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen, Daten gingen teilweise verloren

Juni 2009

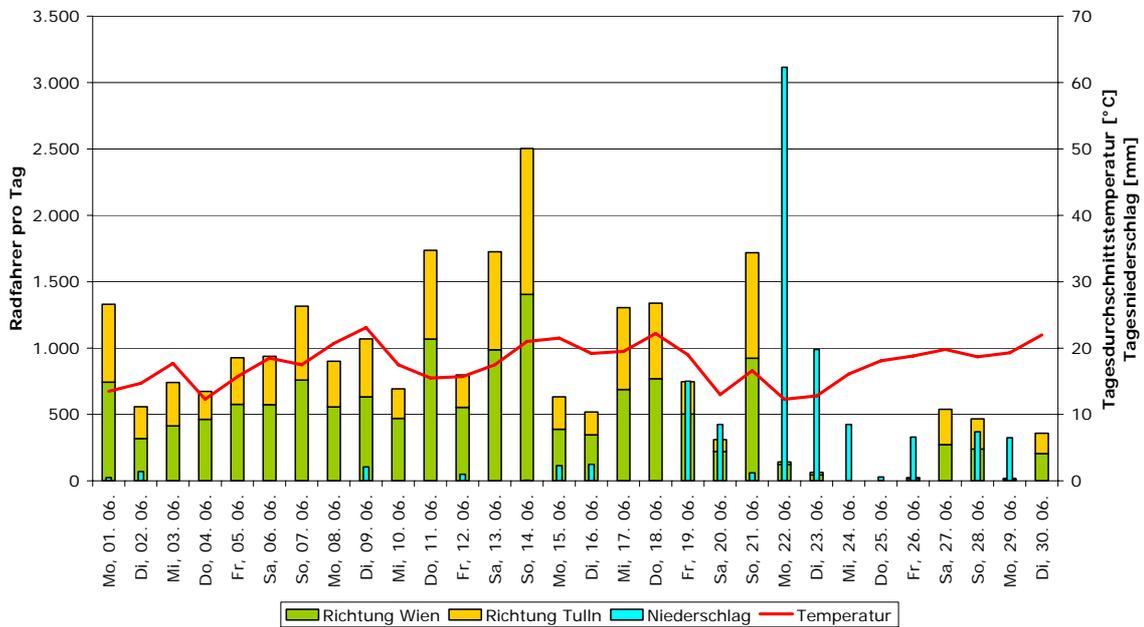


Abbildung 13.26: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Juli 2009

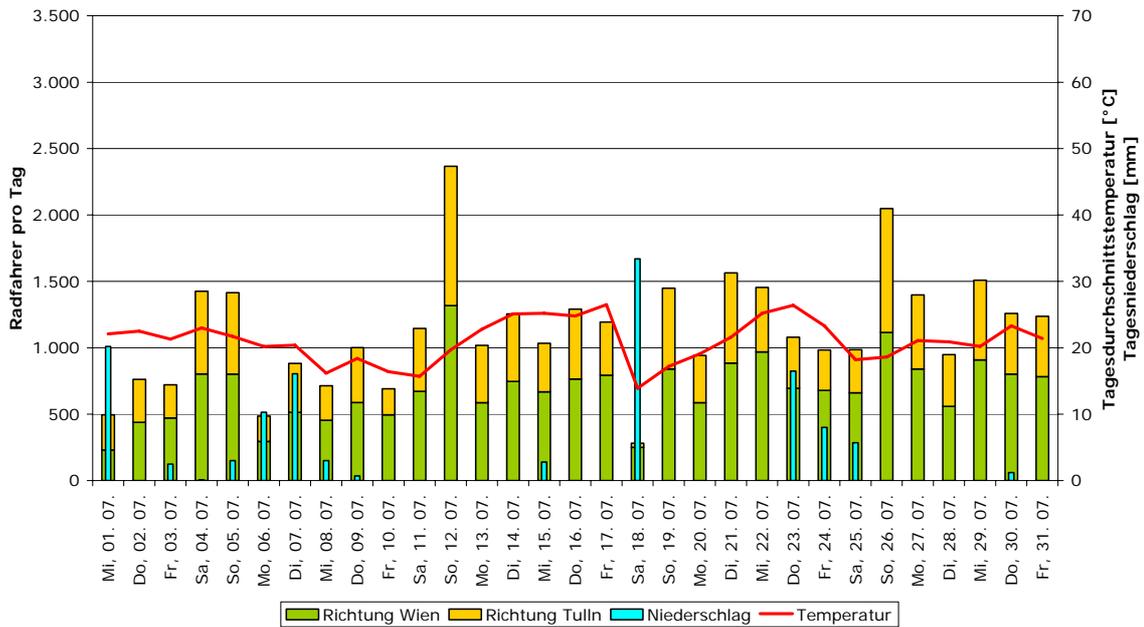


Abbildung 13.27: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

August 2009

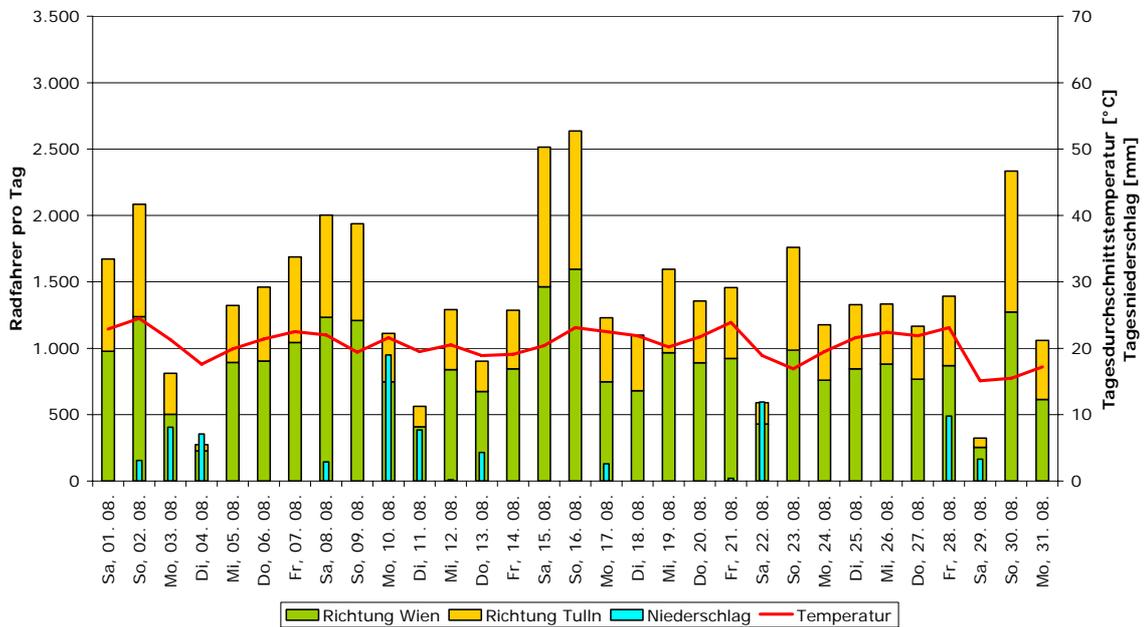


Abbildung 13.28: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

September 2009

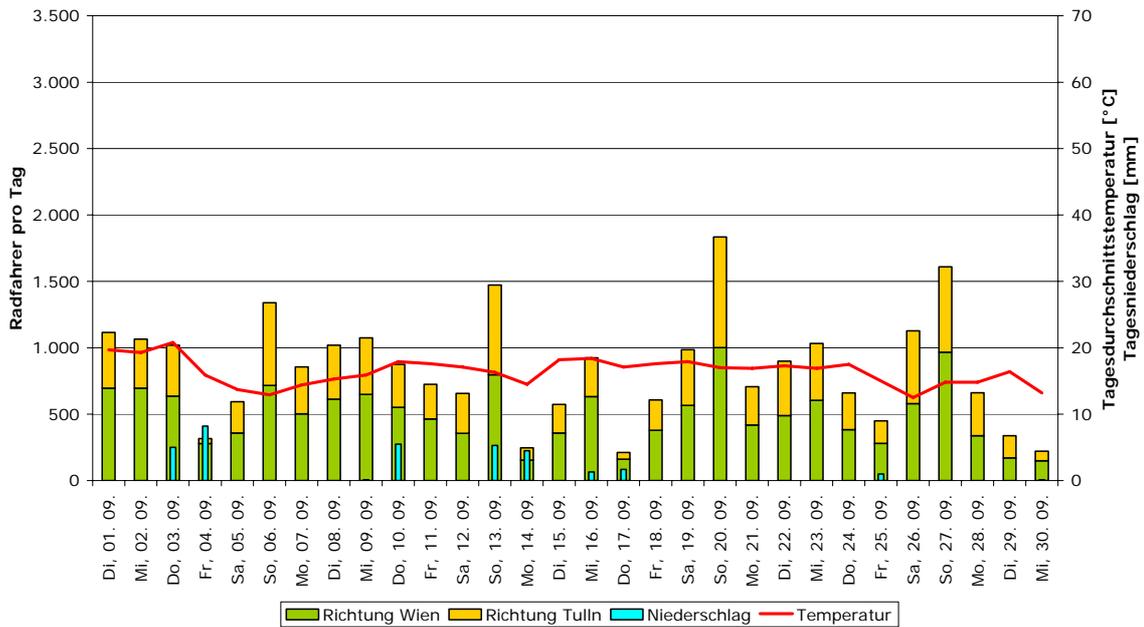


Abbildung 13.29: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Oktober 2009

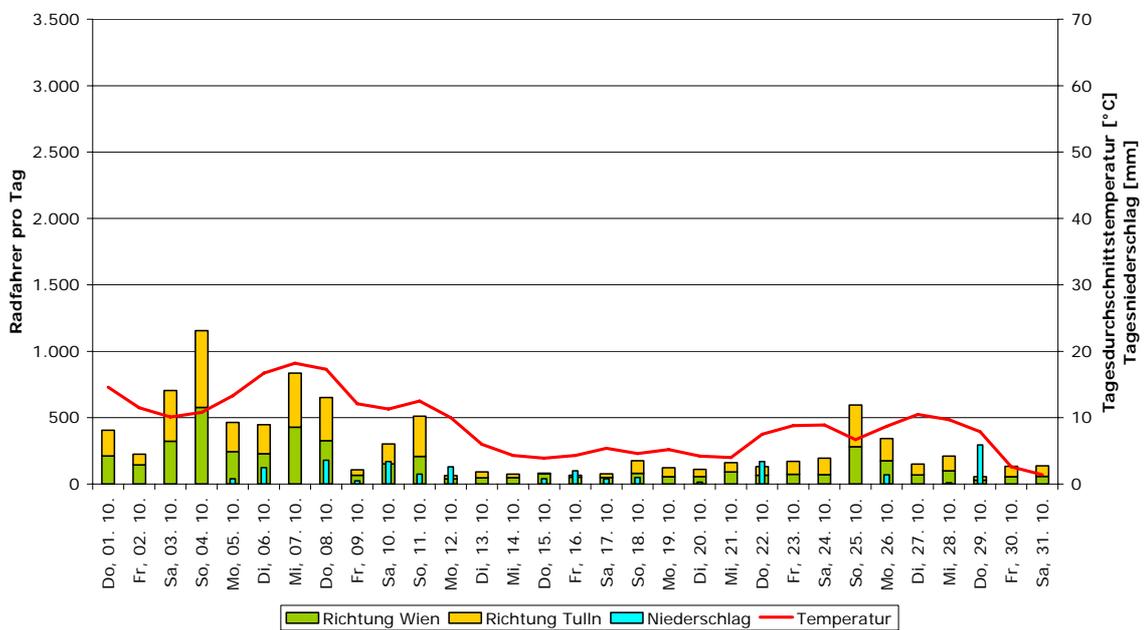


Abbildung 13.30: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

November 2009

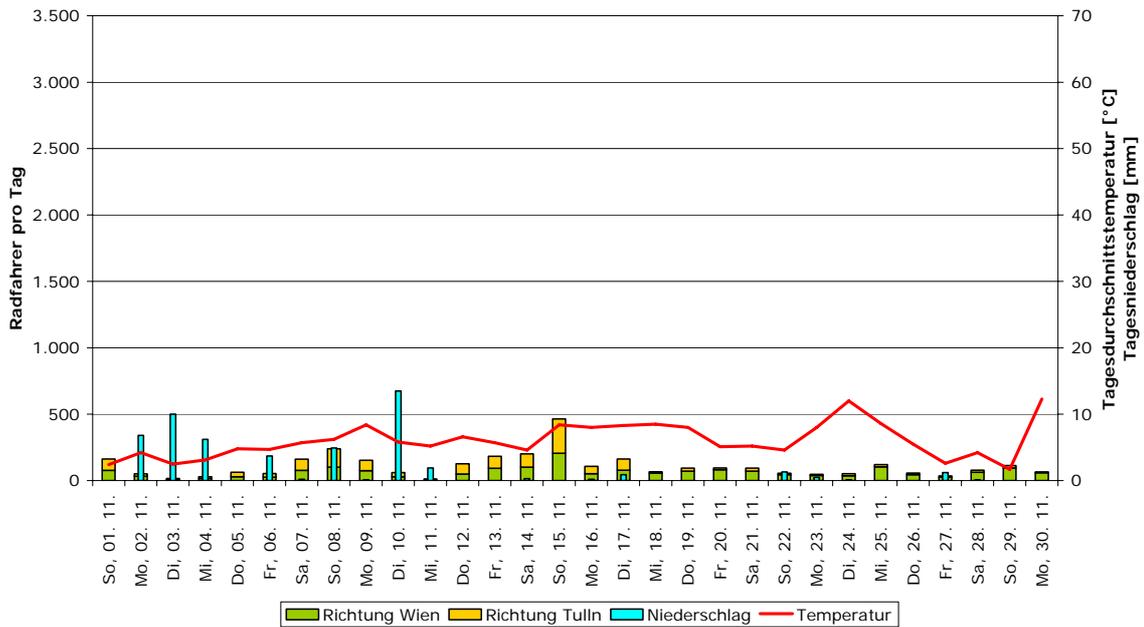


Abbildung 13.31: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen

Dezember 2009

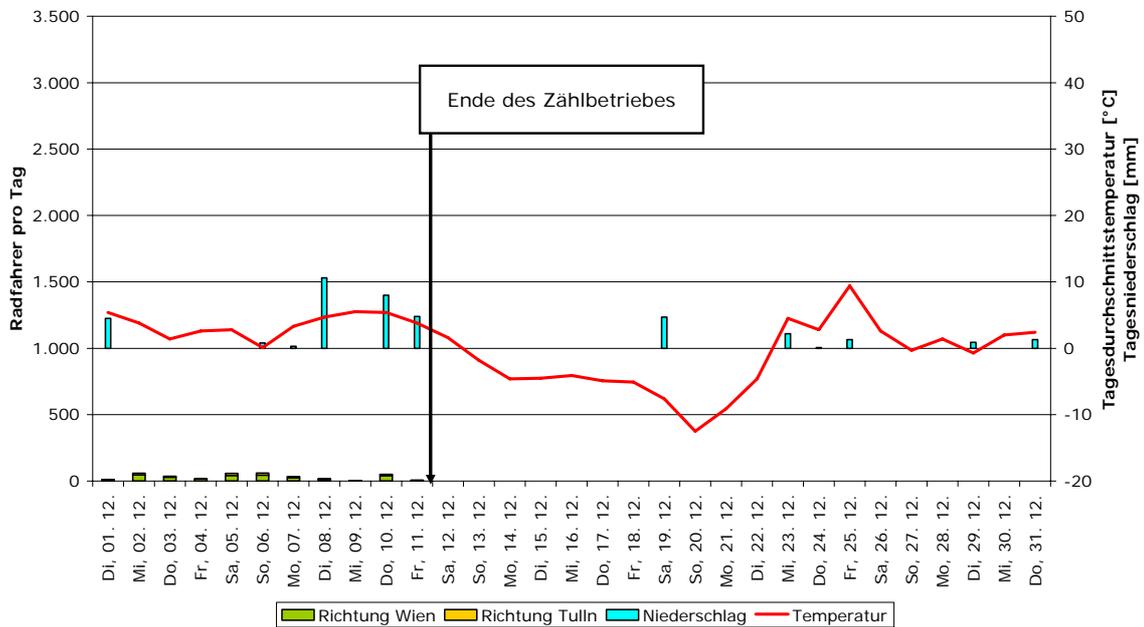


Abbildung 13.32: Zählstelle Klosterneuburg, tägliche Radverkehrsmengen