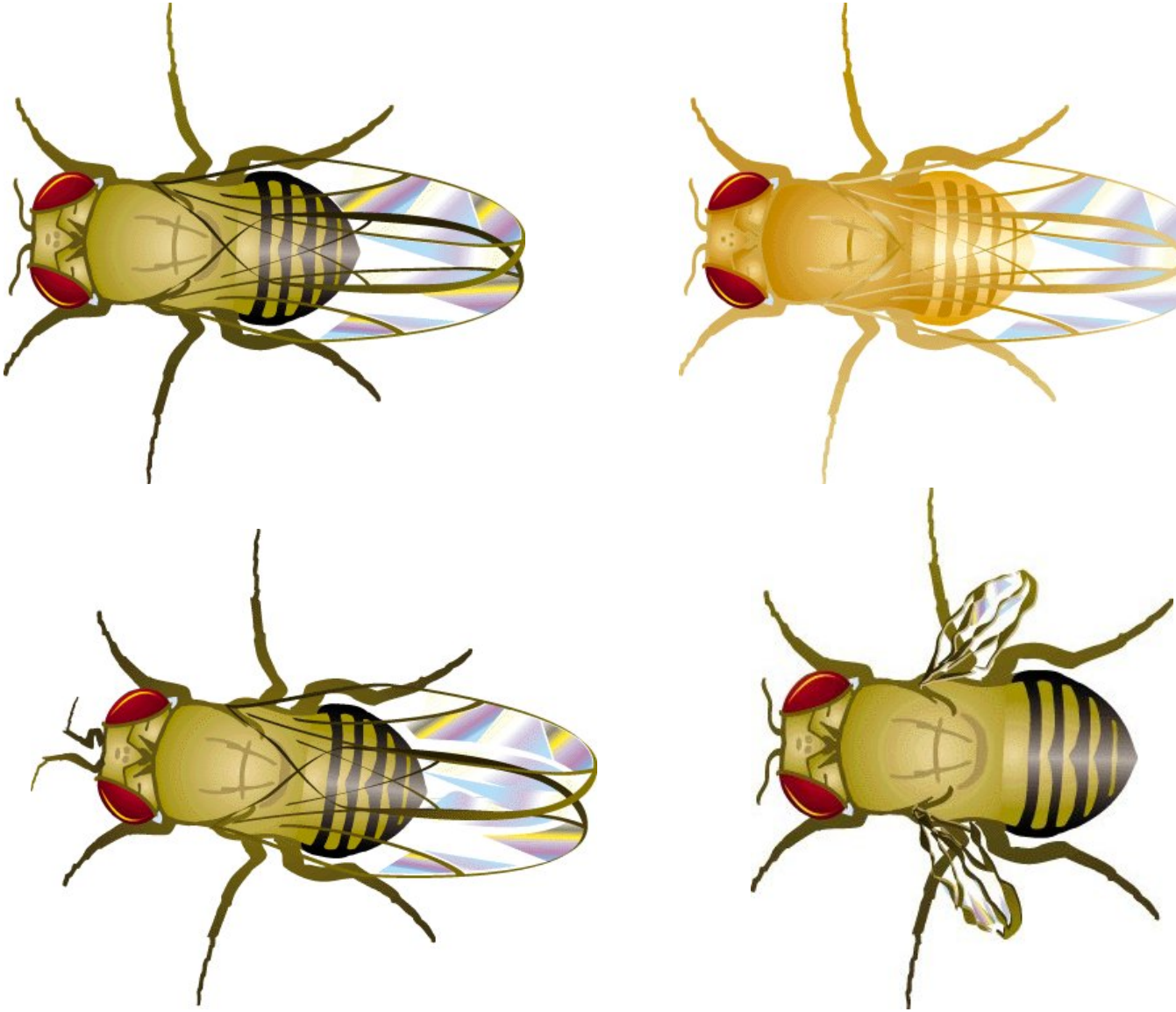
Wechselwirkungen zwischen linguistischen und bioinformatischen Verfahren, Methoden und Algorithmen

Modellierung und Abbildung von Varianz in Sprache und Genomen

Kompetenzzentrum für elektronische Erschließungs- und Publikationsverfahren in den Geisteswissenschaften
Universität Trier

18. November 2009

Varianz I - Mutation bei *Drosophila Melanogaster*



Quelle: `www.exploratorium.edu/exhibits/mutant_flies/mutant_flies.html`

Varianz II - Varietätenlemmata

vliege

fliege

Fliege

vleuge

fliuga

vliuge

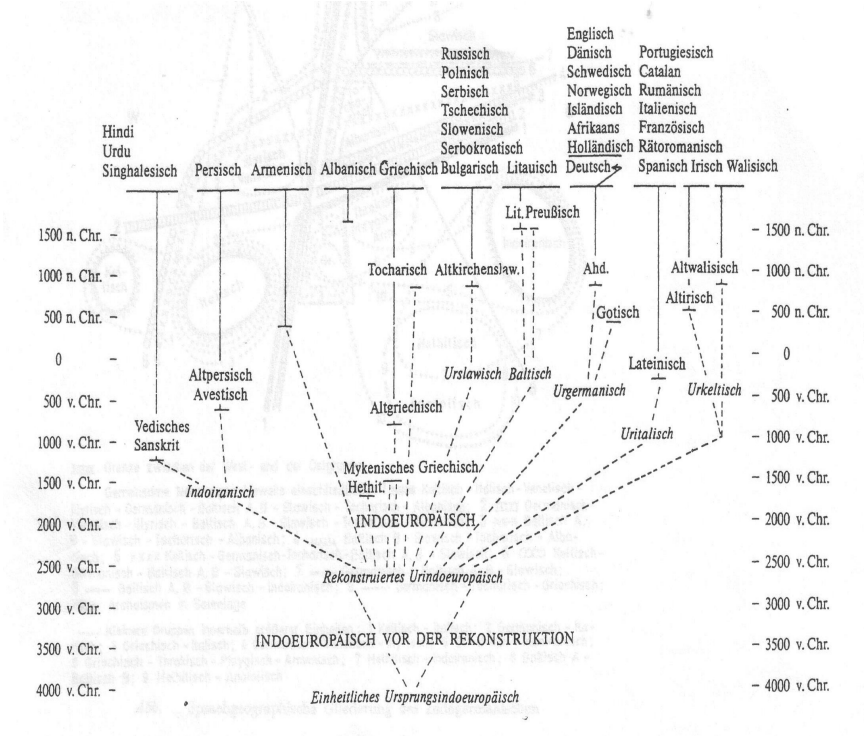
Mögliche Analogien

- Varietätenlemmata
- Komposita
- Neuschöpfungen mit vorhandenen (Flexions-)bausteinen
- $\longrightarrow$ *Mutation* = „Abwandlung der Stammformen durch Lautwechsel“

  Bußmann, H. *Lexikon der Sprachwissenschaft*. Kröner: Stuttgart, 1983.
- ...

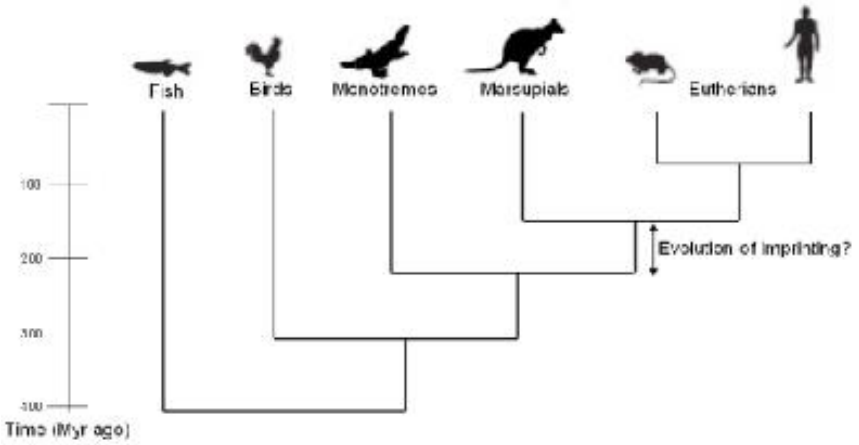
Ursprung der Analogien

Entwicklung der idg. Sprachen



aus: R.E. Keller, Die deutsche Sprache und ihre historische Entwicklung. Hamburg 1995, S. 32.

Entwicklung der Vertebraten

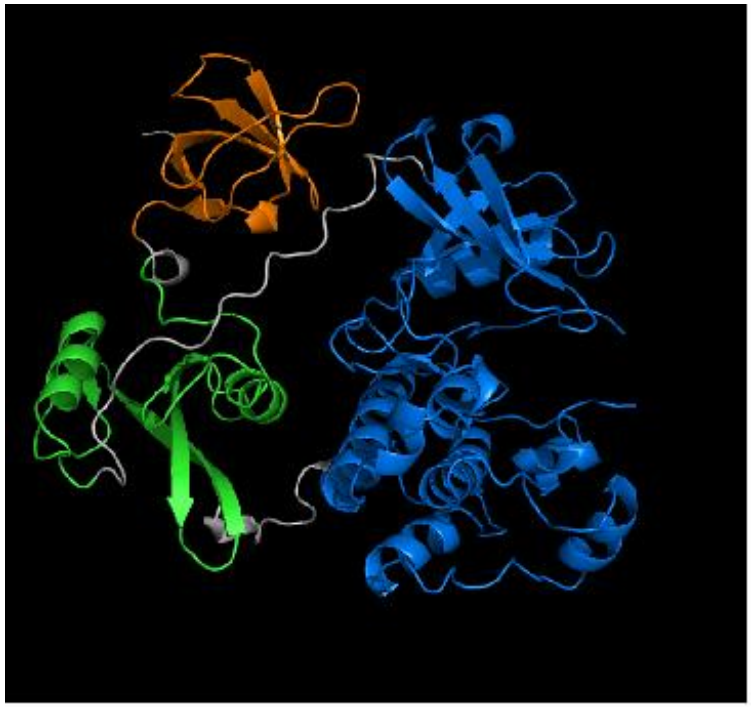


Was ist eine Mutation?

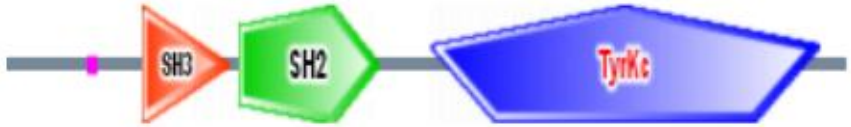
„. . . a typing error made in copying a text“

Grassé, Pierre-Paul. *Evolution of Living Organisms*. Academic Press: NY, 1977.

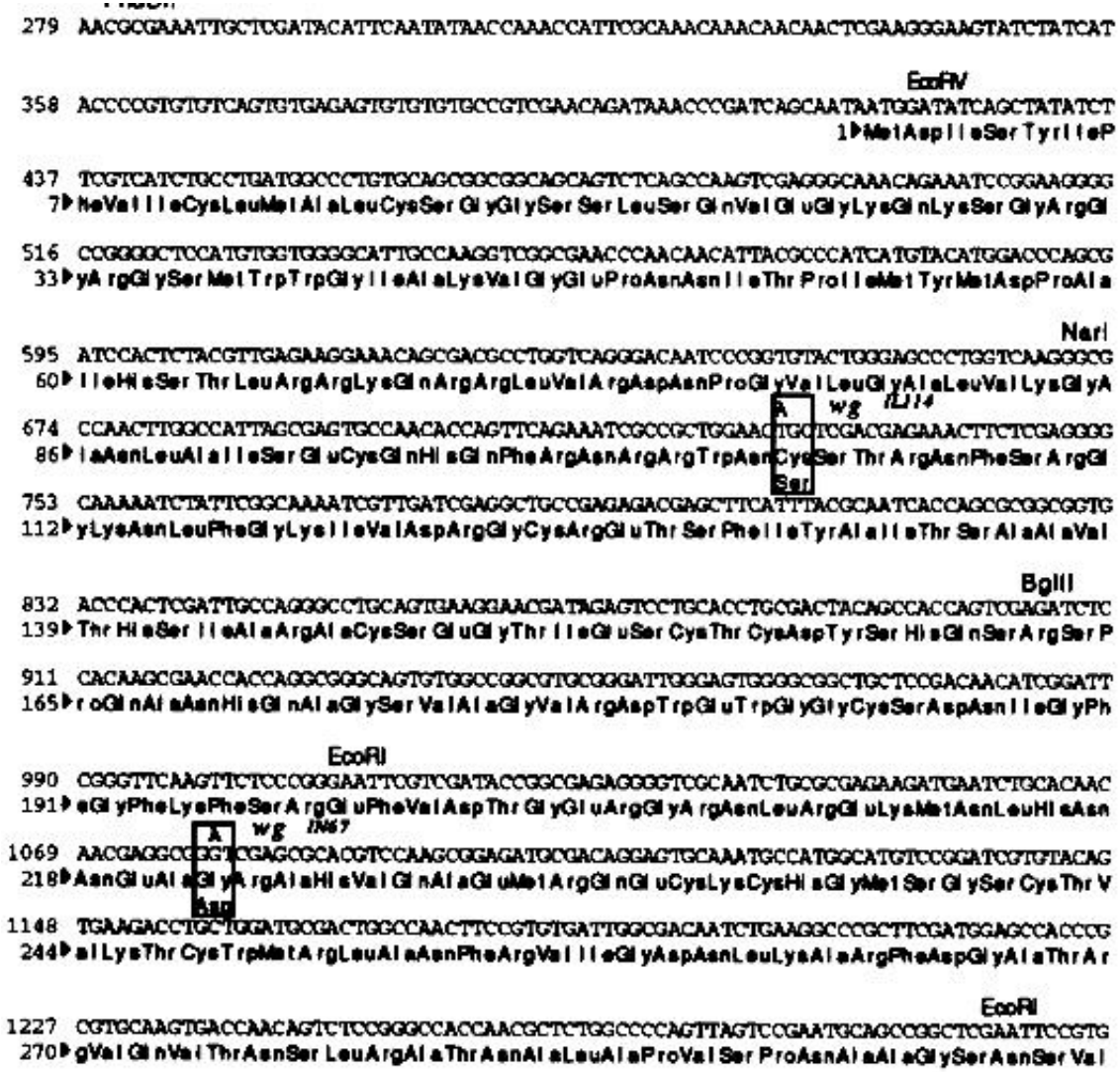
Domänen in Proteinen



MEPFLRKRLAFLSFFWNKIWPAGGEPVSDGSWSPDAEFPAEPGSPPAPARLFRALSDFRA
RCAGELSVSRGDWLFALQEDGEYLFARRLSSPFCTGLVPITCVAKTSPEPLSDQPWYFGD
ISRTQAQQLLLSAANAPGAFLVRPSESRRGDYSLSVRAQAKVCHYRISMAEDGGLYLQKG
QCFSSLEELLSYYKANWKLLQNPLLQPCMPQKSQEQDQWERPRSEFVLRRKLGQGFFGEV
WEGLWLGSVPVAVKVIKSADMKLDDLAQEIRTLKSLRHERLIRLHAVCSTGEPVYIVTEL
MRKGSLQAYLGGPGGRTLSLPLLLSFACQVAEGMGYLECRRIVHRDLAARNVLVGDNLAC
KVADFGLARLLKDDVYSPSSSSKIPVKWTAPEAANYCIFSQKSDVWSFGVFLYEVFTYGQ
CPYEGMSNHETLQQVMQGYRLPRPPTCPAEVYVLMLECWKGSPEERPAFSVLQEKLGDIS
RCFYP



„Tippfehler“ im Mutanten *wingless*



The EMBO Journal vol. 12 no. 13 pp. 5293-5302, 1993. 5294.

1 Das Projekt
- Vorstellung des Projekts

2 Die Metalemmaliste
- Einordnung in das Projekt
- Datengrundlage
- Konzeption der Metalemmaliste
- Zuordnungsverfahren

3 Sprachwissenschaftliche Ontologie

4 Morphemzerlegung

„Wechselwirkungen zwischen Natur- und Geisteswissenschaften“

- In diesem Förderschwerpunkt arbeiten geistes- und naturwissenschaftliche Fächer in interdisziplinären Forschungsverbünden zusammen.
- In die interdisziplinäre Zusammenarbeit müssen sowohl geisteswissenschaftliche als auch naturwissenschaftlich-technische, mathematische oder informationstechnologische Kompetenz einfließen.
- Sowohl der Einsatz naturwissenschaftlicher Methoden in den Geisteswissenschaften als auch umgekehrt, der Einsatz geisteswissenschaftlicher Methoden in den Naturwissenschaften ist erwünscht, um nicht zuletzt neue Methoden zu entwickeln.

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Vorstellung der Verbundpartner

Verbundkoordinator

- Kompetenzzentrum für elektronische Erschließungs- und Publikationsverfahren in den Geisteswissenschaften

  Prof. Dr. Claudine Moulin

Verbundpartner

- Institut für Deutsche Sprache Mannheim (IDS)

  Prof. Dr. Ludwig Eichinger

- Kompetenzzentrum für EDV-Philologie an der Universität Würzburg

  Prof. Dr. Werner Wegstein

- Biozentrum Universität Würzburg

  Prof. Dr. Jörg Schultz

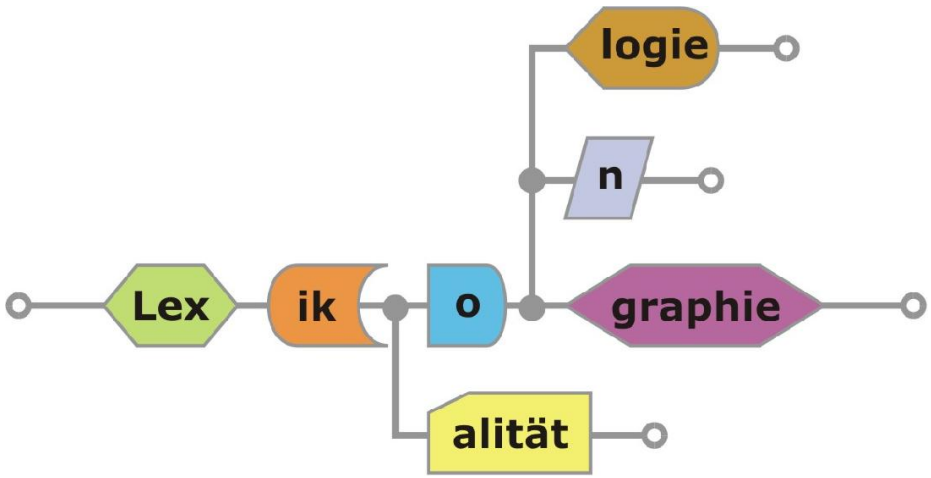
- Lehrstuhl für Informatik I Informationsstrukturen und wissensbasierte Systeme

  Prof. Dr. Dietmar Seipel

Projekttitel

Wechselwirkungen zwischen linguistischen und bioinformatischen Verfahren, Methoden und Algorithmen

Modellierung und Abbildung von Varianz in Sprache und Genomen



Gemeinsame Forschungsfrage

- prinzipielle strukturelle Gemeinsamkeiten
  - zwischen Genomcode und sprachlichem Code
  - biologischer Entwicklung und Sprachentwicklung
- zentrale gemeinsame Kennzeichen
  - Entwicklungsfähigkeit - Historizität
  - Vielfalt bzw. Varianz der Erscheinungen
- differenzierteres Verständnis der Konzepte und Mechanismen von Entwicklung und Varianz ermöglicht neue und präzisere Verfahren
  - der Informationsgewinnung
  - der Speicherung,
  - Bearbeitung und
  - Auswertung der dadurch gewonnenen Daten

Teilvorhaben

TV1

- Basislemmaliste der neuhochdeutschen Standardsprache

  IDS Mannheim

TV2

- Klassifizierte Varietätenlemmalisten, semasiologische Vernetzung; Erkundungsmodul onomasiologische Vernetzung

  Kompetenzzentrum, Uni Trier

TV3.1

- „Grammatik der Varianz in Genomen und Sprache“, Quantitative vergleichende Analysen

  Bioinformatik, Uni Würzburg

TV3.2

- Technik: Visualisierung, Gridifizierung, Modellierung der Vernetzung

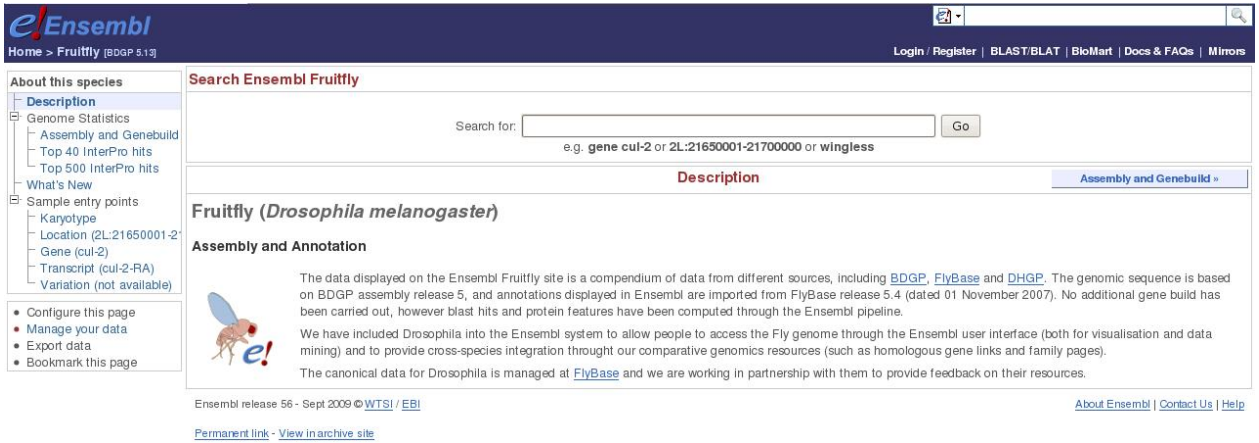
  Informatik, Uni Würzburg

Standardisiertes Bezugssystem

Metalemma (nhd. Standard, öffentlicher Sprachgebrauch)

- gemeinsames Drittes
- verbindet unterschiedliche Wortparadigmen der Varietäten
- Schnittstelle für externe Informationssysteme (z. B. Ontologien)
- Kernbestand vorhanden
  - Auf der Basis des IDS-Referenzkorpus Liste der 30.000 häufigste Wörter als Grundlage für die Metalemmaliste
  - Teil-Lemmalisten (als Teil-Bezugssystem) zu spezifischen Bereichen, z. B. Sprachstufe Mittelhochdeutsch oder westmitteldeutsche Dialekte
- Varietätenlemmata müssen mit Metalemmata in Bezug gesetzt werden
- Bildung von Pseudo-Metalemmata, z. B. für ausgestorbene Wörter

Datenbanken der Disziplinen



Ensembl www.ensembl.org

Deutsches Wörterbuch www.dwb.uni-trier.de

Lemmalisten/Wörterbuchdaten

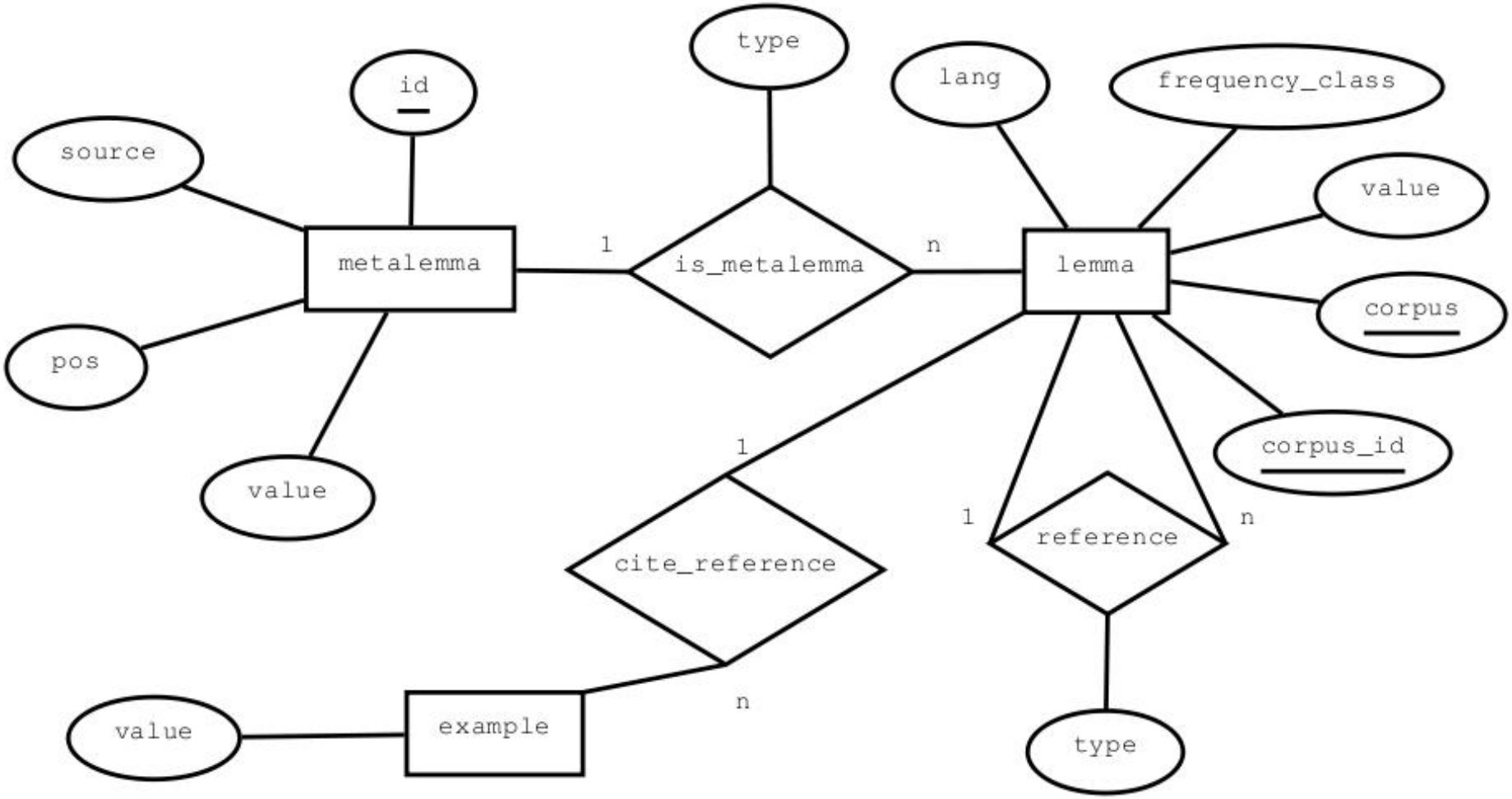
- Wörterbücher
  - Deutsches Wörterbuch von Jacob Grimm und Wilhelm Grimm
  - Mittelhochdeutsches Wörterbuch von Benecke, Müller und Zarncke
  - Mittelhochdeutsches Handwörterbuch von Matthias Lexer
  - Findebuch zum mittelhochdeutschen Wortschatz
  - Pfälzisches Wörterbuch
  - Rheinisches Wörterbuch
  - Wörterbuch der elsässischen Mundarten
  - Wörterbuch der deutsch-lothringischen Mundarten
  - Goethe-Wörterbuch
  - Wörterbuch der deutschen Gegenwartssprache
- Korpusdaten

Basislemmaliste

```
-<derewo>
    <entry id="0" lemma="d-" group="0"/>
    <entry id="1" lemma="in" group="2"/>
    <entry id="2" lemma="und" group="2"/>
    <entry id="3" lemma="sein" group="2"/>
    <entry id="4" lemma="ein" group="3"/>
    <entry id="5" lemma="zu" group="3"/>
    <entry id="6" lemma="werden" group="3"/>
    <entry id="7" lemma="von" group="3"/>
    <entry id="8" lemma="haben" group="3"/>
    <entry id="9" lemma="mit" group="4"/>
    <entry id="10" lemma="er/sie/es/sie" group="4"/>

      . . .
  <entry id="29987" lemma="Monopoly" group="17"/>
  <entry id="29988" lemma="Leerstelle" group="17"/>
  <entry id="29989" lemma="Konfirmand" group="17"/>
  <entry id="29990" lemma="Kerzenlicht" group="17"/>
  <entry id="29991" lemma="Filmreihe" group="17"/>
  <entry id="29992" lemma="Einsender" group="17"/>
  <entry id="29993" lemma="Bastille" group="17"/>
  <entry id="29994" lemma="Badesaison" group="17"/>
  <entry id="29995" lemma="ausspionieren" group="17"/>
  <entry id="29996" lemma="appetitlich" group="17"/>
  <entry id="29997" lemma="allerwenigste" group="17"/>
  <entry id="29998" lemma="Verkehrsstrom" group="17"/>
  <entry id="29999" lemma="Philologe" group="17"/>
</derewo>
```

ER-Diagramm


type
id
lang
frequency_class
source
value
metalemma
1
is_metalemma
n
lemma
corpus
pos
corpus_id
1
value
1
reference
n
cite_reference
n
value
example
type

XML-Struktur

```
<metalemma id="1" value="Fliege" pos="nn" source="bll">
   <lemma corpus="bll" value="Fliege" lang="nhd">
   <lemma corpus="dwb" value="fliege">
   <lemma corpus="gwb" value="Fliege">
   <lemma corpus="rhwb" value="Fliege">
   <lemma corpus="pfwb" value="Fliege">
   <lemma corpus="bmz" value="vliege">
   <lemma corpus="lexer" value="vliege">
   <lemma corpus="lexer" value="vleuge">
   <lemma corpus="lexer" value="fliuga">
   <lemma corpus="findebuch" value="vliege">
   <lemma corpus="findebuch" value="vliuge">
</metalemma>
```

Komplexes Metalemma

```
<metalemma id="128" value="August" pos="nn"
                    source="bll">
   <lemma corpus="bll" corpus_id="414"
                    value="August" lang="nhd"/>
   <lemma corpus="gwb" value="August"/>
   <lemma corpus="rhwbn" value="August"/>
   <lemma corpus="rhwb" value="August"/>
   <lemma corpus="rhwb" value="Augst"/>
   <lemma corpus="pfwb" value="August"/>
   <lemma corpus="dwb" value="augst"/>
   <lemma corpus="elswb" value="Augst"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ougest"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ougeste"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ougst"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ougste"/>
   <lemma corpus="lexer" value="augustô"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ochste"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ogest"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ougwest"/>
   <lemma corpus="lexer" value="oust"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ouste"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ouwest"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ouwestinne"/>
   <lemma corpus="lexer" value="owest"/>
   <lemma corpus="lexer" value="owist"/>
   <lemma corpus="lexer" value="ögestinne"/>
   <lemma corpus="nachtrlexer" value="ougest"/>
   <lemma corpus="findebuch" value="ougest"/>
   <lemma corpus="findebuch" value="augst"/>
   <lemma corpus="findebuch" value="oust"/>
   <lemma corpus="findebuch" value="ouwest"/>
   <lemma corpus="bmz" value="ougeste"/>
   <lemma corpus="bmz" value="ougste"/>
   <lemma corpus="bmz" value="oust"/>
   <lemma corpus="bmz" value="ouwest"/>
   <lemma corpus="bmz" value="owest"/>
</metalemma>
```

Zuordnungen

Zuordnungsverfahren

- Vernetzung diachroner und diatopischer Varianten des Deutschen
- Verankerungspunkt ist dabei ein nhd. Basislemma
- Generelle Möglichkeiten der Zuordnung:
  - linguistisches Expertenwissen
  - Verfahren des maschinellen Lernens/Statistik
- Hilfestellung und Qualitätssicherung
  - Zusätzliche Informationen aus den Wörterbüchern (z. B. part of speech)
  - Verweise in den Wörterbüchern

Linguistisches Wissen

Beispiel

- Durch den Einsatz von Lautgesetzen auf ältere Sprachstufen lässt sich die neuhochdeutsche Form (re)konstruieren
- Beispiel

	Mhd.		Nhd.
Neuchochdeutsche Diphthongierung	⟨î⟩	→	⟨ei, ai⟩
	⟨û⟩	→	⟨au⟩
	⟨iu⟩	→	⟨eu, äu⟩
	bewîsen	→	bweisen
	tûchen	→	tauchen
	schiune	→	Scheune

Selbständiges Lernen: Sequence Alignment

Idee

- Motivation aus der Bioinformatik
- Anordnung von Strings so, dass *score* maximiert wird
- Grundidee ist, dass ein String aus dem anderen durch „Mutation“ hervorgegangen ist
- Beispiel:

u	n	g	e	a	c	h	t	e	t
u	n	g	e	a	-	h	t	e	t

- *Score* bewertet mittels Parameter: Alignierung übereinstimmender Buchstabensymbole, Alignierung unterschiedlicher Symbole, Lücken (-)
- Bestimmen der Parameter aus linguistischen Datensätzen

Übersicht

	In Basislemmaliste	**Nicht in Basislemmaliste**
In den Wörterbüchern	verknüpfbar	Pseudometalemma notwendig; Erweiterung der Basislemmaliste erforderlich
Nicht in den Wörterbüchern	z. B. Entlehnungen jüngeren Ursprungs (*Football*)	–

Vorteile und Anwendungen

Vorteile und Anwendungen

- Erleichterte Suche durch Erschließung von Varietätenlemmata; flexibler Einstieg über das Metalemma
- Erhalt der originalen Wörterbuch-Strukturen bei Mehrwert durch Vernetzung
- Ergänzung durch Onomasiologie
- Andockstelle für weitere Informationssysteme

„Ontology Alignment“

Ausrichtung der Ontologie

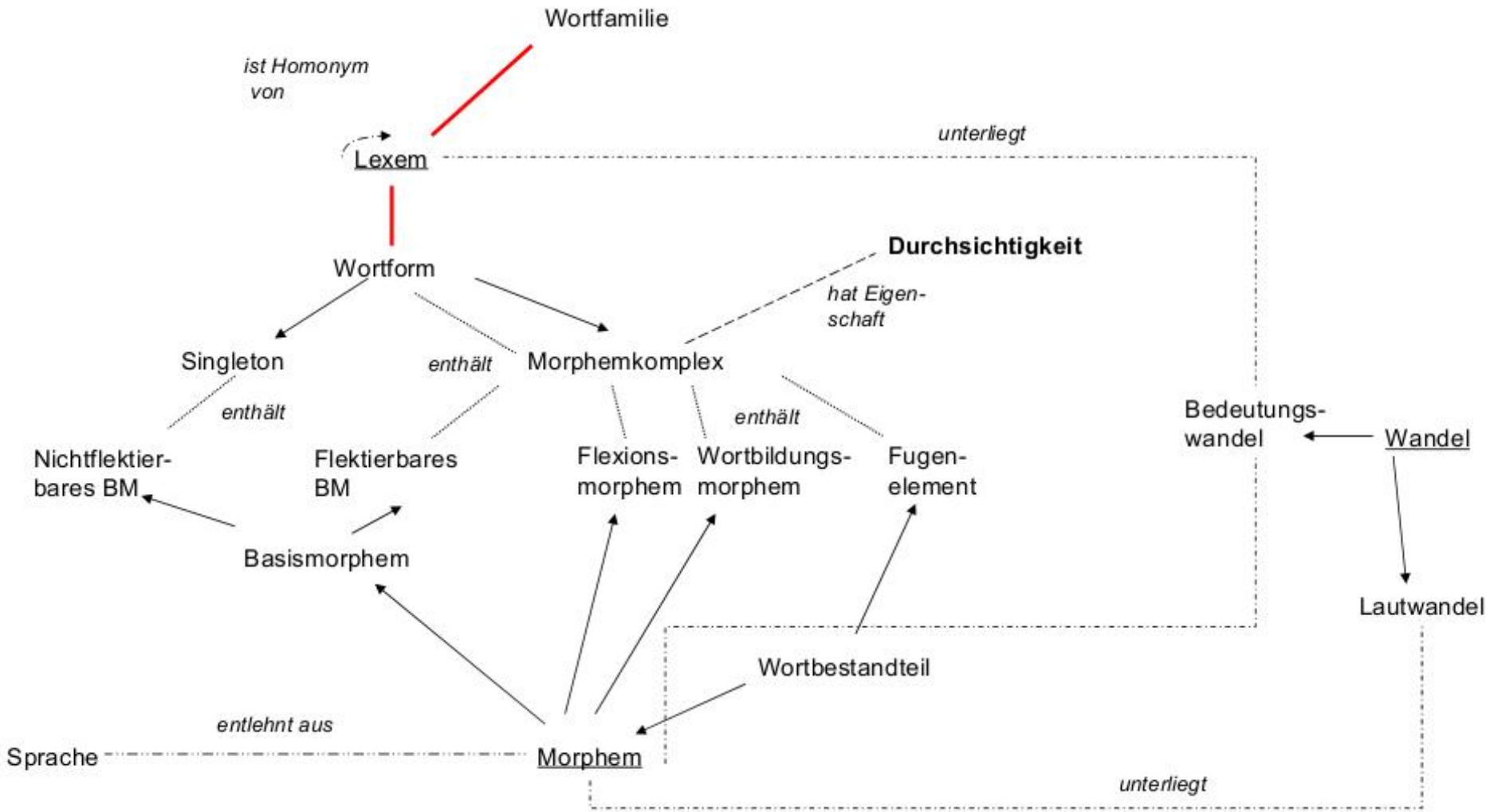
- Werkzeug um Daten aus verschiedenen Quellen und Bereichen aufeinander abzubilden
- Methodologisches Aufzeigen von Analogien zwischen den Disziplinen
- Die sprachwissenschaftliche Ontologie wird unabhängig von der existenten biowissenschaftlichen Ontologie aufgebaut
- Der Schwerpunkt liegt auf den zu untersuchenden Begriffen und Relationen
- Auch für andere Forschungsfragen verwendbar und beliebig erweiterbar

„Ontology Alignment“

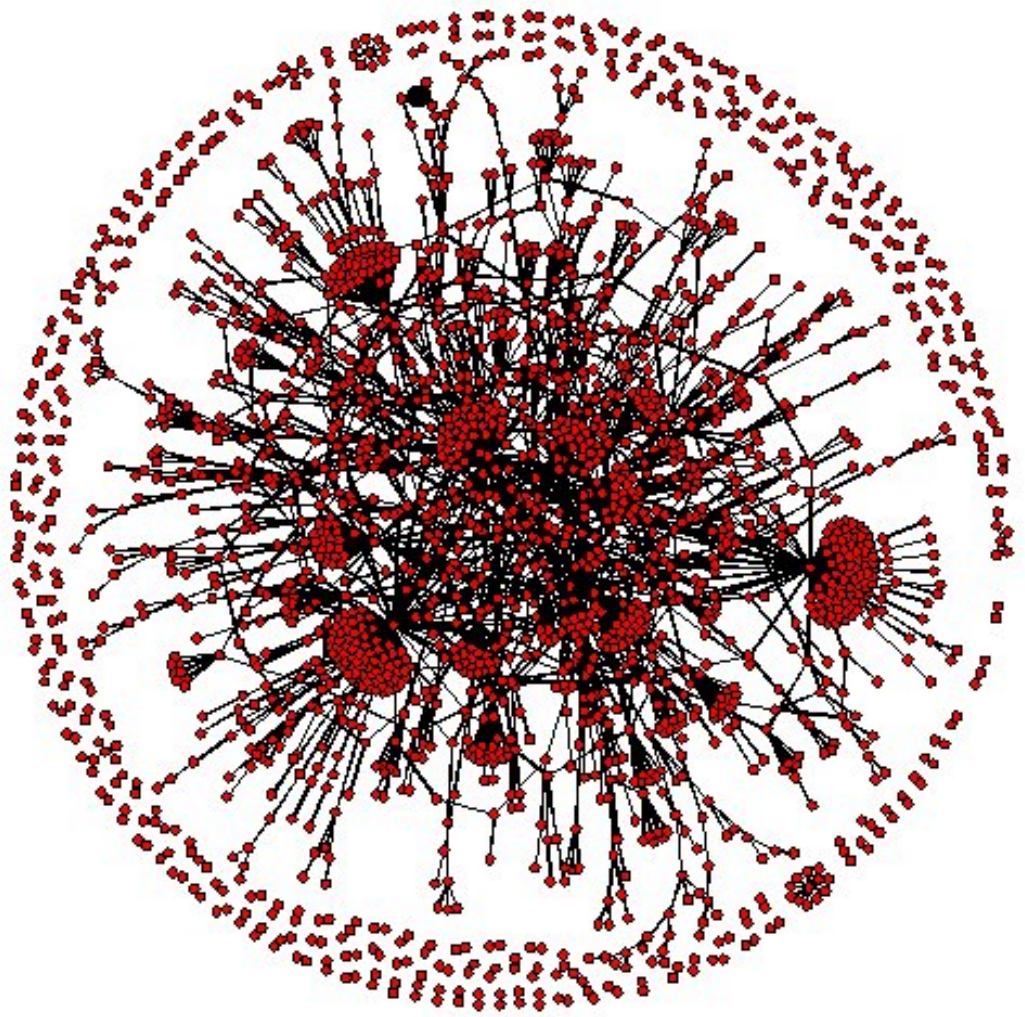
Ziele des „Ontology Alignment“

- Linguistik: Organisation und Aufbereitung von Daten; Auffinden neuer Muster?
- Bioinformatik/Biowissenschaft: Rückschlüsse auf nicht vorhandenes historisches Material

Sprachwissenschaftliche Ontologie



Zum Morphemnetzwerk des DWB



Morpheme Network aus dem DWB mit *R* (Daniela Keller, WÜ)

Viele Nachbarn

Niedriger Klusterkoeffizient

Grad	Morphem	ClusCoef
2829	ung	0,01299
2336	ver	0,01659
2164	un	0,01280
1075	auf	0,01972
733	ei	0,01385
680	in	0,00918
638	heit	0,01411
615	viel	0,01835

Hoher Clusterkoeffizient

Grad	Morphem	ClusCoef
559	haupt	0,10377
545	stueck	0,10272
500	meister	0,10384
484	recht	0,10055
467	mensch	0,10871
453	schlag	0,10021
439	hof	0,10487
437	sonn	0,10265

Wenige Nachbarn

Höchster Clusterkoeffizient. . .

Grad	Morphem	ClusCoef
2	abendlich	1
2	action	1
2	bastei	1
2	behelmt	1
3	aufklaer	1
3	aufleg	1
4	erpress	1
4	faehnrich	1

Herzlichen Dank!

Anhang

Übrigens...

Kreative Gennamen für *Drosophila*-Mutanten

- *tinman* - Embryos ohne Herz
- *cheap date* - Reagiert sehr stark auf Alkohol
- *maggie* - Entwicklung bleibt stehen (in Anspielung auf Maggie Simpson)
- *gypsy* - Das mutierte Gen ist ein mobiles genetisches Element
- *swiss cheese* - Viele Löcher im Gehirn
- *Indy/I'm not dead yet* - Doppelte Lebensdauer
- *Krüppel*
- *Windbeutel*
- *Nudel*

Quelle: `//jpetrie.myweb.uga.edu/genes.html`

Weitere Domänen mit Proteingruppe