



21. Seminar zur „Messung und Bewertung von Geruchsemissionen und -immissionen“ am 27.09.2016 im Hotel Mercure in Chemnitz

Veranstalter: IFU GmbH, Frankenberg

Vortrag: Dipl.-Met. André Zorn zur
Nutzung von Statistiken für Zeitreihen-Rechnungen bei Immissionsprognosen

★Zur Person des Autors | Kontakt

★Motivation

★Methodik

★Methodenvalidierung

★Fazit



Zur Person des Autors



- ★Diplom-Meteorologe (Humboldt-Universität zu Berlin von 1982 bis 1987)
- ★Flugwetterdienst mit Piloten-Training und Streckenberatung (Strausberg von 1988 bis 1990)
- ★Genehmigung und Überwachung von Anlagen in hierfür zuständigen Immissionsschutz-Behörden (Berlin 1990/1991 und Erfurt 2008/2009)
- ★Messstellen für Luftschadstoffe und Gerüche nach §§ 26/28 bzw. § 29b BImSchG (TÜV Hessen, TÜV Umwelttechnik, TÜV Thüringen, Agrar- und Umweltanalytik, Eurofins von 1992 bis 2008 sowie AIRTEC Leipzig seit 2010)
- ★Bekannt gegebener Sachverständiger nach § 29a BImSchG für das Arbeitsgebiet "Auswirkungen von Störfällen, anderen Schadensereignissen sowie sonstigen Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebs; Ermittlung, Berechnung und Bewertung" (TMLNU seit 1998)
- ★Durch die Deutsche Meteorologische Gesellschaft als Beratender Meteorologe für das Arbeitsgebiet "Ausbreitung von Luftbeimengungen" anerkannt (DMG e.V. seit 2014)
- ★Von der Industrie- und Handelskammer öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Ausbreitung von Luftbeimengungen (IHK Südthüringen seit 2015)

Kontakt

Büro für Immissionsprognosen | Triftstraße 2 | 99330 Frankenhain

T: 036205 91273 | M: 0171 2889516 | E: a.zorn@immissionsprognosen.com



Motivation:

Gegenüber Ausbreitungsklassenzeitreihen (AKTerm) besitzen Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS) besondere Vorzüge. Sie

- ★setzen die Maßstäbe für die zeitliche Repräsentativität, d.h. sie liefern stets die entsprechende Referenz;
- ★sind beliebig sicher gestaltbar, ohne dass ihr eigener Datenumfang zunimmt;
- ★lassen sich sowohl für einzelne Parameter als auch für Kombinationen aus mehreren anfertigen;
- ★erfordern keine Schließung von Lücken in Messreihen;
- ★sind ausgiebig verfügbar und wirtschaftlich attraktiv.

Das Ziel ist die Nutzung dieser Vorzüge für Zeitreihen-Rechnungen bei Immissionsprognosen mit LASAT und AUSTAL2000(n). Damit wären

- ★nicht nur die Verteilungen zu den Parametern Windrichtung (DD), Windgeschwindigkeit (FF), Schichtungsstabilität (KM) und Niederschlag (RR) für sich genommen sondern auch für die Kombination (DD|FF|KM|RR) daraus vollumfänglich statistisch abgesichert und mithin
- ★Prüfungen zur zeitlichen Repräsentativität überflüssig.



Motivation: AKS bei Schwäbisch-Hall (<http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>)

Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken Baden-Württemberg (Antriebszeitraum 2001 - 2010)

© 2013 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
© 2013 Arge METCON (Pinneberg), IB Rau (Heilbronn), metSoft GbR (Heilbronn)

Version 2.05

Lage in Gauß-Krüger DHDN/PD (Lagestatus 100)

Rechtswert: 3 550 500

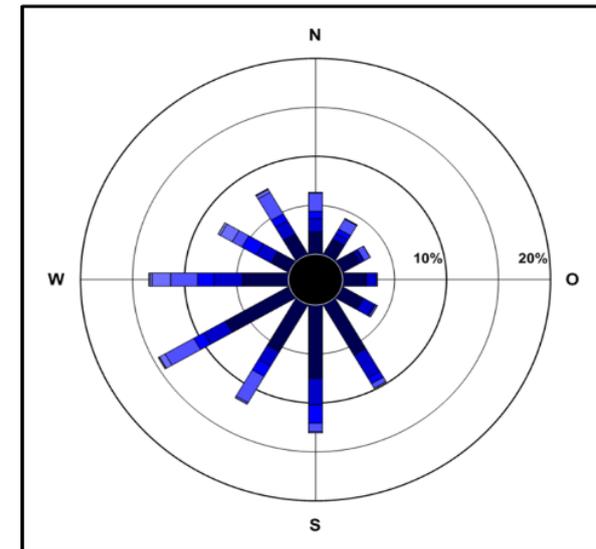
Hochwert: 5 445 000

Mittlere Windgeschwindigkeit:

1.8 m/s

Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten (m/s) und Windrichtungssektoren (°) in %
(Klassenaufteilung nach TA Luft)

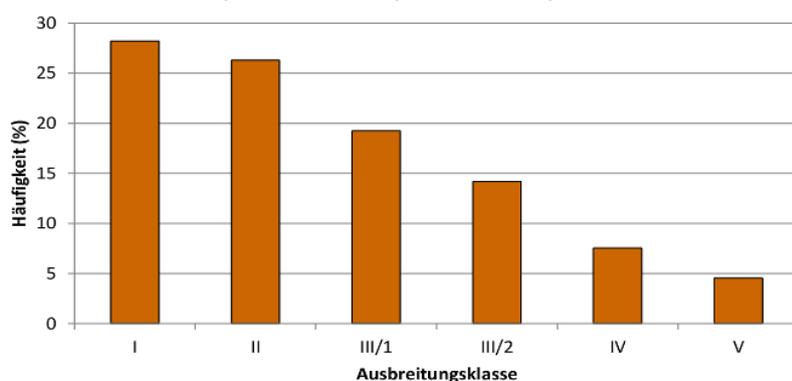
Geschwindigkeit	0-1.3	1.4-1.8	1.9-2.3	2.4-3.8	3.9-5.4	5.5-6.9	7.0-8.4	8.5-10.0	> 10.0	Summe
Richtung	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	
345°-015°	2.39	1.31	0.74	1.87	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	6.39
015°-045°	1.90	0.67	0.50	1.16	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	4.31
045°-075°	2.07	0.34	0.11	0.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.18
075°-105°	2.34	1.02	0.01	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43
105°-135°	2.44	1.23	0.10	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.95
135°-165°	6.01	2.69	0.68	0.54	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	9.93
165°-195°	7.58	2.70	1.85	0.87	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	13.15
195°-225°	5.61	1.67	1.24	3.09	0.17	0.03	0.00	0.00	0.00	11.82
225°-255°	7.10	2.39	1.13	3.19	0.61	0.10	0.04	0.00	0.00	14.57
255°-285°	4.52	2.73	1.58	2.60	1.79	0.21	0.09	0.00	0.00	13.52
285°-315°	2.05	1.62	1.61	1.08	1.33	0.23	0.01	0.00	0.00	7.92
315°-345°	2.49	1.56	0.82	2.53	0.34	0.08	0.01	0.00	0.00	7.83
Summe	46.51	19.93	10.40	17.82	4.53	0.66	0.15	0.01	0.00	100.00



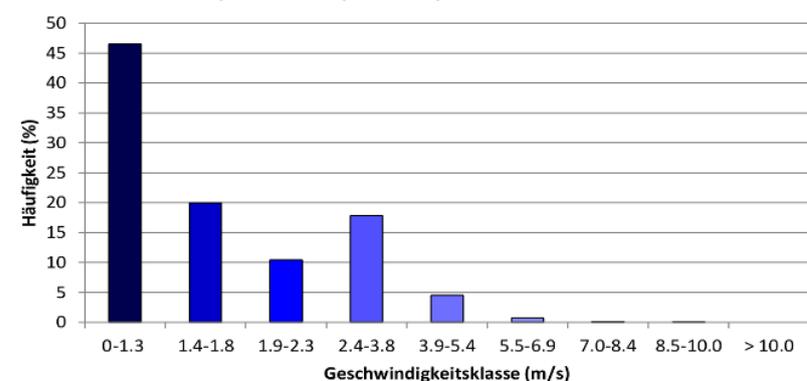
Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier in %

Klasse	I	II	III/1	III/2	IV	V
	28.19	26.29	19.26	14.18	7.54	4.53

Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier



Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen nach TA Luft





Motivation: AKTerm bei Schwäbisch-Hall (<http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml>)

Synthetisch repräsentative Ausbreitungsklassenzeitreihen Baden-Württemberg (Antriebszeitraum 2001 - 2010)

© 2014 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
© 2014 Arge METCON (Pinneberg), IB Rau (Heilbronn), metSoft GbR (Heilbronn)

Version 2.00

Lage in Gauß-Krüger DHDN/PD (Lagestatus 100)

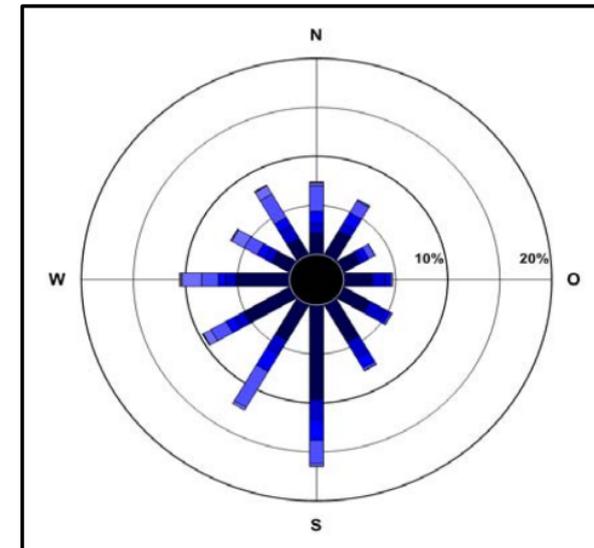
Rechtswert: 3 550 500
Hochwert: 5 445 000

Mittlere Windgeschwindigkeit:

1.8 m/s

Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten (m/s) und Windrichtungssektoren (°) in % (Klassenaufteilung nach TA Luft)

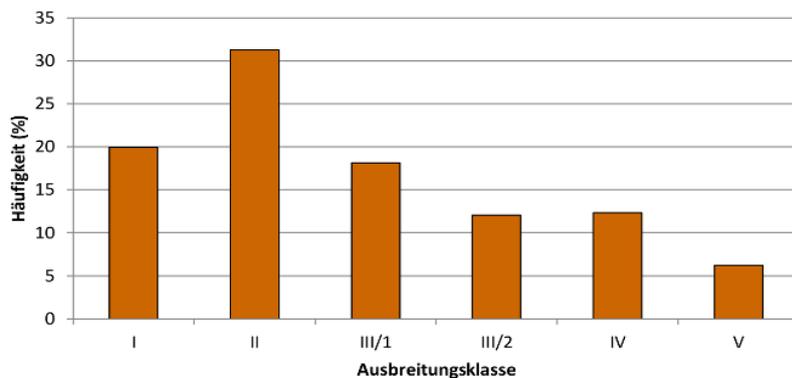
Geschwindigkeit	Windgeschwindigkeitsklassen (m/s)									Summe	
	0-1.3	1.4-1.8	1.9-2.3	2.4-3.8	3.9-5.4	5.5-6.9	7.0-8.4	8.5-10.0	> 10.0		
346°-015°	2.26	0.99	1.19	2.63	0.34	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	7.43
016°-045°	2.83	0.89	1.27	1.40	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.55
046°-075°	1.92	0.43	0.57	0.68	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.61
076°-105°	2.78	1.32	0.45	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.76
106°-135°	3.04	1.75	0.49	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.49
136°-165°	4.46	1.84	1.23	0.29	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.83
166°-195°	9.71	2.03	2.13	2.38	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	16.55
196°-225°	4.25	1.62	2.07	4.23	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.49
225°-255°	5.21	1.01	0.93	1.69	0.83	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	9.76
256°-285°	5.23	1.00	0.69	1.61	1.87	0.16	0.08	0.00	0.00	0.00	10.63
286°-315°	2.09	0.82	0.81	1.45	1.35	0.11	0.02	0.00	0.00	0.00	6.64
316°-345°	1.98	1.48	0.98	2.77	0.97	0.07	0.02	0.00	0.00	0.00	8.26
Summe	45.76	15.17	12.81	19.54	6.16	0.44	0.12	0.00	0.00	0.00	100.00



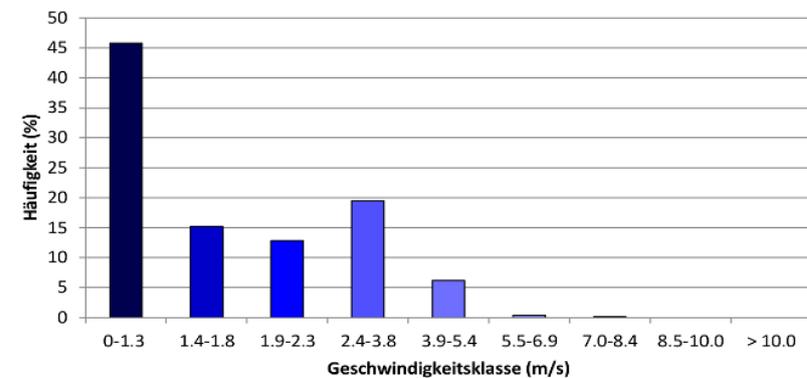
Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier in %

Klasse	I	II	III/1	III/2	IV	V
	19.98	31.25	18.12	12.07	12.35	6.22

Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier



Häufigkeit der Windgeschwindigkeitsklassen nach TA Luft





Methodik: Anordnung von Werte-Kombinationen aus Richtung, Geschwindigkeit und Klug-Manier-Klasse (ggf. auch weiterer Parameter wie z.B. Niederschlag) unter Berücksichtigung des Tages- und Jahresgangs der Schichtungsstabilität

Normierung der AKS auf eine Grundgesamtheit von 8760

Ermittlung der für ein Kalenderjahr erforderlichen Kombinationen aus Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Klug-Manier-Klasse entsprechend der durch die AKS vorgegebenen Eintrittswahrscheinlichkeit:

★Windrichtung = Zehnfache des jeweiligen Richtungssektors

★Windgeschwindigkeit = TA Luft - Rechenwert in Knoten entsprechend der jeweiligen Geschwindigkeitsklasse

Modell zur Verteilung der Schichtungsstabilität

Atmosphärenphysikalische Erfahrungstatsache:

★Im Tagesverlauf ist es mittags bzw. nachmittags am labilsten und zum Sonnenaufgang am stabilsten.

★Im Jahresverlauf ist es im Hochsommer am stärksten labil und im Hochwinter bestenfalls neutral bis leicht labil.

Mathematische Umsetzung über trigonometrische Funktionen:

★Phasen richten sich (mit leichter Verschiebung) an den astronomischen Zeiten für Sonnenaufgang, Sonnenhöchststand und Sonnenuntergang aus.

★Amplituden schwanken zwischen 0 und 3,5 im Winter sowie 0 und 6 im Sommer.



Methodik:

Modellansatz in Anlehnung an die Bildungsvorschriften zu den KM-Klassen für die Verteilung der Stabilität im Tages – und Jahresgang

stark labil

stark stabil

MEZ

24
23
22
21
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11
10
09
08
07
06
05
04
03
02
01
00



Jan Feb März Apr Mai Juni Juli Aug Sep Okt Nov Dez

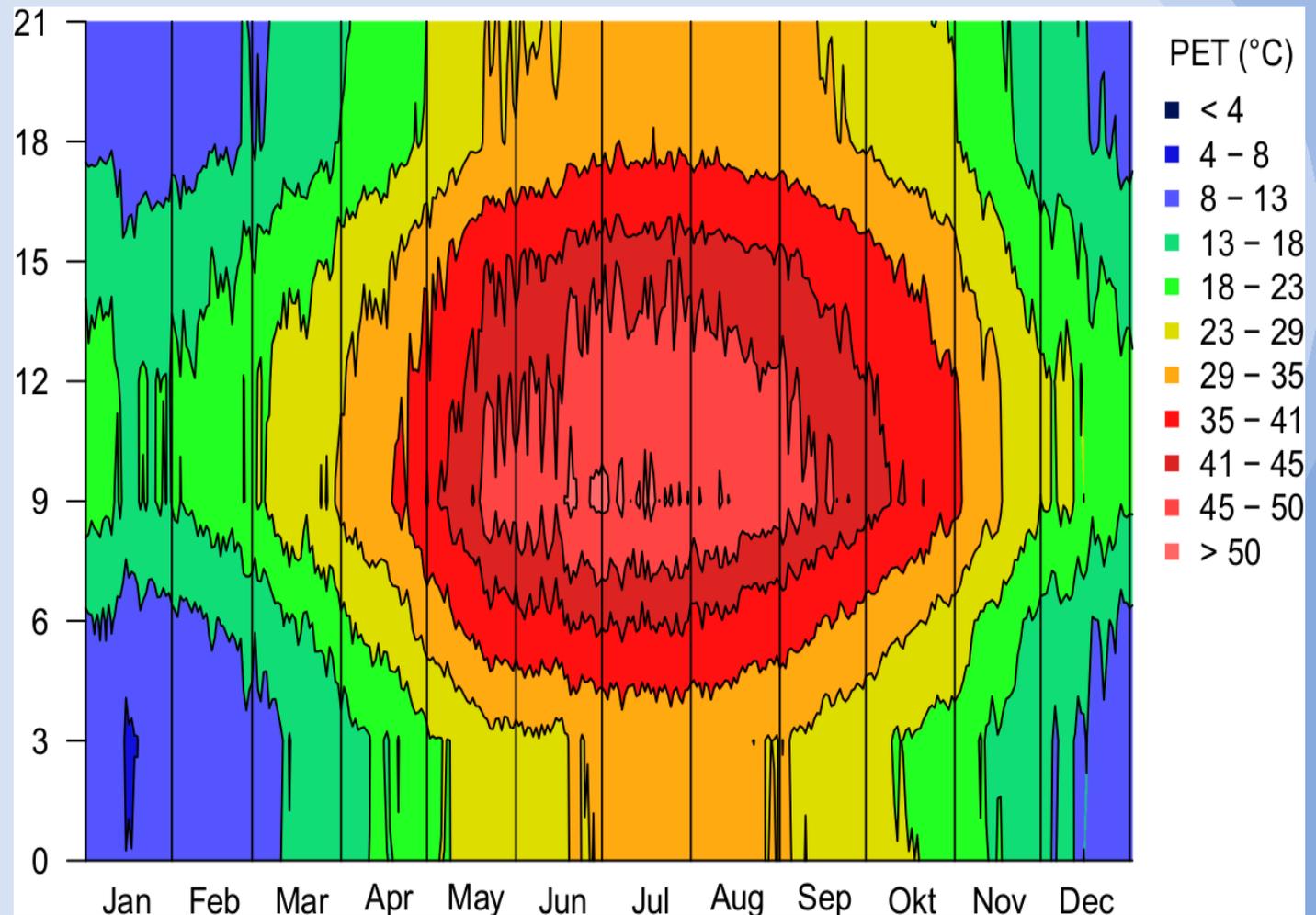


Methodik: vergleichbare Struktur in der Verteilung des Parameters „Physiologisch Äquivalente Temperatur (PET)“

(aus: Andreas Matzarakis & Dominik Fröhlich | Sport events and climate for visitors—the case of FIFAWorld Cup in Qatar 2022 | Int J Biometeorol | DOI 10.1007/s00484-014-0886-5 | Springer | 14.August 2014 | Abb.5)

Die human-biometeorologische Kenngröße (Physiologisch Äquivalente Temperatur PET) beschreibt unter Berücksichtigung der thermophysiological Zusammenhänge das thermische Empfinden des Menschen.

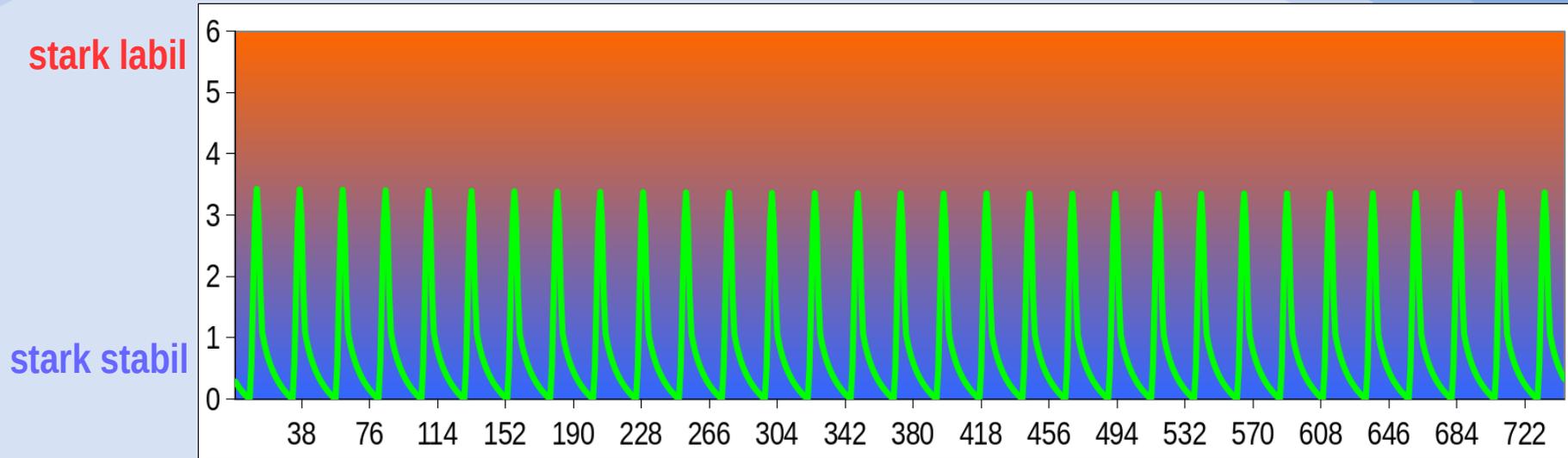
Meteorologische Parameter wie Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit, Sonneneinstrahlung, Luftfeuchtigkeit, Bewölkungsgrad werden bei der Berechnung von PET berücksichtigt



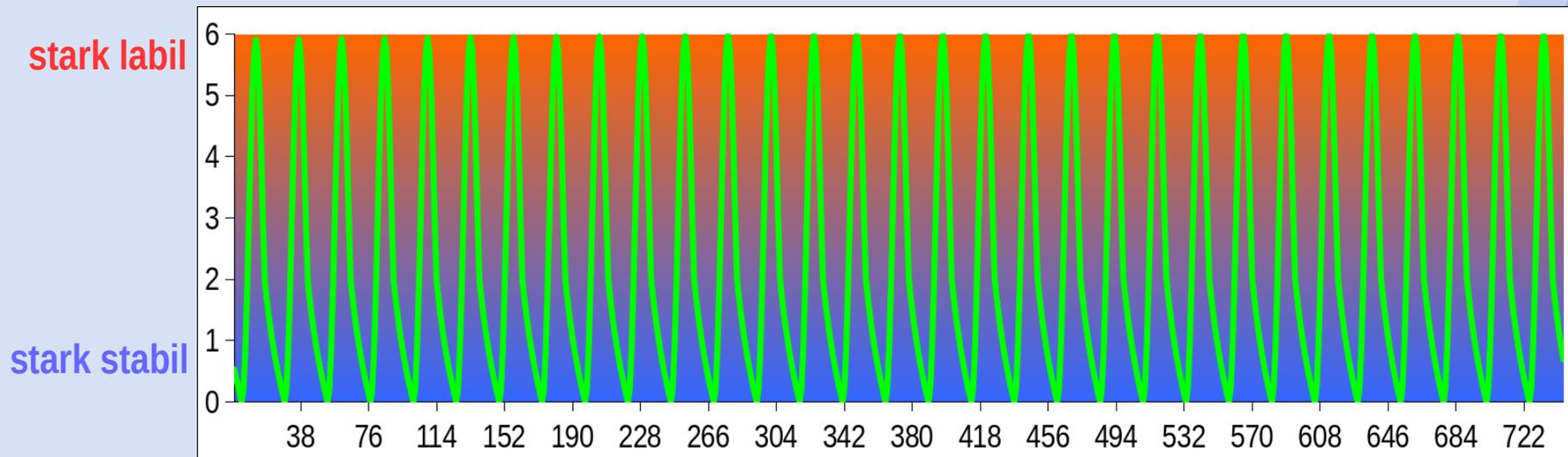


Methodik: mathematische Umsetzung über trigonometrische Funktionen

Verteilung der Stabilität in den Januar-Stunden



Verteilung der Stabilität in den Juli-Stunden





Methodik: Besonderheiten stellen bei Immissionsprognosen i.Allg. keine Einschränkungen dar

- ★ Die statistischen Eigenschaften (Häufigkeitsverteilungen der Richtung, Geschwindigkeit und Klug-Manier-Klasse) der AKTerm sind praktisch identisch denen der AKS.
- ★ Die zeitliche Repräsentativität der so gewonnenen Jahres-Reihe entspricht der zugrunde liegenden Statistik und kann damit auch deutlich größer als ein Jahr sein.
- ★ Es sind keine "echten" Calmen -in denen der Transport von Luftbeimengungen gänzlich zum Erliegen kommt- enthalten, da der niedrigste Rechenwert 1 bzw. 0,8 oder auch 0,7 m/s (nach Umsetzung in eine zeitreihe.dmna zu austal2000) beträgt.
- ★ Autokorrelation ist praktisch nicht vorhanden, weil aufeinander folgende Datensätze keine Abfolge konkreter Situationen darstellen, womit Effekte der Akkumulation im Rechengebiet weniger systematisch sind.
- ★ In größeren Entfernungen von den Emissionsquellen und insbesondere am Rand von ausgedehnten Rechengebieten ist eine Zunahme der zufälligen Unsicherheiten (z.B. bei Ausbreitungswegen > 2500 m) zu erwarten. Dieser Effekt ist umso geringer, je häufiger größere Windgeschwindigkeiten als 0,7 m/s auftreten, wodurch auch das „Gedächtnis“ stärker nachlässt. Bei solchen Abständen ist erfahrungsgemäß auch zumeist die Verdünnung sehr hoch und das Belastungspotenzial niedrig.
- ★ Jahreszahl und Wetterinformationen haben keine Bedeutung und sind zu ignorieren.
- ★ Die Anemometerhöhe muss entsprechend der Stationsgegebenheiten (Rauigkeitslänge und Verdrängungshöhe meteorologischer Profile) sachverständig festgelegt werden.



Methodenvalidierung: Herstellung von Statistiken aus den mit austal2000 bereit gestellten originalen Zeitreihen

- ★ Auswertung der Zeitreihen anno95.akterm...anno99.akterm anhand der Klasseneinteilungen der TA Luft und Ausschreibung der entsprechenden Statistiken als as_anno95_mCU.txt...as_anno99_mCU.txt
- ★ Abweichend von den Vorgaben der TA Luft wurden die Calmen entsprechend der Windgeschwindigkeitsklasse 1 auf die einzelnen Richtungen aufgeteilt.
- ★ Ein solches Vorgehen ist immer stärker gerechtfertigt, weil im Zuge der technischen Entwicklung der Windsensoren (insbesondere durch den vermehrten Einsatz von Ultraschall-Anemometern) deren Ansprechverhalten inzwischen derart empfindlich geworden ist, dass Messergebnisse auch für sehr niedrige Geschwindigkeiten als repräsentativ gelten können.
- ★ Die verbleibenden Unbestimmtheiten wurden anteilig den Richtungs-, Geschwindigkeits- und Stabilitätsklassen zugeordnet.

Damit werden die meteorologischen Verhältnisse verfahrensbedingt etwas ausgeglichener als durch die zugrunde liegenden originalen Zeitreihen beschrieben, weil diese z.B. lediglich die Rechenwerte der Windgeschwindigkeitsklassen gemäß Tabelle 18 der TA Luft enthalten und nicht die ggf. extremeren Original-Daten reproduziert werden können.



Methodenvalidierung: Immissionsprognosen zum Vergleich zwischen originalen und transformierten Zeitreihen

Durchführung der Berechnungen mit austal2000

★sowohl für die originalen Zeitreihen anno95.akterm...anno99.akterm

★als auch für die transformierten Zeitreihen az_anno95_mCU.txt...az_anno99_mCU.txt

niedrigere Volumenquelle

z0	0.2
ha	11.2
hq	5
xq	-8
yq	-30
aq	16
bq	60
cq	5
xx	5000
odor	5000

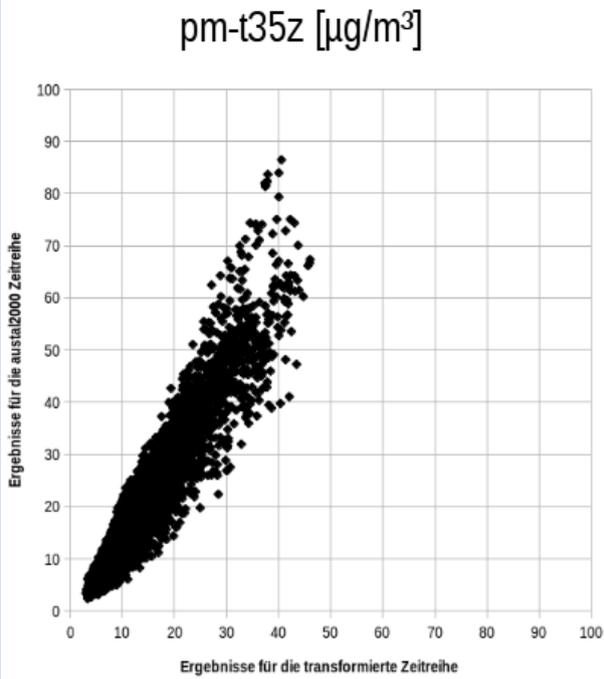
höhere Punktquelle

gx	3500000
gy	5900000
z0	0.5
hq	50
no2	2
no	15
so2	15
pm-1	10
pm-2	20
pm-u	30



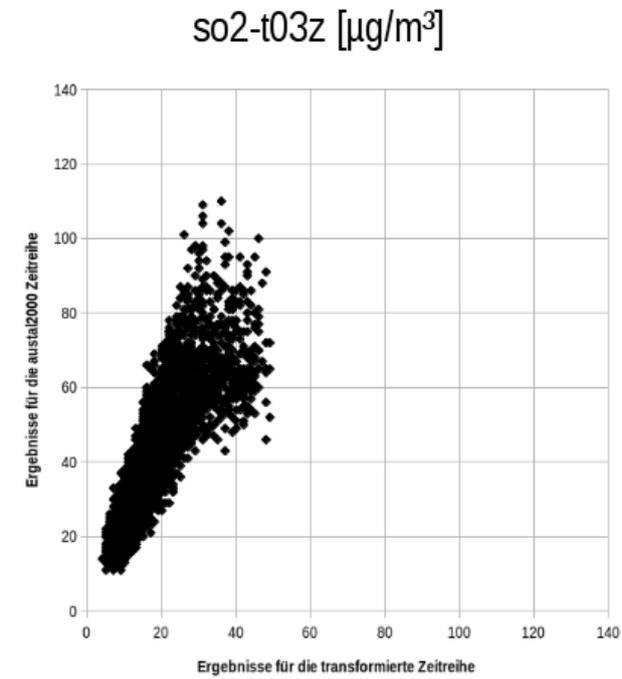
Methodenvalidierung | Berechnungen mit austal2000

Ergebnisse für die originalen Zeitreihen (Ordinate) als Funktion der Ergebnisse für die transformierten Zeitreihen (Abszisse)



höhere Punktquelle

anno95

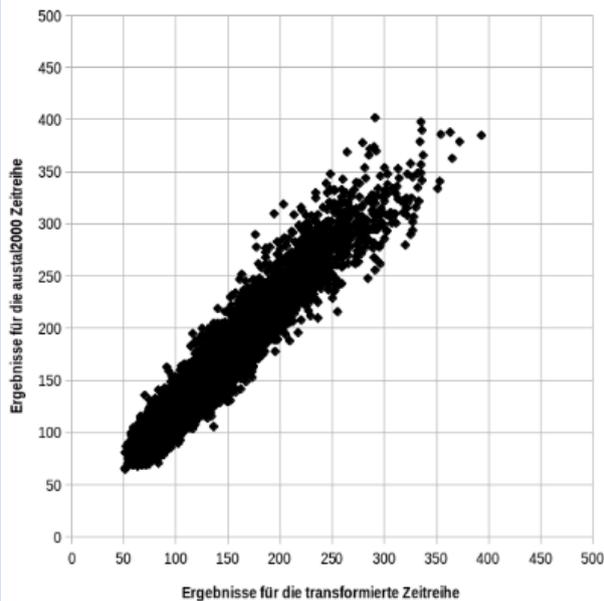




Methodenvalidierung | Berechnungen mit austal2000

Ergebnisse für die originalen Zeitreihen (Ordinate) als Funktion der Ergebnisse für die transformierten Zeitreihen (Abszisse)

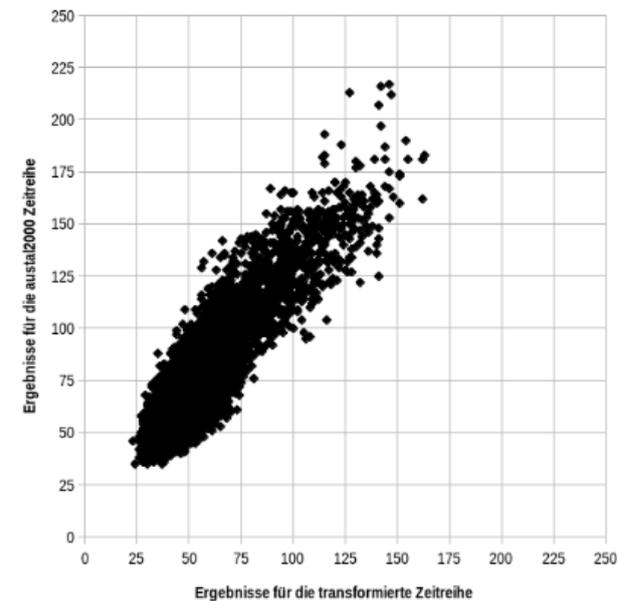
so2-s24z [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



höhere Punktquelle

anno95

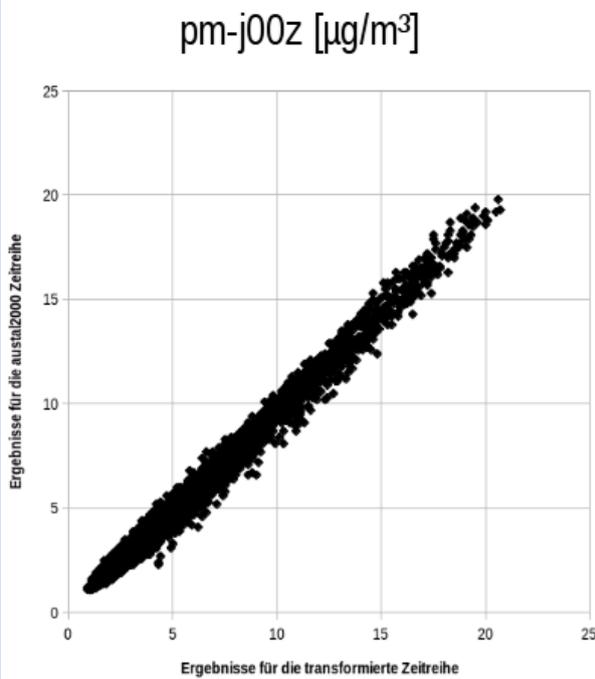
no2-s18z [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]





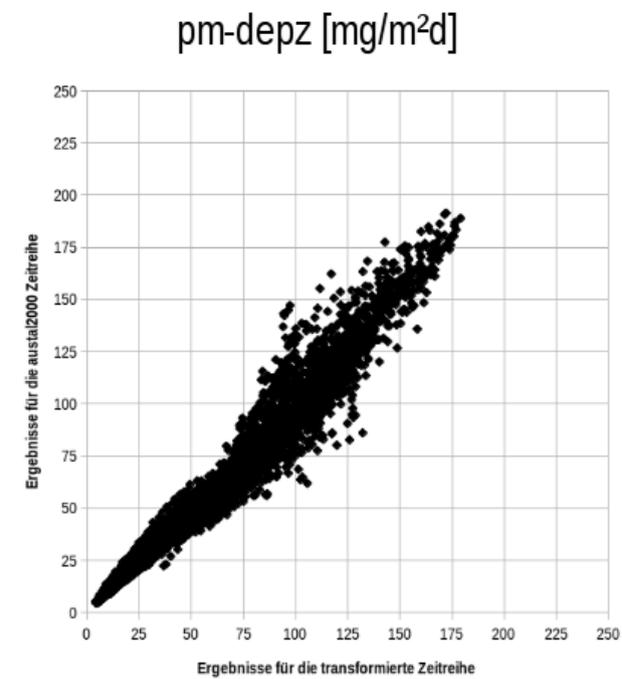
Methodenvalidierung | Berechnungen mit austal2000

Ergebnisse für die originalen Zeitreihen (Ordinate) als Funktion der Ergebnisse für die transformierten Zeitreihen (Abszisse)



höhere Punktquelle

anno95





Methodenvalidierung | Berechnungen mit austal2000

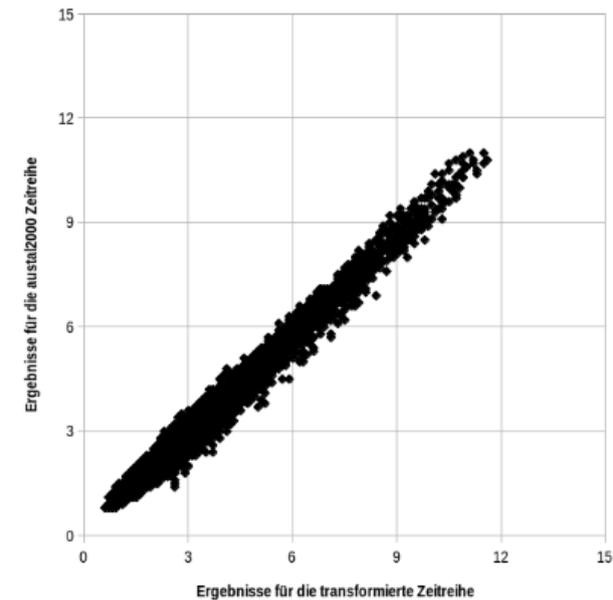
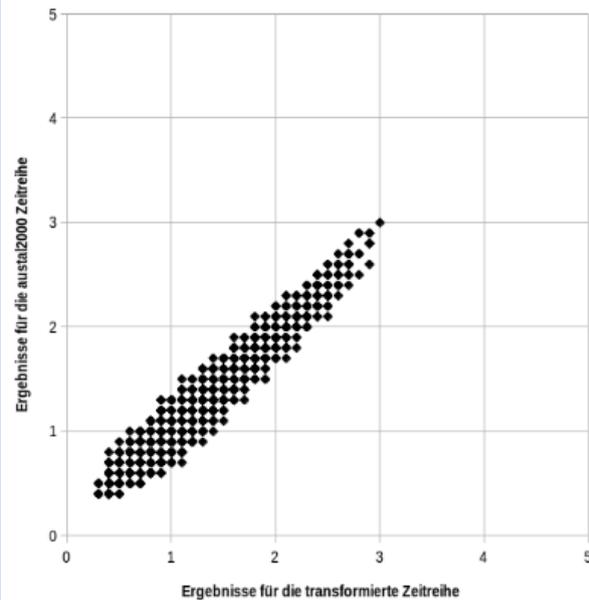
Ergebnisse für die originalen Zeitreihen (Ordinate) als Funktion der Ergebnisse für die transformierten Zeitreihen (Abszisse)

no2-j00z [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

höhere Punktquelle

so2-j00z [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

anno95

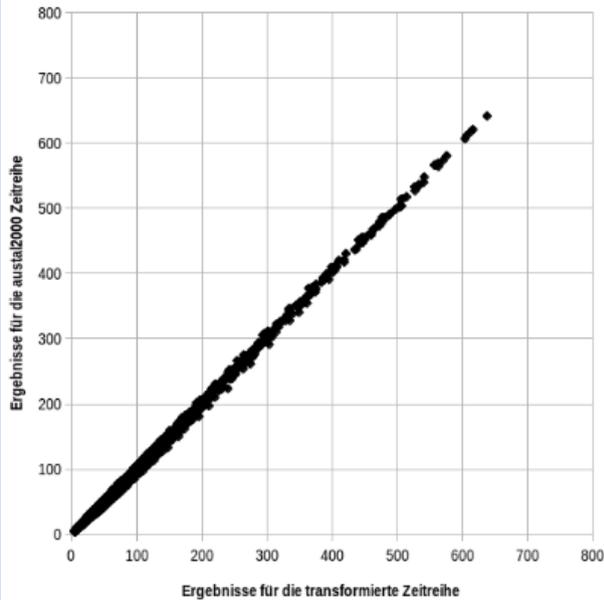




Methodenvalidierung | Berechnungen mit austal2000

Ergebnisse für die originalen Zeitreihen (Ordinate) als Funktion der
Ergebnisse für die transformierten Zeitreihen (Abszisse)

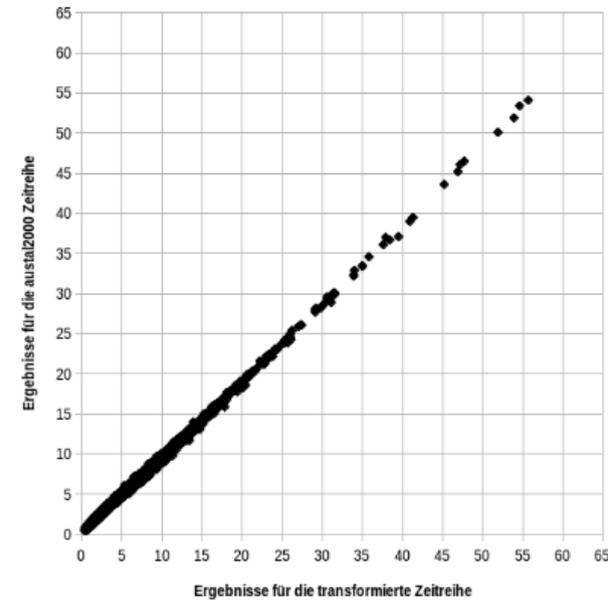
xx-j00z [mg/m³]



niedrige Volumenquelle

anno95

odor [%]





Methodenvalidierung | linearer Zusammenhang und Bestimmtheit

Funktion $y = mx + n$ mit $n = 0$ | y-Werte der originalen Zeitreihen | x-Werte der transformierten Zeitreihen

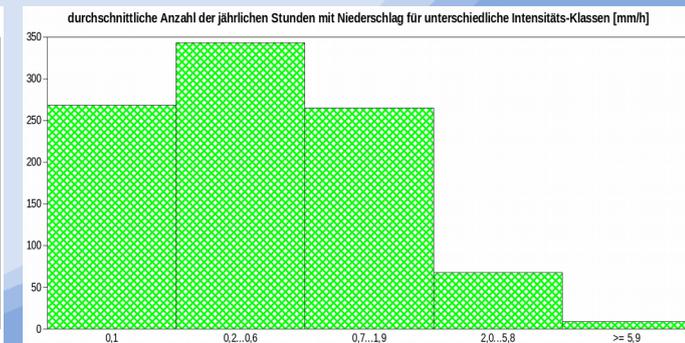
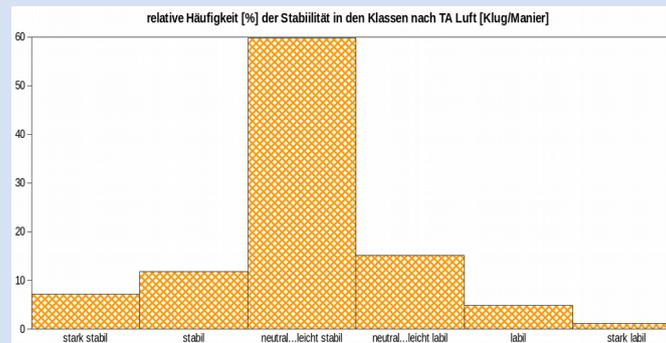
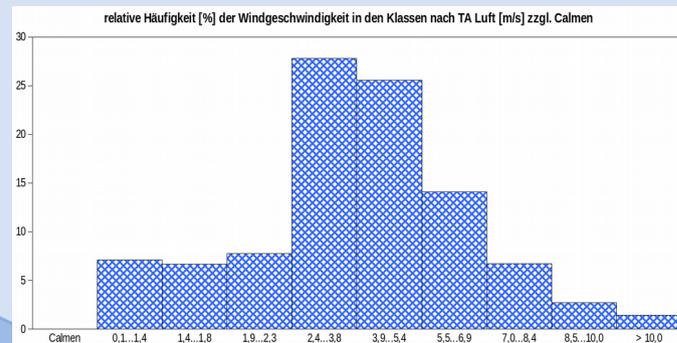
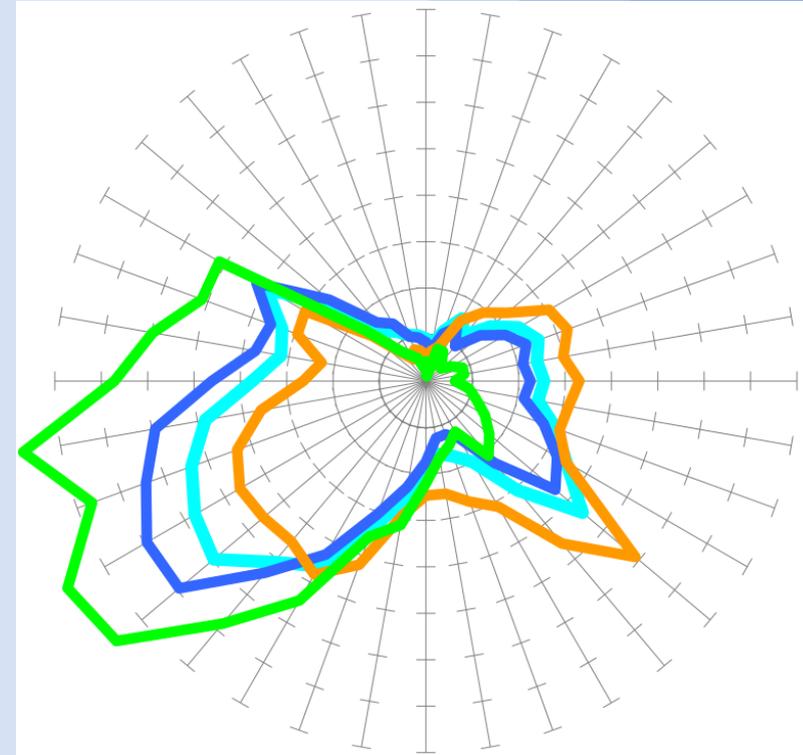
	IJZ						ITZ		ISZ	
Zeitreihe	xx-j00z	odor-j00z	no2-j00z	so2-j00z	pm-j00z	pm-depz	pm-t35z	so2-t03z	so2-s24z	no2-s18z
<i>m (linearer Anstieg)</i>										
anno95	1,01	0,98	0,99	0,96	0,96	0,98	1,45	2,17	1,16	1,34
anno96	1,00	0,99	0,94	0,94	0,95	0,98	1,53	2,19	1,16	1,27
anno97	1,00	0,97	0,96	0,95	0,96	0,98	1,41	2,01	1,13	1,23
anno98	1,00	0,99	0,94	0,95	0,96	0,98	1,43	1,96	1,13	1,20
anno99	1,00	1,00	0,94	0,93	0,94	0,97	1,43	1,96	1,11	1,19
\bar{m} (mittlerer linearer Anstieg)										
95...99	1,00	0,99	0,95	0,95	0,95	0,98	1,45	2,06	1,14	1,25
R^2 (Bestimmtheitsmaß)										
anno95	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,97	0,96	0,99	0,98
anno96	1,00	0,99	0,98	0,99	1,00	0,99	0,97	0,96	0,99	0,98
anno97	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	0,99	0,98	0,95	0,99	0,98
anno98	1,00	1,00	0,99	0,99	1,00	0,99	0,96	0,96	0,99	0,98
anno99	1,00	1,00	0,99	1,00	1,00	0,99	0,97	0,96	0,99	0,98



Anwendungsbeispiel | Jahreszeitreihe aus statistischer Grundgesamtheit von ca. 15 Jahren (130556 Fälle)

* az_Bremen.txt | Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag erstellt von Dipl.-Met. A. Zorn | Datenbasis: DWD -----
 * Anemometer: {32486515;5877255} | 130556 Datensätze von Juni 2001 bis Mai 2016 | Calmen: 0,07% | Niederschlag: 689mm/a
 * Klug Manier (TA Luft) | DD&FF: Bremen | N: Bremen | RR: Bremen | Werte bearbeitet | normiert auf 8760 h/a -----
 + Anemometerhoehen (0.1 m): 095 095 097 100 106 124 154 184 214

```
AK 00691 2010 01 01 00 00 0 0 8 6 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 01 00 0 0 31 3 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 02 00 0 0 19 9 1 2 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 03 00 0 0 7 6 1 2 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 04 00 0 0 25 3 1 2 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 05 00 0 0 25 2 1 2 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 06 00 0 0 21 4 1 1 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 07 00 0 0 18 3 1 1 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 08 00 0 0 1 2 1 1 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 09 00 0 0 9 9 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 01 01 10 00 0 0 22 15 1 3 1 -999 9 990 1
:
AK 00691 2010 12 31 13 00 0 0 35 3 1 4 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 14 00 0 0 22 15 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 15 00 0 0 8 12 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 16 00 0 0 28 9 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 17 00 0 0 23 9 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 18 00 0 0 19 9 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 19 00 0 0 11 9 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 20 00 0 0 4 9 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 21 00 0 0 26 6 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 22 00 0 0 22 6 1 3 1 -999 9 990 1
AK 00691 2010 12 31 23 00 0 0 13 6 1 3 1 -999 9 990 1
```





Fazit

- ★ Die Ergebnisse der Berechnungen für die mit austal2000 bereit gestellten originalen und die transformierten Zeitreihen sind bei sämtlichen Kenngrößen sehr eng korreliert.
- ★ Bei der Immissions-Jahres-Zusatzbelastung (IJZ) erfolgt mit den transformierten Zeitreihen tendenziell eine geringfügige Überschätzung der Immissionen, weshalb die Ergebnisse entsprechender Berechnungen unmittelbar zur Beurteilung (insbesondere der Irrelevanz-Kriterien der TA Luft und der Geruchs-Immissionsrichtlinie) geeignet sind.
- ★ Hingegen Bei der Immissions-Tages-Zusatzbelastung (ITZ) und der Immissions-Stunden-Zusatzbelastung (ISZ) ist das hingegen anders, was auf die fehlende Autokorrelation in Datensätzen zurück zu führen ist. Dennoch kann mit einem für jede Kenngröße spezifischen Korrekturfaktor (z.B. mit den o.g. jeweiligen mittleren linearen Anstiegen m) eine gute Schätzung erfolgen. erfolgen.
- ★ Damit bietet sich die hier beschriebene Methode zur Transformation von Ausbreitungsklassenstatistiken in entsprechende Zeitreihen für Immissionsprognosen unter Beachtung der o.g. Besonderheiten an.
- ★ Zusätzliche Parameter wie z.B. der Niederschlag (RR) lassen sich bei statistischen Methoden leicht mitführen, wobei die zeitliche Repräsentativität sowohl für einzelne Parameter als auch insbesondere für die Kombinationen aller Parameter sicher gestellt wird.
- ★ Damit wird auch den diesbezüglichen Neuerungen der kommenden TA Luft nachgekommen.
- ★ Zu niederschlagsbedingter Immissionsminderung für Gerüche besteht noch Forschungsbedarf.



*„Wenn ich schon nicht
zu überzeugen vermochte,
so hoffe ich zumindest doch,
hinreichend Verwirrung
gestiftet zu haben.“*

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!