

Straßenbeleuchtung und Umwelt

**Vergleichende Untersuchung zum Anflugverhalten von
Insekten an Straßenleuchten am Fleher Deich in Düsseldorf**



von
Gerhard Eisenbeis [\[1\]](#) [\[2\]](#)

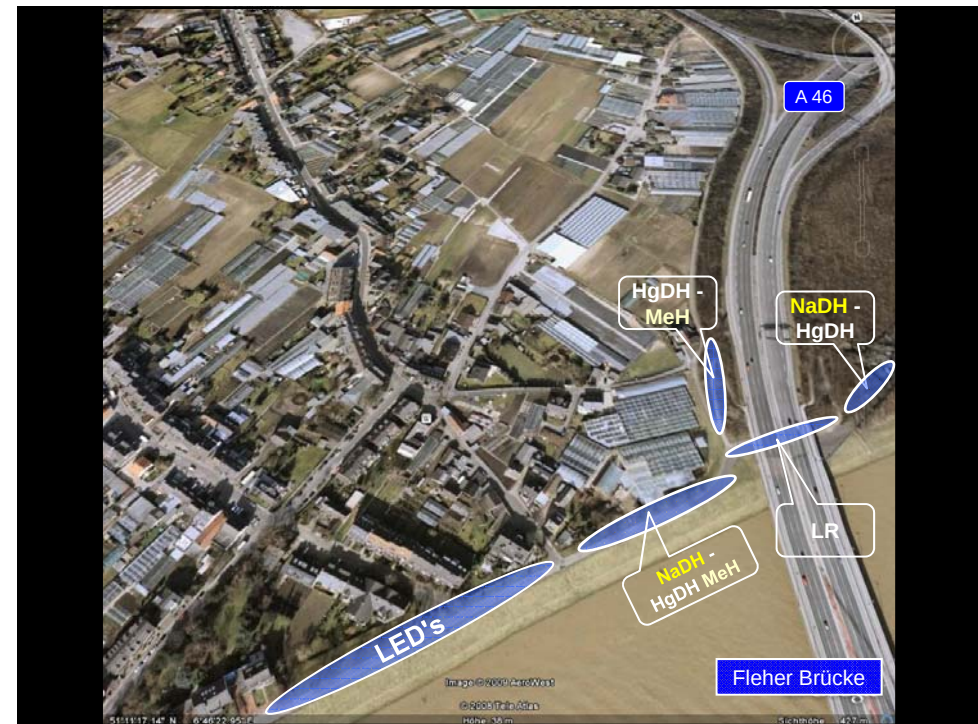
Projektträger:
Stadtwerke und Umweltamt der Landeshauptstadt Düsseldorf

[\[1\]](#) Prof. Dr. Gerhard Eisenbeis, Institut für Zoologie der Joh. Gutenberg-Universität, D-55099 Mainz

[\[2\]](#) Mit Genehmigung des Gartenamtes der Landeshauptstadt Düsseldorf vom 16.06.2008

Meine Vortragsgliederung:

- Kurze Standortvorstellung - Lichtpunkte und Probennahmen
- Die wichtigsten Ergebnisse





Gartenlandschaft nahe Lichtpunkt 111 - LED_kalt



Lichtpunktstrecke entlang des Fleher Deichwegs begrenzt von Lindenbäumen

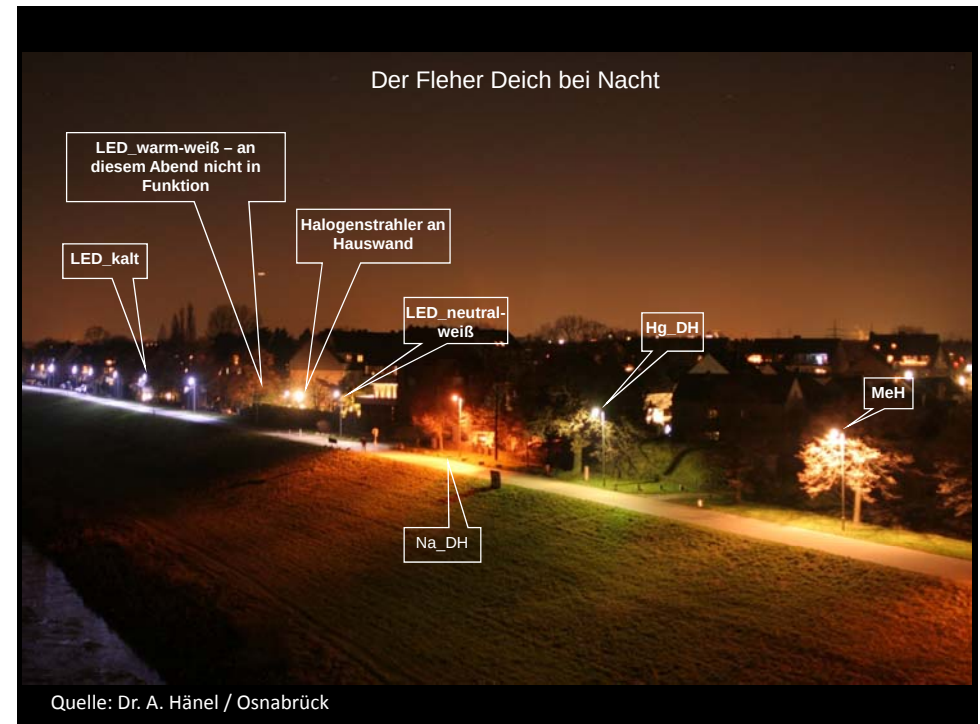
Insgesamt 20 Lichtpunkte mit
5-6 Lampenarten



Beginn des östlichen Waldstücks hinter der Autobahnbrücke

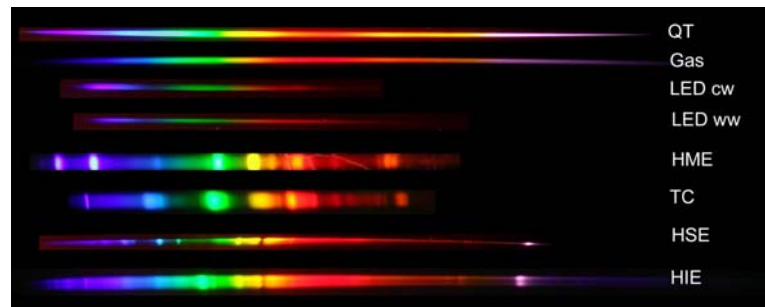


Der Fleher Deich bei Nacht



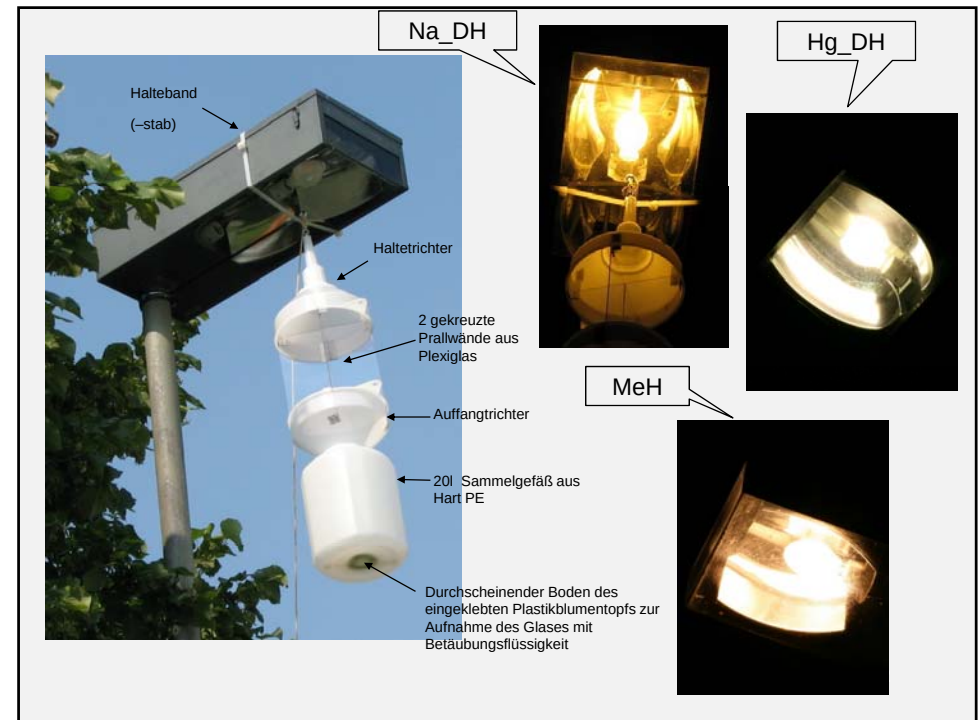
Quelle: Dr. A. Hänel / Osnabrück

IR-Spektren (Farbspekten) der Lichtpunkte am Fleher Deich



QT – Quarzlampe, Gas – Lampen, **LED cw** = LED_kalt, **LED ww** = LED_neutral-warm,
HME – Quecksilberdampfhochdrucklampe, **TS** – Fluoreszenz-Leuchtstofflampe, **HSE**
- Natriumdampfhochdrucklampe, **HIE** – Halogenmetaldampf Lampe

Quelle: Dipl. Phys. Dr. Andreas Hänel / Osnabrück





Leuchtstoffröhren im Doppelpack



LED-Leuchten Konstruktion - Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kuipers / Hagen



In Düsseldorf: Betreuung der Fallen vor Ort durch eine große Helferschar und Vorsortierung der Insektenfänge



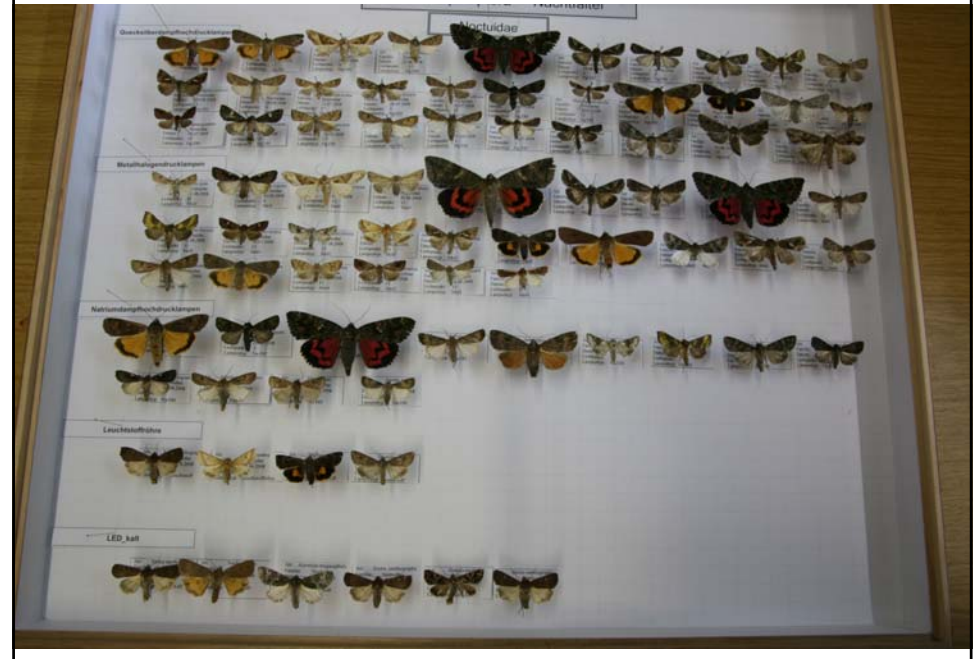
Aufnahme: Ehepaar Blättler in Düsseldorf-Flehe



Danach in Mainz: Sortierung und Archivierung der Insekten

15

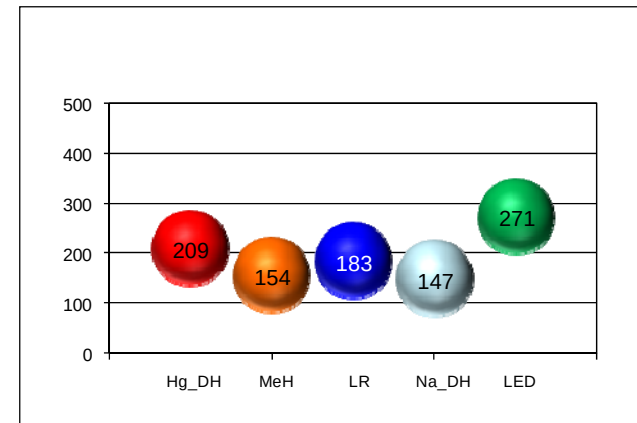
Einblick in die Nachtfalterbearbeitung – Diplomarbeit Christopher Püschel



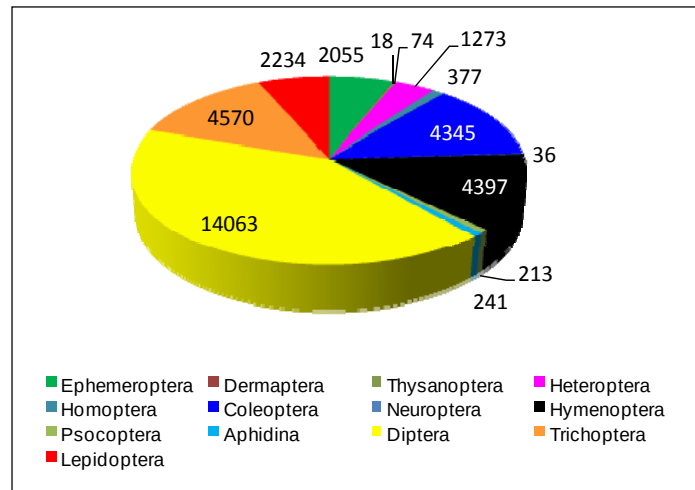
Die Ergebnisse

Die Exposition und tägliche Leerung der Eklektoren begann am **24.6.2009** und endete am **2.9.2009**.

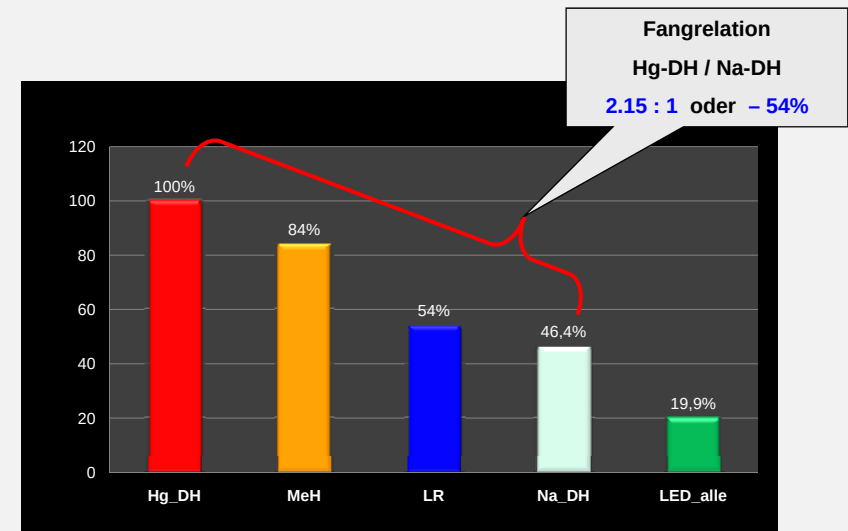
Insgesamt wurden **964** Einzelfänge eingeholt und ausgewertet, die sich wie folgt auf die Lampenarten verteilen:



Die Insekten - **33896 Tiere** - verteilen sich auf 7 Hauptordnungen und 6 Nebenordnungen



Das Hauptergebnis: Anflug aller Insektenordnungen in prozentualer Darstellung



Referenz ist der Anflug an die Quecksilberdampfhochdrucklampen – Hg_DH = 100%

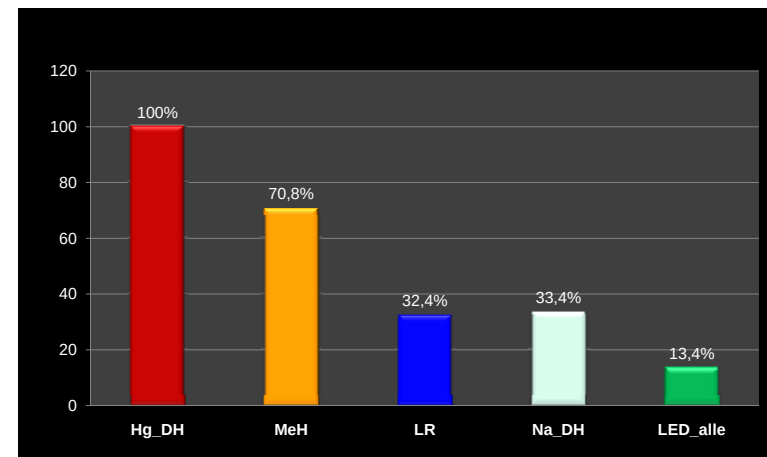
Was sagt die Statistik?

Anflug aller Insekten				
	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,184907	1,000000	209	154
Hg_DH/LR	0,000001	0,000008	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,000002	0,000078	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	209	271
MeH/LR	0,000647	0,005650	154	183
MeH/Na_DH	0,000858	0,018827	154	147
MeH/LED_alle	0,000000	0,000000	154	271
LR/Na_DH	0,896091	1,000000	183	147
LR/LED_alle	0,000000	0,000000	183	271
Na_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	147	271

21

Modifiziertes
Hauptergebnis:

Anflug aller Insektenordnungen ohne **Diptera - Zweiflügler**



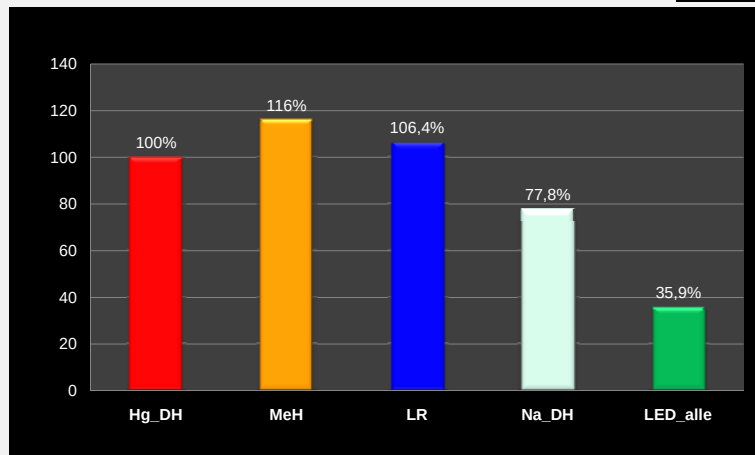
Was sagt die Statistik?

Alle Insekten ohne Diptera (Zweiflügler)				
	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,032070	0,957531	209	154
Hg_DH/LR	0,000000	0,000000	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,000000	0,000000	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	209	271
MeH/LR	0,000000	0,000000	154	183
MeH/Na_DH	0,000003	0,000261	154	147
MeH/LED_alle	0,000000	0,000000	154	271
LR/Na_DH	0,044361	0,798665	183	147
LR/LED_alle	0,000000	0,000001	183	271
Na_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	147	271

23

Jetzt die Teilergebnisse für die 7 anflugstärksten Insektenordnungen

Anflug der Diptera - Zweiflügler



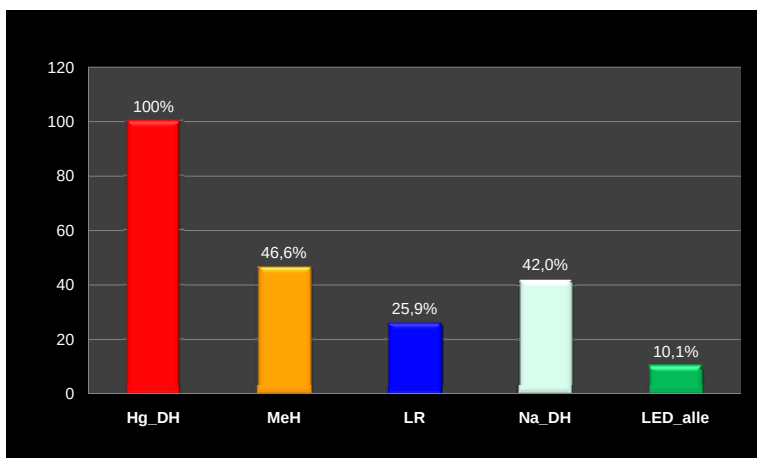
25

Was sagt die Statistik?

Diptera (Zweiflügler)				
	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,528028	1,000000	209	154
Hg_DH/LR	0,738926	1,000000	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,736657	1,000000	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	209	271
MeH/LR	0,819329	1,000000	154	183
MeH/Na_DH	0,338463	1,000000	154	147
MeH/LED_alle	0,000000	0,000000	154	271
LR/Na_DH	0,475977	1,000000	183	147
LR/LED_alle	0,000000	0,000001	183	271
Na_DH/LED_alle	0,000006	0,000000	147	271

26

Anflug der Trichoptera - Köcherfliegen

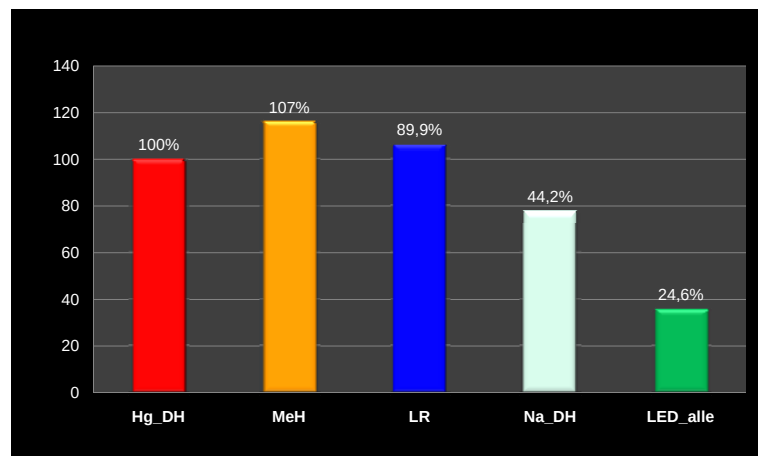


Was sagt die Statistik?

Trichoptera (Köcherfliegen)

	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,001536	0,110643	209	154
Hg_DH/LR	0,000000	0,000000	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,000121	0,006844	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	209	271
MeH/LR	0,000095	0,003692	154	183
MeH/Na_DH	0,381178	1,000000	154	147
MeH/LED_alle	0,000000	0,000000	154	271
LR/Na_DH	0,004004	0,080067	183	147
LR/LED_alle	0,000000	0,000003	183	271
Na_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	147	271

Anflug der Hymenoptera - Hautflügler

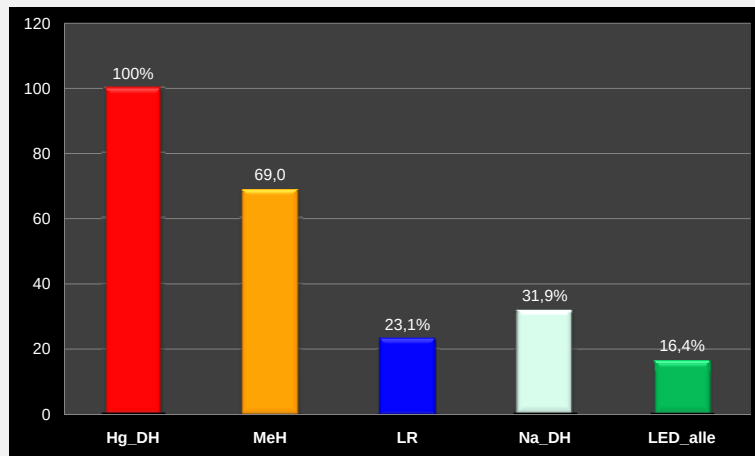


Was sagt die Statistik?

Hymenoptera (Hautflügler)

	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,836431	1,000000	209	154
Hg_DH/LR	0,331431	1,000000	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,022501	0,219638	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000264	0,002718	209	271
MeH/LR	0,473244	1,000000	154	183
MeH/Na_DH	0,052109	0,494423	154	147
MeH/LED_alle	0,001568	0,017930	154	271
LR/Na_DH	0,190174	1,000000	183	147
LR/LED_alle	0,015614	0,143181	183	271
Na_DH/LED_alle	0,399576	1,000000	147	271

Anflug der Coleoptera - Käfer



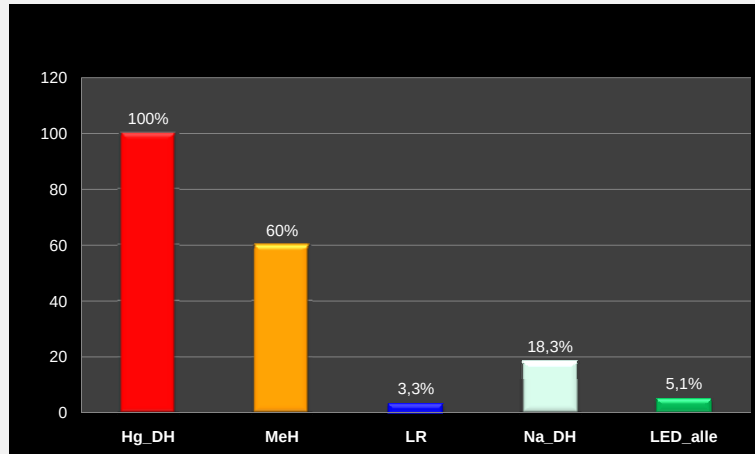
31

Was sagt die Statistik?

Coleoptera (Käfer)

	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,641902	1,000000	209	154
Hg_DH/LR	0,000000	0,000000	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,000005	0,000072	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	209	271
MeH/LR	0,000000	0,000003	154	183
MeH/Na_DH	0,000121	0,001562	154	147
MeH/LED_alle	0,000000	0,000003	154	271
LR/Na_DH	0,262356	1,000000	183	147
LR/LED_alle	0,012399	0,302226	183	271
Na_DH/LED_alle	0,000910	0,012626	147	271

Anflug der Lepidoptera - Nachtfalter



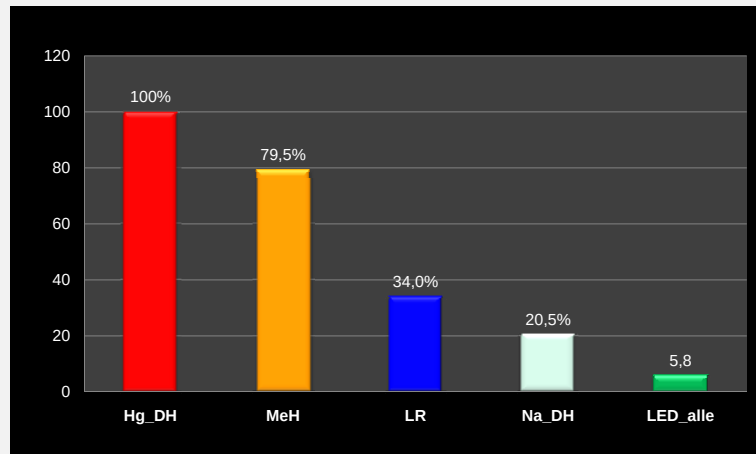
33

Was sagt die Statistik?

Lepidoptera (Nachtfalter)

	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,041572	1,000000	209	154
Hg_DH/LR	0,000000	0,000000	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,000000	0,000000	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	209	271
MeH/LR	0,000000	0,000000	154	183
MeH/Na_DH	0,000000	0,000000	154	147
MeH/LED_alle	0,000000	0,000000	154	271
LR/Na_DH	0,000000	0,000000	183	147
LR/LED_alle	0,345538	1,000000	183	271
Na_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	147	271

Anflug der Ephemeroptera - Eintagsfliegen



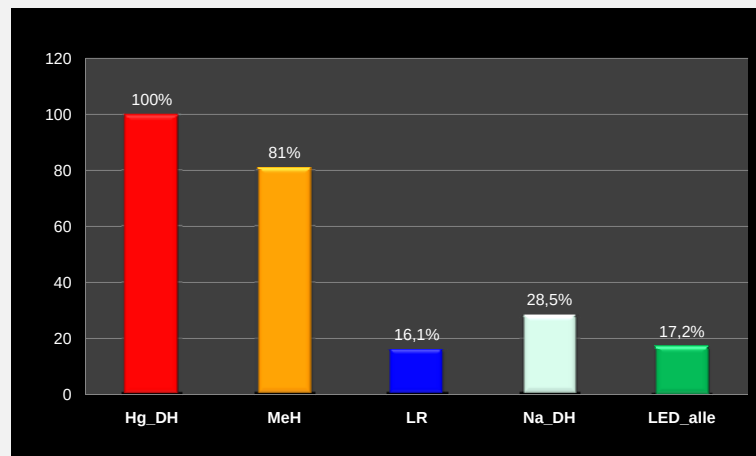
35

Was sagt die Statistik?

Ephemeroptera (Eintagsfliegen)

	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,271065	1,000000	209	154
Hg_DH/LR	0,214249	1,000000	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,005476	0,064585	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	209	271
MeH/LR	0,991940	1,000000	154	183
MeH/Na_DH	0,142122	1,000000	154	147
MeH/LED_alle	0,000156	0,000970	154	271
LR/Na_DH	0,090425	1,000000	183	147
LR/LED_alle	0,000016	0,000246	183	271
Na_DH/LED_alle	0,022136	0,286946	147	271

Anflug der Heteroptera - Wanzen



37

Was sagt die Statistik?

Heteroptera (Wanzen)

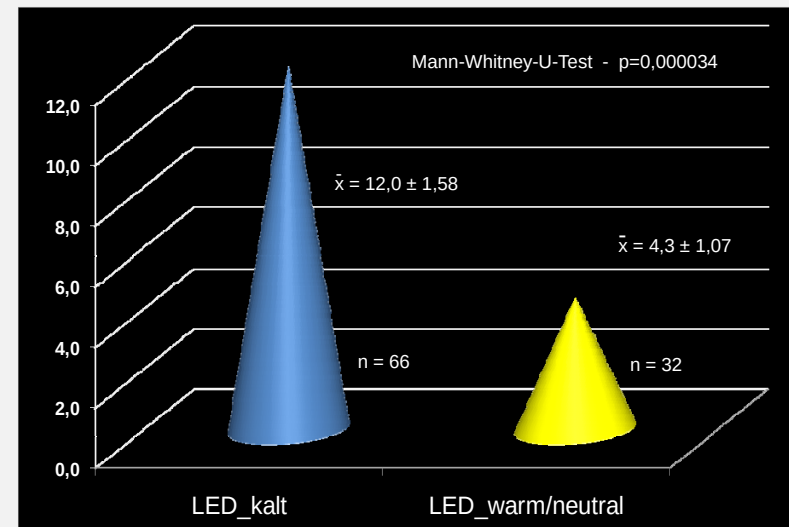
	Mann-Whitney-U-Test	Kruskal-Wallis-ANOVA		
Lichtarten 1/2	p-Niveau	p-Niveau	N Lichtart 1	N Lichtart 2
Hg_DH/MeH	0,774562	1,000000	209	154
Hg_DH/LR	0,000000	0,000000	209	183
Hg_DH/Na_DH	0,000013	0,000182	209	147
Hg_DH/LED_alle	0,000000	0,000000	209	271
MeH/LR	0,000000	0,000000	154	183
MeH/Na_DH	0,000058	0,000898	154	147
MeH/LED_alle	0,000000	0,000000	154	271
LR/Na_DH	0,060735	0,734559	183	147
LR/LED_alle	0,723302	1,000000	183	271
Na_DH/LED_alle	0,091383	1,000000	147	271

Jetzt bleibt nur noch eine spannende

Frage offen!

Gibt es Unterschiede zwischen
den LED's_kalt und den LED's_warm/neutral?

Ich zeige jetzt das Ergebnis des separaten Vergleichs für das gleiche Zeitfenster
vom: 2.8.2008 bis 2.9.2008

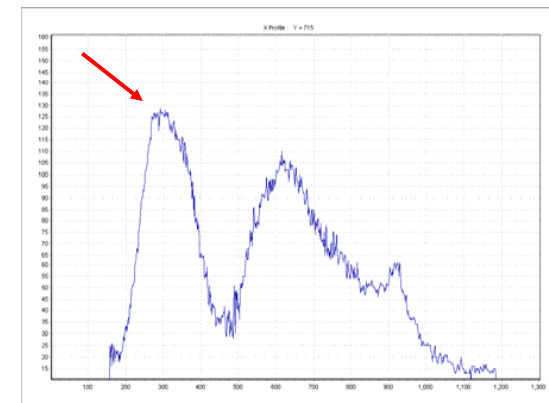


40

Gibt es eine Erklärung für diese Unterschiede?:



LED's_kalt



Spektrogramm: Dipl.Phys.
Dr. Andreas Hänel / Osnabrück

LED's neutral-weiss



Spektrogramm: Dipl.Phys.
Dr. Andreas Hänel / Osnabrück

Zusammenfassung

- 💡 Künstliche Beleuchtung im Außenbereich ist und bleibt ein ökologisch sensibles Feld
- 💡 Die in der Straßenbeleuchtung eingesetzten Lampenarten unterscheiden sich spezifisch in ihrer Anlockwirkung auf Insekten
- 💡 Die Insekten in der Vielfalt der Ordnungen reagieren ganz unterschiedlich auf die Lichtarten
- 💡 Die getesteten LED's erwiesen sich am Fleher Deich als insektenfreundlich – sie müssen jedoch hinsichtlich möglicher anderer Nebenwirkungen auf Natur und Mensch weiter sorgfältig beobachtet werden
- 💡 Die Halogenmetall dampflampen verdienen das Prädikat 'Insektenkiller' wie die Quecksilberdampflampen

Folgenden Institutionen und Personen sei für das Gelingen des Projekts herzlich gedankt:

Stadtwerke Düsseldorf für die Finanzierung und technische Betreuung des Projekts, im Besonderen den Herren **Josef Finger**, **Andreas Baum**, **Christoff Roloff** und **Erwin Makowski**. **Garten- und Umweltamt der Landeshauptstadt Düsseldorf**. Herrn **Johannes Baum** gilt besonderer Dank für die Organisation und Durchführung der Probennahmen vor Ort und seinen Helfern: dem Ehepaar **Bruno und Heike Blättler**, den Herren **Tobias Baum**, **Christian Theisen**, **Philipp Struck** und Frau **Vanessa Baum**. Desgleichen gilt mein Dank der Technischen Assistentin, Frau **Stephanie Emmling**, und den Herren cand.rer.nat. **Christopher Püschel** und stud.rer.nat. **Thilo Volz** für die Probenauswertung in Mainz. Die **Feinmechanische Werkstatt des Fachbereichs Biologie** der **Johannes Gutenberg Universität Mainz** unterstützte dankenswerterweise das Vorhaben mit dem Bau und der Erhaltung der Fanggeräte.

Herrn **Prof. Dr. Klaus Eick** danken wir besonders herzlich für die Initiierung des Projekts und die begleitende Betreuung im Rahmen der **Agenda 21** der Stadt Düsseldorf. Herrn **Dipl. Physiker Dr. Andreas Hänel** vom Museum am Schölerberg und Planetarium der Stadt Osnabrück gebührt Dank für die Erstellung der IR-Spektren, das Aufzeichnen von Analysediagrammen der spektralen Empfindlichkeit der Lampen, vor allem der LED's und der Herstellung vergleichender Nachtaufnahmen der Beleuchtungssituation am Fleher Deich.

Danke für ihre Aufmerksamkeit

Frühere und heutige Lichtfangergebnisse sprechen eine deutliche Sprache:

Robinson & Robinson
(1950) fingen ~~60.000~~
Nachtfalter in der Nacht
vom 20./21. August 1949
mit einer einzigen Falle

50,000

Nachtfalter Falle⁻¹
Nacht⁻¹

Worth & Muller
(1979) fingen
ebenfalls ~~50.000~~
Nachtfalter mit
einer einzigen Falle,
aber von Mai bis
September

370

Nachtfalter Falle⁻¹
Nacht⁻¹

Eisenbeis & Hassel
(2000) fingen
~~6.205~~ Nachtfalter
mit 19 Lichtfallen,
von Mai bis
September

22

Nachtfalter Falle⁻¹
Nacht⁻¹

Eisenbeis et al.
(2008) fingen
~~2.234~~ Nachtfalter
mit 20 Lichtfallen,
von Juni bis
September

2,3

Nachtfalter Falle⁻¹
Nacht⁻¹